

**Akademia Wychowania Fizycznego
im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
Wydział Wychowania Fizycznego**

Marzena Grzybowska

**OBJAWY SARKOPENII A AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA
I SPRAWNOŚĆ FUNKCJONALNA KOBIET'
PO 60 ROKU ŻYCIA**

Praca doktorska

Promotor

prof. dr hab. Władysław Mynarski

Promotor pomocniczy

dr Michał Rozpara

Katowice 2022

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wykaz skrótów..... | 3 |
| Wstęp..... | 4 |
| 1. Problem badawczy w świetle publikacji naukowych | 6 |
| 1.1. Definicje, etiologia i objawy sarkopenii | 6 |
| 1.2. Diagnostyka stadiów sarkopenii oraz jej epidemiologia | 10 |
| 1.3. Sarkopenia a schorzenia i dolegliwości starszego wieku | 12 |
| 1.4. Rola żywienia w prewencji i leczeniu sarkopenii..... | 15 |
| 1.5. Znaczenie aktywności fizycznej w profilaktyce zdrowia | 17 |
| 1.6. Objawy hipokinezji oraz racjonalnej aktywności fizycznej w układzie mięśniowym | 20 |
| 1.7. Kryteria i metody oceny aktywności fizycznej osób starszych | 22 |
| 1.8. Ocena budowy somatycznej oraz sprawności funkcjonalnej sarkopeników..... | 24 |
| 1.9. Sarkopenia jako wieloaspektowy problem badawczy | 26 |
| 2. Cel badań oraz pytania i hipotezy badawcze | 28 |
| 3. Materiał i metody badań..... | 29 |
| 3.1. Dobór do badań kobiet w podeszłym wieku..... | 29 |
| 3.2. Charakterystyka badanych seniorek..... | 30 |
| 3.3. Metody i narzędzia badawcze | 32 |
| 4. Wyniki badań | 41 |
| 4.1. Cechy somatyczne oraz ich wskaźniki | 41 |
| 4.2. Aktywność fizyczna | 53 |
| 4.3. Sprawność funkcjonalna | 60 |
| 5. Dyskusja..... | 69 |
| 6. Wnioski | 75 |
| Bibliografia..... | 77 |
| Streszczenie | 93 |
| Summary | 95 |
| Aneksy..... | 97 |

Wykaz skrótów

- BIA – bioelectrical impedance analysis (impedancja bioelektryczna)
- BM – masa ciała (kg)
- BMI – body mass index (wskaźnik masy ciała)
- COURAGE – Collaborative Research on Aging in Europe
- CPM – counts per minute (jednostka liczby przyspieszeń w ciągu minuty)
- CT – computed tomography (tomografia komputerowa)
- DEXA – dual energy x-ray absorptiometry (absorpcjometria podwójnej energii promieniowania rentgenowskiego)
- EWGSOP – European Working Group on Sarcopenia in Older People
- FFM – masa ciała z wyłączeniem tkanki tłuszczowej (kg)
- FR – zawartość tkanki tłuszczowej (%)
- IMP – opór wyzwalany przez tkanki (Ω)
- Kcal – kilokalorie
- LPA – low physical activity (mała aktywność fizyczna)
- MET – wydatek energetyczny
- MR – magnetic resonance (rezonans magnetyczny)
- MVPA – moderate to vigorous physical activity (aktywność fizyczna umiarkowana i duża)
- POCHP – przewlekła obturacyjna choroba płuc
- SB – sedentary behaviour (zachowania sedentarne)
- SFT – Senior Fitness Test
- SGAAH – Study on Global Ageing and Adult Health
- WHO – World Health Organization (Światowa Organizacja Zdrowia)
- WHR – waist hip-ratio (wskaźnik taliowo-biodrowy)

Wstęp

Nieustanne zwiększanie się udziału osób starszych w ludzkiej populacji powoduje coraz większe zainteresowanie ich problemami zdrowotnymi. Szacuje się, że do 2050 roku odsetek osób po 65 roku życia w Polsce wyniesie około 35% (Główny Urząd Statystyczny 2014). Konsekwencją zwiększania się liczebności osób starszych jest narastanie chorób w zaawansowanym wieku. Wraz z procesami starzenia następują bowiem w ludzkim organizmie liczne niekorzystne zmiany, wśród nich dominuje zwiększanie się zawartości tkanki tłuszczowej z równoczesnym zmniejszaniem masy mięśni szkieletowych, stanowiących prawie połowę całkowitej masy ciała, a także wyzwalanej przez nie siły. Jest to określane jako sarkopenia, czyli zespół uogólnionego i postępującego jednoczesnego zmniejszania masy mięśni szkieletowych oraz ich siły, co wiąże się ze zmniejszaniem sprawności funkcjonalnej, a w konsekwencji zwiększonym ryzykiem upadków, jak również pogorszeniem zdolności do wykonywania czynności dnia codziennego (Cruz-Jentoft i wsp. 2010, Skubiszewska i wsp. 2017).

Szacuje się, że po 50 roku życia masa mięśni zmniejsza się w ciągu 10 lat przeciętnie o 6%, po 65 roku życia, zmienia się też zawartość masy mięśniowej w poszczególnych segmentach ciała. Wyraźnie szybciej zmniejsza się masa mięśniowa w kończynach dolnych niż górnych. Jest to zapewne skutkiem obniżenia aktywności fizycznej osób starszych angażującej mięśnie dolnej części ciała (Janssen i wsp. 2009). Te niekorzystne tendencje nasilają się w kolejnych dekadach życia osób starszych w większym stopniu u mężczyzn w porównaniu z kobietami (Janssen i wsp. 2009, Strzelecki i wsp. 2011).

Na ważność i aktualność omawianej problematyki wskazują światowe szacunki występowania sarkopenii, ponieważ w zależności od przyjętych kryteriów oraz wieku badanych jej rozpoznania mieszczą się u osób zamieszkałych w środowiskach domowych w przedziale od kilku do kilkunastu procent (Janssen 2011, Krzymińska-Siemaszkó 2014). Te odsetki są większe

wśród pacjentów szpitali i mieszkańców instytucji opiekuńczych (Halil i wsp. 2014, Vetrano i wsp. 2014, Pacholek 2020).

Ustalono, że liczba osób powyżej 60 roku życia na świecie w 2000 roku wynosiła 600 milionów, szacuje się, że podwoi się do roku 2025. Jeżeli przyjąć aktualne kryteria częstości występowania sarkopenii (od kilku do kilkunastu procent), to dotyczy ona więcej niż 50 milionów osób. Przewiduje się, że będzie ich ponad 200 milionów przez następne 40 lat (Santilli i wsp. 2014). Świadczy to o rozmiarze owego problemu i potencjalnych jego konsekwencjach w skali światowej.

Niewiele jest podobnych szacunków odnośnie odsetka polskiej populacji osób chorych na sarkopenię, bowiem nieliczne są krajowe badania empiryczne tego zjawiska, jak i małe liczebności obserwowanych osób (Czepulis-Wieczorkowska i wsp 2012, Krzywińska-Siemaszko i wsp. 2013, Krzywińska-Siemaszko 2014, Nowak i wsp. 2015, Pacholek 2020, Zasadzka i wsp. 2020).

Powszechnie przyjmuje się, że ważnym czynnikiem profilaktyki i terapii sarkopenii u osób po 50 roku życia, obok właściwej diety, jest osobnicza aktywność fizyczna. Systematyczna aktywizacja mięśni poprawia niemal w każdym wieku sprawność funkcjonalną i spowalnia niekorzystne zmiany w ich strukturze (Osiński 2016, Kaczmarek i Wolański 2018). Brak jest jednak argumentów empirycznych, że powyższe zjawisko dotyczy również osób starszych (powyżej 60 roku życia) w różnych stadiach zaawansowania sarkopenii.

W świetle powyższego przedmiotem naszych badań jest określenie zasięgu (zakresu) i poziomu (stadium) sarkopenii u kobiet w wieku powyżej 60 roku życia, mieszanek Górnego Śląska w kontekście ich aktywności fizycznej i sprawności funkcjonalnej.

1. Problem badawczy w świetle publikacji naukowych

1.1. Definicje, etiologia i objawy sarkopenii

Z biegiem lat sygnalizowane we wstępie niekorzystne zmiany strukturalne funkcjonalne w obrębie tkanki mięśniowej u osób starszych, przejawiające się głównie obniżeniem masy mięśni i wyzwalanej przez nie siły, zaczęto nazywać sarkopenią. Pojęcie to zaproponowane przez Rosenberga w 1989 roku pochodzi od greckich słów *sarx* – ciało oraz *penia* – zanikanie, które wyrażają utratę masy mięśniowej z wiekiem. Słowo to tłumaczone jest również jako „niedobór ciała” lub „deficyt tkanek miękkich” (Strzelecki i wsp. 2011).

Od 2014 roku sarkopenia zaliczana jest do Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób (ICD-10-MC, kod M 62. 84) (Anker i wsp. 2016, Zasadzka i wsp. 2020). W 2009 roku poczyniono starania stworzenia międzynarodowej definicji sarkopenii oraz ujednoczenia kryteriów jej oceny. Najczęściej w badaniach naukowych i praktyce klinicznej wykorzystywana jest definicja zaproponowana przez ekspertów Europejskiej Grupy Roboczej do spraw Sarkopenii u Osób Starszych (European Working Group on Sarcopenia in Older People), Europejskie Towarzystwo do spraw Żywienia Klinicznego i Metabolizmu (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism Special Interest Groups) oraz Międzynarodową Grupę do Spraw Sarkopenii (International Working Group on Sarcopenia). W definicji przyjętej przez powyższe gremium specjalistów sarkopenia to „postępujące zmniejszanie się z wiekiem masy mięśni szkieletowych i wyzwalanej przez nich siły, co może powodować niepełnosprawność fizyczną, pogarszać jakość życia, a w skrajnych przypadkach nawet zgon” (Cruz-Jentoft i wsp. 2010).

W 2010 roku eksperci Europejskiej Grupy Roboczej do spraw Sarkopenii u Osób Starszych (EWGSOP) opublikowali europejski konsensus definicji i diagnostyki sarkopenii. Przyjęto, że „sarkopenia to schorzenie charakteryzujące się utratą masy mięśniowej i siły mięśni, a zmniejszenie masy mięśniowej jest bezpośrednio odpowiedzialne za upośledzenie czynności ruchowych i utratę

siły” (Cruz-Jentoft i wsp. 2010). W najprostszym ujęciu „sarkopenia to związany z wiekiem zespół przejawiający się zmniejszeniem masy mięśniowej i sprawności fizycznej” (Cruz-Jentoft i wsp. 2010).

Etiologia utraty znacznej ilości tkanki mięśniowej jest wieloczynnikowa i obejmuje: stany zapalne, zmiany hormonalne, obniżoną aktywność ruchową w obawie przed bólem i kontuzjami (kinezyfobia) oraz różnego pochodzenia stresy (Vincent i wsp. 2012).

Utrata masy mięśniowej zaczyna się już około 30 roku życia, proces ten cechuje relatywnie powolna dynamika do około 50 lat. Jest to zjawisko nieuniknione nawet u osób o ponad przeciętnej życiowej aktywności fizycznej (Strzelecki i wsp. 2011). W kolejnych dekadach następuje zwiększenie tempa zaniku mięśni, czemu towarzyszy zmniejszenie ich obwodów i gęstości oraz zawartości tkanki tłuszczowej. Opisany proces jest skutkiem zmniejszania się liczby aktywnych włókien mięśniowych oraz procentowej zawartości włókien typu II (szybko kurczliwych) z około 60% u osób młodych do około 30% u osób 80-letnich. W rezultacie między 50 a 70 rokiem życia siła mięśni zmniejsza się o około 30% (Doherty 2003, Strzelecki i wsp. 2011, Skubiszewska i wsp. 2017).

W publikacjach naukowych wymienia się tzw. typowy zespół skutków sarkopenii:

- obniżenie siły mięśniowej,
- trudności z poruszaniem się,
- zwiększone ryzyko upadków,
- zmniejszone zapotrzebowanie na energię (Sakuma i Yamaguchi 2013, Tyrovolas i wsp. 2016).

Z sarkopenią, w ujęciu klinicznym, wiążą się następujące objawy:

- redukcja masy mięśniowej,
- degeneracja synaps nerwowo-mięśniowych,
- dysfunkcja mitochondriów.

W publikacjach podaje się o wiele więcej objawów sarkopenii:

- szybkie męczenie się podczas wykonywania codziennych czynności, np. wchodzenia po schodach,
- zaburzenia równowagi podczas prostych ruchów, stąd częste upadki nawet w takich czynnościach jak chodzenie,
- osłabienie koordynacji ruchowej,
- osłabienie siły i funkcjonowania mięśni brzucha (zaburzenia w oddawaniu stolca) oraz oddechowych (zaburzenia oddychania),
- zmniejszenie rezerw energetycznych (zaburzenia termoregulacji i brak gorączki podczas infekcji),
- szybkie chudnięcie, nie dotyczy osób z tzw. otyłością sarkopeniczną (współwystępowanie otyłości i sarkopenii),
- obniżenie swoistej (nabytej) odporności przeciwwzakaźnej (Strzelecki wsp. 2011, Ogonowska-Słodownik i wsp. 2016, Mziray i wsp. 2017).

W kolejnych stadiach postępującej sarkopenii upośledzeniu ulega codzienne funkcjonowanie, ruchliwość (mobilność) i równowaga ciała, co skutkuje częstymi upadkami w prostych sytuacjach, złamaniami kości, zakrzepowym zapaleniem żył, zatorowością płucną, izolacją społeczną, depresją, a nawet śmiercią. Przypuszcza się, że około 15% osób w wieku 65-75 lat potrzebuje pomocy podczas wykonywania codziennych czynności, po 85 roku takich osób jest prawdopodobnie trzykrotnie więcej (Krzymińska-Siemaszko 2014, Osiński 2016).

Sarkopenia jest wieloprzyczynowa, najczęściej spotykana jest u osób starszych, ale może również dotyczyć osób dorosłych z rozpoznaną osteoporozą lub kacheksją (wyniszczenie organizmu prowadzące do trudności w leczeniu i zwiększenia śmiertelności pacjentów), albo niedożywieniem (Strzelecki i wsp. 2011, Santilli i wsp. 2014).

Najogólniej przyjmuje się, że podstawowymi czynnikami ryzyka zapadalności na sarkopenię są: wiek, płeć oraz niedostateczna aktywność fizyczna. Na tę chorobę częściej zapadają osoby starsze (po 60 roku życia),

większy odsetek dotyczy mężczyzn niż kobiet (Rolland i wsp. 2008). Stwierdzono również, że zmniejszenie masy mięśniowej jest szybsze w kończynach dolnych w porównaniu z górnymi, co tłumaczy się obniżeniem u seniorów aktywności fizycznej angażującej mięśnie kończyn dolnych – siedzący styl życia (Janssen i wsp. 2009, Strzelecki i wsp. 2011).

Wyróżnia się dwie kategorie sarkopenii: pierwotną i wtórną. Sarkopenią pierwotną określa się zmiany w tkance mięśniowej człowieka związane z wiekiem lub czynnikami genetycznymi. W przypadku sarkopenii wtórnej występuje jedna lub więcej przyczyn, wśród których wymienia się:

- niedobór aktywności fizycznej (hipokinezja),
- choroby endokrynologiczne,
- schorzenia układu pokarmowego polegające na zaburzeniach wchłaniania,
- niewydolność wielonarządową,
- nowotwory,
- nieprawidłowe odżywianie.

Konkretnej osoby nie można jednoznacznie zaklasyfikować do jednej z powyższych kategorii sarkopenii, gdyż jest ona często wieloprzyczynowa. Z tego powodu coraz częściej sarkopenię określa się jako zespół geriatryczny, podobnie jak zespół metaboliczny (Cruz-Jentoft i wsp. 2010, Strzelecki i wsp. 2011, Mziray i wsp. 2017).

Wśród czynników zewnętrznych zmian sarkopenicznych wymienia się:

- niewystarczającą podaż energii oraz białek z pożywienia, co przyczynia się do utraty masy mięśniowej,
- obniżenie sprawności funkcjonalnej,
- ostre i przewlekłe choroby współistniejące.

Ostre i przewlekłe choroby współistniejące, np. otyłość, kacheksja, cukrzyca typu II, nadciśnienie tętnicze, astma oskrzelowa, przewlekła obturacyjna choroba płuc przyczyniają się do rozwoju sarkopenii u osób

starszych. Choroby te mogą z jednej strony obniżać aktywność fizyczną i powodować sytuacje, w których osoba jest „przykuta do łóżka”, z drugiej strony zwiększać wytwarzanie cytokin prozapalnych. Należy jednak podkreślić, że osoby aktywne fizycznie przez całe życie w okresie starzenia się będą miały więcej beztłuszczowej masy ciała i masy mięśniowej (Santilli i wsp. 2014, Osiński 2015, Kaczmarek Wolański 2018).

1.2. Diagnostyka stadiów sarkopenii oraz jej epidemiologia

Uwzględniając stopień zaawansowania zmian degradujących organizm ludzki wyróżnia się trzy stadia sarkopenii:

- presarkopenię, którą znamionuje zmniejszenie masy mięśni szkieletowych,
- sarkopenię właściwą przejawiającą się redukcją masy mięśni szkieletowych połączoną ze zmniejszeniem ich siły lub niektórych komponentów sprawności fizycznej (np. wydolność wysiłkowa, zwinność, równowaga dynamiczna),
- ciężką postać sarkopenii odznaczającą się równoczesną redukcją masy mięśni szkieletowych oraz obniżeniem sprawności fizycznej (Strzelecki i wsp. 2011, Mziray i wsp. 2017, McLean i Kiel 2015).

Powyższa klasyfikacja stadiów sarkopenii może być przydatna w ustalaniu odpowiedniego leczenia objawowego oraz jako kryterium różnicowania osób w badaniach naukowych (Cruz-Jentoft i wsp. 2010, Santilli i wsp. 2014).

W ocenie objawów i stadiów sarkopenii wykorzystywane są zróżnicowane sposoby oceny masy i siły mięśniowej, jak i funkcjonalnej sprawności fizycznej. W przypadku składu ciała tomografia komputerowa jest rekomendowana w badaniach naukowych o wysokich standardach metodologicznych, która jest jednak kosztowna i niedostępna w tzw. badaniach terenowych. Bardziej dostępna jest metoda impedancji bioelektrycznej (bioelectrical impedance analysis). Badanie składu ciała tą metodą jest bardziej dostępne, gdyż rynek

oferuje liczne urządzenia tego rodzaju o zróżnicowanych kosztach. Omawianą metodę pomiarową zastosowano również w naszych badaniach. W nowszych publikacjach wskazuje się na przydatność impedancji bioelektrycznej w badaniach naukowych epidemiologii sarkopenii (Cruz-Jentoft 2019, Krzymińska-Siemaszko 2018).

W ocenie sprawności funkcjonalnej osób starszych powszechnie stosuje się testy sprawnościowe bazujące na prostych umiejętnościach ruchowych związanych z przemieszczaniem się i zmianą kierunku ruchów, które wykonuje się w warunkach deficytu czasu lub z indywidualną maksymalną dokładnością. Takie narzędzia oceny sprawności funkcjonalnej zastosowano również w badaniach naszych seniorek (Rikli i Jones 2002).

W diagnostyce siły mięśniowej wykorzystuje się pomiar siły uścisku sprawniejszą ręką (tzw. dynamometria dłoniowa). Wykazano już, że taka metoda jest najczęściej stosowana do oceny siły mięśniowej w celu oszacowania ryzyka rozwoju sarkopenii (Beudart i wsp. 2016, Skubiszewska i wsp. 2017). W publikacjach naukowych funkcjonują zróżnicowane kryteria oceny siły mięśniowej kobiet i mężczyzn w oparciu o badania populacyjne obejmujące dziesiątki tysięcy osobników, co ułatwia interpretację wyników badań (Skubiszewska i wsp. 2017).

W przypadku epidemiologii sarkopenii stan wiedzy nie jest jeszcze zadawalający. Wiadomo jednak, że jej zasięg w populacji jest znacznie zróżnicowany w zależności od kontynentu zamieszkania (Cruz-Jentoft i wsp. 2010). Częstość występowania sarkopenii na tym kontynencie to około 10% osób między 60 a 70 rokiem życia, a powyżej 80 lat nawet 50% (Cruz-Jentoft i wsp. 2010). Współcześnie przyjmuje się, że sarkopenia może dotyczyć od 7% do 50% ogółu osób starszych na świecie, w tym od 4,1 do 31,5% osób powyżej 65 lat oraz od 11% do 50% powyżej 80 roku życia. W ośrodkach długoterminowej opieki osób starszych od 14% do 32% (Reiss i wsp. 2016). U osób leżących na oddziałach geriatrycznych może dotyczyć nawet 50%

pacjentów (Cruz-Jentoft i wsp. 2010, Strzelecki i wsp. 2011). W badaniach międzynarodowych z Polską włącznie odsetek osób powyżej 65 roku życia z objawami sarkopenii oszacowano na 12,6% (Tyrovolas i wsp. 2016).

1.3.Sarkopenia a schorzenia i dolegliwości starszego wieku

Obniżona masa i siła mięśniowa są ściśle związane z mniejszą gęstością mineralną kości, co jest zgodne z mechanostatyczną teorią utraty masy kości z powodu zmniejszającego się nacisku mięśni oraz możliwością istnienia plajotropowych genów, które regulują integralność tkanki kostnej i mięśniowej (Frost 1997).

Uwzględniając istotną rolę związanych z wiekiem zaburzeń mięśni w zdrowieniu kości powinno się identyfikować osoby z obniżoną masą i siłą mięśni w tym celu, aby lepiej oceniać ryzyko złamań kości w starszym wieku. Dodatkowo zmniejszenie masy mięśniowej oraz obniżenie wydolności wysiłkowej są potencjalnie odwracalne, gdyż udowodniono, że nawet osoby z mierną kondycją fizyczną dzięki ćwiczeniom ruchowym mogą uzyskać ich poprawę. Stąd poprawa siły (sprawności) mięśni może być ważną częścią profilaktyki złamań kości w przypadku osób starszych

Należy też podkreślić konieczność odróżniania sarkopenii od kacheksji, pomimo niektórych podobnych ich objawów. Kacheksja bowiem pochodzi od greckich słów *kakòs* (zły) i *héxis* (stan), czyli zły stan ciała i określa zespół objawów, które związane są z postępującą utratą masy ciała, osłabieniem, brakiem apetytu, zaburzeniami metabolicznymi oraz upośledzeniem funkcji układu odpornościowego. Zmniejszenie masy ciała dokonuje się zarówno w tkance tłuszczowej, jak i mięśniowej. Kiedy procentowe zmniejszenie masy ciała w ciągu 3-6 miesięcy wynosi około 5-10%, wówczas mówi się o wyniszczeniu organizmu (Parnicka i Gryglewska 2006).

Mięśnie są podstawowym miejscem przechowywania i poboru glukozy. Sarkopenia zwiększa oporność na insulinę, przez co może prowadzić do

cukrzycy oraz zespołu metabolicznego. Z tego względu zwiększenie masy mięśniowej poprawia wrażliwość na insulinę. Ponadto sarkopenia może powodować sztywność naczyń krwionośnych i w konsekwencji nadciśnienie tętnicze (Lee Hong i wsp. 2016).

Utrata masy mięśniowej może być powiązana ze zwiększaniem się tkanki tłuszczowej i pomimo prawidłowej masy ciała może pojawić się otyłość sarkopeniczna (Zamboni i wsp. 2008). Związek pomiędzy zmniejszeniem masy mięśniowej z wiekiem a siłą mięśni jest często niezależny od masy ciała. W przeszłości uważano, że utrata masy ciała z wiekiem wraz ze zmniejszeniem masy mięśniowej wpływa na ogólne osłabienie osób starszych. Obecnie wiadomo, że zmiany w składzie mięśni są też ważne (Osiński 2016, Skubiszewska i wsp. 2017, Pacholek 2020).

Z wiekiem obniża się beztłuszczowa masa ciała, a tkanka tłuszczowa zwiększa się szczególnie w okolicy brzucha nawet w przypadku osób o ustabilizowanej masie ciała. Otyłość i sarkopenia potencjalnie mogą oddziaływać synergistycznie powodując niepełnosprawność ruchową, zaburzenia metaboliczne oraz śmiertelność (Strzelecki i wsp. 2011, Osiński 2016, Mziray i wsp. 2017).

Otyłość, czyli nadmiar tkanki tłuszczowej, kiedy BMI przekracza 30 kg/m^2 , jest głównym problemem zdrowia publicznego i jest dobrze rozpoznawalna jako czynnik zachorowalności i umieralności z przyczyn sercowo-naczyniowych osób dorosłych. Częstość otyłości wśród osób w średnim i starszym wieku nadal zwiększa się w całym świecie i podwoiła się od 1980 roku (Krzymińska-Siemaszko 2014, Osiński 2016, Jakicic i Otto 2005).

Istnieją znaczne kontrowersje dotyczące skutków nadwagi i otyłości u osób starszych. Liczne badania naukowe wykazały, że nadwaga, kiedy BMI wynosi $25\text{-}29 \text{ kg/m}^2$, nie jest bardziej szkodliwa u osób w podeszłym wieku niż w wieku średnim i może wiązać się bardziej z mniejszą śmiertelnością. Wyjaśnieniem może być to, że BMI nie jest precyzyjną miarą masy tkanki tłuszczowej i nie

odgranicza tłuszczu od beztłuszczowej masy ciała. Nadmierna tkanka tłuszczowa wiąże się ze zwiększoną śmiertelnością (Cordero-MacIntyre i wsp. 2006, Osiński 2016).

Z wiekiem dokonują się ważne zmiany w składzie ciała, a zwłaszcza zwiększa się tkanka tłuszczowa i stopniowo zmniejsza masa mięśniowa, wobec czego całkowita masa ciała i BMI mogą pozostawać względnie niezmiennione. BMI nie rozróżnia masy tłuszczowej i masy beztłuszczowej, które przeciwstawnie oddziałują na ryzyko zachorowalności i śmiertelności, wobec czego może ograniczać ocenę otyłości w starszym wieku.

Chcąc w pełni zrozumieć jaką rolę odgrywa otyłość u osób starszych należy uwzględnić masę tłuszczu i masę beztłuszczową. Wiadomo, że sarkopenia jest związana z wiekiem oraz utratą masy mięśniowej i pogorszeniem funkcji mięśni, jest głównym problemem starzejącej się populacji i często kojarzona jest z wisceralną tkanką tłuszczową. Złożone relacje tej tkanki z sarkopenią doprowadziły do koncepcji „otyłości sarkopenicznej”, czyli sarkopenii połączonej ze zwiększoną tkanką tłuszczową (Strzelecki i wsp. 2011, Osiński 2016, Mziray i wsp. 2017).

W niektórych badaniach uwzględnia się wpływ otyłości sarkopenicznej na pogorszenie zdrowia i ryzyko metaboliczne. Wiadomo, że trzewna i mięśniowa masa tłuszczowa są ze sobą spokrewnione z patogenicznego punktu widzenia i mają wspólne czynniki zapalne. Ponadto sarkopenia ogranicza aktywność fizyczną, co zmniejsza wydatek energetyczny i zwiększa ryzyko otyłości. Alternatywnie wisceralna tkanka tłuszczowa wzmaga stany zapalne, co może potęgować sarkopenię. Wzajemna współzależność między sarkopenią a trendem otyłości w starzejącej się populacji staje się ważnym problemem zdrowia publicznego (Krzywińska-Siemaszkó i wsp. 2013).

Termin otyłości sarkopenicznej został po raz pierwszy zaproponowany przez Baumgartnera (1997) i zdefiniowany jako kombinacja sarkopenii i otyłości (Zamboni i wsp. 2008). Pojęcia te są związane z zaburzeniami

metabolicznymi, są też istotnymi przyczynami niepełnosprawności, zachorowalności i śmiertelności. Istnieje hipoteza, że otyłość i sarkopenia mogą oddziaływać synergistycznie. Otyłość sarkopeniczna może bardziej zwiększać zaburzenia metaboliczne, choroby układu krążenia i śmiertelność niż otyłość lub sama sarkopenia (Wannamethee i Atkins 2015, Osiński 2016). Osoby z otyłością sarkopeniczną są mniej aktywne fizycznie, odznaczają się nadmiernym spożywaniem składników odżywczych oraz zwiększonym ryzykiem cukrzycy i dyslipidemii (Lim i wsp. 2018).

1.4.Rola żywienia w prewencji i leczeniu sarkopenii

Skład ciała odwzorowuje odżywienie organizmu wskazując pośrednio na jego bilans energetyczny oraz udział białka w tkance mięśniowej i minerałów w tkance kostnej. Związane z wiekiem zmiany składu ciała dotyczą głównie zmniejszania się beztłuszczowej masy ciała, w szczególności masy mięśni szkieletowych, a zwiększania tkanki tłuszczowej, co różni się międzysobniczo diametralnie. Standardowa ocena wskaźnika masy ciała (BMI) wyrażająca proporcje wysokości do masy ciała u osób dorosłych jest zasadna, gdyż większy wskaźnik predestynuje do zachorowań kardiologicznych (Bosaeus i Rothenberg 2016).

Zmiany składu ciała z wiekiem niezbyt trafnie uwidacznia wskaźnik BMI. Pozorna utrata masy ciała jest wyrównywana zwiększeniem tkanki tłuszczowej (Bosaeus i Rothenberg 2016, Osiński 2016). Osoby starsze często doświadczają redukcji składników odżywczych i zużycia energii z wiekiem. Jest to związane ze zmniejszeniem apetytu, tzw. anoreksją starczą, której fizjopatologia jest tylko częściowo rozpoznana. Może być zależna od zwiększonego zapotrzebowania na energię w związku z chronicznym stanem zapalnym prowadzącym do zaburzeń żywieniowych (Cruz-Jentoft i wsp. 2017, Roubenoff 2007).

Sarkopenia i zaburzenia żywieniowe często współistnieją u starszych pacjentów, dlatego podstawą zapobiegania i leczenia sarkopenii jest racjonalne

odżywianie. Deklarowana odpowiednia dawka przyjmowanego białka, witaminy D, antyoksydantów oraz długołańcuchowych wielonasyconych kwasów tłuszczowych została w tym przypadku szczególnie wyróżniona. Składniki te mogą bowiem przeciwdziałać oporności metabolicznej, poprawiać syntezę białek, redukować stany zapalne zapobiegając w ten sposób szkodliwym konsekwencjom w komórkach mięśniowych.

Zalecane spożycie białka u osób starszych z niedożywieniem lub sarkopenią jest większe (1,2-1,5 g/kg/dzień) niż u zdrowych (1,0-1,2 g/kg/dzień), żeby sprostać zwiększonemu zapotrzebowaniu na energię i zapobiegać utracie beztłuszczowej masy ciała (Yadigar i wsp. 2015, Brown i wsp. 2016, Cederholm i wsp. 2017, Ticinesi i wsp. 2017).

W Stanach Zjednoczonych zalecana dawka witaminy D dla osób starszych wynosi 20 µg/dzień, jest to więcej o 5-10 µg/dzień niż u osób dorosłych. Niewystarczająca ilość witaminy D u osób starszych jest bardzo częsta, ponieważ objętość metabolizowanej witaminy D zmniejsza się z wiekiem z powodu wielu czynników, np. osoby starsze mniej czasu spędzając na powietrzu odznaczają się także mniejszą zawartością 7-dehydrocholesterolu w naskórku, wobec czego jego przemiana w witaminę D staje się mniej efektywna.

Jedną z ważniejszych tkanek człowieka są mięśnie. Okazuje się, że mniejsze stężenie witaminy D, a większe hormonów tarczycy jest związane z ryzykiem sarkopenii u osób starszych. Ponadto jej ubytek wpływa głównie na mięśnie kończyn dolnych, które są niezbędne do utrzymania równowagi i lokomocji (Bosaeus i Rothenberg 2016, Beaudart i wsp. 2017).

W związku z tym, że przeciętna osoba w starszym wieku nie wie, czy jest odpowiednio odżywiona, a niewłaściwe odżywianie może przyczyniać się do sarkopenii i pogłębiać z wiekiem utratę masy i siły mięśniowej, proponuje się sprawdzanie u seniorów raz w roku stanu ich odżywienia (Nowak i wsp. 2015) Wskazane byłoby, aby dietetyk dokonywał oceny sposobów odżywiania oraz wydawał rekomendacje produktów żywnościowych odgrywających istotną rolę

w poprawie warunków metabolizmu tkanki mięśniowej. Sarkopenia nasila się powoli, dlatego jej profilaktyka oparta także na odpowiedniej diecie powinna zaczynać się najlepiej w młodości (Krzymińska-Siemaszko i Wieczorowska-Tobis 2013, Fujita, 2015, Nowak i wsp. 2015).

1.5. Znaczenie aktywności fizycznej w profilaktyce zdrowia

Charakterystycznym zjawiskiem we współczesnych populacjach ludzkich w krajach średnio i wysoko rozwiniętych jest postępujące zjawisko niedoboru aktywności fizycznej określane jako hipokineza, hipodynamia lub sedentaria, które jest skutkiem rozwoju cywilizacyjnego, bowiem wysiłek fizyczny jest skutecznie eliminowany z kolejnych sfer ludzkiego życia (Osiński 2016). Skutkuje to narastającym dynamicznie problemem chorób z niedoboru aktywności fizycznej (hipokinetycznych, sedenteryjnych), które współcześnie są główną przyczyną przedwczesnych zgonów. Są to przede wszystkim choroby układów krążeniowego, oddechowego, ruchowego oraz metaboliczne (Osiński 2016, Eberhardt 2008, Kuński 2003).

W świetle wiedzy o negatywnych skutkach hipokinezy wyjątkową rolę w profilaktyce zdrowia współczesnych pokoleń przypisuje się aktywności fizycznej, która staje się szczególnie wskazanym i pożądanym elementem stylu ich życia, a zwłaszcza spędzania wolnego czasu przez osoby dorosłe i starsze. Wielokrotnie dowiedziono empirycznie, że osoby aktywne fizycznie mogą osiągać liczne korzyści zdrowotne (Mynarski i wsp. 2012, Osiński 2016). Aktywność fizyczna (wysiłek fizyczny) powoduje bowiem wiele pozytywnych zmian we wszystkich układach organizmu człowieka w każdym wieku (Jegier 2004, Osiński 2016). Przykładowo w układzie mięśniowym racjonalna aktywność fizyczna zwiększa przekrój i objętość włókien mięśniowych, poprawia tonus, siłę i sprężystość mięśni stabilizując układ kostny (Corbin i wsp. 2007, Mynarski i wsp. 2012, Klukowski i wsp. 2014, Osiński 2016, Hawkins i wsp. 2004).

Walory aktywności fizycznej doceniają coraz częściej przedstawiciele medycyny naprawczej, często bezradnej wobec chorób cywilizacyjnych, apelując o docenianie znaczenia systematycznego wysiłku fizycznego jako środka profilaktyki i promocji zdrowia (Dehghan i wsp. 2005, Cordero-MacIntyre i wsp. 2006, Drabik 2011, Żołądź i Majerczak 2018, Assah i wsp. 2011).

Oddziaływanie aktywności fizycznej na ludzkie zdrowie określa się jako bezpośrednie, stąd nazywana jest również pierwotnym pozytywnym nośnikiem (miernikiem) zdrowia (Drabik 2011, Osiński 2016). Aktywność fizyczną i styl życia uznaje się z powyższych względów również jako słowa kluczowe w profilaktyce zdrowia (Osiński 2016, Żołądź i Majerczak 2018, Mijnaerends i wsp. 2016).

W licznych definicjach aktywności fizycznej akcentuje się jej fizjologiczne i behawioralne lub utylitarne aspekty. W powszechnym rozumieniu „aktywność fizyczna jest składową ogólnego wydatku energetycznego, obok metabolizmu spoczynkowego (na podtrzymanie procesów życiowych), specyficznego dynamicznego działania pokarmu i energii potrzebnej na rozwój organizmu (dotyczy osób przed zakończeniem procesu biologicznego wzrastania)” (Mynarski i wsp. 2012, Osiński 2016).

Najczęściej przyjmuje się, że aktywność fizyczna to „każda praca wykonywana przez mięśnie szkieletowe, która prowadzi do wydatku energii powyżej metabolizmu spoczynkowego” (Anshel i Freedson 1991, Kozłowski i Nazar 1999, Drabik 2011, Mynarski i wsp. 2012). W innych definicjach eksponuje się cele aktywności fizycznej. Według Balsewicz (2000) zalecana forma życiowej działalności człowieka, to „aktywność ukierunkowana na osiągnięcie kondycji fizycznej koniecznej i wystarczającej do podtrzymania wysokiego poziomu zdrowia, fizycznego rozwoju i sprawności fizycznej”.

Niedobór aktywności fizycznej współczesnych pokoleń staje się doniosłym problemem społecznym, jest przyczyną narastającej epidemii przewlekłych

chorób niezakaźnych (noncommunicable diseases), które stają się najczęstszymi chorobami na świecie i głównymi przyczynami przedwczesnych zgonów (Corbin i wsp. 2007, Mynarski i wsp. 2012). Stąd mówi się o aktywności fizycznej jako powinności, moralnym obowiązku, biologicznym nakazie i konieczności życiowej, a nie jako luksusie, świątecznym dodatku do życia (Astrand 2000, Drabik 2006, 2011, Osiński 2016, 2018, Mynarski i wsp. 2012).

Aktywizacja ruchowa osób starszych jest ważna, ale niezwykle trudna do wykonania. Przekonanie osób starszych o korzystnym oddziaływaniu regularnych ćwiczeń fizycznych na zdrowie i dobre samopoczucie jest nie tylko interesem seniorów, ale także społeczeństwa. Lepsza kondycja zdrowotna osób starszych, to większa ich samodzielność i samoobsługa, a w konsekwencji mniejsze koszty opieki zdrowotnej i socjalnej. Nawyki do systematycznych ćwiczeń fizycznych, regularnych treningów najlepiej kształtować we wczesnej młodości, w rodzinie i szkole (Marchewka i wsp. 2013, Osiński 2016, Paffenbarger i Lee 1996).

Sarkopenia jest traktowana jako jeden z przejawów starzenia się (inwolucji) człowieka, może być powodowana m.in. obniżaniem się z wiekiem aktywności fizycznej. Badania naukowe potwierdzają, że systematyczny, codzienny wysiłek fizyczny jest szczególnie pożądanym w profilaktyce sarkopenii (Lee, Ha i wsp. 2016).

W przeciwdziałaniu sarkopenii najczęściej zalecany jest wysiłek fizyczny anaerobowy (siłowy), który stymuluje produkcję białek mięśniowych, co prowadzi do powiększenia objętości włókien typ II. Efektem tego rodzaju treningu jest przyrost lub podtrzymanie masy mięśniowej oraz poprawa siły i wytrzymałości siłowej (Roubenoff 2007).

Współcześnie coraz częściej stosuje się u sarkopeników zarówno trening anaerobowy, jak i aerobowy (wytrzymałościowy). Takie połączenie jest optymalną strategią przeciwdziałania zmianom inwolucyjnym u osób po 65 roku

życia, np. redukcji masy mięśniowej i pogorszeniu sprawności funkcjonalnej (Beckers i wsp. 2008).

Najbardziej uogólnionym efektem racjonalnej aktywności fizycznej (wysiłku fizycznego) w każdym etapie ontogenezy jest poprawa osobniczej sprawności fizycznej (motorycznej) (Drabik 2006, 2011, Mynarski i wsp. 2007, 2012, Osiński 2016).

Sprawność fizyczna jako przejaw osobniczego rozwoju motorycznego (ruchowego) uzewnętrznia się możliwością skutecznego wykonania zróżnicowanych zadań ruchowych o odmiennym rodzaju i formie wysiłku. Sprawność fizyczna uzależniona jest od osobniczego poziomu zdolności motorycznych (siłowych, szybkościowych, wytrzymałościowych, koordynacyjnych) (sprawność motoryczna) oraz od zasobu opanowanych przez daną osobę umiejętności ruchowych (sprawność techniczna) (Mynarski i wsp. 2007, 2012, Raczek 2010). Sprawność fizyczna uzewnętrznia się zarówno w aktywności sportowej, rekreacyjnej, jak i w czynnościach życia codziennego, kiedy jest przejawem tzw. sprawności funkcjonalnej i dotyczy głównie osób starszych (Lewko i wsp. 2014, Skubiszewska i wsp. 2017, Osiński 2016, Fidecki i wsp. 2018).

1.6. Objawy hipokinezji oraz racjonalnej aktywności fizycznej w układzie mięśniowym

Mięśnie szkieletowe, których w ludzkim organizmie jest około 600, uczestniczą w obiegu krwi, są jak gdyby osobnymi peryferyjnymi pompami wspomagającymi pracę serca. W trakcie wysiłku fizycznego przepływ krwi przez mięśnie jest kilkakrotnie większy niż w spoczynku. Zmniejszenie przemian energetycznych w mięśniach, mających około 40% udziału w ogólnej masie ciała, rzutuje niekorzystnie na czynności innych narządów i układów. Konsekwencją przedłużającej się hipokinezji jest malejąca siła mięśni, co

powoduje m.in. upośledzenie stabilizacji stawów kręgosłupa (Osiński 2016, Law i wsp. 2016).

Słabe mięśnie i niedobór białka w organizmie są też jedną z przyczyn wad postawy, podwyższonej podatności na kontuzje, a także małej sprawności funkcjonalnej układu ruchu. Skutki regularnej aktywności fizycznej z dominacją ćwiczeń oporowych (siłowych) są w układzie mięśniowym wielostronne i łatwo osiągalne niemal w każdym wieku. W teorii i praktyce sportu podkreśla się dużą wytrenowalność siły jako zdolności motorycznej (Mynarski i wsp. 2007, 2012, Osiński 2015, Żołądź i Majerczak 2018, Iskra i Grabara 2021, Hussey i wsp. 2007). Skutki racjonalnego treningu siłowego usystematyzować można w postaci zmian anatomicznych i czynnościowych:

- zwiększa się masa mięśniowa, co jest skutkiem pogrubienia (hipertrofii) włókien mięśniowych, w konsekwencji poprawia się sylwetka ciała,
- zwiększa się siła mięśniowa i wytrzymałość siłowa,
- wzrasta zawartość DNA w mięśniach,
- zwiększa się liczba mitochondriów w komórkach mięśniowych,
- wzrasta gęstość naczyń krwionośnych w pracujących mięśniach (kapilaryzacji), co może zwiększać ich ukrwienie o 30-50%.
- następuje progresja substratów energetycznych w mięśniach i wątrobie (ATP, fosfokreatyna, glikogen), co wydłuża efektywny czas ich pracy,
- wzrasta ilość białka kurczliwego w komórkach mięśniowych,
- poprawie ulega koordynacja nerwowo-mięśniowa prowadząca do zwiększenia harmonii, precyzji i szybkości ruchów, co skutkuje zmniejszeniem kosztu energetycznego wykonywanej pracy,
- usprawniają się procesy energetyczne w mięśniach,
- zwiększa się liczba tzw. jednostek motorycznych.

Powyższe efekty aktywności fizycznej możliwe są do osiągnięcia niemal w każdym wieku (Osiński 2016). Przykładowo Kozdroń (2006) wykazała, że u

osób po 65 roku życia, uczestniczących w 6-miesięcznym programie =-rekreacyjnej aktywności ruchowej (2 razy w tygodniu po 50 minut), nastąpiła znacząca poprawa siły mięśniowej globalnej i lokalnej (siła ramion) oraz gibkości kręgosłupa.

1.7.Kryteria i metody oceny aktywności fizycznej osób starszych

Niekwestionowane, pozytywne związki aktywności fizycznej ze zdrowiem skutkują lawinowo rosnącym na całym świecie zainteresowaniem problematyką jej pomiaru i oceny w kontekście korzyści zdrowotnych. W efekcie postęp w metodologii oceny aktywności fizycznej jest w ostatnich dekadach szczególnie znaczący, co obrazują przeglądowe publikacje naukowe (Biernat 2007, 2011, Yngve i wsp. 2011, DeLany 2012, Leppaluoto i wsp. 2012, Rosenbaum 2012, Shephard i Aoyagi 2012, Mynarski i wsp. 2014).

Wiarygodna diagnoza aktywności fizycznej jest złożona, gdyż powinna uwzględniać:

- wiek i płeć danej osoby,
- rodzaj wykonywanych czynności; najczęściej rozróżnia się wysiłki wykonywane w domu i wokół domu, w pracy zawodowej, związane z przemieszczaniem się (komunikacyjne) oraz rekreacyjno-sportowe,
- cel aktywności fizycznej, np. zdrowotny, rekreacyjny, sportowy, estetyczny, hedonistyczny (przyjemnościowy),
- porę roku, przyjmuje się konieczność oceny aktywności fizycznej co najmniej dwukrotnie w roku w okresach jesienno-zimowym i wiosenno-letnim,
- podstawowe wyznaczniki wysiłku fizycznego, z reguły uwzględnia się jego częstość, np. w tygodniu, miesiącu, czas trwania w ciągu dnia, tygodnia, intensywność (natężenie),

- formę ruchów, np. ćwiczenia siłowe, wytrzymałościowe, koordynacyjne (równoważne, orientacyjne, rytmiczne), gibkościowe (Mynarski i wsp. 2012).

Najczęściej wyróżnia się metody i techniki obiektywne i subiektywne oceny aktywności fizycznej. Zakładać jednak należy, że pomiarowymi są tylko te pierwsze, gdyż przyporządkowane im techniki polegają na pomiarach (rejestracja, monitoring) fizjologicznych reakcji organizmu na wysiłki fizyczne lub kinematycznych rejestracjach wykonywanych ruchów, np. przyspieszeń liniowych kończyn lub całego ciała. Stąd proponowana klasyfikacja i nazewnictwo metod i technik pomiarowych aktywności fizycznej. Wyniki takich procedur badawczych ujmowane są w jednostkach wydatku energetycznego (energy expenditure) uznawanego jako najlepszy miernik aktywności fizycznej. Pomiaru są pośrednie (przeliczenie w urządzeniach pomiarowych rejestrowanych parametrów ruchów, np. przyspieszeń na kilokalorie).

Zgodnie z przyjętym rozumowaniem subiektywne metody oceny aktywności fizycznej można traktować jako szacunkowe, gdyż bazują na samoocenie przez badane osoby własnej aktywności fizycznej. W przyporządkowanych do nich technikach również stosuje się procedurę przeliczania gromadzonych informacji na jednostki kosztu kalorycznego, jednak nie zmienia to subiektywności postępowania badawczego.

Metody obiektywne mają swoje źródło w naukach przyrodniczych, ponieważ subiektywne wywodzą się z nauk humanistycznych. W założeniach bardziej wiarygodne efekty poznawcze uzyskuje się w przypadku stosowania metod obiektywnych (Łobocki 2006, Lipert i Jegier 2009, Mynarski i wsp. 2013, Ainsworth i wsp. 2015, Colberg i wsp. 2010, Hills i wsp. 2014).

Stosując obiektywne lub subiektywne techniki badawcze wykorzystuje się określone narzędzia pomiaru lub szacowania aktywności fizycznej, np. różne odmiany pedometrów, akcelerometrów, kwestionariusze ankiet, wywiadów.

Obiektywne techniki oceny aktywności fizycznej sprowadzają się do pomiaru jej objętości i intensywności poprzez rejestrowanie fizjologicznych reakcji organizmu człowieka na bodźce wysiłkowej (zmiany ciepłoty ciała, częstości skurczów serca, objętości oddechowej tlenu i dwutlenku węgla).

W ocenie aktywności fizycznej osób z sarkopenią najczęściej wykorzystuje się metodę sondażu diagnostycznego kwestionariuszami ankiet lub wywiadów jako narzędzi badawczych, które jednak są obarczone subiektywizmem, zatem niezbyt dokładne. Zdecydowanie rzadziej stosuje się metody obserwacji lub eksperymentów z wykorzystaniem urządzeń pomiarowych, czyli mierników aktywności fizycznej (pedometry, tensometry, akcelerometry). Urządzenia te pozwalają na jej ciągłe monitorowanie i archiwizację wyników oraz wszechstronną analizę pozyskanych tą drogą danych dotyczących badanych osób (Żołądź i Majerczyk 2011, Ryu i wsp. 2013, Aggio i wsp. 2016, Lee, Shook i wsp. 2016, Lee, Cho i wsp. 2016, Lee, Ha i wsp. 2016, Lee, Hong i wsp. 2016, Tyrovolas i wsp. 2016, Lim i wsp. 2018).

W zdecydowanej większości badań naukowych, w których stosuje się actigraphy w analizach uwzględnia się tzw. punkty odcięcia CPM (counts per minute) tylko dla jednej z trzech osi rejestracji ruchów (pionowej, poziomej, poprzecznej). Wykorzystywanie w analizach uśrednionego CPM z trzech osi dopiero zyskuje na popularności, pokazują to publikacje dotyczące pomiarów aktywności fizycznej osób w różnym wieku. W przypadku osób starszych proporcje publikacji z wykorzystaniem w jednej osi do trzech wynoszą jak 3 do 1 (Migueles i wsp. 2017, Esliger i Tremblay 2006, Foong i wsp. 2016, Rothney i wsp. 2008, Strath i wsp. 2005).

1.8. Ocena budowy somatycznej oraz sprawności funkcjonalnej sarkopeników

Zmiany strukturalne i funkcjonalne w układzie mięśniowym oraz sprawności fizycznej w badaniach naukowych ocenia się różnymi technikami i

narzędziami pomiarowymi, które pozwalają identyfikować zaawansowanie sarkopenii u osób w starszym wieku. Masę mięśni szkieletowych ocenia się pośrednio pomiarami obwodów wybranych części ciała i grubości fałdów skórno-tłuszczowych pozwalających oszacować zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie badanej osoby (Rubbieri i i wsp. 2014). Masę mięśniową w składzie ciała ocenia się również techniką impedancji bioelektrycznej (impedance analysis), która nie naraża badanej osoby na niepożądane czynniki (np. promieniowanie rentgenowskie), a dokładność pomiarów nie wzbudza większych kontrowersji (Cooper i wsp. 2013, Reiss i wsp. 2016, Krzymińska-Siemaszko 2018).

Bardziej zaawansowanymi technikami oceny masy mięśni szkieletowych są:

- rezonans magnetyczny (magnetic resonance),
- tomografia komputerowa (computed tomography),
- absorpcjometria podwójnej energii promieniowania rentgenowskiego (dual energy x-ray absorptiometry).

Powyższe techniki odznaczają się znaczną dokładnością, jednak ograniczona dostępność aparatury pomiarowej oraz koszty diagnozowania powodują, że nie są one powszechnie stosowane w badaniach populacyjnych (Woods i wsp. 2011, Cooper i wsp. 2013, Choi 2016, Kim i wsp. 2016). Przykładowo technika absorpcjometrii podwójnej energii (DEXA) jest złożona i kosztowna w porównaniu do impedancji bioelektrycznej (BIA), stąd używana jest w głównie w leczeniu klinicznym. Porównanie obu technik w badaniach 60 osób pokazało, że różnica między nimi nie jest znacząca. Stąd impedancja bioelektryczna (BIA) stosowana jest częściej w badaniach populacyjnych (Reiss i wsp. 2016). W związku z coraz większą dostępnością urządzeń do pomiaru techniką absorpcjometrii podwójnej energii (DEXA) w badaniach naukowych w różnych krajach wykonuje się właśnie tę technikę. Mimo wszystko jest to urządzenie znacznie droższe niż technika impedancji bioelektrycznej (BIA),

która jest bardziej popularna i częściej wykorzystywana. Porównując obie techniki w badaniach małej grupy (60 osób) okazało się, że różnica między nimi nie jest znacząca, natomiast w technice impedancji bioelektrycznej (BIA) należy się liczyć z tym, że co 6 osoba może być niewłaściwie sklasyfikowana (Reiss i wsp. 2016). Jednak w nowszych publikacjach wskazuje się na przydatność tej techniki również w badaniach naukowych zasięgu sarkopenii na kontynentach oraz w rejonach geograficznych (Cruz-Jentoft i wsp. 2019, Duda 2012).

Siłę mięśniową najczęściej ocenia się dynamometrycznym pomiarem mięśni przedramienia (dynamometria dłoniowa), rzadziej kończyn dolnych lub grzbietu i wykorzystuje się w tym celu elektroniczne lub mechaniczne siłomierze (Bijlsma i wsp. 2014). Wskazuje się również na przydatność tego narzędzia w szacowaniu siły dużych grup mięśniowych (Ogonowska-Słodownik 2016, Skubiszewska i wsp. 2017)

Funkcjonalną sprawność fizyczną osób starszych najczęściej ocenia się następującymi próbami sprawnościowymi:

- test 6-minutowego marszu (6 minute walk test),
- test „wstań i idź” na czas („timed up and go”),
- test własnego tempa chodu na odcinku 4 lub 6 m (gait speed test),
- bateria testów motorycznych (short physical performance battery) (Bijlsma i wsp.2014, Beaudart i wsp. 2016).

Sprawność funkcjonalna w okresie starzenia i starości uzewnętrznia się utrzymaniem odpowiedniej siły, wytrzymałości, gibkości i mobilności ciała, ułatwiających aktywne i niezależne wykonywanie ruchowych czynności życiowych oraz zaspokajanie potrzeb rozwoju osobniczego (Jones i Rikli 2002, Osiński 2015).

1.9.Sarkopenia jako wieloaspektowy problem badawczy

Znaczna część publikacji zagranicznych i krajowych związanych z problematyką sarkopenii dotyczy trafności i rzetelności metod (technik)

diagnozy stopnia jej rozwoju (stadium zaawansowania) oraz zasięgu (epidemiologii) w różnych populacjach (Bijlsma i wsp. 2014, Rubbieri i wsp. 2014, Santilli i wsp. 2014, Mijnaerends i wsp. 2015, Beaudart i wsp. 2016, Brown i wsp. 2016, Choi 2016, Pacholek 2020).

W koreańskich badaniach masy mięśni ocenianej metodą impedancji bioelektrycznej oraz siły uścisku ręki częstość sarkopenii właściwiej u kobiet wynosiła 8,9%, natomiast u mężczyzn 5,8% (Lee, Hong i wsp. 2016). W niektórych badaniach posługujących się kryteriami European Working Group on Sarcopenia in Older People odsetki sarkopenii kształtowały się w granicach 0,9-33,6% (Krzymińska-Siemaszko i Wieczorowska-Tobis 2012, Bijlsma i wsp. 2013, Villada i wsp. 2015, Miyazaki i wsp. 2016, Pacholek 2020).

W badaniach Collaborative Research on Aging in Europe (COURAGE) i WHO Study on Global Ageing and Adult Health (SGAAH) sarkopenię rozpoznano u około 12,6% osób w wieku 65 lat i więcej populacji polskiej (Tyrovolas i wsp. 2016).

W dostępnych publikacjach naukowych spotyka się niewiele badań dotyczących oceny współzależności między sarkopenią a sprawnością funkcjonalną. Najczęściej owe relacje oceniane są jedynie na podstawie wybranych aspektów sprawności funkcjonalnej w formie samooceny respondentów (badania ankietowe). Zasadne zatem było skoncentrowanie się w badaniach na zależnościach między sprawnością funkcjonalną ocenianą pomiarami asocjatywnymi a zaawansowaniem sarkopenii według klasyfikacji EWGSOP (Woods i wsp. 2011, Bijlsma i wsp. 2014, Batsis i wsp. 2015, Tyrovolas i wsp. 2016).

W wielu krajach coraz więcej środków finansowych przeznaczają się na opiekę nad osobami starszymi, u których stwierdza się obniżoną masę mięśniową (różne postacie sarkopenii). Przykładowo w USA koszty przeznaczone wyłącznie na ten cel wynoszą 18,5 miliardów dolarów rocznie (Beaudart i wsp. 2014).

W Polsce problem sarkopenii jest często marginalizowany, a niewielka ilość publikacji naukowych sugeruje niewystarczające zainteresowanie tą problematyką (Strzelecki i wsp. 2011, Czepulis i Wieczorowska-Tobis 2012, Krzywińska-Siemaszko 2014, Nowak i wsp. 2015, Mziray i wsp. 2017, Skubiszewska i wsp. 2017, Pachołek 2020).

Badania dotyczące częstości sarkopenii w polskim społeczeństwie dopiero zostały zapoczątkowane, a ich zasięg jest ograniczony. Przykładem mogą być badania Skubiszewskiej i wsp. (2017) oraz Pachołka (2020). Wskazują one na potrzebę dalszych badań naukowych w celu lepszego zrozumienia mechanizmów pojawiania się i progresji sarkopenii, możliwości jej prewencji oraz leczenia. Niezbędne jest przede wszystkim ustalenie w toku przesiewowych badań zakresu (zasięgu) sarkopenii w polskiej populacji osób w wieku dojrzałym i starszym, a także czynników warunkujących skalę zjawiska (osobniczych i poza osobniczych). Badania naukowe powinny skupiać się głównie na ustaleniu związków pomiędzy zaawansowaniem sarkopenii a aktywnością fizyczną i sprawnością funkcjonalną polskiej populacji kobiet i mężczyzn traktowanych jako potencjalne czynniki zmniejszające ryzyko jej wystąpienia. Problem ten nie był dotąd przedmiotem polskich badań populacyjnych.

2. Cel badań oraz pytania i hipotezy badawcze

Celem badań było rozpoznanie skali (częstości występowania) sarkopenii wśród kobiet po 60 roku życia mieszkających w regionie Górnego Śląska oraz ocena jej związków z budową somatyczną, aktywnością fizyczną i sprawnością funkcjonalną. Powyższe cele skłaniały do poszukiwania odpowiedzi na następujące pytania:

1. Jaka jest częstość występowania poszczególnych stadiów zaawansowania sarkopenii według klasyfikacji EWGSOP u kobiet po 60 roku życia?

2. Czy wśród badanych seniorek występują relacje między ich budową somatyczną a stopniem zaawansowania zmian sarkopenicznych.
3. Czy aktywność fizyczna kobiet starszych wykazuje związek ze stopniem zaawansowania zmian sarkopenicznych?
4. Czy stopień zaawansowania sarkopenii jest czynnikiem warunkującym sprawność funkcjonalną kobiet po 60 roku życia?

W kontekście powyższych pytań sformułowano następujące hipotezy:

1. W badanej zbiorowości należy spodziewać się największego odsetka kobiet z objawami presarkopenii oraz najmniejszego z ciężką postacią sarkopenii.
2. Wśród badanych seniorek uwidaczniają się negatywne relacje między budową somatyczną a stopniem zaawansowania zmian sarkopenicznych.
3. Większa aktywność fizyczna znamionuje kobiety o mniejszym stopniu zaawansowania zmian sarkopenicznych.
4. Stopień zaawansowania zmian sarkopenicznych determinuje mniejszą sprawność funkcjonalną kobiet po 60 roku życia.

3. Materiał i metody badań

3.1. Dobór do badań kobiet w podeszłym wieku

Dobór kobiet do badań był celowy i uwzględniał następujące kryteria:

- wiek 60-80 lat,
- dobrowolność uczestnictwa potwierdzona wyrażeniem zgody na realizację pełnego programu badań,
- stan zdrowia umożliwiający czynne zaangażowanie w testach sprawności funkcjonalnej.

W celu pozyskania do badań kobiet w wieku 60+ wykonano następujące czynności:

- nawiązano kontakty ze stowarzyszeniami zrzeszającymi seniorów oraz wybranymi poradniami medycznymi z terenu Górnego Śląska (zał. 1, 2),

- upowszechniono w powyższych instytucjach informacje (drogą telefoniczną, e-mailową, pocztową) o celach i programie badań, aby uzyskać aprobatę na ich realizację,
- w instytucjach, które okazały się przychylne odbyły się spotkania informacyjne z kobietami w wieku 60+ w celu zachęcenia do czynnego uczestnictwa w badaniach.

Badania były wykonywane w latach 2018-2019 zgodnie z metodologią oceny sarkopenii zalecaną przez Europejską Grupę Roboczą do Spraw Sarkopenii (EWGSOP). Wymagały one przyjęcia niezbędnej liczebności objętych badaniami kobiet pozwalającej z dużym prawdopodobieństwem na zidentyfikowanie co najmniej 30 uczestniczek z objawami sarkopenii właściwej i podobnie licznej z presarkopenią. Miało to umożliwić analizę porównawczą cech somatycznych, aktywności fizycznej i sprawności funkcjonalnej kobiet z objawami sarkopenii i presarkopenii z kobietami bez takich objawów. Na podstawie informacji o epidemiologii sarkopenii w populacji europejskiej zakładano, że badaniami należy objąć około 180-200 kobiet.

3.2. Charakterystyka badanych senierek

Do badań przystąpiło ponad 200 senierek, pełny ich program zrealizowało 175 kobiet w wieku 60-79 lat. Najczęstszą przyczyną rezygnacji była konieczność wykonania testów motorycznych (sprawność funkcjonalna), bowiem zdecydowana większość przystępujących do badań kobiet uczestniczyła po raz pierwszy w życiu w tego rodzaju pomiarach sprawnościowych.

Spośród 175 kobiet utworzono trzy grupy:

- bez objawów sarkopenii (I),
- z presarkopenią (II),
- z sarkopenią właściwą (III).

Wiek badanych grup kobiet był zbliżony: 67,6, 68 i 68,2 lat (tab. 1). Należy jednak zauważyć, że kobiety ze zdiagnozowaną sarkopenią właściwą były

średnio o ponad pół roku starsze od badanych bez sarkopenii. Inną znaną informacją jest to, że kobiety z co najmniej pojedynczymi objawami sarkopenii stanowiły ponad połowę wszystkich badanych (77-98 kobiet). Podobne też były liczebności badanych ze względu na stan cywilny: kobiety wolne 50,9%, kobiety zamężne 49,1% (tab. 2). Pod względem cenzusu dominowały kobiety z wykształceniem średnim (52,6%) i wyższym (30,9%), a najmniej było senierek z wykształceniem podstawowym i zawodowym (16,6%) (tab. 3).

Tabela 1

Wiek i liczebność badanych kobiet z uwzględnieniem zmian sarkopenicznych*

| Rozpoznanie | n | Wiek (lata) | | |
|----------------|-----|-------------|------|-----|
| | | min-max | x | s |
| Bez sarkopenii | 77 | 60,3-78,0 | 67,6 | 4,5 |
| Presarkopenia | 59 | 60,4-79,9 | 68,0 | 5,0 |
| Sarkopenia | 39 | 60,3-78,1 | 68,2 | 5,3 |
| Razem | 175 | 60,3-79,9 | 67,9 | 4,8 |

*W tabelach tego rodzaju symbole oznaczają: n – liczebność badanych kobiet, min-max – wartości minimalne i maksymalne zmiennych, x – średnia arytmetyczna, s – odchylenie standardowe.

Tabela 2

Stan cywilny badanych kobiet

| Stan cywilny | n | % |
|--------------------------------------|----|------|
| Osoba wolna (panna, wdowa, rozwódka) | 89 | 50,9 |
| Osoba zamężna | 86 | 49,1 |

Tabela 3

Wykształcenie badanych kobiet

| Wykształcenie | n | % |
|----------------------------------|----|------|
| Podstawowe i zasadnicze zawodowe | 29 | 16,6 |
| Średnie | 92 | 52,6 |
| Wyższe | 54 | 30,9 |

3.3. Metody i narzędzia badawcze

W badaniach zastosowano metodę obserwacji bezpośredniej, w ramach której wykonano pomiary cech somatycznych i sprawności funkcjonalnej oraz oceny nawykowej aktywności fizycznej badanych kobiet.

Pomiary cech somatycznych

Cechy somatyczne, czyli wysokość ciała, obwód talii i obwód bioder były mierzone antropometrem oraz taśmą metryczną. Masa i skład ciała oceniano techniką impedancji bioelektrycznej (BIA) z wykorzystaniem czterokońcowego analizatora składu ciała Tanita BC-418. Pomiary dotyczyły następujących zmiennych:

- masa ciała (BM) (kg),
- masa ciała z wyłączeniem tkanki tłuszczowej (masa ciała szczupłego) (FFM) (kg),
- masa tkanki tłuszczowej (FM) (kg),
- zawartość tkanki tłuszczowej (FR) (%),
- opór wywołany przez tkanki (IMP) (Ω).

Na podstawie powyższych pomiarów obliczono następujące wskaźniki:

- wskaźnik masy ciała (BMI) (kg/m^2),
- wskaźnik taliowo-biodrowy (WHR) (Lam i wsp. 2015).

Ocena aktywności fizycznej

Monitoring tygodniowej aktywności fizycznej wykonywano trójosiowym akcelerometrem ActiGraph GT3X+, który rejestruje przyspieszenia całego ciała w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej i poprzecznej. Urządzenie było noszone przez badaną kobietę w ciągu 7 kolejnych dni na wysokości biodra i zdejmowane wyłącznie na noc oraz do czynności związanych z kontaktem z wodą (kąpiele). Z zarejestrowanych akcelerometrem danych, wykorzystując oprogramowanie ActiLife 5.10.0, pozyskano następujące informacje:

- czas trwania aktywności fizycznej (w minutach) o dwóch poziomach intensywności – małej (low physical activity – LPA) oraz umiarkowanej i dużej (moderate to vigorous physical activity – MVPA),
- czas trwania tzw. zachowań sedentarnych w pozycji siedzącej lub pochylonej (sedentary behaviour – SB) odznaczających się wydatkiem energetycznym poniżej 1,5 METs,
- procentowy udział LPA i MVPA oraz SB w globalnym profilu aktywności fizycznej badanej kobiety,
- ilość wykonanych w tygodniu kroków,
- tygodniowy i dzienny wydatek energetyczny w kilokaloriach (kcal) aktywności fizycznej.

Miarą intensywności aktywności fizycznej była umowna jednostka wyrażająca liczbę przyspieszeń w ciągu minuty (counts per minute – CPM). Dla osób starszych przyjmuje się następujące zakresy odniesienia w klasyfikacji intensywności (natężenia) wykonywanego wysiłku fizycznego:

- SB < 100 CPM (< 1,5 METs),
- LPA 100-1040 CPM (1,5-3,0 METs),
- MVPA > 1040 CPM (> 3,0 METs).

Jako prozdrowotną aktywność fizyczną uznaje się wysiłki realizowane z intensywnością umiarkowaną lub dużą (MVPA) przez co najmniej 150 minut

tygodniowo (Jones i Rikli 2002, Jefferis i wsp. 2014, Aggio i wsp. 2016, Osiński 2015, Iskra i Grabara 2021, Ainsworth i wsp. 2011, Yang i Hsu 2010).

Ocena sprawności funkcjonalnej

Sprawność funkcjonalna oceniana była próbami Senior Fitness Test (SFT) przeznaczonego dla osób w wieku 60-94 lat (Jones i Rikli 2002). Test pozwala ocenić następujące składowe sprawności funkcjonalnej:

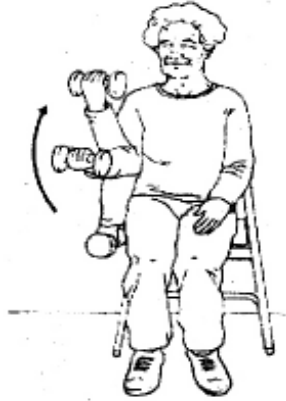
- siła mięśni kończyny górnej,
- siła mięśni kończyn dolnych,
- gibkość górnej i dolnej części ciała,
- zwinność i równowaga dynamiczna,
- tlenowa wydolność fizyczna.

Siła mięśni kończyny górnej potrzebna do wykonywania obowiązków domowych oraz innych czynności związanych z podnoszeniem i noszeniem (zakupy, bagaże) była oceniana testem „Podnieś ciężarek” (ryc. 1).

Pozycja wyjściowa: siad na krześle z ciężarkiem o masie 2 kg w wiodącej (dominującej w sensie lateralizacji) dłoni z ramieniem ułożonym wzdłuż ciała.

Wykonanie: badana osoba w pozycji siedzącej wielokrotnie zginała przedramię z ciężarkiem w dłoni do ramienia możliwie jak najszybciej w czasie 30 s.

Wynik: liczba powtórzeń (liczone były powtórzenia do pełnego zgięcia i wyprostu w stawie łokciowym).



Ryc. 1. Pomiar siły mięśni kończyny górnej testem „Podnieś ciężarek”

Siła mięśni kończyn dolnych konieczna do chodzenia po schodach, wchodzenia do wanny lub wsiadania do samochodu była oceniana testem „Wstań i siądź” (ryc. 2).

Pozycja wyjściowa: siad na krześle z rękoma skrzyżowanymi na klatce piersiowej.

Wykonanie: jak najszybsze wielokrotne wstawanie i siadanie na krzesło w czasie 30 s.

Wynik: liczba powtórzeń (zaliczane były powtórzenia wykonane bez pomocy rąk i do pełnego wyprost). W celu zachowania bezpieczeństwa krzesło było oparte o ścianę.



Ryc. 2. Pomiar siły kończyn dolnych testem „Wstań i siądź”

Gibkość dolnej części ciała potrzebna m.in. do zachowania dobrej postawy oraz radzenia sobie w czynnościach życia codziennego (np. wychodzenie z wanny lub samochodu wiązania obuwia) oceniana była testem „Sięgnij ręką do stopy” (ryc. 3).

Pozycja wyjściowa: siad na krześle, jedna noga wyprostowana w stawie kolanowym ze stopą zgiętą grzbietowo, druga noga zgięta w stawie biodrowym i kolanowym (90°).

Wykonanie: powolny skłon do wyprostowanej nogi sięgając rękami jak najdalej.

Wynik: odległość między opuszkami środkowych palców dłoni a paluchem stopy (cm). Jeżeli palce dłoni zetkną się z paluchem stopy zapisuje się wynik 0, natomiast brak zetknięcia zapisuje liczbą ujemną, zaś zwiększony zakres ruchu zapisuje się liczbą dodatnią.



Ryc. 3. Pomiar gibkości dolnej części ciała testem „Sięgnij ręką do stopy”

Gibkość górnej części ciała potrzebna do wykonywania takich czynności jak sięganie do pasa samochodowego, ubieranie się lub układanie włosów była oceniana testem „Złącz dłonie” (ryc. 4).

Pozycja wyjściowa: siad na krześle.

Wykonanie: próba złączenia dłoni za plecami, jedna ręka skierowana stroną dłoniową na plecach do góry, a druga ręka skierowana stroną grzbietową od dołu.

Wynik: odległość między opuszkami środkowych palców dłoni (cm). W przypadku zetknięcia palców zapisuje się wynik 0, jeżeli dłonie nie zetkną się wynik jest ujemny, natomiast jeśli dłonie nałożą się na siebie wynik zapisuje się jako dodatni.



Ryc. 4. Pomiar gibkości górnej części ciała testem „Złącz dłonie”

Zwinność i równowaga dynamiczna potrzebna do wykonywania ruchów manewrowych, szybkiego wyjścia z autobusu, odebrania telefonu lub pójścia do łazienki w pośpiechu oceniana była testem „Wstań i idź” (ryc. 5).

Pozycja wyjściowa: siad na krześle.

Wykonanie: wstanie z krzesła, obejście pachołka oddalonego o 2,44 m od krzesła i powrót do siadu na krześle idąc jak najszybciej, ale nie biegnąc.

Wynik: czas przejścia z dokładnością do 0,1 s.



Ryc. 5. Ocena zwinności i równowagi dynamicznej testem „Wstań i idź”

Wydolność tlenowa potrzebna do wykonywania czynności realizowanych w dłuższym czasie, np. prace porządkowe w domu i wokół domu, spacer z psem, piesze lub rowerowe wycieczki turystyczne była oceniana marszem w miejscu (ryc. 6).

Pozycja wyjściowa: stanie w pozycji wyprostowanej naprzeciwko ściany, na której zaznaczona była linia na wysokości połowy odległości między krawędzią rzepki a najwyższym punktem grzebienia biodrowego.

Wykonanie: marsz w miejscu przez 2 minuty w jak najszybszym tempie unosząc kolana do wysokości wyznaczonej linii.

Wynik: liczba prawidłowych cykli podnoszenia nóg, jeden cykl oznacza podniesienie do linii kolan prawej i lewej nogi.



Ryc. 6. Ocena wydolności tlenowej testem „Marsz w miejscu”

Metodyka oceny sarkopenii

Do oceny stopnia zaawansowania sarkopenii wykorzystana została metoda zalecana przez European Working Group on Sarcopenia in Older People, w której uwzględnia się pomiary masy mięśni szkieletowych, siły mięśni i sprawności funkcjonalnej (Cruz -Jentoft i wsp. 2010).

Masa mięśni szkieletowych (skeletal muscle) była obliczana zgodnie z równaniem zaproponowanym przez Janssen (Janssen i wsp. 2000, Lee, Hong i wsp. 2016):

$$SM = [(BH^2/IMP \times 0,401) + (SEX \times 3,825) + (AGE \times -0,071)] + 5,102$$

gdzie:

SM – masa mięśni szkieletowych (kg),

BH – wysokość ciała (cm),

IMP – opór całego ciała (Ω) oceniany wagą Tanita BC-418,

SEX – wskaźnik płci równy 0 dla kobiet i 1 dla mężczyzn,

AGE – wiek (lata).

Wyznaczona masa mięśni (SM) była przekształcana na wskaźnik masy mięśni szkieletowych (skeletal muscle index) według wzoru (Janssen 2011, Lee, Ha i wsp. 2016):

$$SMI = SM/BH^2$$

gdzie:

SMI – wskaźnik masy mięśni szkieletowych (kg/m^2),

SM – masa mięśni szkieletowych (kg),

BH – wysokość ciała (m).

Na podstawie wskaźnika masy mięśni szkieletowych (SMI) badane kobiety były klasyfikowane do kategorii o masie mięśni szkieletowych w normie i poniżej normy. Masę mięśni szkieletowych uznaje się poniżej normy, kiedy $SMI \leq 6,75 kg/m^2$ (Cordero-MacIntyre i wsp. 2006, Mijnders i wsp. 2015, Lee, Hong i wsp. 2016).

Do oceny siły mięśni przedramienia (handgrip strength) wykorzystano hydrauliczny dynamometr dłoniowy Jamar model SH5001.

Pozycja wyjściowa: badana, stojąc w postawie wyprostowanej, trzymała dynamometr w dłoni z ręką wzdłuż ciała.

Ruch: zaciskanie maksymalnie dynamometru nie zginając przedramienia. Próba wykonywana była prawą i lewą ręką. Jako wskaźnik siły zapisywany był wynik lepszy z dwóch poprawnie wykonanych prób.

Wynik: wyzwolona siła w kG.

Na podstawie rezultatów dynamometrycznych badane kobiety były klasyfikowane z siłą w normie – 20 kG i więcej lub poniżej normy – mniej niż 20 kG (Mijnarends i wsp. 2015).

Do oceny sprawności funkcjonalnej senierek pod względem zwinności i równowagi dynamicznej wykorzystano test „Wstań i idź” (Jones, Rikli 2002, Villada i wsp. 2015). W klasyfikacji badanych kobiet do kategorii sprawności funkcjonalnej w normie i poniżej normy zostały zastosowane punkty odniesienia w zależności od wieku: 60-64 lat > 6 s, 65-69 lat > 6,4 s, 70-74 lat > 7,1 s, 75-79 lat > 7,4 s, 80-84 lat > 8,7 s, 85-89 lat > 9,6 s. Czasy dłuższe od powyższych świadczą o zwinności i równowadze dynamicznej poniżej normy zalecanej w celu zachowania zdrowia (Jones i Rikli 2002, Szczepaniak i wsp. 2014).

Na podstawie masy mięśni szkieletowych, siły mięśni przedramienia oraz zwinności i równowagi dynamicznej badane kobiety zostały zakwalifikowane do jednej z trzech grup różniących się stopniem zaawansowania sarkopenii:

1. Bez zmian sarkopenicznych (I) – pomiary wszystkich rozpatrywanych zmiennych w normie.
2. Presarkopenia (II) – masa mięśni szkieletowych poniżej normy, siła mięśni dłoni oraz zwinność i równowaga dynamiczna w normie.
3. Sarkopenia właściwa (III) – masa mięśni szkieletowych poniżej normy, a także siła mięśni dłoni lub zwinność i równowaga dynamiczna poniżej normy.

Narzędzia analizy statystycznej

Dane pomiarowe poddano obliczeniom statystycznym. Obliczono liczebności (n) i odsetki (%) badanych kobiet oraz średnie arytmetyczne (x),

odchylenia standardowe (s), mediany (Me), odchylenia ćwiartkowe (Q), wyniki minimalne i maksymalne (min-max) oraz średnie rang (MR) poszczególnych zmiennych jakościowych. Zastosowano także testy normalności rozkładów Shapiro-Wilka (W) oraz jednorodności wariancji Levene'a (F) zmiennych zależnych jako procedury wskazujące wybór narzędzi oceny stopnia ich zróżnicowania w grupach kobiet bez sarkopenii, z presarkopenią oraz z sarkopenią właściwą według klasyfikacji EWGSOP (2010).

Zróżnicowanie poziomu zmiennych zależnych w grupach badanych kobiet oceniono na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji dla rang Kruskala-Wallis (H) oraz testów *post-hoc* Dunna (Z) z korektą Boferroniego w porównaniach wielokrotnych (Stanisz 2007). Jako miernik wpływu zmiennej niezależnej (stopień zaawansowania zmian sarkopenicznych) na zmienne zależne (budowa somatyczna, aktywność fizyczna, sprawności funkcjonalna) zastosowano statystykę Eta (Tomczak i Tomczak 2014).

W procedurze wnioskowania statystycznego przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Wszystkie obliczenia wykonano w programie Statistica 13.1 firmy Dell Inc.

4. Wyniki badań

4.1. Cechy somatyczne oraz ich wskaźniki

Cechy somatyczne pozwalają ocenić budowę badanych kobiet (tab. 4), natomiast wskaźniki antropometryczne proporcje ich budowy (tab. 6). Wysokością ciała poszczególne grupy w zależności od zdiagnozowanych zmian sarkopenicznych nie różniły się znamienne, bowiem średnie arytmetyczne wynosiły: kobiety bez sarkopenii 159 cm, z presarkopenią 158,8 cm i sarkopenią właściwą 157,7 cm (ryc. 7).

Bardziej różnicowała badane kobiety masa ciała. Dominowały kobiety bez sarkopenii (77,5 kg), następnie z sarkopenią właściwą (67,3 kg), a najlżejsze

były seniorki z presarkopenią (63,4 kg) ($p < 0,001$) (ryc. 8). Znacznym zaskoczeniem jest znamienne największa masa ciała kobiet bez sarkopenii.

W podobnej konfiguracji ułożyły się obwody talii i bioder. Największe obwody talii i bioder miała grupa I bez sarkopenii (101,9 cm i 107,6 cm), mniejsze grupa III z sarkopenią (93,8 cm i 102,4 cm), a najmniejsze grupa II z presarkopenią (90 cm i 99,8 cm) ($p < 0,001$) (ryc. 9, 10).

W konsekwencji zbliżone były gradacje poszczególnych grup pod względem otłuszczenia. Masa i procentowa zawartość tkanki tłuszczowej była największa u kobiet bez sarkopenii (29,8 kg i 37,8%), mniejsza z sarkopenią właściwą (25,3 kg i 37,1), a najmniejsza z presarkopenią (22,6 kg i 34,9%) ($p < 0,001$ i $0,01$) (ryc. 11, 12).

Odmienne ułożyły się proporcje masy ciała szczupłego i rezystancja (opór tkankowy). Grupa I bez sarkopenii miała największą masę ciała bez tkanki tłuszczowej (47,8 kg), ale zarazem najmniejszą rezystancję (660,3 Ω). Natomiast pozostałe dwie grupy nie różniły się znacząco pod tym względem, bowiem grupa II i III miały podobną masę ciała szczupłego (41 kg i 41,5 kg) oraz zbliżoną rezystancję (671,8 Ω i 660,3 Ω) (ryc. 13, 14).

Można zatem stwierdzić, że z wyjątkiem wysokości ciała badane kobiety różniły się istotnie cechami somatycznymi w zależności od rozpoznanych zmian sarkopenicznych.

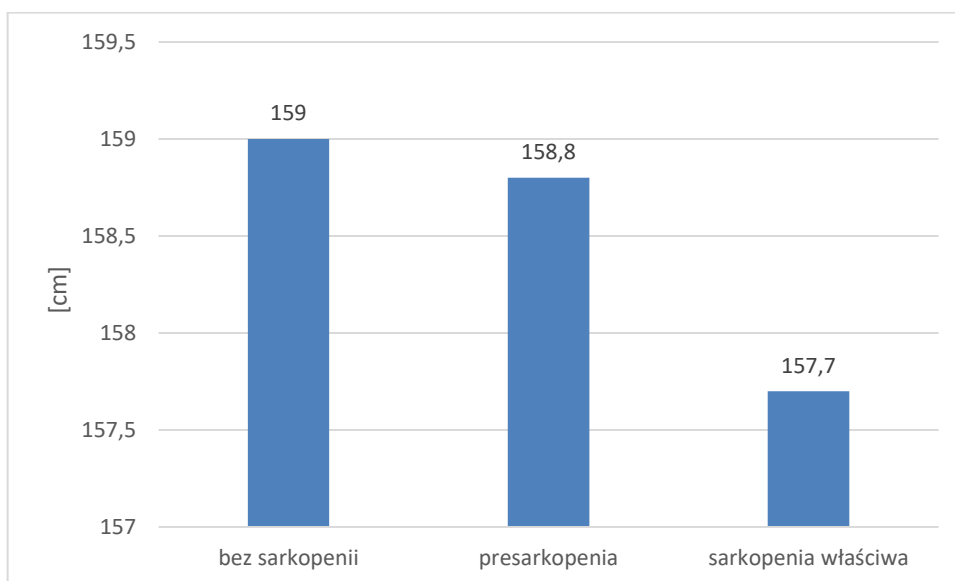
Tabela 4

Cechy somatyczne badanych kobiet bez sarkopenii (I),
z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III)*

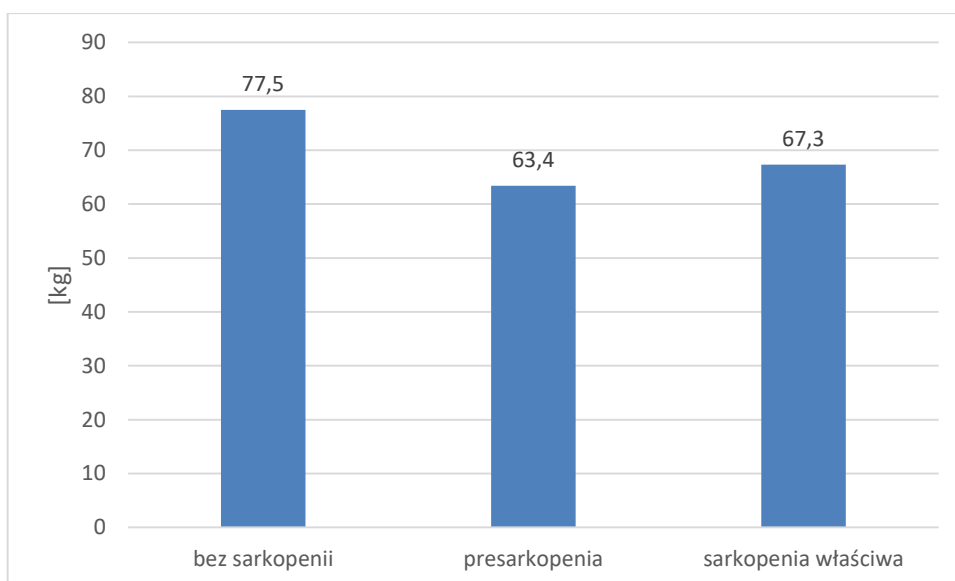
| Cecha | Grupa | x | s | Me | Q | R | H | p |
|---------------------|-------|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|
| Wysokość ciała (cm) | I | 159,0 | 5,8 | 159,0 | 3,5 | 92,1 | 2,3 | 0,320 |
| | II | 158,8 | 5,9 | 159,0 | 5,0 | 89,7 | | |
| | III | 157,7 | 6,1 | 157,0 | 4,0 | 77,4 | | |

| | | | | | | | | |
|--|-----|-------|------|-------|------|-------|-------------|--------|
| Masa ciała (kg) | I | 77,5 | 11,3 | 77,8 | 7,9 | 116,9 | 47,3 | <0,001 |
| | II | 63,4 | 9,6 | 61,4 | 6,4 | 58,8 | | |
| | III | 67,3 | 12,3 | 65,6 | 8,7 | 75,1 | | |
| Obwód talii (cm) | I | 101,9 | 13,0 | 102,0 | 7,5 | 108,7 | 24,9 | <0,001 |
| | II | 90,0 | 12,4 | 87,0 | 10,0 | 65,9 | | |
| | III | 93,8 | 16,8 | 93,0 | 9,5 | 80,6 | | |
| Obwód bioder (cm) | I | 107,6 | 8,8 | 108,0 | 5,5 | 108,9 | 24,8 | <0,001 |
| | II | 99,8 | 8,9 | 97,0 | 6,0 | 66,8 | | |
| | III | 102,4 | 8,7 | 102,0 | 5,0 | 78,8 | | |
| Masa tkanki tłuszczowej (kg) | I | 29,8 | 8,0 | 30,2 | 5,0 | 109,1 | 26,7 | <0,001 |
| | II | 22,6 | 6,7 | 22,1 | 5,1 | 64,4 | | |
| | III | 25,3 | 10,1 | 24,8 | 6,9 | 82,2 | | |
| Zawartość tkanki tłuszczowej (%) | I | 37,8 | 5,7 | 38,2 | 3,1 | 98,5 | 10,3 | <0,006 |
| | II | 34,9 | 5,3 | 34,2 | 4,4 | 71,1 | | |
| | III | 37,1 | 7,5 | 37,6 | 5,6 | 92,8 | | |
| Masa ciała bez tkanki tłuszczowej (kg) | I | 47,8 | 4,4 | 47,8 | 2,9 | 124,9 | 73,2 | <0,001 |
| | II | 41,0 | 3,7 | 40,8 | 2,5 | 57,1 | | |
| | III | 41,5 | 3,7 | 41,3 | 2,2 | 61,9 | | |
| Opór tkankowy (rezystancja) (Ω) | I | 556,9 | 39,8 | 568,0 | 29,0 | 40,0 | 12,4 | <0,001 |
| | II | 671,8 | 41,9 | 659,0 | 28,0 | 129,8 | | |
| | III | 660,3 | 50,0 | 652,0 | 33,0 | 119,6 | | |

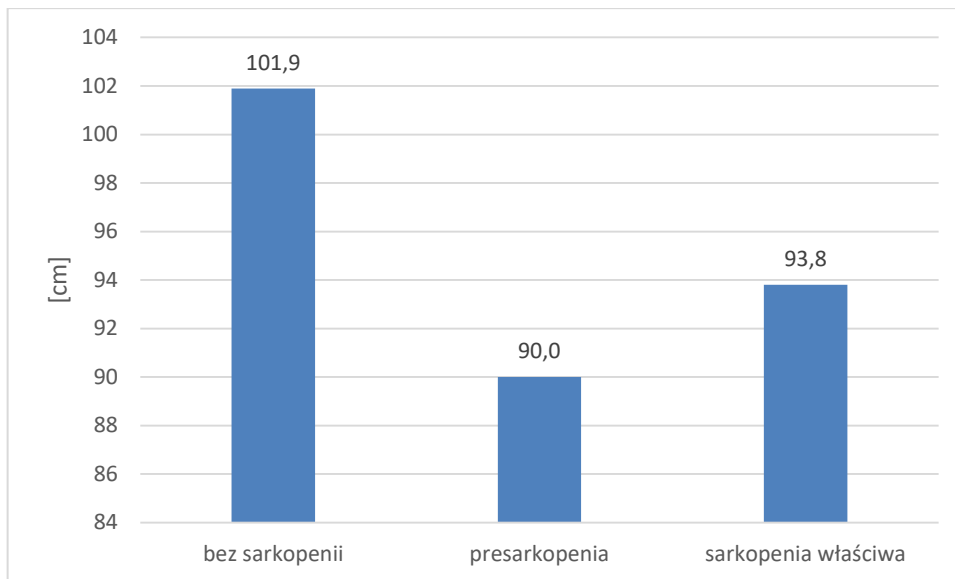
*W tabelach tego rodzaju symbole oznaczają: x – średnia arytmetyczna, s – odchylenie standardowe, Me – mediana, Q – odchylenie ćwiartkowe, R – porównanie wielokrotne średnich rang testem Dunna, H – test Kruskala-Wallisa; istotności na poziomie $p < 0,05$ wyróżniono kursywą, na poziomie $p < 0,01$ pogrubioną kursywą, na poziomie $p < 0,001$ drukiem grubym.



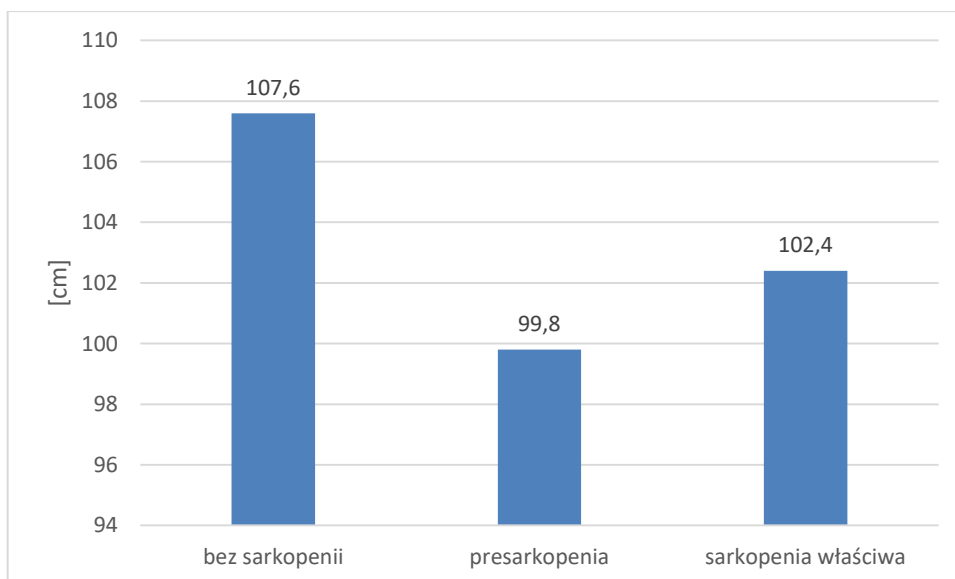
Ryc. 7. Wysokość ciała badanych senierek



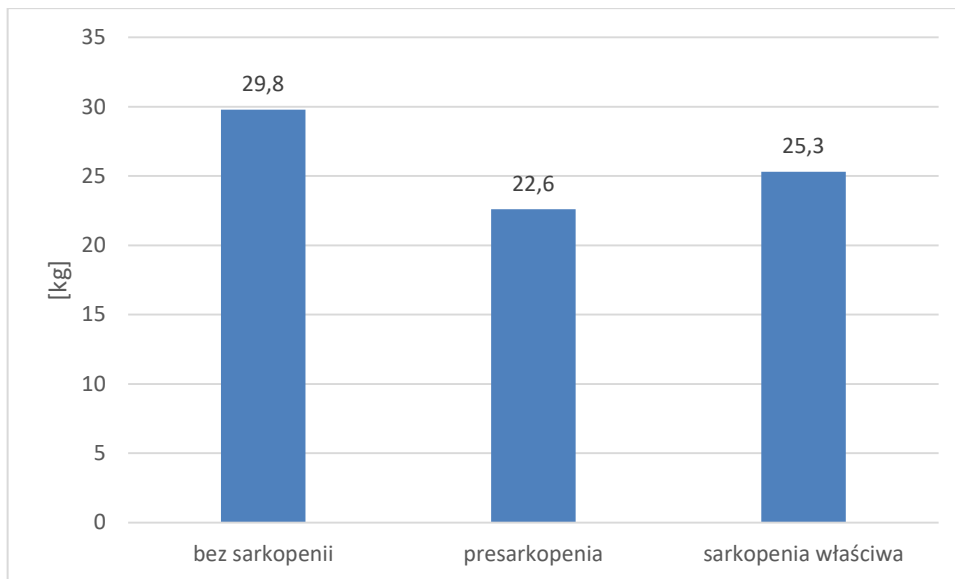
Ryc. 8. Masa ciała badanych senierek



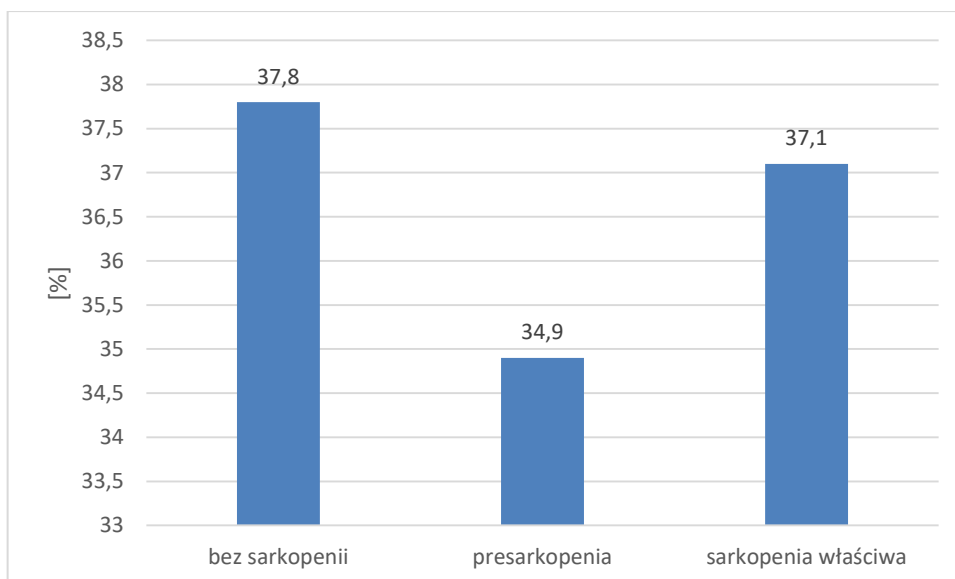
Ryc. 9. Obwód talii badanych senierek



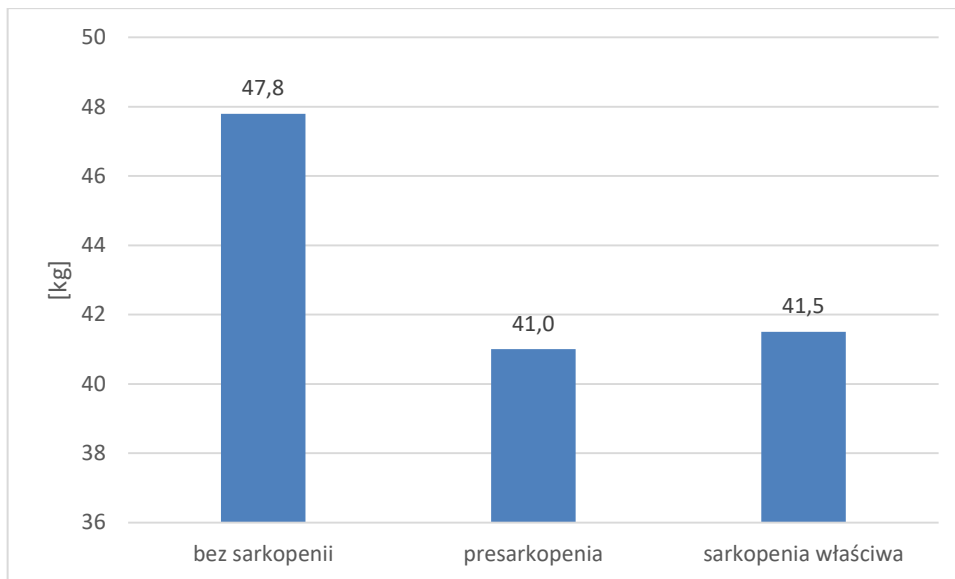
Ryc. 10. Obwód bioder badanych senierek



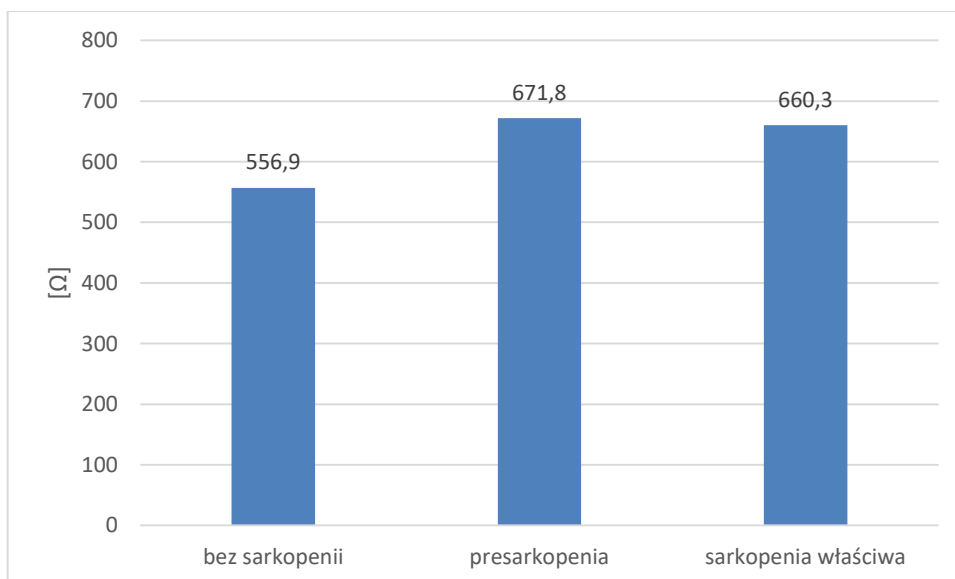
Ryc. 11. Masa tkanki tłuszczowej badanych senierek



Ryc. 12. Zawartość tkanki tłuszczowej badanych senierek



Ryc. 13. Masa ciała bez tkanki tłuszczowej badanych senierek



Ryc. 14. Opór tkankowy (rezystancja) badanych senierek

W świetle testu post-hoc Dunna największe zróżnicowanie uwidoczniło się między kobietami bez sarkopenii (grupa I) a z presarkopenią (grupa II) i sarkopenią właściwą (grupa III) (tab. 5).

Tabela 5

Testy post-hoc cech somatycznych badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III) według klasyfikacji EWGSOP*

| Cecha | I-II | | I-III | | II-III | |
|--|--------------|-------|-------------|-------|--------|-------|
| | Z | p | Z | p | Z | p |
| Wysokość ciała (cm) | 0,28 | 1,000 | 1,48 | 0,421 | 1,17 | 0,725 |
| Masa ciała (kg) | 6,64 | 0,000 | 4,20 | 0,000 | 1,56 | 0,353 |
| Obwód talii (cm) | 4,88 | 0,000 | 2,82 | 0,014 | 1,41 | 0,478 |
| Obwód bioder (cm) | 4,81 | 0,000 | 3,03 | 0,007 | 1,15 | 0,751 |
| Masa tkanki tłuszczowej (kg) | 5,10 | 0,000 | 2,70 | 0,021 | 1,70 | 0,265 |
| Zawartość tkanki tłuszczowej (%) | 3,13 | 0,005 | 0,57 | 1,000 | 2,08 | 0,112 |
| Masa ciała bez tkanki tłuszczowej (kg) | 7,74 | 0,000 | 6,33 | 0,000 | 0,46 | 1,000 |
| Opór tkankowy (rezystancja) (Ω) | 10,24 | 0,000 | 8,00 | 0,000 | 0,97 | 0,994 |

*W tabelach tego rodzaju symbole oznaczają: Z – test Dunna, p – prawdopodobieństwo testowe statystyki Dunna z korektą Boferroniego w porównaniach wielokrotnych; istotności na poziomie $p < 0,05$ wyróżniono kursywą, na poziomie $p < 0,01$ pogrubioną kursywą, na poziomie $p < 0,001$ drukiem grubym.

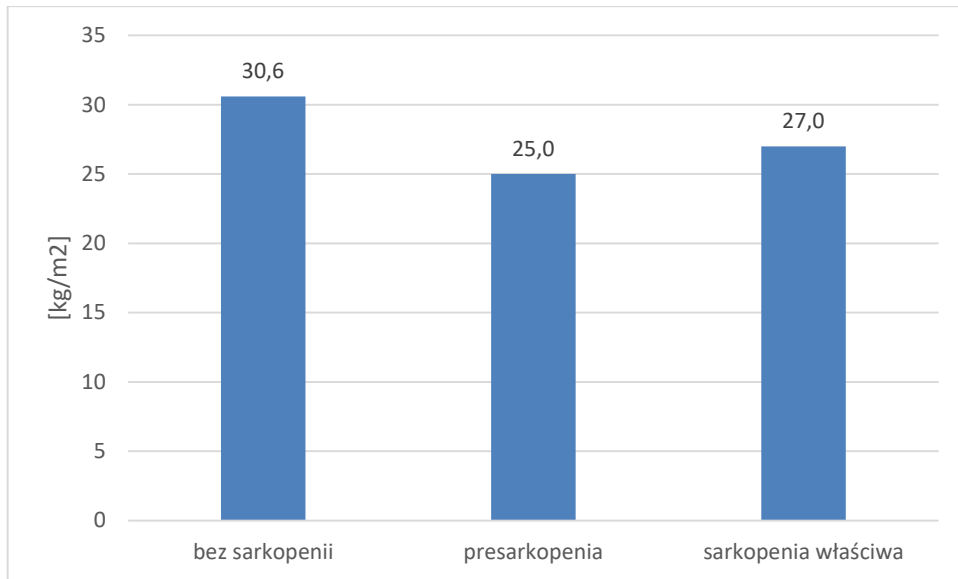
Podobne zróżnicowanie było we wskaźnikach cech somatycznych (tab. 6, 7), co jest logiczne i zrozumiałe. Zwraca uwagę większy wskaźnik masy ciała

(BMI) (30,6 kg/m²) (ryc. 15), większy wskaźnik taliowo-biodrowy (WHR) (0,95 j.u.) (ryc. 16), większa masa mięśni (18,6 kg) (ryc. 17) i większy wskaźnik mięśni szkieletowych (7,4 kg/m²) (ryc. 18) grupy bez sarkopenii (I), w porównaniu z kobietami z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III).

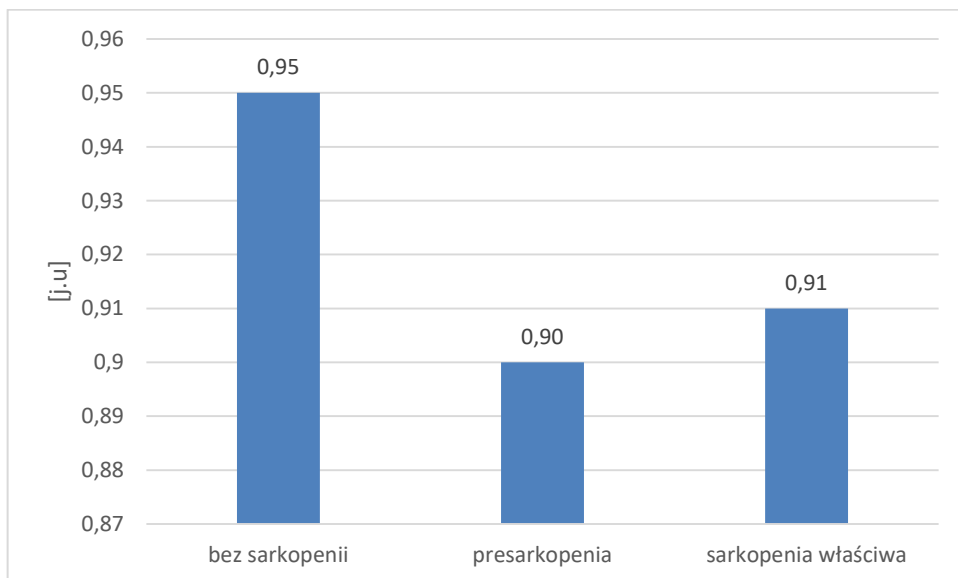
Tabela 6

Wskaźniki cech somatycznych badanych kobiet bez sarkopenii (I),
z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III)

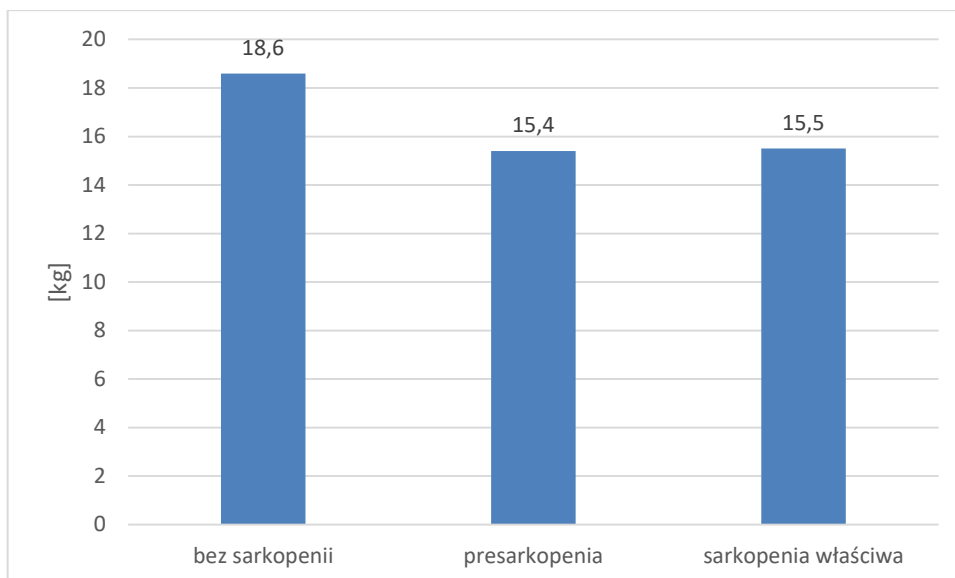
| Wskaźnik | Grupa | x | s | Me | Q | R | H | p |
|---|-------|------|------|------|------|-------|--------------|--------|
| Wskaźnik masy ciała (kg/m ²) | I | 30,6 | 3,9 | 30,8 | 2,8 | 118,8 | 56,5 | <0,001 |
| | II | 25,0 | 2,9 | 24,4 | 2,3 | 53,9 | | |
| | III | 27,0 | 4,4 | 27,1 | 2,8 | 78,7 | | |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy (j.u.) | I | 0,95 | 0,10 | 0,93 | 0,07 | 100,0 | 9,2 | 0,010 |
| | II | 0,90 | 0,11 | 0,88 | 0,06 | 73,5 | | |
| | III | 0,91 | 0,12 | 0,93 | 0,08 | 86,3 | | |
| Masa mięśni szkieletowych (kg) | I | 18,6 | 2,0 | 18,5 | 1,2 | 127,4 | 83,2 | <0,001 |
| | II | 15,4 | 1,6 | 15,3 | 1,2 | 56,8 | | |
| | III | 15,5 | 1,6 | 15,5 | 1,1 | 57,4 | | |
| Wskaźnik masy mięśni (kg/m ²) | I | 7,4 | 0,5 | 7,2 | 0,4 | 137,0 | 129,4 | <0,001 |
| | II | 6,1 | 0,4 | 6,2 | 0,3 | 45,9 | | |
| | III | 6,2 | 0,4 | 6,2 | 0,3 | 54,9 | | |



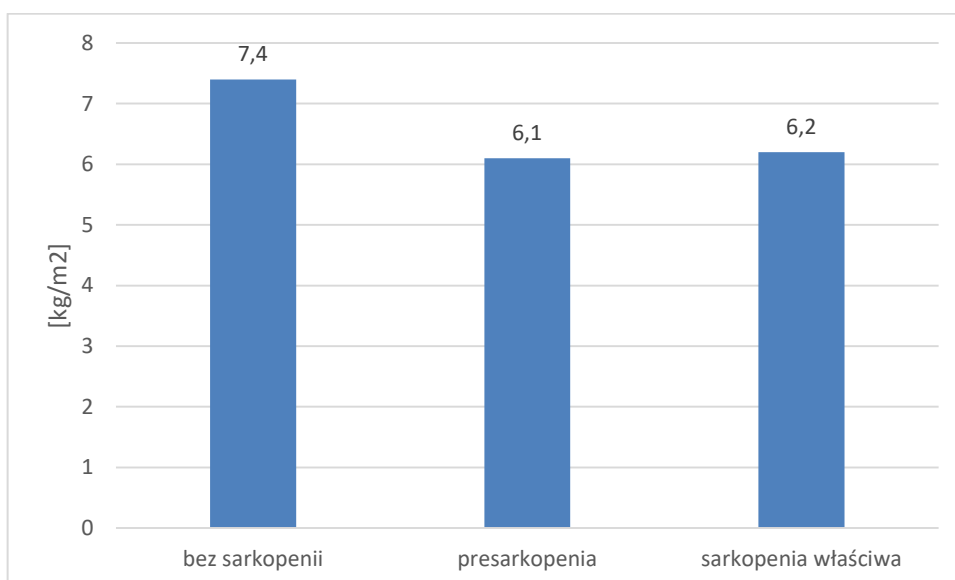
Ryc. 15. Wskaźnik masy ciała badanych senierek



Ryc. 16. Wskaźnik taliowo-biodrowy badanych senierek



Ryc. 17. Masa mięśni szkieletowych badanych senierek



Ryc. 18. Wskaźnik masy mięśni badanych senierek

Tabela 7

Testy post-hoc wskaźników somatycznych badanych kobiet
bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III)
według klasyfikacji EWGSOP

| Wskaźnik | I-II | I-III | II-III |
|----------|------|-------|--------|
| | | | |

| | Z | p | Z | p | Z | p |
|---|--------------|-------|-------------|-------|------|-------|
| Wskaźnik masy ciała (kg/m ²) | 7,41 | 0,000 | 4,03 | 0,000 | 2,38 | 0,053 |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy (j.u.) | 3,02 | 0,008 | 1,38 | 0,504 | 1,22 | 0,668 |
| Masa mięśni szkieletowych (kg) | 8,05 | 0,000 | 7,04 | 0,000 | 0,05 | 1,000 |
| Wskaźnik masy mięśni (kg/m ²) | 10,39 | 0,000 | 8,24 | 0,000 | 0,86 | 1,000 |

Interesująca jest ogólna ocena komponentów tkankowych badanych senierek (tab. 8). Wskaźnik masy ciała (BMI) w klasyfikacji WHO wykazał, że większość badanych kobiet miała nadwagę (38,3%) lub otyłość (32%), a tylko mniej niż trzecia część odznaczała się prawidłową masą ciała (29,7%). Niepokój ten trochę łagodzi klasyfikacja Firmy Tanita, w świetle której prawidłową masą ciała odznaczała się większość badanych kobiet (59,4%). Ale nawet gdyby przyjąć tę znacznie łagodniejszą ocenę Tanity, to i tak rozpoznanie, że około 40% badanych kobiet kwalifikuje się do nadwagi lub otyłości nie napawa optymizmem. Podobnie niepokojące jest rozpoznanie, że ponad połowa badanych kobiet (58,3%) posiada ponad normatywną zawartość tkanki tłuszczowej.

Tabela 8

Ogólna ocena komponentów tkankowych badanych kobiet

| Wskaźnik | Ocena | n | % |
|--------------------------------|---|----|------|
| Wskaźnik masy ciała według WHO | prawidłowa masa ciała (18,5-24,9 kg/m ²) | 52 | 29,7 |
| | nadwaga (25,0-29,9 kg/m ²) | 67 | 38,3 |
| | otyłość I-III ^o (≥30,0 kg/m ²) | 56 | 32,0 |

| | | | |
|---|---|-----|------|
| Wskaźnik masy ciała według Firmy Tanita | prawidłowa masa ciała (23,0-29,0 kg/m ²) | 104 | 59,4 |
| | nadwaga (29,1-31,9 kg/m ²) | 35 | 20,0 |
| | otyłość I-III ^o (≥32,0 kg/m ²) | 36 | 20,6 |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy | typ gynoidalny (<0,8 j.u.) | 5 | 2,9 |
| | typ androidalny (≥0,8 j.u.) | 170 | 97,1 |
| Zwartość tkanki tłuszczowej według Firmy Tanita | <36% | 73 | 41,7 |
| | ≥36% | 102 | 58,3 |

4.2. Aktywność fizyczna

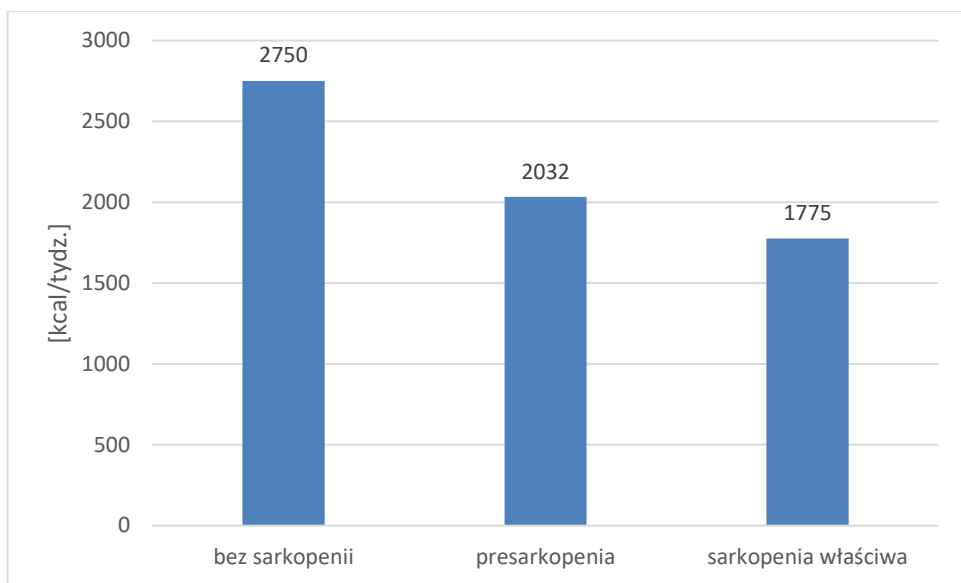
W aktywności fizycznej istotne zróżnicowanie między grupami I-III uwidoczniło się w tygodniowym i dziennym wydatku energetycznym ($p < 0,001$) oraz w zachowaniach sedentarnych ($p < 0,05$), natomiast w pozostałych przejawach aktywności różnice były nieznamienne ($p > 0,05$) (tab. 9, ryc. 19-28). Należy zatem sądzić, że aktywność fizyczna senierek nie była limitowana nasileniem zmian sarkopenicznych. Największym tygodniowym wydatkiem energetycznym odznaczały się seniorki bez sarkopenii (2750 kcal/tydz.), a najmniejszym z sarkopenią właściwą (1775 kcal/tydz.). Badane kobiety także istotnie różnicował czas zachowań sedentarnych ($p < 0,05$). Najkrótszym czasem siedzącego stylu życia odznaczały się kobiety z presarkopenią (2715 min/tydz.), a najdłuższym seniorki bez sarkopenii (3179 min/tydz.). Pozostałe rodzaje aktywności fizycznej nie różnicowały znamienne wyodrębnione ze względu na stopień zaawansowania zmian sarkopenicznych grupy senierek ($p > 0,05$). Dostrzeżono jednak pewne tendencje wskazujące na mniejszą aktywność fizyczną kobiet z presarkopenią i sarkopenią właściwą (tab. 9).

Tabela 9

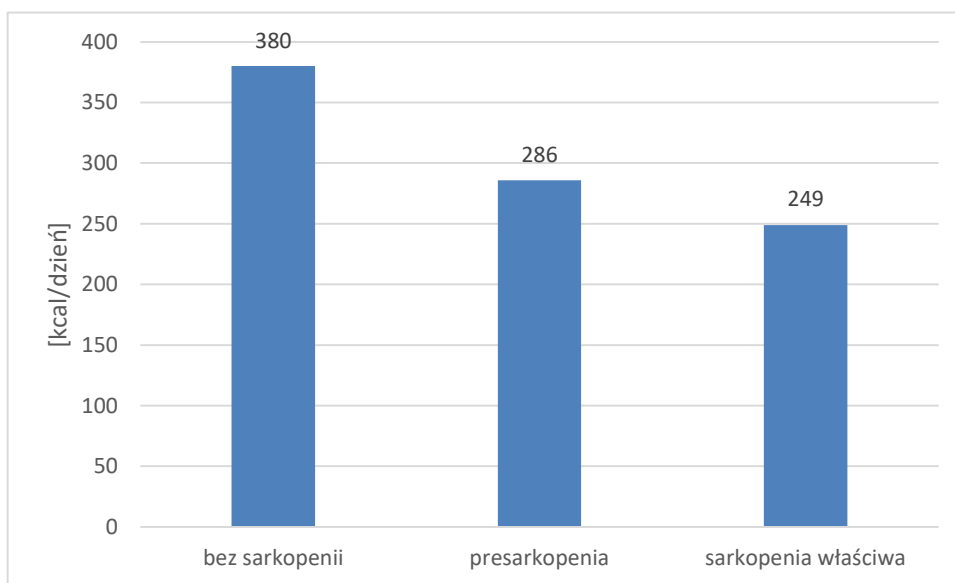
Aktywność fizyczna i zachowania sedentarne badanych kobiet
bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III)

| Zmienna | Grupa | x | s | Me | Q | R | H | p |
|---|-------|------|------|------|-----|-------|-------------|-------|
| Tygodniowy wydatek energetyczny (kcal/tydz.) | I | 2750 | 1412 | 2527 | 862 | 100,7 | 16,7 | 0,000 |
| | II | 2032 | 1135 | 1766 | 733 | 74,3 | | |
| | III | 1775 | 774 | 1699 | 653 | 64,9 | | |
| Dzienny wydatek energetyczny (kcal/dzień) | I | 380 | 195 | 340 | 123 | 100,2 | 15,9 | 0,000 |
| | II | 286 | 154 | 264 | 84 | 74,9 | | |
| | III | 249 | 105 | 241 | 87 | 65,0 | | |
| Czas zachowań sedentarnych (min/tydz.) | I | 3179 | 981 | 2953 | 605 | 92,7 | 6,7 | 0,035 |
| | II | 2715 | 1022 | 2660 | 395 | 70,9 | | |
| | III | 2940 | 971 | 3122 | 610 | 85,7 | | |
| Aktywność fizyczna o intensywności małej (min/tydz.) | I | 1658 | 467 | 1659 | 269 | 90,9 | 3,6 | 0,162 |
| | II | 1535 | 578 | 1604 | 359 | 81,3 | | |
| | III | 1445 | 542 | 1456 | 374 | 72,7 | | |
| Aktywność fizyczna o intensywności umiarkowanej i dużej (min/tydz.) | I | 456 | 230 | 393 | 167 | 88,3 | 2,8 | 0,246 |
| | II | 453 | 259 | 443 | 179 | 84,9 | | |
| | III | 385 | 216 | 329 | 136 | 72,2 | | |
| Czas zachowań sedentarnych (%) | I | 59,5 | 9,3 | 58,8 | 6,4 | 84,7 | 2,2 | 0,333 |
| | II | 57,5 | 9,7 | 58,9 | 6,3 | 76,9 | | |
| | III | 61,1 | 11,2 | 60,0 | 8,4 | 91,6 | | |
| Czas | I | 31,7 | 7,3 | 31,2 | 5,2 | 82,8 | 1,5 | 0,467 |

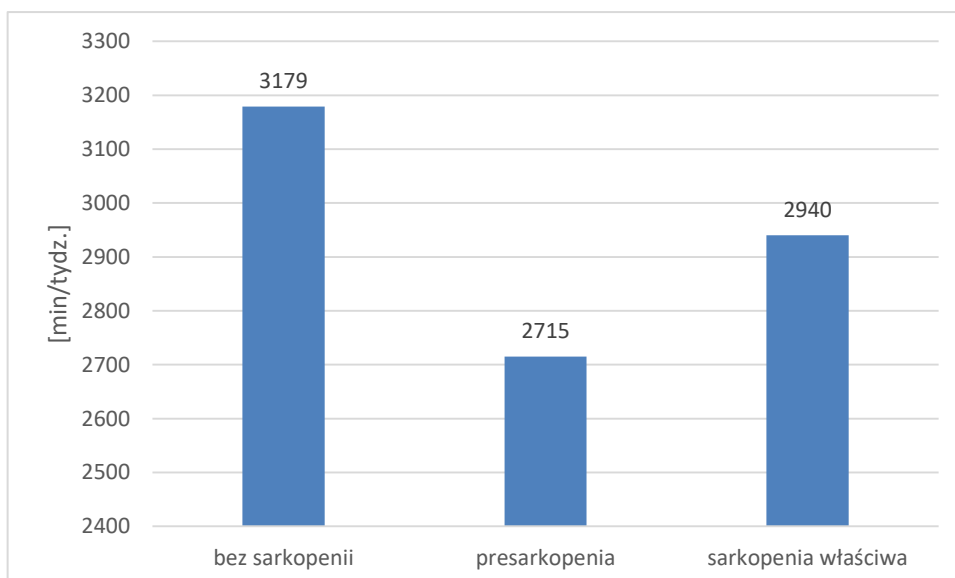
| | | | | | | | | |
|--|-----|-------|-------|-------|-------|------|-----|-------|
| aktywności fizycznej o intensywności małej (%) | II | 32,7 | 7,7 | 33,1 | 4,6 | 88,9 | | |
| | III | 30,6 | 8,8 | 29,7 | 6,1 | 76,5 | | |
| Czas aktywności o intensywności umiarkowanej i dużej (%) | I | 8,8 | 4,4 | 7,9 | 3,1 | 82,7 | 2,7 | 0,259 |
| | II | 9,9 | 5,6 | 8,5 | 3,1 | 90,5 | | |
| | III | 8,3 | 4,6 | 6,4 | 2,5 | 74,0 | | |
| Ilość wykonanych kroków (n/tydz.) | I | 64526 | 29805 | 62493 | 20047 | 89,4 | 1,9 | 0,392 |
| | II | 59634 | 34128 | 56267 | 21836 | 79,4 | | |
| | III | 60367 | 36703 | 48346 | 23295 | 78,6 | | |



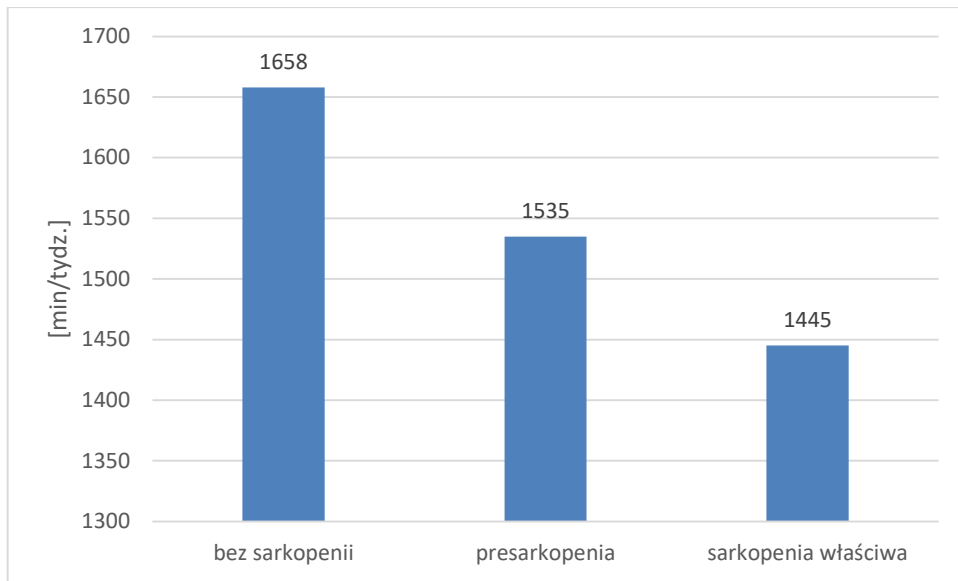
Ryc. 19. Tygodniowy wydatek energetyczny badanych senierek



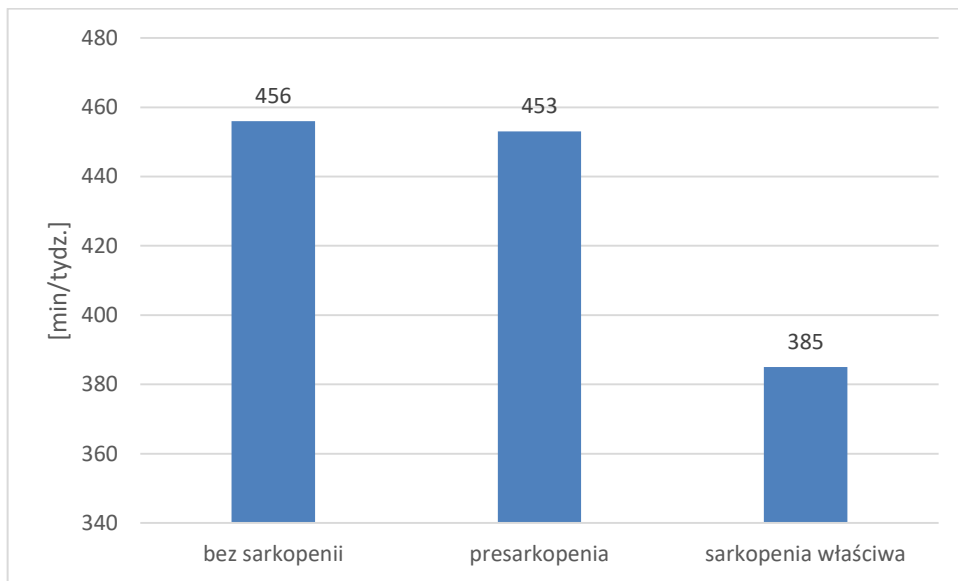
Ryc. 20. Dzienny wydatek energetyczny badanych senierek



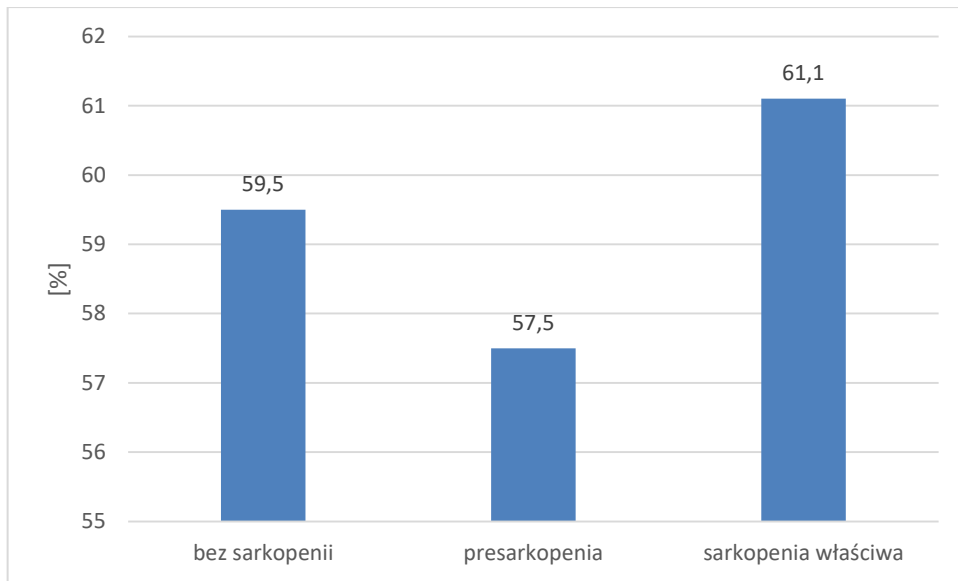
Ryc. 21. Czas zachowań sedentarnych badanych senierek



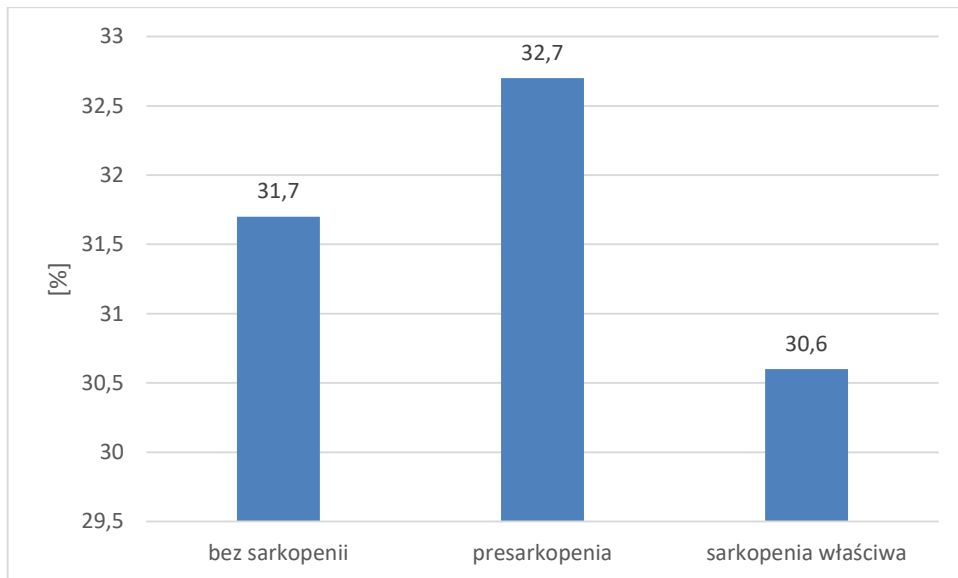
Ryc. 22. Aktywność fizyczna o intensywności małej badanych senierek



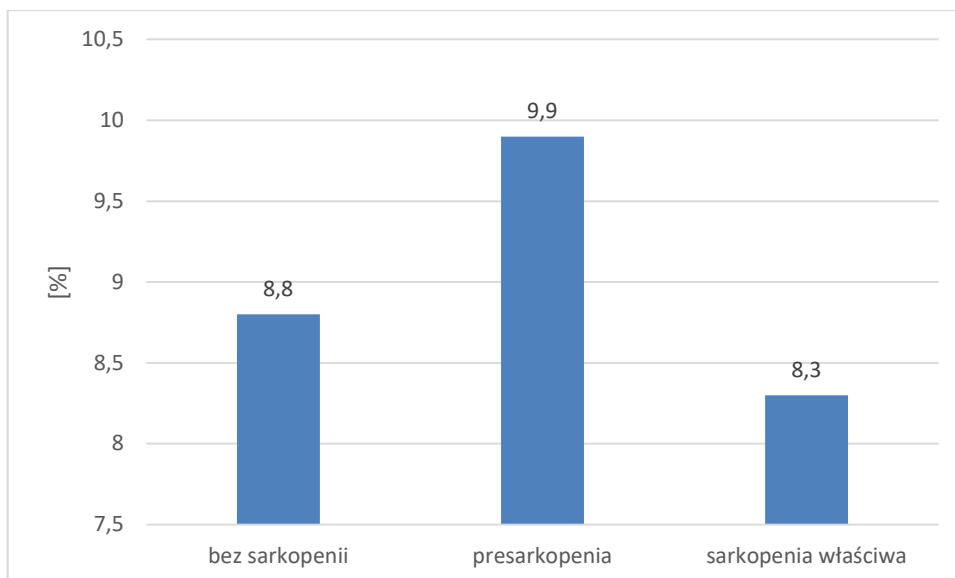
Ryc. 23. Aktywność fizyczna o intensywności umiarkowanej i dużej badanych senierek



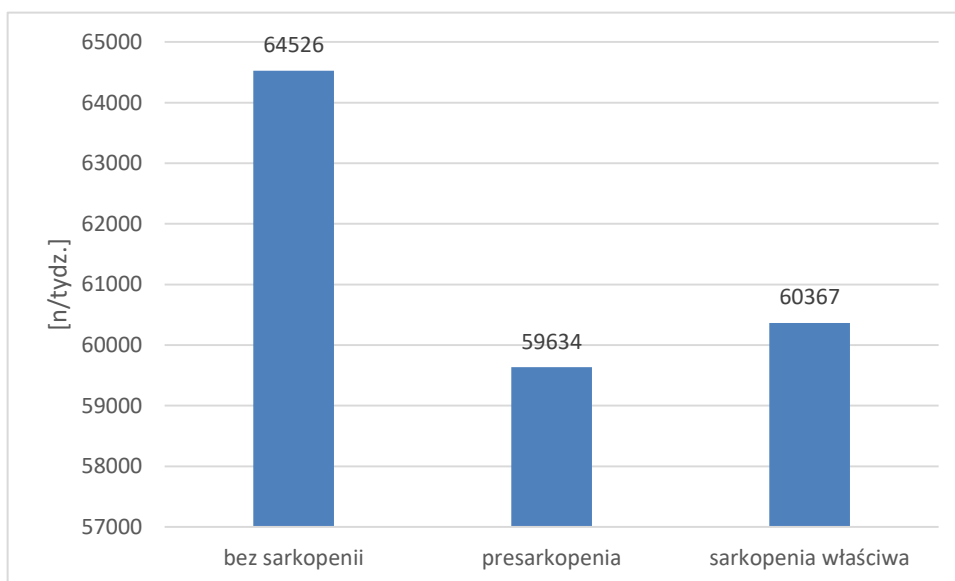
Ryc. 24. Czas zachowań sedentarnych badanych senierek



Ryc. 25. Czas aktywności fizycznej o intensywności małej badanych senierek



Ryc. 26. Czas aktywności fizycznej o intensywności umiarkowanej i dużej badanych senierek



Ryc. 27. Ilość wykonanych kroków przez badane seniorki

Tabela 10

Testy post-hoc aktywności fizycznej i zachowań sedentarnych badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III) według klasyfikacji EWGSOP

| Zmienna | I-II | I-III | II-III |
|---------|------|-------|--------|
| | | | |

| | Z | p | Z | p | Z | p |
|---|-------------|-------|-------------|-------|------|-------|
| Tygodniowy wydatek energetyczny (kcal/tydz.) | 3,09 | 0,006 | 3,66 | 0,001 | 0,93 | 1,000 |
| Dzienny wydatek energetyczny (kcal/dzień) | 2,97 | 0,009 | 3,61 | 0,001 | 0,98 | 0,983 |
| Czas zachowań sedentarnych (min/tydz.) | 2,57 | 0,031 | 0,72 | 1,000 | 1,46 | 0,429 |
| Aktywność fizyczna o małej intensywności (min/tydz.) | 1,12 | 0,78 | 1,86 | 0,188 | 0,85 | 1,000 |
| Aktywność fizyczna o intensywności umiarkowanej i dużej (min/tydz.) | 0,40 | 1,00 | 1,65 | 0,295 | 1,26 | 0,628 |
| Czas zachowań sedentarnych (%) | 0,92 | 1,00 | 0,71 | 1,000 | 1,46 | 0,435 |
| Czas aktywności fizycznej o małej intensywności (%) | 0,72 | 1,00 | 0,64 | 1,000 | 1,22 | 0,665 |
| Czas aktywności fizycznej o intensywności umiarkowanej i dużej (%) | 0,92 | 1,00 | 0,90 | 1,000 | 1,63 | 0,306 |
| Ilość wykonanych kroków (n/tydz.) | 1,18 | 0,72 | 1,10 | 0,811 | 0,07 | 1,000 |

4.3.Sprawność funkcjonalna

Interesująca jest niewątpliwie sprawność funkcjonalna badanych senierek, bowiem stwarza optymalne możliwości osobniczej samoobsługi w podeszłym wieku. Jej przejawem są specjalne testy i próby motoryczne. Okazuje się, że większość testów sprawnościowych wskazuje na znamienne zróżnicowanie motoryczne badanych kobiet ze względu na nasilenie zmian sarkopenicznych (tab. 11). Znamienne są spostrzeżenia, że kobiety z sarkopenią właściwą (grupa III) osiągały istotnie gorsze rezultaty niż grupy I (bez sarkopenii) i II (z presarkopenią) w takich próbach sprawnościowych jak: zwinność i równowaga

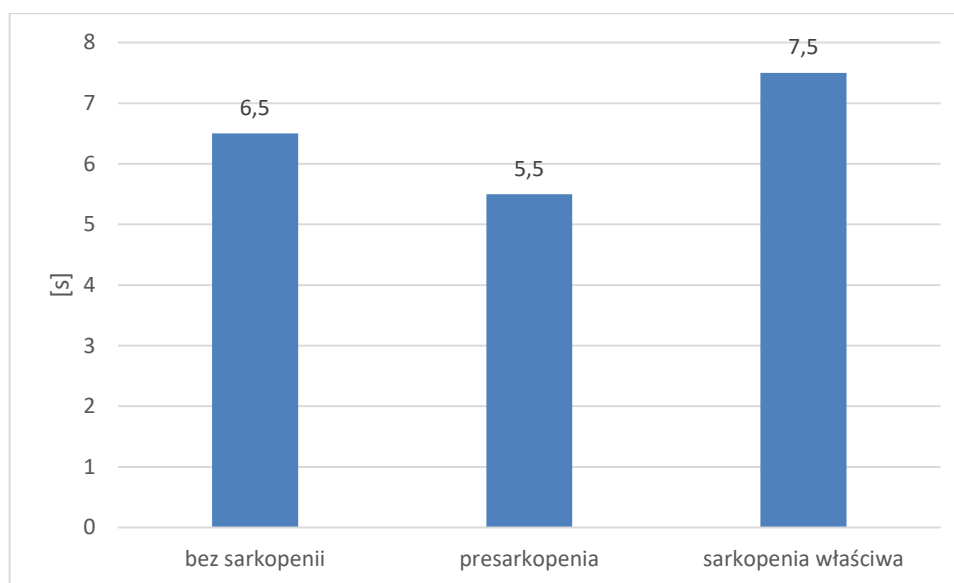
dynamiczna (7,5 s) (ryc. 28), siła mięśni kończyn dolnych (13,5 powt./30 s) (ryc. 29), siła kończyny górnej (14,9 powt./30 s) (ryc. 30), aerobowa wydolność wysiłkowa (79,2 powt./2 min) (ryc. 31), siła mięśni przedramienia kończyny prawej (24,4 kG) (ryc. 32) i siła mięśni przedramienia kończyny lewej (21,7 kG) (ryc. 33), a także gibkość dolnej części ciała (2,6 cm) (ryc. 34). Widać z tego, że zmiany sarkopeniczne wyraźnie ograniczają możliwości sprawnościowe kobiet w zaawansowanym wieku.

Tabela 11

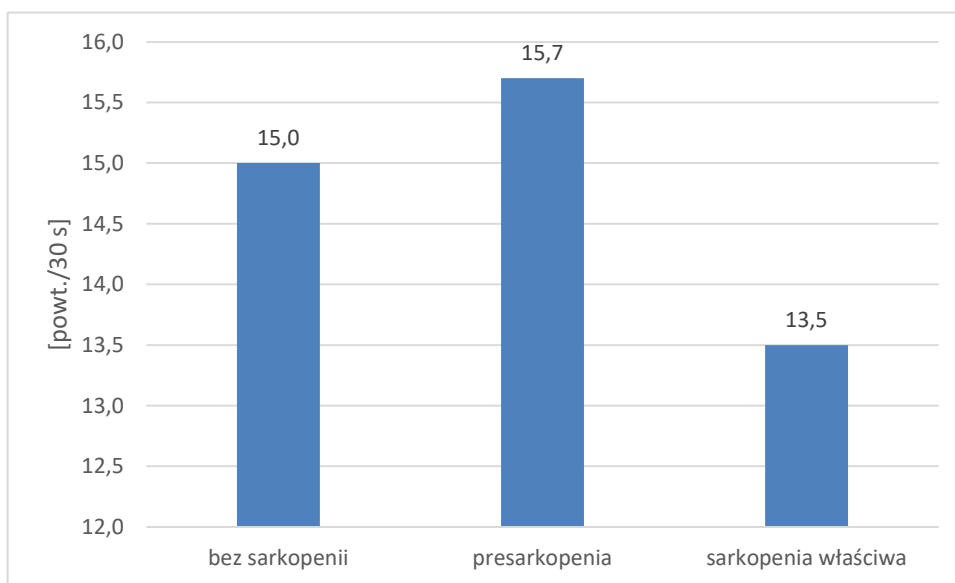
Sprawność funkcjonalna badanych kobiet bez sarkopenii (I),
z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III)

| Zmienna | Grupa | x | s | Me | Q | R | H | p |
|--|-------|------|------|------|-----|-------|-------------|--------|
| Zwinność i równowaga dynamiczna (s) | I | 6,5 | 1,2 | 6,1 | 0,8 | 93,3 | 57,9 | 0,0-00 |
| | II | 5,5 | 0,7 | 5,4 | 0,5 | 52,6 | | |
| | III | 7,5 | 1,5 | 7,2 | 0,8 | 131,1 | | |
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | I | 15,0 | 3,3 | 15,0 | 2,0 | 89,4 | 12,6 | 0,002 |
| | II | 15,7 | 3,0 | 15,0 | 1,5 | 101,5 | | |
| | III | 13,5 | 2,9 | 13,0 | 2,0 | 64,8 | | |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | I | 17,9 | 3,3 | 18,0 | 2,0 | 99,2 | 22,2 | 0,000 |
| | II | 17,7 | 3,8 | 17,0 | 2,0 | 95,4 | | |
| | III | 14,9 | 3,3 | 15,0 | 2,5 | 54,6 | | |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | I | 6,6 | 9,0 | 8,0 | 5,5 | 92,6 | 7,3 | 0,025 |
| | II | 7,1 | 9,9 | 8,0 | 7,0 | 94,7 | | |
| | III | 2,6 | 8,3 | 3,0 | 3,5 | 68,7 | | |
| Gibkość górnej części ciała | I | -9,8 | 12,9 | -8,0 | 9,5 | 74,0 | 19,0 | 0,000 |
| | II | -1,4 | 7,9 | 1,0 | 4,5 | 111,1 | | |

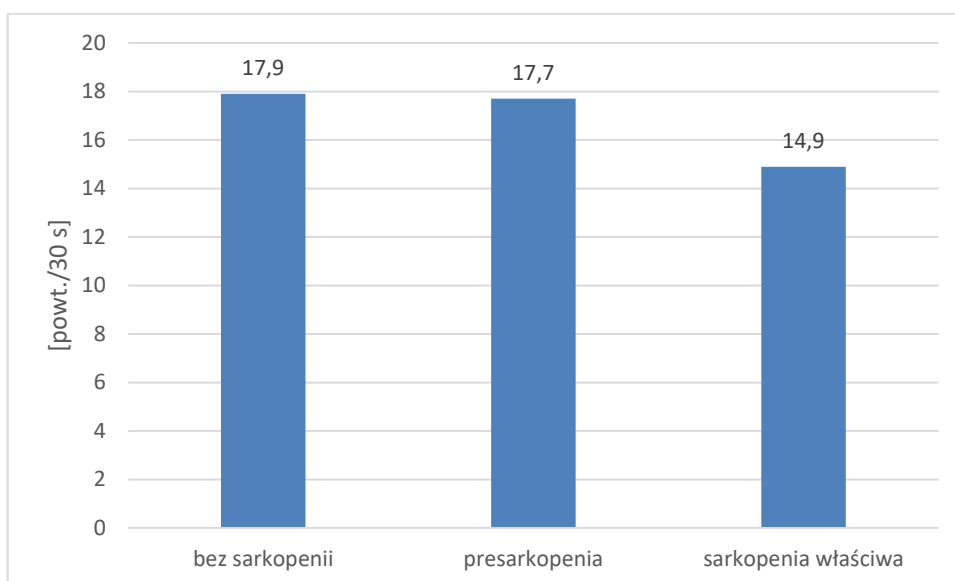
| | | | | | | | | |
|--|-----|------|------|------|------|------|-------------|-------|
| (cm) | III | -6,7 | 9,7 | -7,0 | 6,5 | 80,7 | | |
| Aerobowa wydolność fizyczna (powt./2 min) | I | 91,5 | 21,3 | 90,0 | 16,8 | 96,4 | 7,6 | 0,022 |
| | II | 87,8 | 24,5 | 89,0 | 16,0 | 89,6 | | |
| | III | 79,2 | 22,9 | 79,0 | 15,5 | 69,1 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | I | 27,4 | 5,1 | 28,0 | 4,0 | 96,3 | 8,0 | 0,019 |
| | II | 26,9 | 4,0 | 28,0 | 3,0 | 90,0 | | |
| | III | 24,4 | 5,5 | 26,0 | 4,5 | 68,6 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | I | 25,0 | 4,8 | 25,0 | 3,0 | 98,6 | 14,2 | 0,001 |
| | II | 24,2 | 3,9 | 24,0 | 3,5 | 90,2 | | |
| | III | 21,7 | 4,6 | 21,0 | 2,5 | 61,8 | | |



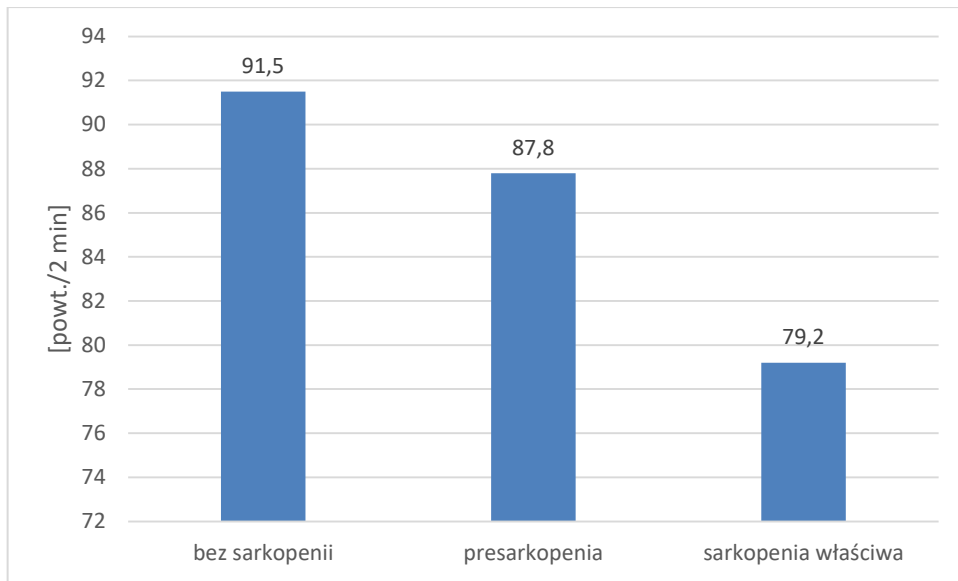
Ryc. 28. Zwinność i równowaga dynamiczna badanych senierek



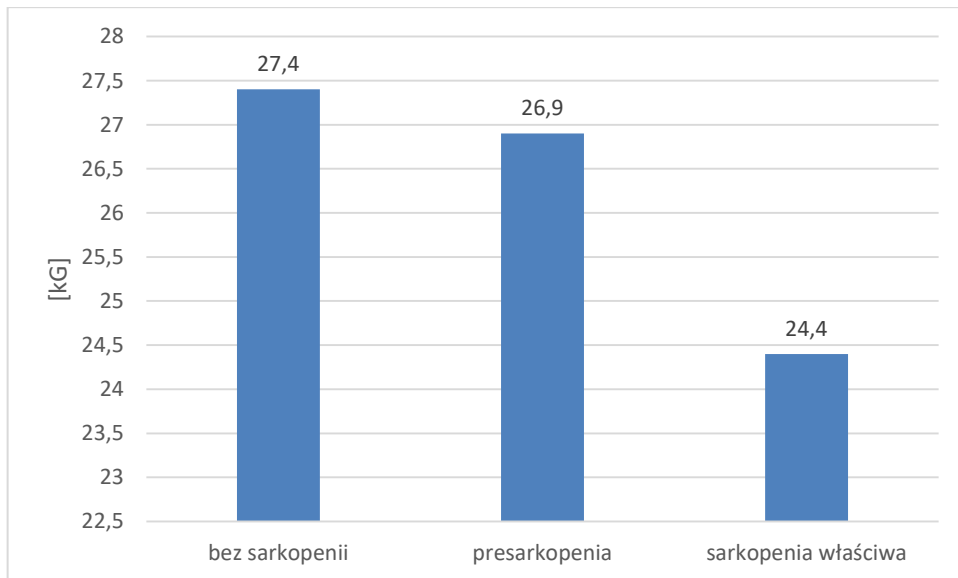
Ryc. 29. Siła mięśni kończyn dolnych badanych senierek



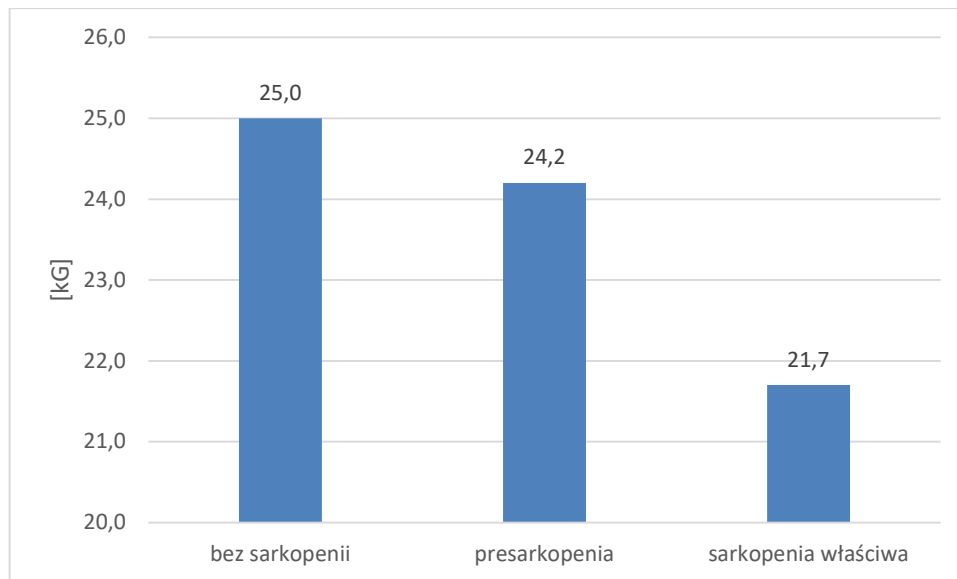
Ryc. 30. Siła mięśni kończyny górnej badanych senierek



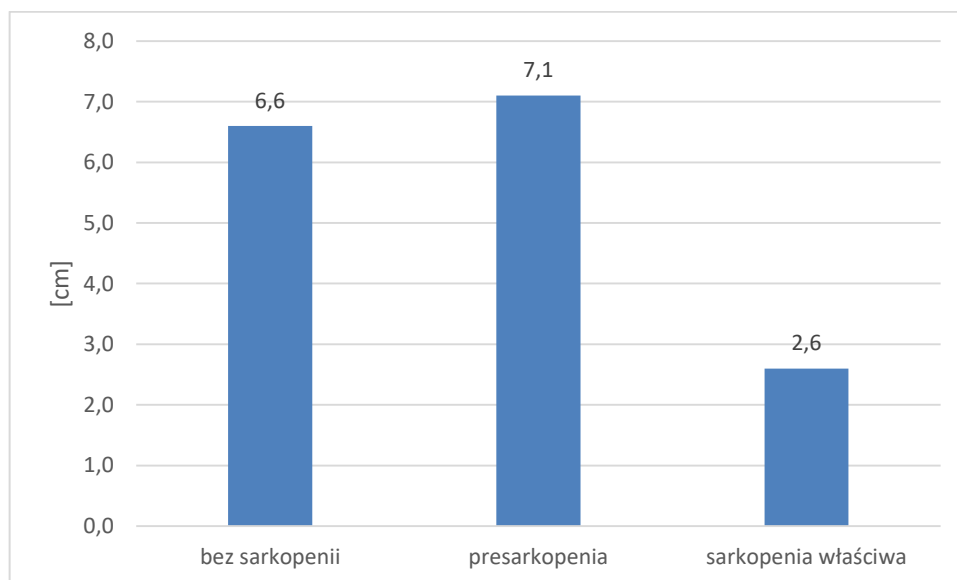
Ryc. 31. Aerobowa wydolność fizyczna badanych senierek



Ryc. 32. Siła mięśni przedramienia kończyny prawej badanych senierek



Ryc. 33. Siła mięśni przedramienia kończyny lewej badanych senierek



Ryc. 34. Gibkość dolnej części ciała badanych senierek

Tabela 12

Testy post-hoc sprawności funkcjonalnej kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III) według klasyfikacji EWGSOP

| Cecha | I-II | | I-III | | II-III | |
|----------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | Z | p | Z | p | Z | p |
| Zwinność i równowaga | 4,65 | 0,000 | 3,79 | 0,000 | 7,51 | 0,000 |

| | | | | | | |
|--|-------------|--------------|-------------|-------|-------------|-------|
| dynamiczna (s) | | | | | | |
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | 1,39 | 0,497 | 2,47 | 0,040 | 3,52 | 0,001 |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | 0,43 | 1,000 | 4,49 | 0,000 | 3,91 | 0,000 |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | 0,23 | 1,000 | 2,40 | 0,049 | 2,48 | 0,039 |
| Gibkość górnej części ciała (cm) | 4,24 | 0,000 | 0,67 | 1,000 | 2,91 | 0,011 |
| Aerobowa wydolność wysiłkowa (powt./2 min) | 0,78 | 1,000 | 2,74 | 0,018 | 1,96 | 0,151 |
| Siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | 0,78 | 1,000 | 2,74 | 0,018 | 1,96 | 0,151 |
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | 0,97 | 0,998 | 3,72 | 0,001 | 2,73 | 0,019 |

Ogólna ocena sprawności funkcjonalnej (tab. 13) wskazuje, że badane kobiety najczęściej miały wyniki w normie (45,1-92,6%). Należy jednak zauważyć, że pewna część badanych kobiet nie mieściła się w normie poszczególnych prób motorycznych, co szczególnie jest widoczne w zwinności i równowadze dynamicznej (37,1%), gibkości górnej i dolnej części ciała (34,3% i 15,4%) oraz aerobowej wydolności wysiłkowej (25,1%). To wskazuje w jakich zmiennych sprawności funkcjonalnej powinna być eksponowana aktywność ruchowa senierek. Frapujące jest to, że badane kobiety najlepiej wypadają (wyniki powyżej normy) w aerobowej wydolności wysiłkowej (25,7%), gibkości (27,4% i 20,6%) oraz sile mięśni kończyn (29,7% i 18,9%).

Tabela 13

Ogólna ocena sprawności funkcjonalnej badanych senierek

| Zmienna | Klasyfikacja | n | % |
|--|------------------------|-----|------|
| Zwinność i równowaga dynamiczna (s) | poniżej normy | 65 | 37,1 |
| | w normie | 99 | 56,6 |
| | powyżej normy | 11 | 6,3 |
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | poniżej normy | 16 | 9,1 |
| | w normie | 126 | 72,0 |
| | powyżej normy | 33 | 18,9 |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | poniżej normy | 10 | 5,7 |
| | w normie | 113 | 64,6 |
| | powyżej normy | 52 | 29,7 |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | poniżej normy | 27 | 15,4 |
| | w normie | 100 | 57,1 |
| | powyżej normy | 48 | 27,4 |
| Gibkość górnej części ciała (cm) | poniżej normy | 60 | 34,3 |
| | w normie | 79 | 45,1 |
| | powyżej normy | 36 | 20,6 |
| Aerobowa wydolność wysiłkowa (powt./2 min) | poniżej normy | 44 | 25,1 |
| | w normie | 86 | 49,1 |
| | powyżej normy | 45 | 25,7 |
| Siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | poniżej normy (<20 kG) | 13 | 7,4 |
| | w normie (≥20 kG) | 162 | 92,6 |

| | | | |
|--|---------------------------|-----|------|
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | poniżej normy (<20 kG) | 23 | 13,1 |
| | w normie (\geq 20 kG) | 152 | 86,9 |

5. Dyskusja

Starzenie się ludzkiego organizmu jest zjawiskiem nieuchronnym, sprowadza się do powolnego obniżania funkcji narządów i układów, zmniejszania możliwości adaptacyjnych. Stwarza to okoliczności do pojawiania się licznych i specyficznych procesów chorobowych.

We współczesnym rozumieniu procesu starzenia kontestuje się powszechne i tradycyjne poglądy, że powoduje ono typowe dla tego etapu ontogenezy człowieka choroby. Przyjmuje się natomiast coraz częściej, że starzenie się stwarza jedynie nowe okoliczności pojawiania się stanów patologicznych, zwłaszcza uciążliwej starczej niepełnosprawności i niesamodzielności (Mossakowska i wsp. 2008, Mziray i wsp. 2017). Tymczasem reperkusje naukowe wskazują, że tzw. sprawna starość jest pożądana w celu podtrzymania samodzielności i niezależności osób starszych (Mossakowska i wsp. 2012, Krzywińska-Siemaszko 2014). Przeszkodą do osiągnięcia takiej starości jest typowe współwystępowanie wielu chorób i schorzeń, tzw. wielochorobowość (Stzelecki i wsp. 2011, Mziray i wsp 2017).

Starczą niepełnosprawność potęgują również tzw. zespoły geriatryczne, czyli częste i przewlekłe wieloprzyczynowe patologie, np. otępienie, depresje, nietrzymanie moczu, upadki w prostych czynnościach motorycznych, zwłaszcza lokomocyjnych, zaburzenia wzroku i słuchu osłabiające zmysłową kontrolę aktywności ruchowej (Strzelecki i wsp. 2011).

Od przełomu wieków do zespołu geriatrycznego zalicza się również sarkopenię rozumianą jako postępujące z wiekiem jednoczesne obniżanie się masy i siły mięśniowej zarówno u kobiet, jak i mężczyzn. Dyskusyjne jest w tym przypadku określenie jednoczesne, gdyż to zmiany w strukturze włókien mięśniowych typu II wywołują następnie obniżenie wyzwalanej przez mięśnie siły. Prowadzi to do obniżenia sprawności funkcjonalnej, a w konsekwencji do zwiększenia ryzyka upadków (kontuzji) w zwyczajnych okolicznościach życia codziennego, co potocznie nazywa się starczą ruchową (motoryczną)

niezaradnością (Mynarski i wsp. 2012). W rezultacie zmniejszają się możliwości wykonywania czynności życia codziennego: lokomocja, siadanie, wstawanie, ubieranie się, przenoszenie przedmiotów, wykonywanie różnych czynności motorycznych równocześnie, następuje regres sprawności funkcjonalnej. W konsekwencji powoduje to utratę samodzielności i potrzebę kosztownych usług pielęgnacyjno-opiekuńczych (Rolland i wsp. 2008, Mziray i wsp. 2017).

Należy zauważyć, że w tym miejscu spotyka się problematyka nauk medycznych (sarkopenia jako choroba) z naukami o kulturze fizycznej (wieloprzyczynowe objawy inwolucji ludzkiej motoryczności i znaczenie racjonalnej aktywności fizycznej w jej spowalnianiu). Profilaktyka przedwczesnego motorycznego starzenia się poprzez intencjonalną aktywność fizyczną jest bowiem integralną częścią wspomnianej dziedziny wiedzy.

Z powyższego wynika problematyka badań własnych, których celem było rozpoznanie skali (zakresu, zasięgu) i stopnia (poziomu) sarkopenii wśród starszych kobiet z Górnego Śląska oraz ocena na tej podstawie jej związków z budową somatyczną, aktywnością fizyczną i sprawnością funkcjonalną senierek. Przyjmuje się, że u kobiet sarkopenia ujawnia się wcześniej niż u mężczyzn (Strzelecki i wsp. 2011).

Częstość sarkopenii właściwej na kontynencie europejskim szacuje się na około 10-15% osób między 60 a 70 rokiem życia, a potem zwiększa się systematycznie dochodząc nawet do 50% powyżej 80 roku życia (Cruz-Jentoft 2010). W badaniach własnych odsetek kobiet z objawami sarkopenii był nieznacznie większy (33.7% w wieku 60-79 lat). Przyczyną tej różnicy mógł być celowy, a nie losowy dobór kobiet do badań własnych. Nabór był bowiem często dokonywany w przychodniach medycznych wśród kobiet leczących się na przewlekłe choroby i dolegliwości starszego wieku. Zbliżony szacunek zasięgu sarkopenii w populacji polskich seniorów powyżej 65 roku życia (21,1%) stwierdzono w badaniach międzynarodowych (Tyrovolas i wsp. 2016).

W świetle powyższych danych wyniki badań własnych dotyczące zasięgu sarkopenii w gronie obserwowanych kobiet należy uznać jako wiarygodne.

Pomiary cech i wskaźników somatycznych w wyselekcjonowanych grupach kobiet można syntetycznie sprowadzić do trzech nie w pełni oczekiwanych (zaskakujących) wniosków:

- kobiety z objawami presarkopenii odznaczały się średnio prawidłową proporcją masy ciała do wysokości,
- kobiety z objawami sarkopenii miały często nadwagę lub otyłość,
- kobiety bez znamion sarkopenii w większości wyróżniały się otyłością.

Powyższe trudne do logicznej interpretacji wyniki badań we wskaźnikach budowy somatycznej w wyodrębnionych grupach, ze względu na relatywnie małe liczebności, można uznać jako specyficzne dla objętych pomiarami kobiet.

W ocenie aktywności fizycznej wyodrębnionych grup kobiet ujawniły się wyraźnie istotne tendencje:

- największym tygodniowym wydatkiem energetycznym odznaczały się seniorki bez objawów sarkopenii, a najmniejszym kobiety z sarkopenią właściwą,
- najkrótszym czasem zachowań sedenteryjnych wyróżniały się kobiety bez sarkopenii, a najdłuższym seniorki z sarkopenią.

W pozostałych monitorowanych rodzajach aktywności fizycznej dostrzega się tendencję do mniejszego poziomu u kobiet z presarkopenią i sarkopenią właściwą. Pozwala to pozytywnie zweryfikować jedną z hipotez, że większa aktywność fizyczna znamionować będzie uczestniczki badań z mniejszym zaawansowaniem zmian sarkopenicznych.

W większości testów sprawności funkcjonalnej najmniejsze średnie rezultaty uzyskały kobiety z sarkopenią właściwą. Siła kończyn dolnych i gibkość dolnej części ciała były zbliżone u kobiet bez sarkopenii oraz z objawami presarkopenii. Pozwala to pozytywnie zweryfikować kolejną

hipotezę, że zaawansowanie zmian sarkopenicznych badanych kobiet po 60 roku życia determinuje niezadowalająca sprawność funkcjonalna.

Alkahtani i wsp. (2020) w swoich badaniach obserwowali 363 mężczyzn w wieku $47,7 \pm 15,4$ lat, u których oceniali beztłuszczową masę ciała, siłę dynamometryczną mięśni ręki oraz aktywność fizyczną. W testowaniu różnic między mężczyznami z sarkopenią i bez sarkopenii stwierdzono znamiennej korelację między rekreacyjną aktywnością fizyczną o umiarkowanej intensywności a beztłuszczową masą ciała. Autorzy sugerują, że sensowne jest analizowanie współzależności między aktywnością fizyczną a masą i siłą mięśni starszych mężczyzn. Badania wykazały, że sarkopenia kojarzy się z większym otłuszczeniem i mniejszą masą mięśniową.

Chang i wsp. (2015) stwierdzili, że otyłe osoby starsze z rozpoznaną sarkopenią odznaczały się mniejszą sprawnością fizyczną niż równoletkowie z normatywną masą ciała. Otyłość sarkopeniczna kojarzy się istotnie z małą sprawnością fizyczną osób starszych. Aktywność fizyczna może zmniejszać otłuszczenie oraz zwiększać masę i siłę mięśni, poprawiać kondycję fizyczną. Regularna aktywność fizyczna zapobiega zatem sarkopenii. Badania naukowców z Japonii wykazały, że wykonywanie każdego dnia 7000-8000 kroków oraz wysiłków fizycznych z intensywnością powyżej 3 METs przez 15-60 minut może zmniejszać ryzyko sarkopenii o 15-50%. Osoby starsze bardziej aktywne fizycznie są mniej podatne na zmiany sarkopeniczne.

Silve i wsp. (2019) badali 53 osób aktywnych w wieku $71,0 \pm 5,7$ lat i 30 osób nieaktywnych w wieku $74,1 \pm 5,7$ lat. Czas spędzany na siedząco i aktywność fizyczną oceniano akcelerometrem GT1M, a sprawność fizyczną testem dla seniorów (senior fitness test). Czas umiarkowanej aktywności fizycznej (MVPA) był skorelowany z mniejszym wskaźnikiem masy ciała (BMI) ($r = 0,21$, $p = 0,48$) i krótszym czasem wykonywania poszczególnych prób testu sprawności fizycznej ($r = 0,367$, $p = 0,001$). Ponadto czas umiarkowanej aktywności fizycznej (MVPA) był dodatnio skorelowany z

wytrzymałością tlenową ($r = 0,398$, $p = 0,027$). W grupie osób nieaktywnych czas aktywności fizycznej od umiarkowanej do intensywnej był dodatnio skorelowany z elastycznością kończyny górnej ($r = 0,40$, $p = 0,028$). Natomiast czas siedzenia był ujemnie skorelowany z elastycznością kończyny górnej ($r = -0,43$, $p = 0,014$), a lekka aktywność fizyczna (LPA) ze wskaźnikiem masy ciała (BMI) ($r = -0,42$, $p = 0,020$). W grupie aktywnej dłuższy czas trwania umiarkowanych wysiłków fizycznych (MVPA) był skorelowany z mniejszym wskaźnikiem masy ciała (BMI) ($r = 0,32$, $p = 0,020$) i krótszym czasem testów sprawności fizycznej ($r = 0,30$, $p = 0,031$). Autorzy konstatują, że promowanie aktywności fizycznej w populacji osób starszych jest bardzo ważne, gdyż pozwala utrzymać na optymalnym poziomie, a niekiedy nawet poprawiać funkcjonalną sprawność fizyczną. Podkreślają również, że regularna aktywność fizyczna korzystnie oddziałuje na wydolność układu sercowo-naczyniowego, zapobiega upadkom i poprawia siłę mięśni, co skutkuje zmniejszeniem objawów sarkopenii.

Aggio i wsp. (2016) w latach 2010-2012 badali 1286 mężczyzn w wieku 70-92 lat z Wielkiej Brytanii. Tygodniowa aktywność fizyczna była rejestrowana akcelerometrem GT3X. Celem badań było poszukiwanie współzależności między aktywnością fizyczną a sarkopenią i otyłością sarkopeniczną. Wśród badanych 183 mężczyzn (14,2%) miało rozpoznaną sarkopenię, a 70 mężczyzn (5,4%) ciężką sarkopenię. Badania wykazały, że każda zwiększona aktywność fizyczna wiązała się ze zmniejszonym ryzykiem ciężkiej sarkopenii i otyłości sarkopenicznej. Lekka aktywność fizyczna (LPA) i przerwy w siedzącym stylu życia tylko nieznacznie zmniejszały ryzyko ciężkiej sarkopenii i otyłości sarkopenicznej. Z badań wynika refleksja, że umiarkowana lub intensywna aktywność fizyczna (MVPA) może zmniejszać ryzyko ciężkiej sarkopenii i otyłości sarkopenicznej.

Westbury i wsp. (2018) dociekali jakie są powiązania między aktywnością fizyczną i składem ciała a sarkopenią osób w zaawansowanym wieku.

Aktywność fizyczną oceniano akcelerometrem, skład ciała absorpcjometrią rentgenowską, siłę mięśni dynamometrem dłoniowym, a sprawność fizyczną szybkością chodu (dystans 4 m). Badanych było 32 mężczyzn i 99 kobiet w wieku 74-84 lat. Badania wykazały, że większa aktywność fizyczna o zróżnicowanej intensywności może być pomocna w podtrzymaniu sprawności fizycznej i ochronie przed sarkopenią w późniejszych latach życia. Autorzy zwracają uwagę, że sarkopenia oznacza zmniejszoną mobilność, groźne w skutkach upadki i pogorszenie jakości życia.

Celem badań Nawrockiej i wsp. (2019) było poszukiwanie współzależności między obiektywnie ocenianą aktywnością fizyczną a zaburzeniami w obrębie mięśni szkieletowych i postrzeganymi zdolnościami do pracy kobiet w średnim i starszym wieku. Badane kobiety zostały podzielone na trzy kategorie wieku: 30-49 lat ($n = 111$), 50-65 lat ($n = 120$) i 66-75 lat ($n = 117$). Tygodniowa aktywność fizyczna była monitorowana akcelerometrem ActiGraph GT3X, postrzegane zdolności do pracy oceniano odpowiednim standaryzowanym kwestionariuszem (work ability index), a zaburzenia mięśni szkieletowych kwestionariuszem nordyckim (nordic musculoskeletal questionnaire) uzupełnionym analogową skalą subiektywnie odczuwanego bólu (verbal rating scale). Najdłuższym czasem umiarkowanej aktywności fizycznej (MPA) odznaczały się kobiety w wieku 50-65 lat (176 minut tygodniowo), a najkrótszym kobiety w wieku 30-49 lat (164 minut tygodniowo). Czas intensywnej aktywności fizycznej (VPA) zmniejszał się sukcesywnie z wiekiem: 30-49 lat 25,7 minut tygodniowo, 50-65 lat 13,1 minut tygodniowo, 65-75 lat 9,5 minut tygodniowo ($p = 0,008$). Należy zauważyć, że badane kobiety spełniające zdrowotne kryteria aktywności fizycznej WHO wyróżniały się zarazem lepiej postrzeganymi zdolnościami do pracy.

Reasumując można stwierdzić, że rezultaty prezentowanych badań kobiet w zaawansowanym wieku są zbliżone do większości cytowanych. Odsetki kobiet kwalifikowanych do kolejnych stadiów zmian sarkopenicznych są

zbliżone do szacowanych podobnymi sposobami w badaniach światowych, jak i krajowych (Krzymińska-Siemaszko, 2014).

Znamienna dla tego okresu życia kobiet (60-79 lat) jest tzw. wielochorobowość, a do chorób tego wieku aktualnie zaliczana jest również sarkopenia. Dodać należy, że żadna z badanych kobiet nie wymieniła w wywiadzie sarkopenii jako aktualnie leczonej choroby. Znacząca część badanych kobiet nie wiedziała nawet o istnieniu sarkopenii jako groźnej chorobie starszego wieku. Wskazuje to na pilną potrzebę stosownej edukacji.

W konkluzji można stwierdzić, że badania własne wzbogacają wiedzę o sarkopenii jako chorobie osób w starszym wieku, jej aspektach zdrowotnych, a także związkach z aktywnością fizyczną i sprawnością funkcjonalną oraz jakością życia seniorek. Podkreślić należy zarazem, że są one potwierdzeniem poprawności metodologicznej badań wykonanych przez kompetentne osoby (np. pomiary sprawności funkcjonalnej) oraz trafnego wnioskowania.

Dokonany przegląd publikacji naukowych, badania własne oraz dyskusja pozwalają na wskazanie kierunków dalszych badań nad sarkopenią w populacji osób starszych w Polsce. Konieczne są przede wszystkim badania populacyjne w celu rozpoznania odsetka osób starszych w różnych stadiach sarkopenii, co może sprzyjać strategii ich leczenia. Niezbędne będą również badania w celu wyznaczenia kryteriów, tzw. punktów odcięcia we wskaźnikach masy i siły mięśniowej, które zapewnią trafne diagnozowanie sarkopenii. Pożądane są także eksperymenty, które pozwolą ustalić rekomendowane zalecenia dotyczące aktywności fizycznej i sprawności funkcjonalnej w profilaktyce i terapii sarkopenii.

6. Wnioski

Badania pozwalają sformułować następujące wnioski:

1. Wśród badanych kobiet po 60 roku życia przeważają osoby z presarkopenią (34%) i sarkopenią właściwą (22%). Pozostały odsetek (44%) to kobiety bez sarkopenii według klasyfikacji EWGSOP. Można

stąd sądzić, że objawy sarkopeniczne są istotnym problemem znacznej części kobiet w podeszłym wieku.

2. Obwody talii i bioder, masa ciała oraz zawartość tkanki mięśniowej i tłuszczowej badanych seniorek wykazują związek z nasileniem zmian sarkopenicznych. Mniejszą tkanką mięśniową i podwyższonym otłuszczeniem odznaczają się kobiety z presarkopenią i sarkopenią właściwą.
3. Większość wskaźników aktywności fizycznej, z wyjątkiem wydatku energetycznego, nie wykazuje znamiennej współzależności ze zmianami sarkopenicznymi. Jednak większą aktywnością fizyczną wyróżniają się najczęściej kobiety starsze bez sarkopenii, a najmniejszą z sarkopenią właściwą.
4. Badane kobiety z sarkopenią właściwą mają mniejszą sprawność funkcjonalną od pozostałych seniorek. Jest to widoczne zwłaszcza w zwinności i równowadze dynamicznej, sile mięśni kończyn górnych i dolnych oraz aerobowej wydolności fizycznej. Nasilenie zmian sarkopenicznych ogranicza sprawność funkcjonalną kobiet po 60 roku życia.

Bibliografia

- Aggio D. A., Sartini C., Papacosta O., Lennon L. T., Ash S., Whincup P. H., Wannamethee S. G., Jefferis B. J. (2016). Cross-sectional associations of objectively measured physical activity and sedentary time with sarcopenia and sarcopenic obesity in older men. *Preventive Medicine*, 91, 264-272.
- Ainsworth B., Haskell W., Herrmann S., Meckes N., Bassett D., Tudor-Locke C., Greer J., Vezina J., Whitt-Glover M., Leon A. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(8), 1575-1581.
- Ainsworth B., Cahalin L., Buman M., Ross R. (2015). The Current State of Physical Activity Assessment Tools. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(4), 387-395.
- Alkahtani S., Aljuhani O., Alhussain M., Habib S. S. (2020). Association between physical activity patterns and sarcopenia in Arab men. *Journal of International Medical Research*, 48(4), 1-14.
- Anker D., Morley J. E., von Haeling S. (2016). Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 7, 512-514.
- Anshel M. H., Freedson P. (1991). Dictionary of the sport and exercise sciences. Human Kinetics.
- Assah F. K., Ekelund U., Brage S., Wright A., Mbanya J. C., Wareham N. J. (2011). Accuracy and validity of a combined heart rate and motion sensor for the measurement of free-living physical activity energy expenditure in adults in Cameroon. *International Journal of Epidemiology*, 40(1), 112-120.
- Astrand P. O. (2000). Dlaczego wysiłek? *Medicina Sportiva*, 4(2), 83-100.
- Balsewicz W. K. (2000). Ontokinezylogija człowieka. Teorja i Praktika Fiziczeskoj Kultury, Moskva.

- Baumgartner R. N., Heymsfield S. B., Roche A. F. (1995). Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obesity Research* 3(1), 73-95
- Batsis J. A., Mackenzie T. A., Lopez-Jimenez F., Bartels S. J. (2015). Sarcopenia, sarcopenic obesity, and functional impairments in older adults: National Health and Nutrition Examination Surveys 1999-2004. *Nutrition Research*, 35(12), 1031-1039.
- Beaudart C., Rizzoli R., Bruyère O., Reginster J., Biver E. (2014). Sarcopenia: burden and challenges for public health. *Archives of Public Health*, 72(1), 45.
- Beaudart C., McCloskey E., Bruyère O., Cesari M., Rolland Y., Rizzoli R., Araujo de Carvalho I., Amuthavalli Thiyagarajan J., Bautmans I., Bertière M. C., Brandi M. L., Al-Daghri N. M., Burlet N., Cavalier E., Cerreta F., Cherubini A., Fielding R., Gielen E., Landi F., Cooper C. (2016). Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatrics*, 16(1), 170.
- Beaudart C., Dawson A., Shaw S. C., Harvey N. C., Kanis J. A., Binkley N., Reginster J. Y., Chapurlat R., Chan D. C., Bruyère O., Rizzoli R., Cooper C., Dennison E. M. (2017). Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 28(6), 1817-1833.
- Beckers P. J, Denollet J., Possemiers N. N., Wuyts S. L., Vrints Ch. J., Conraads V. M. (2008). Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure a prospective randomized study. *European Heart Journal*, 29, 1858-1866.

- Biernat E., Stupnicki R., Gajewski A. (2007). International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – polish version. *Wychowanie Fizyczne i Sport*, 51(1), 47-54.
- Biernat E. (2011). Aktywność fizyczna mieszkańców Warszawy na przykładzie wybranych grup zawodowych. Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Bijlsma A. Y., Meskers C. G. M., Ling C. H. Y., Narici M., Kurrle S. E., Cameron I. D., Westendorp R. G. J., Maier A. B. (2013). Defining sarcopenia: the impact of different diagnostic criteria on the prevalence of sarcopenia in a large middle aged cohort. *Age*, 35(3), 871-881.
- Bijlsma A. Y., Meskers C. G. M., van den Eshof N., Westendorp R. G., Sipilä S., Stenroth L., Sillanpää E., McPhee J. S., Jones D. A., Narici M. V., Gapeyeva H., Pääsuke M., Voit T., Barnouin Y., Hogrel J. Y., Butler-Browne G., Maier A. B. (2014). Diagnostic criteria for sarcopenia and physical performance. *Age*, 36(1), 275-285.
- Bosaeus I., Rothenberg E. (2016). Nutrition and physical activity for the prevention and treatment of age-related sarcopenia. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75, 174-180.
- Brown J. C., Harhay M. O., Harhay M. N. (2016). Sarcopenia and mortality among a population-based sample of community-dwelling older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 7(3), 290-298.
- Cederholm T., Barazzoni R., Austin P., Ballmer P., Biolo G., Bischoff S. C., Compher C., Correia I., Higashiguchi T., Holst M., Jensen G. L., Malone A., Muscaritoli M., Nyulasi I., Pirlich M., Rothenberg E., Schindler K., Schneider S. M., Schueren M. A. E. de van der Singer P. (2017). ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clinical Nutrition*, 36(1), 49-64.
- Chang C. I., Huang K. C., Chan D. C., Wu C. H., Lin C. C., Hsiung C. A., Hsu C. C., Chen C. Y. (2015). The impacts of sarcopenia and obesity on

- physical performance in the elderly. *Obesity Research and Clinical Practice*, 9(3), 256-265.
- Choi K. M. (2016). Sarcopenia and sarcopenic obesity. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 31(6), 1054-1060.
- Colberg S. R., Sigal R. J., Fernhall B., Regensteiner J. G., Blissmer B. J., Rubin R. R., Chasan-Taber L., Albright A. L., Braun B. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: Joint position statement. *Diabetes Care*, 33(12), e147-e167.
- Cooper C., Fielding R., Visser M., Van Loon L. J., Rolland Y., Orwoll E., Reid K., Boonen S., Dere W., Epstein S., Mitlak B., Tsouderos Y., Sayer A. A., Rizzoli R., Reginster J. Y., Kanis J. A. (2013). Tools in the assessment of sarcopenia. *Calcified Tissue International*, 93(3), 201-210.
- Corbin C. B., Welk G. J., Corbin W. R., Welk K. A. (2007). Fitness i wellness. Kondycja, sprawność, zdrowie. Zysk i Spółka, Poznań.
- Cordero-MacIntyre Z., Peterson R., Fukuda D., Gungur S. (2006). Obesity a worldwide problem. W: S. Czyz, F. Viviani (red.) New Horizons. 24th International Council for Physical Activity and Fitness Research Symposium. Elsevier Urban Partner, Wrocław, 61-71.
- Cruz-Jentoft A. J., Baeyens J. P., Bauer J. M., Boirie Y., Cederholm T., Landi F., Martin F. C., Michel J. P., Rolland Y., Schneider S. M., Topinková E., Vandewoude M., Zamboni M. (2010). Sarcopenia: european consensus on definition and diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412-423.
- Cruz-Jentoft A. J., Kiesswetter E., Drey M., Sieber C. C. (2017). Nutrition, frailty, and sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29, 43-48.
- Cruz-Jentoft A. J., Bahat G., Bauer J., Boirie Y., Bruyère O., Cederholm T., Cooper C., Landi F., Rolland Y., Sayer A. A., Schneider S. M., Sieber C.

- C., Topinkova E., Vandewoude M., Visser M., Zamboni M. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31.
- Czepulis N., Wieczorowska-Tobis K. (2012). Sarkopenia jako konsekwencja stanu zapalnego. *Geriatrics*, 6, 1-5.
- Dehghan M., Akhtar-Danesh N., Merchant A. T. (2005). Childhood obesity, prevalence and prevention. *Nutrition Journal*, 4(1), 24.
- DeLany J. P. (2012). Measurement of energy expenditure. *Pediatric Blood Cancer*, 58(1), 129-134.
- Doherty T. J. (2003). Invited Review: Aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1717-1727.
- Duda K. (2012). Budowa i skład ciała człowieka w aspekcie starzenia. W; Fizjologia starzenia się. Profilaktyka i rehabilitacja. Red. A. Marchewka, Z. Dąbrowski, J. A. Żołędź. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 60-86.
- Drabik J. (2006). Motion and physical exercise. *Antropomotoryka*, 34, 117-119.
- Drabik J. (2011). „Polska w ruchu” – wyzwanie dla zdrowia publicznego. AWFIS, Gdańsk.
- Eberhardt A. (red.). (2008). Fizjologiczne podstawy rekreacji ruchowej z elementami fizjologii ogólnej człowieka. Almamater, Warszawa.
- Esliger D. W., Tremblay M. S. (2006). Technical reliability assessment of three accelerometer models in a mechanical setup. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(12), 2173-2181.
- Fidecki W., Wysokiński M., Ptaszek M., Kulina D., Biercewicz M., Kuszplak K., Jędrzejewska A., Kijowska A. (2018). Ocena sprawności funkcjonalnej mężczyzn w podeszłym wieku. *Geriatrics*, 12, 185-192.
- Foong Y. C., Chherawala N., Aitken D., Scott D., Winzenberg T., Jones G. (2016). Accelerometer-determined physical activity, muscle mass, and leg

- strength in community-dwelling older adults. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 7(3), 275-283.
- Frost H. M. (1997). Defining osteopenias and osteoporoses: another view (with insights from a new paradigm). *Bone*, 20(5), 385-391.
- Fujita S. (2015). Role of exercise and nutrition in the prevention of sarcopenia. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 61, 125-127.
- Główny Urząd Statystyczny (2014). Sytuacja demograficzna osób starszych i konsekwencje starzenia się ludności Polski w świetle prognozy na lata 2014-2050. Warszawa, 1-43.
- Halil M., Ulger Z., Varlı M., Döventaş A., Oztürk G. B., Kuyumcu M. E., Yavuz B. B., Yesil Y., Tufan F., Cankurtaran M., Saka B., Sahin S., Curgunlu A., Tekin N., Akçiçek F., Karan M. A., Atli T., Bege T., Erdinçle D. S., Arıoğul S. (2014). Sarcopenia assessment project in the nursing homes in Turkey. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68(6), 690-694.
- Hawkins S. A., Cockburn M. G., Hamilton A. S., Mack T. M. (2004). An estimate of physical activity prevalence in a large population-based cohort. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(2), 253–260.
- Hills A. P., Mokhtar N., Byrne N. M. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Frontiers in Nutrition*, 1, 1-16.
- Hussey J., Bell C., Bennett K., O'Dwyer J., Gormley J. (2007). Relationship between the intensity of physical activity, inactivity, cardiorespiratory fitness and body composition in 7-10 year old Dublin children. *British Journal of Sports Medicine*, 41(5), 311-316.
- Iskra J., Grabara M. (2021). Trening zdrowotny: podstawy teoretyczne i praktyczne rozwiązania. AWF, Katowice.
- Jakicic J. M., Otto A. D. (2005). Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 226-229.

- Janssen I. (2009). Sarcopenia. W: Handbook of Clinical Nutrition and Aging. Red. C. W. Bales, C. S. Ritchie. Humana Press, New York.
- Janssen I., Heymsfield S. B., Wang A. M., Ross R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 year. *Journal of Applied Physiology*, 89, 81-88.
- Janssen I. (2011). The epidemiology of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27(3), 355-363.
- Jefferis B. J., Sartini C., Lee I. M., Choi M., Amuzu A., Gutierrez C., Casas J. P., Ash S., Lennon L. T., Wannamethee S. G., Whincup P. H. (2014). Adherence to physical activity guidelines in older adults, using objectively measured physical activity in a population-based study. *BMC Public Health*, 14, 382.
- Jegier A. (red.) (2004). Aktywność ruchowa w zdrowiu i chorobie. *Medicina Sportiva*, Kraków.
- Jones C. J., Rikli R. E. (2002). Measuring functional. *The Journal on Active Aging*, 1, 24-30.
- Kaczmarek M., Wolański N. (2018). Rozwój biologiczny człowieka od poczęcia do śmierci. PWN, Warszawa.
- Kim H. T., Kim, H. J., Ahn H. Y., Hong Y. H. (2016). An analysis of age-related loss of skeletal muscle mass and its significance on osteoarthritis in a Korean population. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 31(3), 585-593.
- Klukowski K., Szrajber B., Kujawa J., Furgał W. (2014). Czy ograniczenie aktywności fizycznej jest rzeczywistą przyczyną chorób przewlekłych? W: *Wychowanie fizyczne i sport jako prawo człowieka i proces edukacji*. Red. J. Nowocień, K. Zuchora. Akademia Wychowania Fizycznego, Warszawa, 301-309.

- Kozdroń E. (2006). Rekreacja ruchowa osób trzeciego wieku. W: Z. Dąbrowski (red.) Zarys teorii rekreacji ruchowej. Wydawnictwo Almamater, Warszawa, 108-134.
- Kozłowski K., Nazar K. (red.) (1999). Wprowadzenie do fizjologii klinicznej. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Krzywińska-Siemaszko R. (2014). Wskaźniki niskiej masy mięśniowej w definiowaniu sarkopenii. Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego, Poznań (rozprawa doktorska).
- Krzywińska-Siemaszko R. (2018). Sarkopenia – zaktualizowane kryteria diagnostyczne do diagnozowania niewydolności mięśni. *Geriatrics* 2018, 12, 227-234.
- Krzywińska-Siemaszko R., Wieczorowska-Tobis K. (2012). Sarkopenia – w kierunku wystandardyzowanych kryteriów (Sarcopenia – towards standardized criteria). *Geriatrics*, 6, 46-49.
- Krzywińska-Siemaszko R., Czepulis N., Rzepnicka A., Dworak L., Wieczorowska-Tobis K. (2013). Ocena ryzyka sarkopenii u starszych kobiet. *Nowiny Lekarskie*, 82(1), 19-24.
- Krzywińska-Siemaszko R., Wieczorowska-Tobis K. (2013). Rola żywienia w rozwoju, prewencji i leczeniu sarkopenii. *Geriatrics*, 7, 157-164.
- Kuński H. (2003). Trening zdrowotny osób dorosłych. Agencja Wydawnicza Medsportpress, Warszawa.
- Lam B. C. C., Koh G. C. H., Chen C., Wong M. T. K., Fallows S. J. (2015). Comparison of body mass index (BMI), body adiposity index (BAI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore. *Plos One*, 10(4), e0122985.
- Law T. D., Clark L. A., Clark B. C. (2016). Resistance exercise to prevent and manage sarcopenia and dynapenia. *Annual Review of Gerontology and Geriatrics*, 36(1), 205-228.

- Lee I., Cho J., Jin Y., Ha C., Kim T., Kang H. (2016). Body fat and physical activity modulate the association between sarcopenia and osteoporosis in elderly Korean women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(3), 477-482.
- Lee I., Ha C., Kang H. (2016). Association of sarcopenia and physical activity with femur bone mineral density in elderly women. *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*, 20(1), 23-28.
- Lee J., Hong Y., Shin H. J., Lee W. (2016). Associations of sarcopenia and sarcopenic obesity with metabolic syndrome considering both muscle mass and muscle strength. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 49(1), 35-44.
- Lee D. C., Shook R. P., Drenowatz C., Blair S. N. (2016). Physical activity and sarcopenic obesity: definition, assessment, prevalence, and mechanism. *Future Science OA*, 2(3).
- Leppaluoto J., Ahola R., Herzig K. H., Korpelainen R., Keinänen-Kiukaanniemi S., Jamsa T. (2012). Objective measurement of physical activity in adults. *Duodecim*, 128(1), 72-79.
- Lewko J., Kamińska K., Doroszkiewicz H., Talarska D., Sierakowska M., Krajewska-Kułak E. (2014). Ocena narażenia na upadki a wydolność funkcjonalna wśród osób starszych w środowisku zamieszkania. *Problemy Pielęgniarstwa*, 22(2), 159-164.
- Lim H. S., Park Y. H., Suh K., Yoo M. H., Park H. K., Kim H. J., Lee J. H., Byun D. W. (2018). Association between sarcopenia, sarcopenic obesity, and chronic disease in Korean elderly. *Journal of Bone Metabolism*, 25(3), 187-193.
- Lipert A., Jegier A. (2009). Metody pomiaru aktywności ruchowej człowieka. *Medycyna Sportowa*, 3(6), 155-168.
- Łobocki M. (2006). Metody i techniki badań pedagogicznych. Oficyna Wydawnicza Impuls, Kraków.

- Marchewka A., Dąbrowski Z., Żołądź J. A. (2013). Fizjologia starzenia się profilaktyka i rehabilitacja. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- McLean R. R., Kiel D. P. (2015). Developing consensus criteria for sarcopenia: an update. *Journal of Bone and Mineral Research*, 30(4), 588-592.
- Migueles J. H., Cadenas-Sanchez C., Ekelund U., Delisle Nyström C., Mora-Gonzalez J., Löf M., Labayen I., Ruiz J. R., Ortega F. B. (2017). Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: a systematic review and practical considerations. *Sports Medicine*, 47(9), 1821-1845.
- Mijnarends D. M., Schols J. M. G. A., Meijers J. M. M., Tan F. E. S., Verlaan S., Luiking Y. C., Morley J. E., Halfens R. J. G. (2015). Instruments to assess sarcopenia and physical frailty in older people living in a community (care) setting: similarities and discrepancies. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(4), 301-308.
- Mijnarends D. M., Koster A., Schols J. M. G. A., Meijers J. M. M., Halfens R. J. G., Gudnason V., Eiriksdottir G., Siggeirsdottir K., Sigurdsson S., Jónsson P. V., Meirelles O., Harris T. (2016). Physical activity and incidence of sarcopenia: the population-based AGES-Reykjavik Study. *Age and Ageing*, 45(5), 614-620.
- Miyazaki R., Takeshima T., Kotani K. (2016). Exercise intervention for anti-sarcopenia in community-dwelling older people. *Journal of Clinical Medicine Research*, 8(12), 848-853.
- Mossakowska M., A, W., Błędowski P. (2012). Aspekty medyczne, psychologiczne, socjologiczne i ekonomiczne starzenia się ludzi w Polsce. Termedia Wydawnictwa Medyczne, Poznań.
- Mynarski W., Garbaciak W., Stokłosa H., Grządziel G. (2007). Sprawność fizyczna ukierunkowana na zdrowie (H-RF) populacji Górnego Śląska. AWF, Katowice.

- Mynarski W., Rozpara M., Królikowska B., Puciato D., Graczykowska B. (2012). Jakościowe i ilościowe aspekty aktywności fizycznej. Politechnika Opolska, Opole.
- Mynarski W., Nawrocka A., Rozpara M., Cholewa J., Tomik R. (2013). Objective methods, techniques and tools in physical activities testing. *Journal of Tourism, Recreation and Sport Management*, 1, 63-78.
- Mziray M., Żuralska R., Siepsiak M., Domagała P. (2017). Sarkopenia – marginalizowany problem wieku podeszłego (Sarcopenia – a marginalized problem of the old age). *Pielęgniarstwo Polskie*, 3(65), 506-513.
- Nawrocka A., Niestrój-Jaworska M., Mynarski A., Polechoński J. (2019). Association between objectively measured physical activity and musculoskeletal disorders, and perceived work ability among adult, middle-aged and older women. *Clinical Interventions in Aging*, 14, 1975-1983.
- Nowak K., Porażyńska D., Ciesielska N., Stemplowski W., Sokołowski R., Żukow W. (2015). Wspomaganie żywieniowe pacjentów geriatrycznych z postępującą sarkopenią. *Journal of Education, Health and Sport*, 5(7), 216-225.
- Ogonowska-Słodownik A., Bober E. M., Molik B. (2016). Sprawność funkcjonalna i skład ciała aktywnych starszych kobiet w różnych kategoriach wiekowych (Functional fitness and body composition of active older women in different age categories). *Postępy Rehabilitacji*, 1, 11-17.
- Osiński W. (2015). Gerokinezyjologia. Nauka i praktyka aktywności fizycznej w wieku starszym. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Osiński W. (2016). Nadwaga i otyłość. Aktywność fizyczna w profilaktyce i terapii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Osiński W. (2018). Antropomotoryka. AWF, Poznań.
- Pachołek W. (2020). Sarkopenia u pacjentów geriatrycznych: epidemiologia, związek z zespołem słabości i niedożywieniem oraz sprawnością

funkcjonalną. Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich, Wrocław (praca doktorska).

- Paffenbarger R. S., Lee I. M. (1996). Physical activity and fitness for health and longevity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(3), 11-28.
- Parnicka A., Gryglewska B. (2006). Wyniszczenie nowotworowe a starcza sarkopenia. *Gerontologia Polska*, 14(3), 113-118.
- Raczek J. (2010). Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Reiss J., Iglseider B., Kreutzer M., Weilbuchner I., Treschnitzer W., Kässmann H., Pirich C., Reiter R. (2016). Case finding for sarcopenia in geriatric inpatients: performance of bioimpedance analysis in comparison to dual X-ray absorptiometry. *BMC Geriatrics*, 16, 52.
- Rolland Y., Czerwinski S., van Kan G. A., Morley J. E., Cesari M., Onder G., Woo J., Baumgartner R., Pillard F., Boirie Y., Chumlea W. M. C., Vellas B. (2008). Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 12(7), 433-450.
- Rosenbaum D. (2012). Objective measurement tools for the assessment of physical activity. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 55(1), 88-95.
- Rothney M. P., Apker G. A., Song Y., Chen K. Y. (2008). Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. *Journal of Applied Physiology*, 105(4), 1091-1097.
- Roubenoff R. (2007). Physical activity, inflammation, and muscle loss. *Nutrition Review*, 65, 208-212.
- Rubbieri G., Mossello E., Di Bari M. (2014). Techniques for the diagnosis of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(3), 181-184.

- Ryu M., Jo J., Lee Y., Chung Y. S., Kim K. M., Baek W. C. (2013). Association of physical activity with sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults. *Age and Ageing*, 42(6), 734-740.
- Sakuma K., Yamaguchi A. (2013). Sarcopenic obesity and endocrinal adaptation with age. *International Journal of Endocrinology*, <https://doi.org/10.1155/2013/204164>.
- Santilli V., Bernetti A., Mangone M., Paoloni M. (2014). Clinical definition of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(3), 177-180.
- Shephard R. J., Aoyagi Y. (2012). Measurement of human energy expenditure, with particular reference to field studies: An historical perspective. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 2785-2815.
- Silva F. M., Petrica J., Serrano J., Pulo R., Ramalho A., Lucas D., Ferreira J. P., Duarte-Mendes P. (2019). The sedentary time and physical activity levels on physical fitness in the elderly: a comparative cross sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19).
- Skubiszewska A., Broczek K., Olędzka G. (2017). Ocena siły mięśniowej ręki u osób w podeszłym wieku – znaczenie badania. *Gerontologia Polska*, 26, 64-71
- Sozański H. (1999). Podstawy teorii treningu sportowego. Centralny Ośrodek Sportu, Warszawa.
- Stanisz A. (2007). Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica PL na przykładach z medycyny. Modele liniowe i nieliniowe. StatSoft Polska, Kraków.
- Strath S., Brage S., Ekelund U. (2005). Integration of physiological and accelerometer data to improve physical activity assessment. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 563-571.

- Strzelecki A., Ciechanowicz R., Zdrojewski Z. (2011). Sarkopenia wieku podeszłego. *Gerontologia Polska*, 19(3), 134-145.
- Szczepaniak R., Brzuszkiewicz-Kuźmicka G., Szczepkowski M., Pop T., Śliwiński Z. (2014). Ocena aktywności ruchowej i sprawności fizycznej kobiet po 65 roku życia ze zdiagnozowaną osteoporozą. Doniesienia wstępne. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków*, 1, 62-73.
- Ticinesi A., Lauretani F., Milani C., Nouvenne A., Tana C., Del Rio D., Maggio M., Ventura M., Meschi T. (2017). Aging gut microbiota at the cross-road between nutrition, physical frailty, and sarcopenia: is there a gut-muscle axis? *Nutrients*, 9(12).
- Tomczak M., Tomczak E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 1(21), 19-25.
- Tyrovolas S., Koyanagi A., Olaya B., Ayuso-Mateos J. L., Miret M., Chatterji S., Tobiasz-Adamczyk B., Koskinen S., Leonardi M., Haro J. M. (2016). Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 7, 312-321.
- Vetrano D. L., Landi F., Volpato S., Corsonello A., Meloni E., Bernabei R., Onder G. (2014). Association of sarcopenia with short- and long-term mortality in older adults admitted to acute care wards: results from the CRIME study. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 69(9), 1154-1161.
- Villada F. A. P., Franco S. A. A., De Paz Fernández J. A. (2015). Sarcopenia in community-dwelling persons over 60 years of age from a northern Spanish city: relationship between diagnostic criteria and association with the functional performance. *Nutricion Hospitalaria*, 31(5), 2154-2160.

- Vincent H. K., Raiser S. N., Vincent K. R. (2012). The aging musculoskeletal system and obesity-related considerations with exercise. *Ageing Research Reviews*, 11(3), 361-373.
- Wannamethee S. G., Atkins J. L. (2015). Muscle loss and obesity: The health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 74(4), 405-412.
- Westbury L. D., Dodds R. M., Syddall H. E., Baczyńska A. M., Shaw S. C., Dennison E. M., Roberts H. C., Sayer A. A., Cooper C., Patel H. P. (2018). Associations between objectively measured physical activity, body composition and sarcopenia: Findings from the hertfordshire sarcopenia study (HSS). *Calcified Tissue International*, 103(3), 237-245.
- Woods J. L., Iuliano-Burns S., King S. J., Strauss B. J., Walker K. Z. (2011). Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia. *Clinical Interventions in Aging*, 6, 67-76.
- Zamboni M., Mazzali G., Fantin F., Rossi A., Di Francesco V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition Metabolism Cardiovascular Disease*, 18, 5, 388-395.
- Zasadzka E., Pieczyńska A., Trzmiel T., Pawlaczyk M. (2020). Polish translation and validation of the SARC-F total for the assessment of sarcopenia. *Clinical Intervention in Aging*, 15, 567-574.
- Żołądź J., Majerczak J., Duda K. (2011). Starzenie się a wydolność fizyczna człowieka. W: *Fizjologia wysiłku i treningu fizycznego*. Red. J. Górski. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 157-165.
- Żołądź J., Majerczak J. (2018). Adaptation of motor unit contractile properties in rat medial gastrocnemius to treadmill endurance training: Relationship to muscle mitochondrial biogenesis. *PLOS One*, 13 (4) (dokument elektroniczny).

- Yadigar S., Yavuzer H., Yavuzer S. (2015). Primary sarcopenia in older people with normal nutrition. *Journal of Nutrition Health and Aging*, 20(234-38).
- Yang C. C., Hsu Y. L. (2010). A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors*, 10(8), 7772
- Yngve A., Tseng M., Hodge A., McNeill G., Haapala I. (2011). Assessment of diet and physical activity: New tools; old challenges. *Public Health Nutrition*, 14(3), 377-378.

Objawy sarkopenii a aktywność fizyczna i sprawność funkcjonalna kobiet po 60 roku życia

Streszczenie

Celem badań było rozpoznanie skali sarkopenii wśród kobiet po 60 roku życia mieszkających w regionie Górnego Śląska oraz ocena jej związków z budową somatyczną, aktywnością fizyczną i sprawnością funkcjonalną.

W badaniach uczestniczyło 175 kobiet w wieku 60-79 lat, z których wyłonione zostały trzy grupy: bez sarkopenii oraz z presarkopenią i sarkopenią właściwą. Wiek poszczególnych grup był zbliżony: średnie wieku wynosiły 67,6, 68 i 68,2 lat. Wśród badanych połowa kobiet była w stanie wolnym (50,9%), pozostałe zamężne (49,1%). Pod względem cenzusu dominowały kobiety z wykształceniem średnim (52,6%) i wyższym (30,9%), a najmniej było senierek z wykształceniem podstawowym i zawodowym (30,9%).

W badaniach wysokość ciała, obwód talii i obwód bioder były mierzone antropometrem i taśmą metryczną. Masa i skład ciała były oceniane techniką impedancji bioelektrycznej (BIA) czterokończynowym analizatorem składu ciała Tanita BC-418. Pomiary dotyczyły następujących cech somatycznych: masa ciała (BM), masa ciała szczupłego (FFM), zawartość tkanki tłuszczowej (FR) oraz opór wyzwalany przez ciało (IMP). Na podstawie wykonanych pomiarów zostały obliczone wskaźniki: masy ciała (BMI), taliowo-biodrowy (WHR).

Monitoring tygodniowej aktywności fizycznej był dokonywany trójosiowym akcelerometrem ActiGraph GT3X+, który rejestruje przyspieszenia całego ciała w płaszczyźnie strzałkowej, czołowej i poprzecznej. Urządzenie było noszone przez badaną osobę w ciągu 7 kolejnych dni na wysokości biodra i zdejmowane wyłącznie na noc oraz do czynności związanych z kontaktem z wodą.

Sprawność funkcjonalna oceniona była próbami Senior Fitness Test (SFT) przeznaczonego dla osób w wieku 60-94 lat. SFT pozwala ocenić

następujące składowe sprawności funkcjonalnej: siłę mięśni kończyny górnej, siłę mięśni kończyn dolnych, gibkość górnej i dolnej części ciała, zwinność i równowagę dynamiczną oraz tlenową wydolność wysiłkową.

Badania pozwalają stwierdzić, że wysokość ciała nie różnicowała znamienne badane kobiety ze względu na nasilenie zmian sarkopenicznych. Cechą bardziej różnicującą okazała się masa ciała, a w konsekwencji także wskaźnik BMI. Bardziej tęgą budową ciała odznaczały się seniorki bez sarkopenii. W obwodach talii i bioder dominowały kobiety bez sarkopenii, mniejsze wymiary miały seniorki z presarkopenią, a najmniejsze z sarkopenią właściwą. Nasilenie zmian sarkopenicznych kojarzyło się z większą szczupłością kobiet, co potwierdzają też pomiary zawartości tkanki tłuszczowej. Kobiety bez sarkopenii odznaczały się również najmniejszą rezystancją (opór tkankowy).

W sprawności fizycznej kobiety z sarkopenią właściwą osiągały znamienne gorsze rezultaty w poszczególnych próbach motorycznych od pozostałych senierek. Jest to widoczne zwłaszcza w zwinności i równowadze dynamicznej, sile mięśni kończyn górnych i dolnych oraz aerobowej wydolności wysiłkowej. Można zatem stwierdzić, że nasilenie zmian sarkopenicznych wyraźnie ogranicza sprawność fizyczną senierek.

Aktywność fizyczna nie wykazuje znamienych współzależności ze zmianami sarkopenicznymi, z wyjątkiem wydatku energetycznego. Jednak bardziej aktywne fizycznie okazały się kobiety bez sarkopenii.

Badania potwierdziły, że sprawność funkcjonalna i aktywność fizyczna są doniosłymi czynnikami w profilaktyce i przeciwdziałaniu zmianom sarkopenicznym u kobiet w zaawansowanym wieku. Wynika stąd refleksja o konieczności upowszechniania systematycznej aktywności fizycznej w populacji kobiet metrykalnie starszych.

Physical activity and functional fitness performance of sarcopenia in women over 60 years of age

Summary

The aim of the study was to recognize the scale of sarcopenia among women over 60 living in the Upper Silesia region and to assess its relationship with somatic structure, physical activity and functional fitness.

175 women aged 60-79 participated in the study, from which three groups were selected: without sarcopenia, presarcopenia and sarcopenia. The age of individual groups was similar; the average age was 67.6, 68 and 68.2 years. Half of the respondents were single (50.9%) and the other married (49.1%). In terms of census, women with secondary (52.6%) and higher (30.9%) education dominated, and the least were senior women with primary and vocational education (30.9%).

In the study were measured body height, waist circumference and hip circumference with an anthropometer and metric tape. Body mass and composition were assessed by bioelectrical impedance (BIA) with a four-limb Tanita BC-418 body composition analyzer. The measurements concerned the following somatic features: body weight (BM), lean body mass (FFM), body fat content (FR) and body-triggered resistance (IMP). On the basis of measurements made, the following indicators were calculated: body weight (BMI), waist-hip (WHR).

Monitoring of weekly physical activity was performed with a three-axis ActiGraph GT3X + accelerometer, which records the acceleration of the whole body in the sagittal, frontal and transverse plane. The device was worn by the examined person during 7 consecutive days at hip height and removed only at night and for activities related to contact with water.

Functional performance was assessed by the Senior Fitness Test (SFT) for people aged 60-94. SFT allows to assess the following components of functional fitness: muscle strength of the upper limb, muscle strength of the

lower limbs, flexibility of the upper and lower body, agility and dynamic balance, and aerobic exercise capacity.

Studies show that the height of the body did not significantly differentiate the studied women due to the severity of sarcopenic changes. Body weight and, as a consequence, the BMI index turned out to be more differentiating. Senior women without sarcopenia were more stout. Waist and hip circumferences were dominated by women without sarcopenia, seniors with presarcopenia were smaller, and the smallest with sarcopenia. The severity of sarcopenic changes was associated with greater slimness of women, which is also confirmed by measurements of body fat content. Women without sarcopenia also had the lowest resistance (tissue resistance).

In physical fitness, women with sarcopenia achieved significantly worse results in individual motor tests than other seniors. This is especially evident in agility and dynamic balance, strength of the upper and lower limbs muscles and aerobic exercise capacity. It can therefore be concluded that the severity of sarcopenic changes clearly limits the physical fitness of seniors.

Physical activity does not show significant correlations with sarcopenic changes, except for energy expenditure. However, women without sarcopenia turned out to be more physically active.

Studies have confirmed that fitness and physical activity are important factors in the prevention and counteraction of sarcopenic changes in women of advanced age. It follows the reflection on the need to promote systematic physical activity in the population of women who are older.

Aneksy

Tabela 14

Liczebności badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II)
i sarkopenią właściwą (III) w kategoriach wieku (młodsze, starsze)

| Kategoria wieku | Wiek (lata) | I | II | III | Razem |
|-----------------|-------------|----|----|-----|-------|
| Młodsze | 60-69 | 55 | 39 | 25 | 119 |
| Starsze | 70-79 | 22 | 20 | 14 | 56 |
| Razem | 60-79 | 77 | 59 | 39 | 175 |

Tabela 15

Cechy somatyczne badanych kobiet w kategoriach wieku

| Cecha | Wiek (lat) | x | s | V | Me | Q | W | p |
|---------------------|------------|-------|------|------|-------|------|------|-------|
| Wysokość ciała (cm) | 60-79 | 158,6 | 5,9 | 3,7 | 159,0 | 4,5 | 0,99 | 0,284 |
| | 60-69 | 159,5 | 6,0 | 3,7 | 159,0 | 4,5 | 0,99 | 0,304 |
| | 70-79 | 156,9 | 5,3 | 3,4 | 157,0 | 3,0 | 0,99 | 0,822 |
| Masa ciała (kg) | 60-79 | 70,5 | 12,6 | 17,9 | 69,5 | 9,7 | 0,98 | 0,028 |
| | 60-69 | 71,2 | 12,8 | 17,9 | 69,6 | 9,4 | 0,99 | 0,301 |
| | 70-79 | 68,9 | 12,3 | 17,8 | 65,4 | 10,6 | 0,96 | 0,037 |
| Obwód talii (cm) | 60-79 | 96,1 | 14,7 | 15,3 | 98,0 | 10,0 | 0,99 | 0,269 |
| | 60-69 | 95,6 | 15,2 | 15,9 | 98,0 | 9,5 | 0,99 | 0,304 |
| | 70-79 | 97,1 | 13,4 | 13,8 | 97,0 | 10,3 | 0,98 | 0,336 |
| Obwód bioder (cm) | 60-79 | 103,8 | 9,4 | 9,1 | 103,0 | 6,5 | 0,98 | 0,036 |
| | 60-69 | 104,1 | 9,6 | 9,3 | 104,0 | 6,5 | 0,99 | 0,400 |
| | 70-79 | 103,2 | 9,1 | 8,8 | 102,0 | 7,0 | 0,95 | 0,015 |
| Masa tkanki | 60-79 | 26,4 | 8,7 | 32,9 | 26,2 | 6,4 | 0,99 | 0,527 |

| | | | | | | | | |
|---|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|
| tłuszczowej (kg) | 60-69 | 26,7 | 9,0 | 33,6 | 26,5 | 6,2 | 0,99 | 0,904 |
| | 70-79 | 25,7 | 8,0 | 31,2 | 24,6 | 6,0 | 0,96 | 0,081 |
| Zawartość tkanki tłuszczowej (%) | 60-79 | 36,6 | 6,1 | 16,7 | 37,2 | 4,2 | 0,98 | 0,055 |
| | 60-69 | 36,8 | 6,3 | 17,1 | 37,4 | 4,6 | 0,98 | 0,103 |
| | 70-79 | 36,4 | 5,8 | 15,8 | 36,9 | 3,8 | 0,98 | 0,649 |
| Masa ciała bez tkanki tłuszczowej (kg) | 60-79 | 44,1 | 5,2 | 11,7 | 43,7 | 4,0 | 0,98 | 0,022 |
| | 60-69 | 44,5 | 5,1 | 11,5 | 43,8 | 3,8 | 0,98 | 0,103 |
| | 70-79 | 43,4 | 5,2 | 12,0 | 42,8 | 4,2 | 0,96 | 0,082 |
| Opór tkankowy (rezystancja) (Ω) | 60-79 | 618,7 | 69,7 | 11,3 | 617,0 | 45,5 | 1,00 | 0,928 |
| | 60-69 | 623,3 | 69,9 | 11,2 | 612,0 | 44,5 | 0,99 | 0,616 |
| | 70-79 | 608,9 | 68,8 | 11,3 | 626,5 | 44,0 | 0,98 | 0,374 |

*W tabelach tego rodzaju symbole oznaczają: \bar{x} – średnia arytmetyczna, s – odchylenie standardowe, V – współczynnik zmienności, Me – mediana, Q – odchylenie ćwiartkowe, R – porównanie wielokrotne średnich rang testem Dunna, H – test Kruskala-Wallisa; istotności na poziomie $p < 0,05$ wyróżniono kursywą, na poziomie $p < 0,01$ pogrubioną kursywą, na poziomie $p < 0,001$ drukiem grubym.

Tabela 16

Weryfikacja normalności rozkładów cech somatycznych (W) oraz homogeniczności wariancji (F) badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III) w kategoriach wieku*

| Cecha | Grupa | W | pW | F | pF |
|---------------------|-------|------|-------|------|-------|
| 60-79 lat | | | | | |
| Wysokość ciała (cm) | I | 0,99 | 0,711 | 0,23 | 0,795 |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| | II | 0,98 | 0,532 | | |
| | III | 0,95 | 0,121 | | |
| Masa ciała (kg) | I | 0,99 | 0,735 | 1,20 | 0,303 |
| | II | 0,95 | 0,022 | | |
| | III | 0,97 | 0,366 | | |
| Obwód talii (cm) | I | 0,99 | 0,584 | 2,27 | 0,106 |
| | II | 0,98 | 0,362 | | |
| | III | 0,98 | 0,681 | | |
| Obwód bioder (cm) | I | 0,98 | 0,333 | 0,08 | 0,925 |
| | II | 0,97 | 0,107 | | |
| | III | 0,93 | 0,017 | | |
| Masa tkanki tłuszczowej (kg) | I | 0,99 | 0,768 | 3,27 | 0,040 |
| | II | 0,95 | 0,028 | | |
| | III | 0,99 | 0,922 | | |
| Zawartość tkanki tłuszczowej (%) | I | 0,94 | 0,002 | 3,65 | 0,028 |
| | II | 0,98 | 0,582 | | |
| | III | 0,97 | 0,441 | | |
| Masa ciała bez tkanki tłuszczowej (kg) | I | 0,99 | 0,799 | 1,03 | 0,361 |
| | II | 0,98 | 0,415 | | |
| | III | 0,97 | 0,267 | | |
| Opór tkankowy (rezystancja) (Ω) | I | 0,93 | 0,000 | 1,23 | 0,295 |
| | II | 0,93 | 0,003 | | |
| | III | 0,96 | 0,130 | | |
| 60-69 lat | | | | | |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| Wysokość ciała (cm) | I | 0,99 | 0,978 | 0,84 | 0,435 |
| | II | 0,97 | 0,299 | | |
| | III | 0,94 | 0,152 | | |
| Masa ciała (kg) | I | 0,99 | 0,956 | 0,27 | 0,764 |
| | II | 0,96 | 0,133 | | |
| | III | 0,96 | 0,407 | | |
| Obwód talii (cm) | I | 0,98 | 0,479 | 3,16 | 0,046 |
| | II | 0,97 | 0,261 | | |
| | III | 0,97 | 0,597 | | |
| Obwód bioder (cm) | I | 0,98 | 0,582 | 0,09 | 0,912 |
| | II | 0,96 | 0,237 | | |
| | III | 0,94 | 0,168 | | |
| Masa tkanki tłuszczowej (kg) | I | 0,99 | 0,918 | 2,27 | 0,108 |
| | II | 0,96 | 0,152 | | |
| | III | 0,99 | 0,985 | | |
| Zawartość tkanki tłuszczowej (%) | I | 0,96 | 0,065 | 3,27 | 0,042 |
| | II | 0,97 | 0,428 | | |
| | III | 0,97 | 0,534 | | |
| Masa ciała bez tkanki tłuszczowej (kg) | I | 0,97 | 0,218 | 1,10 | 0,337 |
| | II | 0,98 | 0,778 | | |
| | III | 0,94 | 0,148 | | |
| Opór tkankowy (rezystancja) (Ω) | I | 0,92 | 0,001 | 2,10 | 0,127 |
| | II | 0,95 | 0,089 | | |
| | III | 0,92 | 0,050 | | |

| 70-79 lat | | | | | |
|--|-----|------|-------|------|-------|
| Wysokość ciała (cm) | I | 0,96 | 0,520 | 1,23 | 0,301 |
| | II | 0,95 | 0,353 | | |
| | III | 0,97 | 0,877 | | |
| Masa ciała (kg) | I | 0,91 | 0,048 | 1,86 | 0,166 |
| | II | 0,93 | 0,147 | | |
| | III | 0,93 | 0,292 | | |
| Obwód talii (cm) | I | 0,98 | 0,949 | 0,05 | 0,955 |
| | II | 0,93 | 0,189 | | |
| | III | 0,92 | 0,217 | | |
| Obwód bioder (cm) | I | 0,96 | 0,431 | 0,65 | 0,527 |
| | II | 0,90 | 0,042 | | |
| | III | 0,88 | 0,051 | | |
| Masa tkanki tłuszczowej (kg) | I | 0,92 | 0,073 | 2,13 | 0,129 |
| | II | 0,94 | 0,254 | | |
| | III | 0,94 | 0,459 | | |
| Zawartość tkanki tłuszczowej (%) | I | 0,88 | 0,014 | 1,62 | 0,208 |
| | II | 0,98 | 0,964 | | |
| | III | 0,97 | 0,810 | | |
| Masa ciała bez tkanki tłuszczowej (kg) | I | 0,95 | 0,316 | 0,05 | 0,953 |
| | II | 0,87 | 0,014 | | |
| | III | 0,94 | 0,480 | | |
| Opór tkankowy (rezystancja) (Ω) | I | 0,89 | 0,018 | 1,51 | 0,231 |
| | II | 0,92 | 0,103 | | |

| | | | | | |
|--|-----|------|-------|--|--|
| | III | 0,94 | 0,486 | | |
|--|-----|------|-------|--|--|

*W tabelach tego rodzaju symbole oznaczają: W – test normalności rozkładu Shapiro-Wilka, F – test homogeniczności wariancji Levene’a.

Tabela 17

Wskaźniki cech somatycznych badanych kobiet w kategoriach wieku

| Wskaźnik | Wiek (lat) | x | s | V | Me | Q | W | P |
|--|------------|------|-----|------|------|-----|-------------|-------|
| Wskaźnik masy ciała (BMI) (kg/m ²) | 60-79 | 27,9 | 4,5 | 16,0 | 27,7 | 3,4 | 0,98 | 0,026 |
| | 60-69 | 27,9 | 4,5 | 16,2 | 27,8 | 3,4 | 0,98 | 0,151 |
| | 70-79 | 27,9 | 4,4 | 15,7 | 27,4 | 3,8 | 0,94 | 0,012 |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy (WHR) (j.u.) | 60-79 | 0,9 | 0,1 | 11,6 | 0,9 | 0,1 | 0,98 | 0,046 |
| | 60-69 | 0,9 | 0,1 | 11,6 | 0,9 | 0,1 | 0,98 | 0,054 |
| | 70-79 | 0,9 | 0,1 | 11,3 | 0,9 | 0,1 | 0,96 | 0,080 |
| Masa mięśni szkieletowych (kG) | 60-79 | 16,8 | 2,4 | 14,2 | 16,6 | 1,7 | 0,98 | 0,020 |
| | 60-69 | 17,1 | 2,3 | 13,6 | 16,8 | 1,7 | 0,98 | 0,148 |
| | 70-79 | 16,3 | 2,4 | 14,9 | 15,8 | 1,9 | 0,96 | 0,054 |
| Wskaźnik masy mięśni (kG/m ²) | 60-79 | 6,7 | 0,8 | 11,4 | 6,6 | 0,5 | 0,97 | 0,003 |
| | 60-69 | 6,7 | 0,7 | 10,9 | 6,7 | 0,4 | 0,99 | 0,215 |
| | 70-79 | 6,6 | 0,8 | 12,5 | 6,4 | 0,5 | 0,93 | 0,004 |

Tabela 18

Weryfikacja normalności rozkładów wskaźników somatycznych (W) oraz homogeniczności wariancji (F) badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III) w kategoriach wieku

| Wskaźnik | Grupa | W | pW | F | pF |
|----------|-------|---|----|---|----|
|----------|-------|---|----|---|----|

| 60-79 lat | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| Wskaźnik masy ciała (BMI) (kg/m ²) | I | 0,99 | 0,704 | 3,07 | 0,049 |
| | II | 0,96 | 0,052 | | |
| | III | 0,98 | 0,712 | | |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy (WHR) (j.u.) | I | 0,97 | 0,100 | 1,09 | 0,339 |
| | II | 0,92 | 0,001 | | |
| | III | 0,95 | 0,084 | | |
| Masa mięśni szkieletowych (kG) | I | 0,99 | 0,506 | 1,92 | 0,150 |
| | II | 0,99 | 0,748 | | |
| | III | 0,97 | 0,267 | | |
| Wskaźnik masy mięśni (kG/m ²) | I | 0,87 | 0,000 | 3,21 | 0,043 |
| | II | 0,95 | 0,026 | | |
| | III | 0,93 | 0,021 | | |
| 60-69 lat | | | | | |
| Wskaźnik masy ciała (BMI) (kg/m ²) | I | 0,99 | 0,723 | 1,78 | 0,174 |
| | II | 0,95 | 0,072 | | |
| | III | 0,97 | 0,769 | | |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy (WHR) (j.u.) | I | 0,97 | 0,161 | 1,34 | 0,266 |
| | II | 0,92 | 0,012 | | |
| | III | 0,95 | 0,194 | | |
| Masa mięśni szkieletowych (kG) | I | 0,98 | 0,474 | 1,90 | 0,154 |
| | II | 0,99 | 0,984 | | |
| | III | 0,94 | 0,126 | | |
| Wskaźnik masy mięśni | I | 0,89 | 0,000 | 0,56 | 0,571 |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| (kG/m ²) | II | 0,93 | 0,014 | | |
| | III | 0,91 | 0,029 | | |
| 70-79 lat | | | | | |
| Wskaźnik masy ciała (BMI) (kg/m ²) | I | 0,97 | 0,752 | 3,76 | 0,030 |
| | II | 0,96 | 0,538 | | |
| | III | 0,91 | 0,153 | | |
| Wskaźnik taliowo-biodrowy (WHR) (j.u.) | I | 0,96 | 0,570 | 0,16 | 0,855 |
| | II | 0,87 | 0,010 | | |
| | III | 0,92 | 0,235 | | |
| Masa mięśni szkieletowych (kG) | I | 0,92 | 0,082 | 0,77 | 0,468 |
| | II | 0,95 | 0,392 | | |
| | III | 0,96 | 0,653 | | |
| Wskaźnik masy mięśni (kG/m ²) | I | 0,85 | 0,003 | 3,71 | 0,031 |
| | II | 0,97 | 0,699 | | |
| | III | 0,95 | 0,528 | | |

Tabela 19

Aktywność fizyczna badanych kobiet w kategoriach wieku

| Zmienna | Wiek (lat) | x | s | V | Me | Q | W | p |
|---|------------|--------|--------|------|--------|-------|-------------|--------|
| Tygodniowy wydatek energetyczny (kcal/tyg.) | 60-79 | 2281,5 | 1262,8 | 55,3 | 2013,1 | 755,3 | 0,91 | <0,001 |
| | 60-69 | 2408,3 | 1213,2 | 50,4 | 2352,9 | 799,4 | 0,95 | <0,001 |
| | 70-79 | 2011,1 | 1334,2 | 66,3 | 1654,6 | 499,0 | 0,78 | <0,001 |
| Dzienny wydatek energetyczny (kcal/dzień) | 60-79 | 318,0 | 172,9- | 54,4 | 282,2 | 104,5 | 0,90 | <0,001 |
| | 60-69 | 336,4 | 166,0 | 49,4 | 311,5 | 102,1 | 0,94 | <0,001 |
| | 70-79 | 278,8 | 182,1 | 65,3 | 250,3 | 57,8 | 0,75 | <0,001 |

| | | | | | | | | |
|--|-------|--------|--------|------|--------|-------|-------------|--------|
| Czas trwania zachowań sedentarnych (min/tyg.) | 60-79 | 2963,8 | 1008,3 | 34,0 | 2919,5 | 552,0 | 0,98 | 0,012 |
| | 60-69 | 2892,6 | 938,5 | 32,4 | 2876,0 | 526,5 | 0,98 | 0,044 |
| | 70-79 | 3115,7 | 1137,7 | 36,5 | 3126,0 | 626,0 | 0,98 | 0,376 |
| Aktywność fizyczna o małej intensywności (min/tyg.) | 60-79 | 1567,5 | 528,4 | 33,7 | 1610,5 | 337,5 | 0,99 | 0,311 |
| | 60-69 | 1600,4 | 503,5 | 31,5 | 1626,0 | 307,5 | 0,98 | 0,201 |
| | 70-79 | 1497,1 | 576,7 | 38,5 | 1554,0 | 392,0 | 0,98 | 0,650 |
| Aktywność fizyczna o umiarkowanej i dużej (min/tyg.) | 60-79 | 439,0 | 237,8 | 54,2 | 392,0 | 168,0 | 0,96 | <0,001 |
| | 60-69 | 462,4 | 248,4 | 53,7 | 415,0 | 170,0 | 0,96 | 0,002 |
| | 70-79 | 389,1 | 206,9 | 53,2 | 350,0 | 163,5 | 0,96 | 0,109 |
| Czas zachowań sedentarnych (%) | 60-79 | 59,1 | 9,9 | 16,8 | 58,9 | 7,1 | 0,99 | 0,765 |
| | 60-69 | 57,9 | 9,7 | 16,8 | 58,1 | 6,1 | 0,99 | 0,467 |
| | 70-79 | 61,7 | 10,0 | 16,3 | 61,3 | 7,5 | 0,98 | 0,562 |
| Czas aktywności fizycznej o intensywności małej (%) | 60-79 | 31,8 | 7,8 | 24,5 | 32,1 | 5,1 | 1,00 | 0,863 |
| | 60-69 | 32,5 | 7,3 | 22,6 | 32,5 | 4,5 | 0,99 | 0,879 |
| | 70-79 | 30,2 | 8,5 | 28,2 | 30,1 | 6,0 | 0,99 | 0,752 |
| Czas aktywności o intensywności umiarkowanej i dużej (%) | 60-79 | 9,1 | 4,9 | 54,1 | 8,2 | 3,1 | 0,92 | <0,001 |
| | 60-69 | 9,5 | 4,9 | 51,7 | 8,6 | 3,3 | 0,95 | <0,001 |
| | 70-79 | 8,1 | 4,7 | 58,8 | 7,3 | 2,2 | 0,84 | <0,001 |
| Ilość wykonanych kroków (n/tyg.) | 60-79 | 61890 | 32840 | 53,1 | 55256 | 20803 | 0,95 | <0,001 |
| | 60-69 | 66336 | 34069 | 51,4 | 60963 | 22621 | 0,95 | <0,001 |
| | 70-79 | 52410 | 28061 | 53,5 | 49400 | 19206 | 0,95 | 0,033 |

Tabela 20

Weryfikacja normalności rozkładów zmiennych aktywności fizycznej (W) oraz homogeniczności wariancji (F) badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III)

| Zmienna | Grupa | W | pW | F | pF |
|---|-------|-------------|-------|------|-------|
| 60-79 lat | | | | | |
| Tygodniowy wydatek energetyczny (kcal/tyg.) | I | 0,92 | 0,000 | 4,64 | 0,011 |
| | II | 0,90 | 0,000 | | |
| | III | 0,95 | 0,120 | | |
| Dzienny wydatek energetyczny (kcal/dzień) | I | 0,91 | 0,000 | 4,95 | 0,008 |
| | II | 0,88 | 0,000 | | |
| | III | 0,96 | 0,195 | | |
| Czas trwania zachowań sedentarnych (min/tydz.) | I | 0,97 | 0,059 | 0,01 | 0,985 |
| | II | 0,95 | 0,024 | | |
| | III | 0,99 | 0,895 | | |
| Aktywność fizyczna o małej intensywności (min/tydz.) | I | 0,99 | 0,963 | 1,67 | 0,192 |
| | II | 0,98 | 0,580 | | |
| | III | 0,97 | 0,433 | | |
| Aktywność fizyczna o umiarkowanej i dużej intensywności (min/tydz.) | I | 0,96 | 0,026 | 0,93 | 0,398 |
| | II | 0,94 | 0,008 | | |
| | III | 0,93 | 0,030 | | |
| Czas trwania zachowań sedentarnych (%) | I | 0,99 | 0,833 | 1,21 | 0,302 |
| | II | 0,98 | 0,473 | | |
| | III | 0,98 | 0,813 | | |
| Czas trwania | I | 0,99 | 0,849 | 1,86 | 0,159 |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| aktywności fizycznej o małej intensywności (%) | II | 0,98 | 0,287 | | |
| | III | 0,96 | 0,267 | | |
| Czas trwania aktywności fizycznej o intensywności umiarkowanej i dużej (%) | I | 0,96 | 0,018 | 0,53 | 0,590 |
| | II | 0,87 | 0,000 | | |
| | III | 0,88 | 0,001 | | |
| Ilość wykonanych kroków (n/tydz.) | I | 0,97 | 0,060 | 0,62 | 0,539 |
| | II | 0,92 | 0,001 | | |
| | III | 0,91 | 0,006 | | |
| 60-69 lat | | | | | |
| Tygodniowy wydatek energetyczny (kcal/tyg.) | I | 0,96 | 0,137 | 2,10 | 0,127 |
| | II | 0,89 | 0,001 | | |
| | III | 0,94 | 0,162 | | |
| Dzienny wydatek energetyczny (kcal/dzień) | I | 0,97 | 0,174 | 2,14 | 0,123 |
| | II | 0,87 | 0,000 | | |
| | III | 0,95 | 0,290 | | |
| Czas trwania zachowań sedentarnych (min/tydz.) | I | 0,94 | 0,013 | 1,62 | 0,203 |
| | II | 0,93 | 0,021 | | |
| | III | 0,98 | 0,935 | | |
| Aktywność fizyczna o małej intensywności (min/tydz.) | I | 0,99 | 0,914 | 1,83 | 0,165 |
| | II | 0,97 | 0,284 | | |
| | III | 0,97 | 0,529 | | |
| Aktywność fizyczna o intensywności umiarkowanej i dużej (min/tydz.) | I | 0,97 | 0,184 | 0,24 | 0,784 |
| | II | 0,92 | 0,009 | | |
| | III | 0,93 | 0,091 | | |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| Czas trwania zachowań sedentarnych (%) | I | 0,99 | 0,934 | 3,21 | 0,044 |
| | II | 0,96 | 0,239 | | |
| | III | 0,97 | 0,701 | | |
| Czas trwania aktywności fizycznej o małej intensywności (%) | I | 0,99 | 0,895 | 4,77 | 0,010 |
| | II | 0,96 | 0,148 | | |
| | III | 0,95 | 0,298 | | |
| Czas trwania aktywności fizycznej o intensywności umiarkowanej i dużej (%) | I | 0,96 | 0,062 | 0,27 | 0,765 |
| | II | 0,89 | 0,002 | | |
| | III | 0,92 | 0,053 | | |
| Ilość wykonanych kroków (n/tydz.) | I | 0,97 | 0,259 | 1,83 | 0,165 |
| | II | 0,92 | 0,009 | | |
| | III | <i>0,90</i> | 0,017 | | |
| 70-79 lat | | | | | |
| Tygodniowy wydatek energetyczny (kcal/tyg.) | I | 0,82 | 0,001 | 6,56 | 0,003 |
| | II | 0,97 | 0,793 | | |
| | III | 0,93 | 0,426 | | |
| Dzienny wydatek energetyczny (kcal/dzień) | I | 0,78 | 0,000 | 5,91 | 0,005 |
| | II | 0,94 | 0,227 | | |
| | III | 0,97 | 0,886 | | |
| Czas trwania zachowań sedentarnych (min/tydz.) | I | 0,97 | 0,781 | 1,48 | 0,238 |
| | II | 0,95 | 0,443 | | |
| | III | 0,93 | 0,334 | | |
| Aktywność fizyczna o małej intensywności | I | 0,97 | 0,817 | 0,05 | 0,952 |
| | II | 0,97 | 0,736 | | |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| (min/tydz.) | III | 0,96 | 0,778 | | |
| Aktywność fizyczna o intensywności umiarkowanej i dużej (min/tydz.) | I | 0,93 | 0,138 | 1,98 | 0,149 |
| | II | 0,94 | 0,242 | | |
| | III | 0,99 | 0,997 | | |
| Czas trwania zachowań sedentarnych (%) | I | 0,95 | 0,298 | 0,94 | 0,399 |
| | II | 0,94 | 0,262 | | |
| | III | 0,95 | 0,570 | | |
| Czas trwania aktywności fizycznej o małej intensywności (%) | I | 0,98 | 0,972 | 0,59 | 0,558 |
| | II | 0,96 | 0,520 | | |
| | III | 0,94 | 0,494 | | |
| Czas trwania aktywności fizycznej o intensywności umiarkowanej i dużej (%) | I | 0,95 | 0,329 | 0,39 | 0,680 |
| | II | 0,79 | 0,001 | | |
| | III | 0,76 | 0,003 | | |
| Ilość wykonanych kroków (n/tydz.) | I | 0,92 | 0,081 | 0,30 | 0,745 |
| | II | 0,94 | 0,261 | | |
| | III | 0,95 | 0,575 | | |

Tabela 21

Sprawność funkcjonalna badanych kobiet w kategoriach wieku

| Zmienna | Wiek (lat) | x | s | V | Me | Q | W | p |
|-------------------------------------|------------|-----|-----|------|-----|-----|-------------|--------|
| Zwinność i równowaga dynamiczna (s) | 60-79 | 6,4 | 1,4 | 21,2 | 6,1 | 0,8 | 0,93 | <0,001 |
| | 60-69 | 6,2 | 1,2 | 19,9 | 6,0 | 0,8 | 0,95 | <0,001 |
| | 70-79 | 6,8 | 1,5 | 21,8 | 6,6 | 0,8 | 0,88 | <0,001 |

| | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|--------|------|------|-------------|--------|
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | 60-79 | 14,9 | 3,2 | 21,5 | 15,0 | 2,0 | 0,97 | 0,001 |
| | 60-69 | 14,9 | 3,1 | 21,0 | 15,0 | 1,5 | 0,96 | 0,001 |
| | 70-79 | 14,9 | 3,4 | 22,9 | 15,0 | 2,5 | 0,97 | 0,128 |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | 60-79 | 17,2 | 3,7 | 21,5 | 17,0 | 2,0 | 0,98 | 0,017 |
| | 60-69 | 17,3 | 3,7 | 21,5 | 17,0 | 2,0 | 0,98 | 0,067 |
| | 70-79 | 17,1 | 3,7 | 21,4 | 17,0 | 2,5 | 0,97 | 0,110 |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | 60-79 | 5,9 | 9,3 | 157,8 | 7,0 | 5,5 | 0,99 | 0,090 |
| | 60-69 | 5,7 | 9,1 | 158,7 | 6,0 | 5,5 | 0,98 | 0,181 |
| | 70-79 | 6,2 | 9,7 | 157,2 | 7,0 | 6,8 | 0,97 | 0,288 |
| Gibkość górnej części ciała (cm) | 60-79 | -6,3 | 11,3 | -180,1 | -4,0 | 7,5 | 0,93 | <0,001 |
| | 60-69 | -6,1 | 11,7 | -192,3 | -3,0 | 7,0 | 0,91 | <0,001 |
| | 70-79 | -6,7 | 10,6 | -157,5 | -5,0 | 7,0 | 0,95 | 0,025 |
| Aerobowa wydolność fizyczna (powt./2 min) | 60-79 | 87,5 | 23,2 | 26,5 | 87,0 | 17,5 | 0,99 | 0,148 |
| | 60-69 | 89,9 | 22,4 | 25,0 | 89,0 | 17,3 | 0,99 | 0,422 |
| | 70-79 | 82,5 | 24,1 | 29,2 | 81,0 | 17,3 | 0,97 | 0,228 |
| Siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | 60-79 | 26,6 | 5,0 | 18,7 | 28,0 | 4,0 | 0,97 | <0,001 |
| | 60-69 | 27,3 | 4,6 | 17,0 | 28,0 | 3,0 | 0,97 | 0,005 |
| | 70-79 | 25,1 | 5,4 | 21,4 | 26,0 | 4,8 | 0,96 | 0,042 |
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | 60-79 | 24,0 | 4,6 | 19,3 | 24,0 | 3,5 | 0,98 | 0,006 |
| | 60-69 | 24,7 | 4,3 | 17,5 | 25,0 | 3,0 | 0,97 | 0,005 |
| | 70-79 | 22,5 | 5,0 | 22,1 | 21,0 | 3,3 | 0,97 | 0,125 |

Tabela 22

Weryfikacja normalności rozkładów zmiennych sprawności funkcjonalnej (W) oraz homogeniczności wariancji (F) badanych kobiet bez sarkopenii (I), z presarkopenią (II) i sarkopenią właściwą (III) w kategoriach wieku

| Zmienna | Grupa | W | pW | F | pF |
|---|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| 60-79 lat | | | | | |
| Zwinność i równowaga dynamiczna (s) | I | 0,95 | 0,004 | 5,39 | 0,005 |
| | II | 0,98 | 0,272 | | |
| | III | 0,85 | 0,000 | | |
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | I | 0,97 | 0,049 | 0,06 | 0,942 |
| | II | 0,95 | 0,026 | | |
| | III | 0,94 | 0,028 | | |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | I | 0,98 | 0,136 | 0,35 | 0,702 |
| | II | 0,97 | 0,155 | | |
| | III | 0,97 | 0,346 | | |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | I | 0,98 | 0,162 | 1,25 | 0,289 |
| | II | 0,98 | 0,528 | | |
| | III | 0,96 | 0,168 | | |
| Gibkość górnej części ciała (cm) | I | 0,95 | 0,005 | 7,72 | 0,001 |
| | II | 0,89 | 0,000 | | |
| | III | 0,98 | 0,611 | | |
| Aerobowa wydolność fizyczna (powt./2 min) | I | 0,99 | 0,532 | 0,30 | 0,740 |
| | II | 0,99 | 0,789 | | |
| | III | 0,96 | 0,122 | | |

| | | | | | |
|---|-----|-------------|-------|--------------|-------|
| siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | I | 0,94 | 0,002 | 4,20 | 0,017 |
| | II | 0,97 | 0,167 | | |
| | III | 0,91 | 0,004 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | I | 0,97 | 0,070 | 0,54 | 0,587 |
| | II | 0,96 | 0,030 | | |
| | III | 0,97 | 0,367 | | |
| 60-69 lat | | | | | |
| Zwinność i równowaga dynamiczna (s) | I | 0,93 | 0,004 | 8,89 | 0,000 |
| | II | 0,96 | 0,130 | | |
| | III | 0,91 | 0,025 | | |
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | I | 0,96 | 0,087 | 0,35 | 0,703 |
| | II | 0,93 | 0,025 | | |
| | III | 0,92 | 0,050 | | |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | I | 0,96 | 0,094 | 0,08 | 0,926 |
| | II | 0,95 | 0,077 | | |
| | III | 0,94 | 0,168 | | |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | I | 0,98 | 0,332 | 0,21 | 0,814 |
| | II | 0,97 | 0,441 | | |
| | III | 0,96 | 0,401 | | |
| Gibkość górnej części ciała (cm) | I | 0,95 | 0,016 | 11,07 | 0,000 |
| | II | 0,91 | 0,004 | | |
| | III | 0,98 | 0,830 | | |
| | I | 0,98 | 0,481 | 0,24 | 0,786 |

| | | | | | |
|--|-----|-------------|-------|------|-------|
| Aerobowa wydolność fizyczna (powt./2 min) | II | 0,98 | 0,737 | | |
| | III | 0,90 | 0,021 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | I | 0,95 | 0,027 | 0,15 | 0,861 |
| | II | 0,97 | 0,401 | | |
| | III | 0,88 | 0,006 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | I | 0,97 | 0,129 | 0,22 | 0,803 |
| | II | 0,95 | 0,059 | | |
| | III | 0,95 | 0,212 | | |
| 70-79 lat | | | | | |
| Zwinność i równowaga dynamiczna (s) | I | 0,95 | 0,279 | 2,86 | 0,066 |
| | II | 0,95 | 0,380 | | |
| | III | 0,87 | 0,043 | | |
| Siła mięśni kończyn dolnych (powt./30 s) | I | 0,95 | 0,300 | 0,04 | 0,960 |
| | II | 0,97 | 0,811 | | |
| | III | 0,90 | 0,130 | | |
| Siła mięśni kończyny górnej (powt./30 s) | I | 0,95 | 0,296 | 1,43 | 0,248 |
| | II | 0,96 | 0,487 | | |
| | III | 0,87 | 0,036 | | |
| Gibkość dolnej części ciała (cm) | I | 0,97 | 0,657 | 2,73 | 0,074 |
| | II | 0,90 | 0,047 | | |
| | III | 0,96 | 0,764 | | |
| Gibkość górnej części | I | 0,95 | 0,370 | 0,21 | 0,810 |
| | II | 0,92 | 0,086 | | |

| | | | | | |
|--|-----|------|-------|------|-------|
| ciała (cm) | III | 0,90 | 0,129 | | |
| Aerobowa wydolność fizyczna (powt./2 min) | I | 0,93 | 0,153 | 0,16 | 0,852 |
| | II | 0,98 | 0,873 | | |
| | III | 0,97 | 0,853 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny prawej (kG) | I | 0,92 | 0,075 | 4,01 | 0,024 |
| | II | 0,93 | 0,179 | | |
| | III | 0,92 | 0,218 | | |
| Siła mięśni przedramienia kończyny lewej (kG) | I | 0,96 | 0,550 | 5,11 | 0,009 |
| | II | 0,96 | 0,540 | | |
| | III | 0,95 | 0,499 | | |

Załącznik 1

Organizacje senioralne, z których rekrutują się badane kobiety w wieku 60+

| Lp | Nazwa organizacji, instytucji | Adres |
|----|--|---|
| 1 | Uniwersytet Trzeciego Wieku Uniwersytetu Śląskiego | Katowice, ul. Bankowa 12B |
| 2 | Uniwersytet Ekonomiczny Trzeciego Wieku przy Uniwersytecie Ekonomicznym | Katowice, ul. 1 Maja 47E |
| 3 | Bytomski Uniwersytet Trzeciego Wieku Centrum Kształcenia Ustawicznego | Bytom, ul. Powstańców Śląskich 10 |
| 4 | Uniwersytet Trzeciego Wieku | Siemianowice Śląskie, ul. Wiosenna 5 |
| 5 | Uniwersytet Trzeciego Wieku | Tarnowskie Góry, ul. Sienkiewicza 16 |
| 6 | Górnośląski Uniwersytet Trzeciego Wieku | Chorzów, ul. Urbanowicza 2 |
| 7 | Uniwersytet Trzeciego Wieku | Mysłowice, ul. Powstańców 19 |

Załącznik 2

Poradnie medyczne, z którymi nawiązane zostały kontakty w celu pozyskania
do badań kobiet 60+

| Lp | Nazwa przychodni, poradni | Adres |
|----|--|--------------------------------------|
| 1 | Przychodnia „Pro Familia”, Poradnia Diabetologiczna | Katowice, ul. Łętowskiego 16A |
| 2 | Przychodnia Medycyny Pracy i Profilaktyki Zdrowotnej „Prof-Med” | Katowice, ul. Żelazna 1 |
| 3 | Przychodnia „Polimer”, Poradnia Diabetologiczna | Katowice, ul. Sandomierska 4/3 |
| 4 | Przychodnia „Revital”, Poradnia Diabetologiczna | Katowice, ul. Boya Żeleńskiego 77 |

| | | |
|----|--|---------------------------------------|
| 5 | NZOZ „Med-Diab”, Poradnia Diabetologiczna | Katowice, ul. Kościuszki 16 |
| 6 | Katowickie Centrum Onkologii, Poradnia Diabetologiczna | Katowice, ul. Raciborska 27 |
| 7 | Górnośląskie Centrum Medyczne, Poradnia Cukrzycowa | Katowice, ul. Ziołowa 45-47 |
| 8 | „Olk-Med”, Poradnia Diabetologiczna | Katowice, ul. Dworcowa 3 |
| 9 | Introl-Energomontaż, Poradnia Diabetologiczna | Chorzów, ul. Szczecińska 10/11 |
| 10 | „Asklepios”, Poradnia Diabetologiczna | Chorzów, ul. Wolności 109 |
| 11 | NZOZ „Diab Serwis”, Poradnia Diabetologiczna | Chorzów, ul. Ryszki 51 |
| 12 | Novia-Med Aleksandra Wasilewicz, Poradnia Diabetologiczna | Chorzów, ul. Paderewskiego 34 |
| 13 | NZLA „Alfa-Med”, Poradnia Diabetologiczna | Siemianowice, ul. Olimpijska 2 |
| 14 | „Nefrolux” L. Sobieraj, W. Kamiński Poradnia Diabetologiczna | Siemianowice Śląskie, ul. Szpitalna 6 |
| 15 | Izabella Deńca-Kuziemko, Poradnia Diabetologiczna | Sosnowiec, ul. Kisielewskiego 2 |
| 16 | Instytut Zdrowia Centrum, Poradnia Diabetologiczna | Sosnowiec, ul. Teatralna 10 |
| 17 | OLK Poradnie Specjalistyczne, Poradnia Diabetologiczna | Sosnowiec, ul. Piłsudskiego 9 |
| 18 | Przychodnia „Nasze Zdrowie” Grabińscy Poradnia Diabetologiczna | Tychy, ul. Rolna 44-48 |
| 19 | Poradnia Diabetologiczna | Tychy, ul. Nałkowskiej 27 |
| 20 | Przychodnia Nr 4, Poradnia Diabetologiczna | Tychy, ul. Niepodległości 45 |
| 21 | Przychodnia Nr 1 „Optima”, Poradnia | Tychy, ul. Wojska |

| | | |
|----|---|------------------------------------|
| | Diabetologiczna | Polskiego 4 |
| 22 | Centrum Medyczne Paprocany, Poradnia Diabetologiczna | Tychy, ul. Sikorskiego 101 |
| 23 | NZOX „Med-Art”, Poradnia Diabetologiczna | Żory, os. Księcia Władysława 27 |
| 24 | Górnośląskie Stowarzyszenie Diabetyków | Mikołów, Rynek 20 |

Załącznik 3

Własne publikacje naukowe

1. I. Ślężyńska, W. Kramarz, M. Ślężyńska: Promowanie Szczyrku jako ośrodka turystyki sportowej. W: Marketing w sporcie i turystyce sportowej. Red. nauk. J. Klisiński. Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji, Bytom 2009, 80-95.
2. A. Nawrocka, M. Ślężyńska: Zastosowanie aromaterapii w relaksacji. Refleksoterapia 2010, 2, 14-18.
3. J. Ślężyński, I. Ślężyńska, M. Ślężyńska: Physical fitness progression in women with obesity under the influence of regular physical activity (Poprawa sprawności fizycznej kobiet z otyłością pod wpływem regularnej sktywności ruchowej). Antropomotoryka 2010, 20(51), 79-85.
4. S. Majoch, J. Ślężyński, A. Nawrocka, M. Ślężyńska, Ł. Pankau: Alternatywne metody leczenia zachowawczego skrzywień kręgosłupa. Rehabilitacja w Praktyce 2011, 3, 34-37.
5. I. Ślężyńska, M. Ślężyńska: Dylematy uprawiania turystyki przez osoby niepełnosprawne. W: Efekty kształcenia i wychowania w kulturze fizycznej. J. Red. Ślężyński. AWF i PTNKF, Katowice 2011, 431-438.
6. I. Ślężyńska, M. Ślężyńska: Przystosowanie infrastruktury turystycznej do potrzeb osób niepełnosprawnych. W: Marketing sportowy wyzwaniem dla miast i regionów. Red. E. Wiśniewski. Przedsiębiorczość i Zarządzanie, Kołobrzeg-Łódź 2012, 189-197.

7. J. Ślężyński, J. Baranowski, M. Ślężyńska: Niepełnosprawność intelektualna w stopniu lekkim a aktywność sportowa (Light mental retardation and sport activity). W: Aktywność ruchowa dzieci i młodzieży niepełnosprawnej. Red. M. Bilska, R. Golanko, A. Kędra. Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu AWF, Biała Podlaska 2012, 29-35.
8. M. Ślężyńska, G. Mięso, K. Mięso: Sprawność fizyczna niepełnosprawnych intelektualnie w stopniu umiarkowanych i znacznym (Physical fitness of people with moderate and considerable intellectual disabilities). Fizjoterapia 2013, 21(3), 16-26.
9. D. Wiśniewska, M. Ślężyńska, J. Ślężyński: Znaczenie uniwersytetów trzeciego wieku w kreowaniu aktywnego stylu życia (Universities of the third age and their role in promotion of active life style). Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu 2014, 20(1), 21-25.
10. M. Ślężyńska, G. Błażejowski, J. Piekarski: Aktywność fizyczna skutecznym środkiem przeciwdziałania marginalizacji społecznej osób niepełnosprawnych (Physical activity as an effective mean of social exclusion prevention in disabled people). W: Aktywność ruchowa dzieci i młodzieży niepełnosprawnej (Movement activities in disabled children and youth). Red. M. Bilska, R. Golanko, J. Sołtan. Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu AWF, Biała Podlaska 2014, 195-215.
11. W. Majcher, M. Ślężyńska: Aktywność fizyczna studentów jako wykładnik zdrowotnego stylu życia (Physical activity of students as an exponent of a healthy life style). W: Promocja zdrowia i żywienie w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym. Red. nauk. T. Kasperczyk, D. Mucha. Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia, Kraków 2014, 235-258.
12. M. Ślężyńska, K. Smolik, D. Wiśniewska: Opinie osób starszych o zdrowym stylu życia (Seniors' opinions about healthy life style). W: Promocja zdrowia i żywienie w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym. Red. nauk. T.

- Kasperczyk, D. Mucha. Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia, Kraków 2014, 329-351.
13. M. Ślężyńska, L. Włusek: Rehabilitacja chorych po udarze mózgu (The rehabilitation after the stroke of the brain). W: Promocja zdrowia i żywienie w zapobieganiu chorobom cywilizacyjnym. Red. nauk. T. Kasperczyk, D. Mucha. Krakowska Wyższa Szkoła Promocji Zdrowia, Kraków 2014, 156-175.
 14. M. Ślężyńska, G. Mięso, K. Mięso: Sprawność fizyczna kobiet z niepełnosprawnością intelektualną poddawanych terapii zajęciowej i dodatkowej stymulacji ruchowej (Physical fitness in women with intellectual disability undergoing occupational therapy and additional motor stimulation). W: Medyczne, psychologiczne i społeczne aspekty aktywności fizycznej w kształtowaniu zdrowia ludzi z niepełnosprawnością. Red. J. Patkiewicz. PTWK, Wrocław 2015, 193-221.
 15. M. Ślężyńska, G. Mięso, K. Mięso: Możliwości stymulowania sprawności fizycznej mężczyzn z niepełnosprawnością intelektualną umiarkowaną i znaczną odpowiednią aktywnością ruchową. W: Aktywność fizyczna i żywienie – w trosce o zdrowie i jakość życia. Red. R. Stemplewski, R. Szeklicki, J. Maciaszek. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2015, 119-134.
 16. J. Krzak, M. Ślężyńska, J. Ślężyński: Goalball as an effective mean of physical improvement for blind and visually impaired players (Goalball skutecznym środkiem usprawniania niewidomych i słabo widzących). *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 2015, 21(4), 383-387.
 17. K. Górna-Łukasik, M. Ślężyńska: An active senior. In: Coordination abilities in physical education, sports and rehabilitation. Eds. T. Niżnikowski, J. Sadowski, W. Starosta. Faculty of Physical Education and Sport, Białą Podlaska 2016, 57-72.

18. A. Gdańska, M. Ślężyńska, D. Wiśniewska: Czynniki warunkujące aktywność fizyczną oraz jej oddziaływanie w okresie ciąży (Factors affecting the physical activity and its effect during pregnancy). *Journal of Education, Health and Sport* 2016, 6(9), 699-711.
19. M. Ślężyńska, G. Mięso, K. Mięso: Podatność mężczyzn z niepełnosprawnością intelektualną na stymulowanie sprawności fizycznej. W: *Adaptacyjna aktywność fizyczna*. Red. E. Bolach, A. Kawczyński. AWF, Wrocław 2017, 33-49.
20. M. Grzybowska, W.J. Cynarski, G. Błażejowski: Counteracting social exclusion of people with motor dysfunctions through physical culture: opinions of people with and without physical disabilities. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine* 2017, 20(4), 61-68.
21. M. Ślężyńska, G. Mięso, K. Mięso: Responsiveness of people with moderate and significant intellectual disability to physical stimulation. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2018, 1, 1322.
22. M. Grzybowska, J. Tarasek: Foot arch in older people (Wysklepienie stóp osób w starszym wieku). W: *Aktywność ruchowa dzieci i młodzieży niepełnosprawnej oraz osób starszych (Movement activities in disabled children, youth and the elderly)*. Red. M. Bilska, R. Vute, B. Kargulewicz. Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu AWF, Biała Podlaska 2017, 82-103.
23. K. Górna-Łukasik, M. Grzybowska: Active life style in senior age – how to live healthily and wisely – longevity in a good european style. *Acta Salus Vitae* 2020, 8(2), 56-69.

Łączna ocena bibliometryczna: IF = 1,030 pkt, MNiE = 123 pkt.