

Materiały informacyjne dotyczące wpływu wieku i płci pracownika na zmęczenie mięśni



(Fot. Auremar/Bigstockphoto)



(Fot. Auremar/Bigstockphoto)

dr inż. Paweł Bartuzi

2013

Spis treści

Wprowadzenie.....	3
1. Dolegliwości mięśniowo-szkieletowe w odniesieniu do wieku i płci pracownika	4
2. Starzenie się społeczeństwa.....	6
3. Wpływ starzenia się na właściwości mięśni szkieletowych.....	8
4. Praca kobiet w warunkach wymagających znacznego wysiłku fizycznego.....	9
5. Badania doświadczalne	10
6. Siła maksymalna w odniesieniu do wieku i płci pracownika.....	11
7. Czas utrzymywania obciążenia w odniesieniu do wieku i płci pracownika	13
8. Ogólna wydolność fizyczna w odniesieniu do wieku i płci pracownika	15
9. Zawartość tkanki tłuszczowej w odniesieniu do wieku i płci pracownika.....	16
10. Zależność pomiędzy ogólną wydolnością fizyczną, a zawartością tkanki tłuszczowej.....	17
11. Zmęczenie mięśni w odniesieniu do wieku i płci pracownika.....	18
Podsumowanie	20

Wprowadzenie

W niniejszych materiałach przedstawiono informacje dotyczące wpływu wieku i płci na obciążenie i zmęczenie pracownika, opracowane na podstawie badań doświadczalnych przeprowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. W materiałach przedstawiono wyniki badań dotyczące zmęczenia układu mięśniowo-szkieletowego pracownika, uzyskane na podstawie pomiarów aktywności elektrycznej mięśni (elektromiografia powierzchniowa - EMG), jak również wyniki dotyczące ogólnej wydolności fizycznej, możliwości siłowych, czasu utrzymywania obciążenia oraz procentowej zawartości tkanki tłuszczowej w organizmie, w odniesieniu do wieku i płci pracownika. W materiałach informacyjnych omówiono także zagadnienia związane ze starzeniem się społeczeństwa oraz zacieraniem się granic pomiędzy zawodami wykonywanymi przez kobiety i mężczyzn

Opracowane materiały informacyjne są skierowane do służb BHP, pracodawców, pracowników oraz inspektorów PIP i mogą być udostępnione w serwisie internetowym CIOP-PIB.

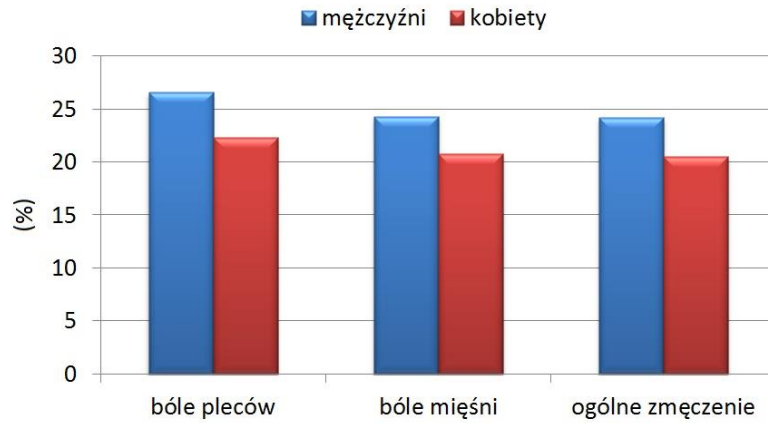
1. Dolegliwości mięśniowo-szkieletowe w odniesieniu do wieku i płci pracownika

Jak wynika z raportu Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy dolegliwości mięśniowo-szkieletowe stanowią istotny problem nie tylko w Polsce. Zgodnie z raportem, aż 25% pracowników skarży się na bóle pleców, natomiast 23% cierpi na bóle mięśniowe. Jak wynika z raportu jednym z czynników ryzyka związanego z rozwojem dolegliwości mięśniowo-szkieletowych jest wiek pracownika.

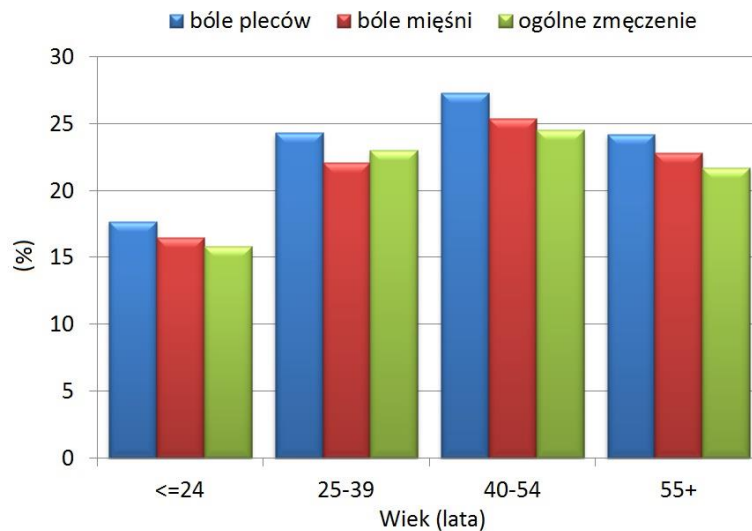


Rys. 1. Występowanie dolegliwości mięśniowo-szkieletowych (Olly2 / Bigstockphoto)

Europejska agencja [Eurofound](#), zajmująca się, między innymi, badaniem warunków pracy, wskazuje, że stopień występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych jest uzależniony zarówno od wieku, jak i od płci pracownika. Na rysunku 2 przedstawiono główne symptomy występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych u kobiet i mężczyzn, natomiast rysunek 3 przedstawia rozkład występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych w różnych grupach wiekowych pracowników.



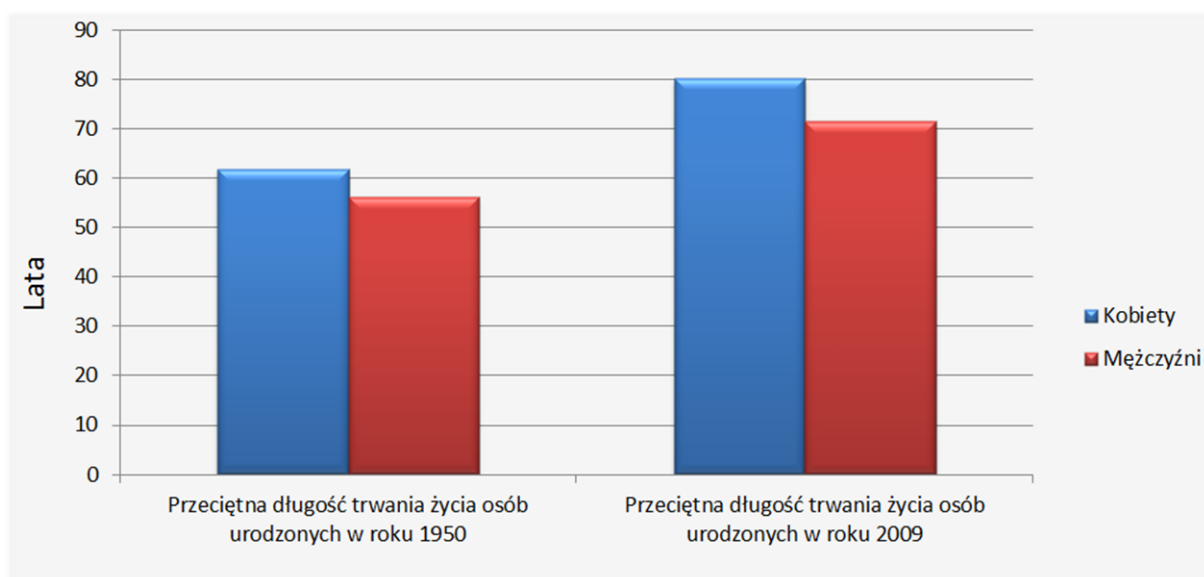
Rys. 2. Główne symptomy występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych u kobiet i mężczyzn w odniesieniu do wszystkich dolegliwości mięśniowo-szkieletowych (Eurofound)



Rys. 3. Występowanie dolegliwości mięśniowo-szkieletowych w różnych grupach wiekowych pracowników (Eurofound)

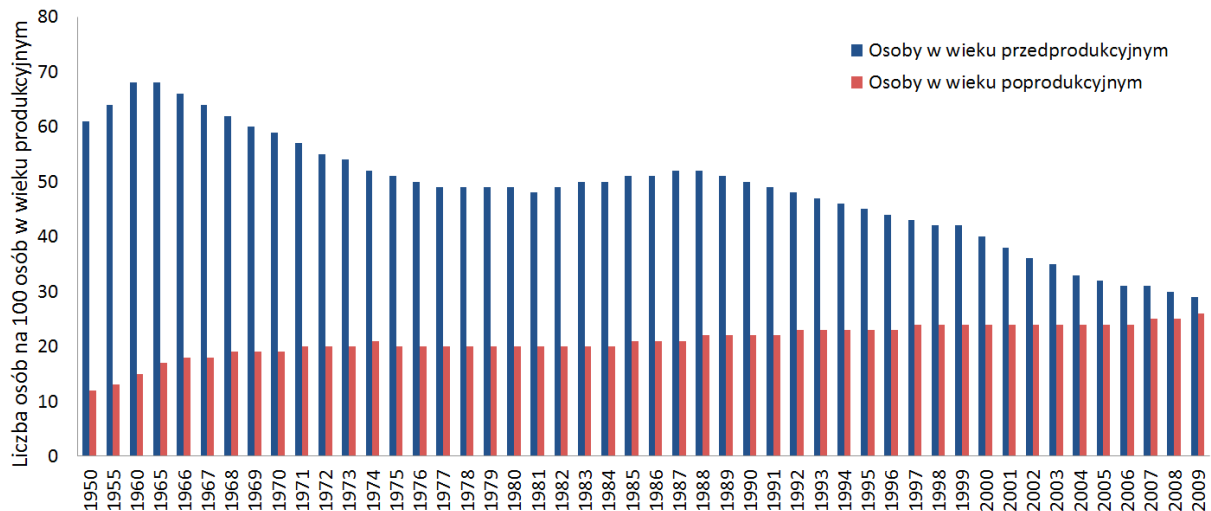
2. Starzenie się społeczeństwa

Związany z postępowaniem technologicznym rozwój aparatury medycznej oraz nowoczesnych metod leczenia i diagnostyki, a także wzrost świadomości społeczeństwa w zakresie zdrowego stylu życia, mają swoje odzwierciedlenie w wydłużaniu się przeciętnego trwania życia oraz w związanym z nim spadku natężenia zgonów. Jak wynika z danych i prognoz GUS przeciętna długość trwania życia kobiet i mężczyzn urodzonych w roku 1950 wynosi odpowiednio 61,68 lat i 56,07 lat, podczas gdy długość ta dla osób urodzonych w roku 2009 jest szacowana na 80,05 lat dla kobiet i 71,53 lat w przypadku mężczyzn.



Rys. 4. Przeciętna długość trwania życia kobiet i mężczyzn urodzonych w roku 1950 i 2009 (GUS).

Dane przedstawione na rysunku 5 świadczą o stałym wzroście liczby osób w wieku poprodukcyjnym oraz spadku liczby osób w wieku przedprodukcyjnym. Sytuacja taka pociąga za sobą pewne problemy. Jednym z problemów towarzyszących zjawisku starzenia się społeczeństwa jest wzrost obciążenia finansowego wynikającego ze zwiększenia liczby świadczeń emerytalno-rentowych oraz z wyższych kosztów opieki nad grupą osób w wieku podeszłym i starszym.



Rys. 5. Ludność w Polsce w wieku nieprodukcyjnym (przedprodukcyjnym i poprodukcyjnym) w latach 1950-2009 (źródło: GUS)

Starzenie się społeczeństwa wiąże się z koniecznością podjęcia działań mających na celu zachowanie sprawności fizycznej i psychicznej oraz ograniczanie kosztów wynikających z opieki medycznej osób starszych. Dlatego też istotne jest dokładne poznanie procesów starzenia się organizmu oraz rozwój metod umożliwiających profilaktykę zdrowotną.

W profilaktyce zdrowotnej dużą rolę odgrywa zapewnienie ergonomicznych warunków podczas pracy, przekładające się między innymi na zmniejszanie ryzyka i stopnia występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, co z jednej strony może ułatwić komfort życia i wpłynąć na poprawę stanu zdrowia osób starszych, z drugiej strony, poprzez wydłużenie aktywności zawodowej, może przyczynić się do zmniejszenia kosztów wynikających ze świadczeń emerytalno-rentowych.

3. Wpływ starzenia się na właściwości mięśni szkieletowych

Starzenie się pociąga za sobą liczne zmiany w organizmie. Zmiany te dotyczą między innymi układu mięśniowego. Na skutek starzenia się organizmu dochodzi do zmian właściwości anatomicznych oraz czynnościowych mięśni szkieletowych (Budzińska, 2005; Żołądź i in. 2011). Wśród tych zmian można wyszczególnić zmniejszenie masy mięśniowej (sarkopenia) i związane z tym procesem zmniejszenie siły skurczu mięśni, jak również zmiany kurczliwości włókien mięśniowych i unerwienia mięśni.



Rys. 6. Kobiety w różnym wieku (Kzenon / Bigstockphoto)

Jak wskazuje Budzińska (2005) głównym czynnikiem prowadzącym do sarkopenii jest stopniowa degeneracja układu nerwowego sterującego pracą mięśni. W wyniku degeneracji układu nerwowego dochodzi do zaniku jednostek odpowiedzialnych za skurcz mięśnia (jednostek ruchowych). Zanik ten między wiekiem młodzieńczym a wiekiem starym może wynosić nawet 25% masy mięśniowej.

W wyniku starzenia się organizmu zmienia się sposób i częstotliwość pobudzania mięśni do pracy (Budzińska, 2005). W wyniku tego może dochodzić do zaburzenia synchronizacji skurczów jednostek ruchowych w mięśniu. Skutkiem tych zmian może być zamiana włókien mięśniowych na tkankę tłuszczową i włóknistą, co wiąże się ze zmniejszeniem masy mięśniowej oraz, wynikającym z tego, zmniejszeniem siły mięśnia.

4. Praca kobiet w warunkach wymagających znacznego wysiłku fizycznego

Obecnie coraz więcej kobiet pracuje w zawodach wymagających znacznego wysiłku fizycznego, takich jak służby mundurowe (wojsko, straż pożarna, policja), ratownik medyczny, czy też kierowca autobusu.



Rys. 7. Praca kobiet w zawodzie ratownik medyczny (CandyBoxImages / Bigstockphoto)

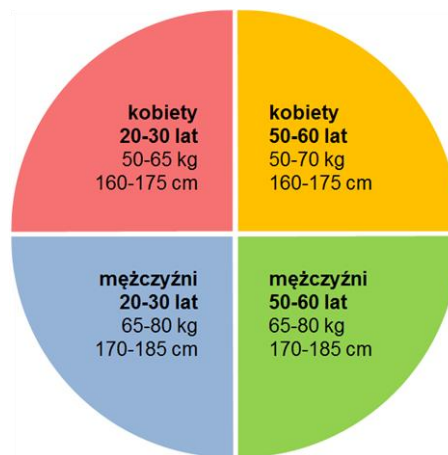
Należy jednak zaznaczyć, że kobiety i mężczyźni różnią się pod wieloma względami. Różnice występują między innymi w czynnikach związanych z anatomiczną budową ciała i wartościami rozwijanej siły. Różnice w możliwościach siłowych kobiety i mężczyzny widoczne są nie tylko w życiu codziennym, ale również podczas wykonywania pracy zawodowej i wynikają z faktu, że zazwyczaj kobiety są drobniejszej budowy, mają mniejszą masę ciała, a co za tym idzie, mniejszą masę mięśniową (o około 30%). Sytuacja taka powoduje, że kobiety są w coraz większym stopniu ekspozowane na nadmierne obciążenie fizyczne.



Rys. 8. Kobieta i mężczyzna na stanowisku pracy (Auremar / Bigstockphoto)

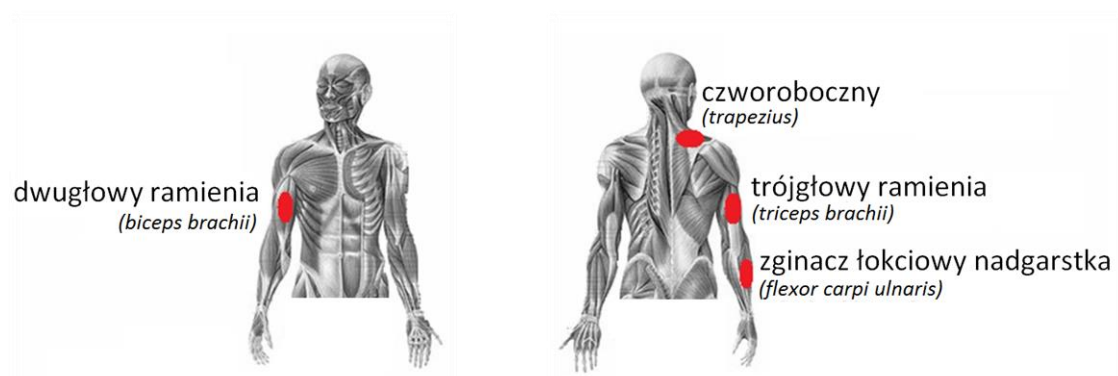
5. Badania doświadczalne

W Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym przeprowadzono badania doświadczalne z udziałem 60 ochotników. Badania miały na celu określenie wpływu wieku i płci badanych osób na zmęczenie układu mięśniowo-szkieletowego pracownika oraz na takie parametry fizjologiczne jak: ogólna wydolność fizyczna, możliwości siłowe, czas utrzymywania obciążenia i procentowa zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie. Osoby badane zostały podzielone na cztery piętnastoosobowe grupy zróżnicowane ze względu na wiek i płeć. Badani zostali podzieleni na cztery grupy, których nazwy zakodowano w odniesieniu do wieku i płci w następujący sposób: KM – kobiety w wieku 20-30 lat, KS – kobiety w wieku 50-60 lat, MM – mężczyźni w wieku 20-30 lat, MS – mężczyźni w wieku 50-60 lat.



Rys. 9. Osoby badane

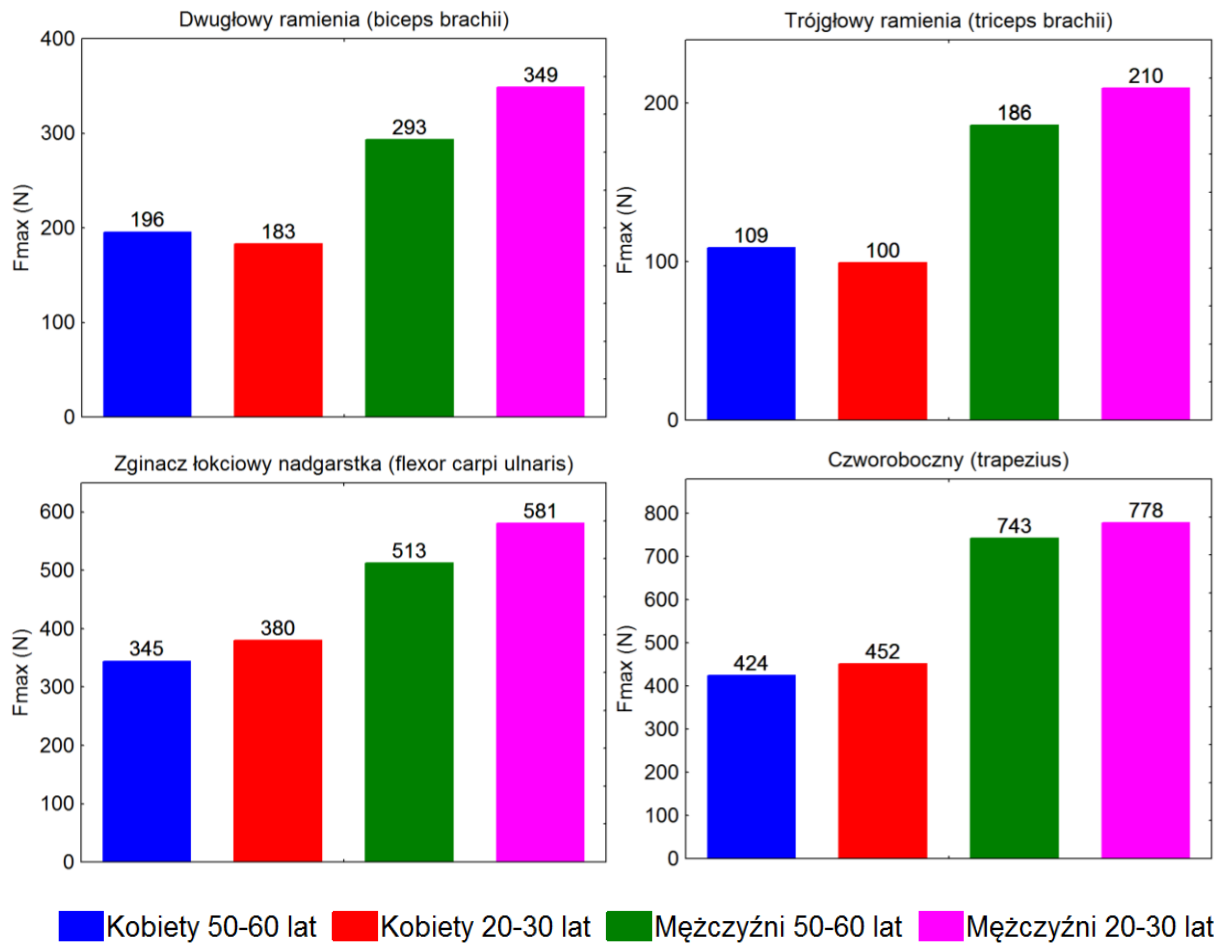
W badaniach doświadczalnych rejestrowano sygnał EMG z czterech mięśni kończyny górnej.



Rys. 10. Badane mięśnie

6. Siła maksymalna w odniesieniu do wieku i płci pracownika

Na rysunku 11 przedstawiono wartości średnie maksymalnych sił rozwijanych przez kobiety i mężczyzn w różnym wieku dla mięśni dwugłowy ramienia (biceps brachii), zginacz łokciowy nadgarstka (flexor carpi ulnaris) trójgłowy ramienia (triceps brachii) oraz czworoboczny (trapezius).



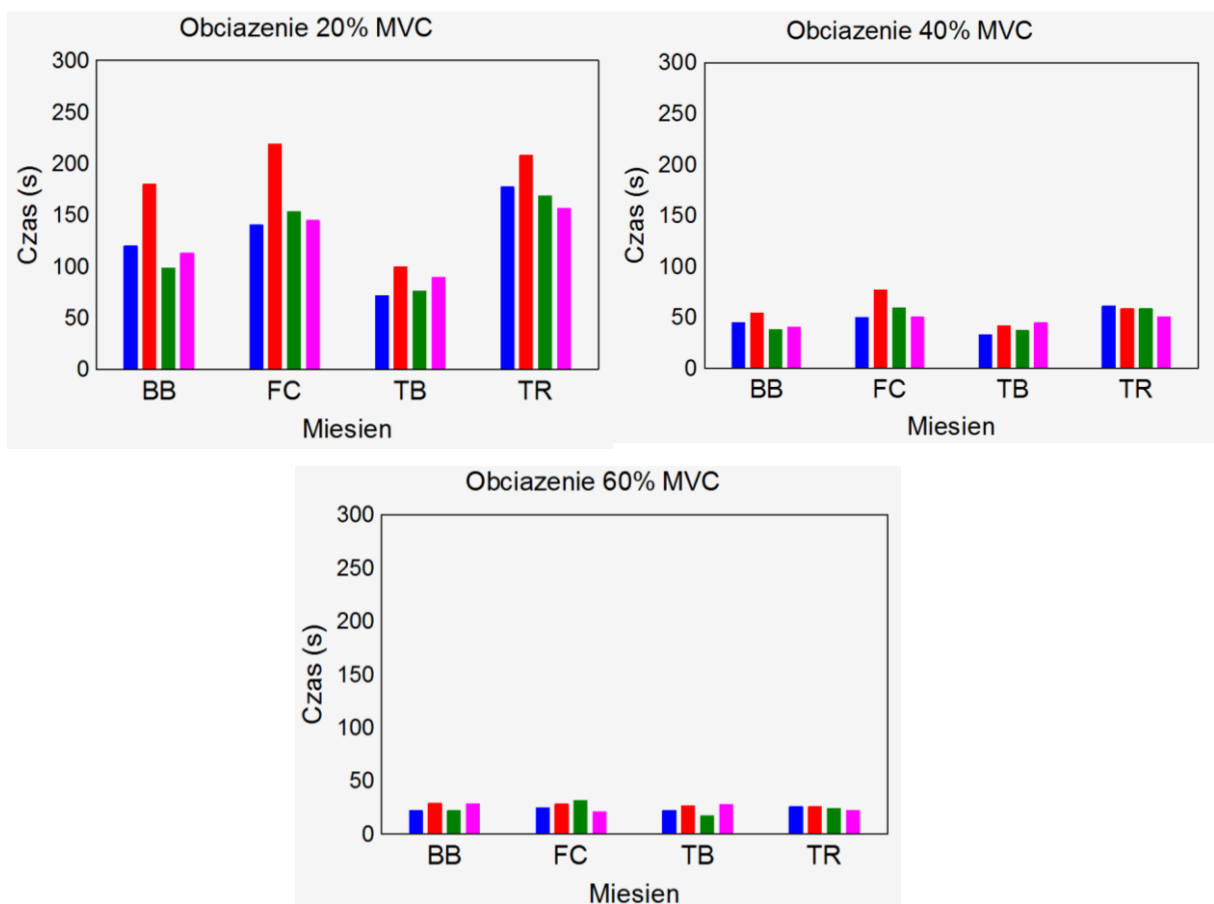
Rys. 11. Wartości średnie siły maksymalnej dla mięśni dwugłowy ramienia (biceps brachii), zginacz łokciowy nadgarstka (flexor carpi ulnaris) trójgłowy ramienia (triceps brachii) oraz czworoboczny (trapezius) rozwijane przez kobiety i mężczyzn w różnym wieku

Na podstawie wyników przedstawionych na rysunku 11 można stwierdzić, że maksymalna siła rozwijana przez poszczególne mięśnie różni się w zależności od płci badanych osób. W przypadku wszystkich badanych mięśni odnotowano większe wartości siły dla mężczyzn niż dla kobiet. Można również zauważyć, że wiek także wpływa na wartości maksymalnej siły zależą od wieku osób badanych, jednakże różnice w tym przypadku nie są tak duże jak różnice wynikające z płci osób badanych.

Na podstawie rysunku 11 można również stwierdzić, że w przypadku mężczyzn, dla wszystkich badanych mięśni, uzyskano jednoznaczną zależność, wskazującą na spadek siły maksymalnej wraz z wiekiem. W grupie kobiet taką zależność odnotowano dla mięśni zginacz łokciowy nadgarstka i czworoboczny, natomiast w przypadku mięśni dwugłowy ramienia i trójgłowy ramienia uzyskano odwrotną zależność, tzn. nieznaczny wzrost wartości siły maksymalnej wraz z wiekiem (należy jednak zaznaczyć, że wzrost ten jest stosunkowo niewielki).

7. Czas utrzymywania obciążenia w odniesieniu do wieku i płci pracownika

Na rysunku 12 przedstawiono wartości średnie czasu utrzymywania obciążenia podczas aktywacji czterech badanych mięśni (BB - dwugłowy ramienia, *biceps brachii*; FC - zginacz łokciowy nadgarstka, *flexor carpi ulnaris*; TB - trójgłowy ramienia, *triceps brachii*; TR – czworoboczny, *trapezius*) dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych oraz dla trzech poziomów obciążenia: 20%, 40% i 60% MVC (% maksymalnego skurczu mięśnia, *ang. maximal voluntary contraction*).



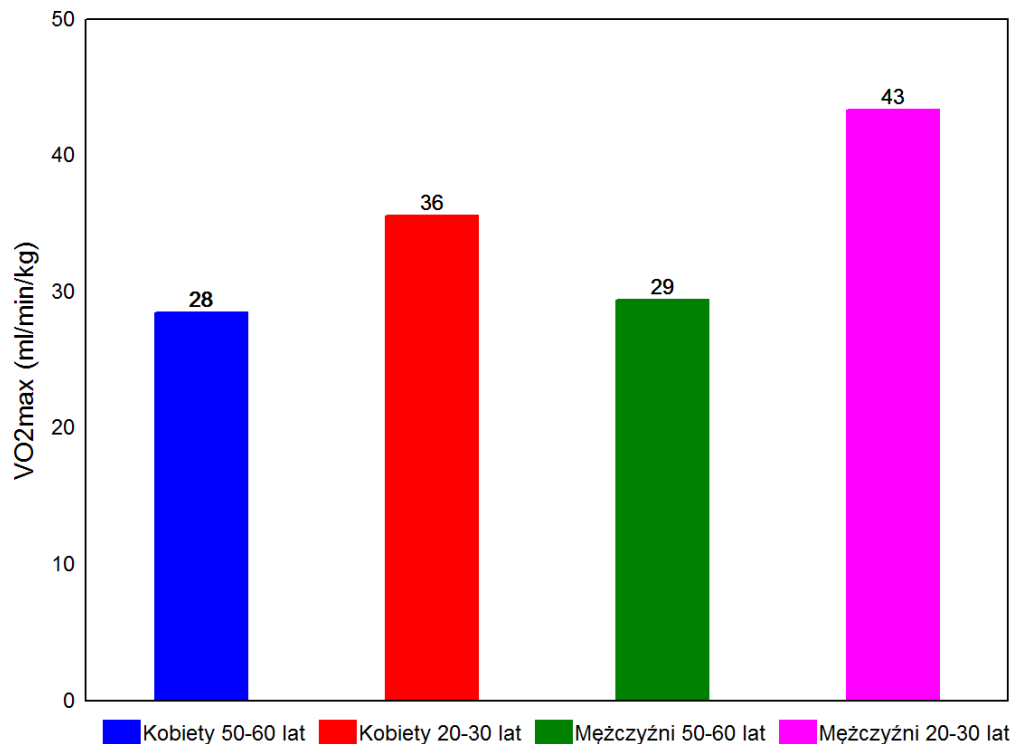
■ Kobiety 50-60 lat ■ Kobiety 20-30 lat ■ Mężczyźni 50-60 lat ■ Mężczyźni 20-30 lat

Rys. 12. Wartości średnie czasu utrzymywania obciążenia podczas aktywacji czterech badanych mięśni (BB - dwugłowy ramienia, *biceps brachii*; FC - zginacz łokciowy nadgarstka, *flexor carpi ulnaris*; TB - trójgłowy ramienia, *triceps brachii*; TR – czworoboczny, *trapezius*) dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych (kobiety w wieku 50-60 lat, kobiety w wieku 20-30 lat, mężczyźni w wieku 50-60 lat, mężczyźni w wieku 20-30 lat) oraz dla trzech poziomów obciążenia: 20%, 40% i 60% MVC (% maksymalnego skurczu mięśnia, *ang. maximal voluntary contraction*)

Na podstawie wyników przedstawionych na rysunku 12 można zauważyć, że, zgodnie z przewidywaniami, najdłuższy czas utrzymywania obciążenia odnotowano na najniższym analizowanym poziomie obciążenia mięśni (20% MVC), natomiast najkrótszy czas na poziomie najwyższym, czyli 60% MVC. Wyniki przedstawione na rysunku wskazują również, że osoby badane, spośród czterech badanych mięśni, najkrócej były w stanie utrzymać obciążenie podczas aktywacji mięśnia TB, zwłaszcza na niskich poziomach obciążenia. Można także zauważyć, że dla wszystkich badanych mięśni na poziomie obciążenia 20% MVC oraz dla mięśni BB i FC przy obciążeniu 40% MVC grupa KM (kobiety w wieku 20-30 lat) uzyskała najdłuższy czas utrzymywania obciążenia. W przypadku mięśnia TR na wszystkich poziomach obciążenia kobiety charakteryzowały się dłuższym czasem utrzymywania obciążenia niż mężczyźni. Na wszystkich analizowanych poziomach obciążenia dla mięśnia TB oraz na poziomie obciążenia 60% MVC dla mięśnia BB uzyskano wyższe wartości czasu utrzymywania obciążenia dla osób w wieku 20-30 lat, niż dla badanych w wieku 50-60 lat.

8. Ogólna wydolność fizyczna w odniesieniu do wieku i płci pracownika

Na rysunku 13 przedstawiono wartości ogólnej wydolności fizycznej (VO_2max) w odniesieniu do wieku i płci osób badanych.

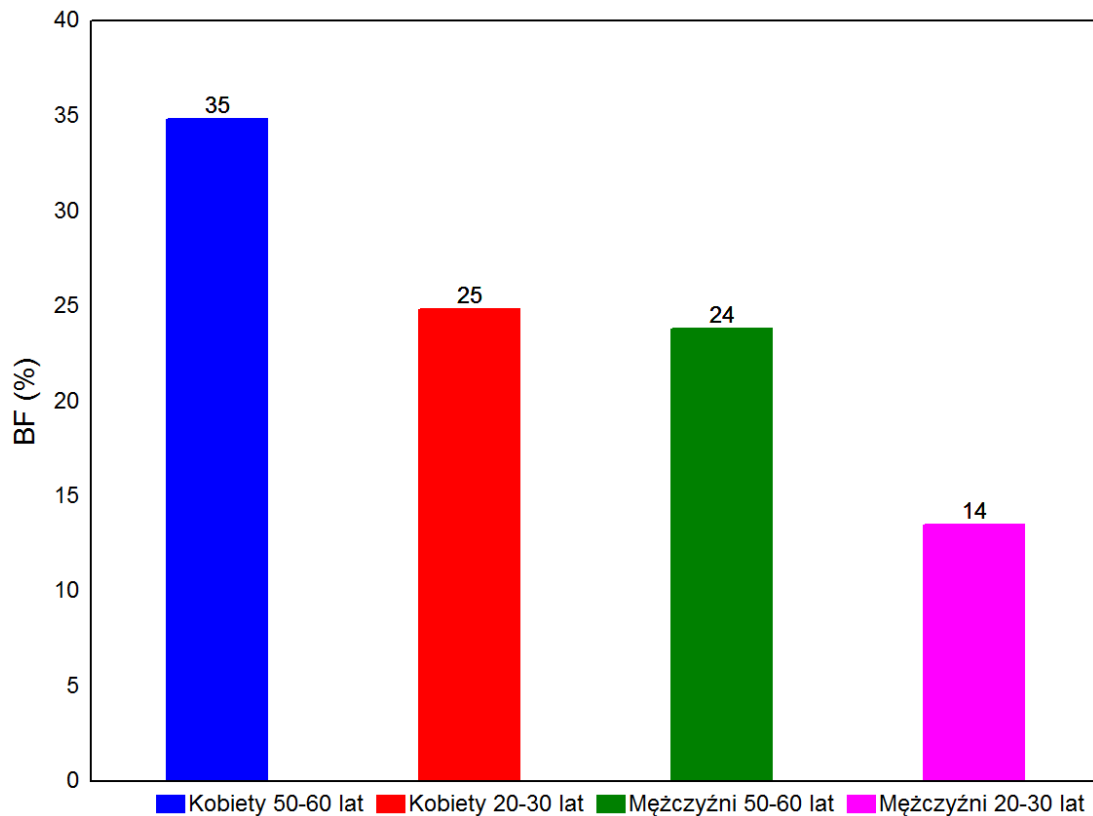


Rys. 13. Wartości średnie ogólnej wydolności fizycznej (VO_2max) dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych

Analizując przedstawione na rysunku 13 wartości VO_2max można stwierdzić, że zarówno wiek jak i płeć różnicują wartości ogólnej wydolności fizycznej. Zgodnie z rysunkiem parametr VO_2max przyjmuje większe wartości dla osób w wieku 20-30 lat, niż dla osób w wieku 50-60 lat. Można także zauważyć, że kobiety w wieku 20-30 lat uzyskiwały znacznie mniejsze wartości parametru VO_2max niż mężczyźni z tego przedziału wiekowego, natomiast w wśród osób w wieku 50-60 lat nie odnotowano tak widocznych różnic wynikających z płci. Oznacza to, że kobiety charakteryzują się niższą ogólną wydolnością fizyczną niż mężczyźni oraz, że ogólna wydolność fizyczna ulega zmniejszeniu wraz z wiekiem.

9. Zawartość tkanki tłuszczowej w odniesieniu do wieku i płci pracownika

Na rysunku 14 przedstawiono wartości ogólnej wydolności fizycznej (VO_2max) w odniesieniu do wieku i płci osób badanych.

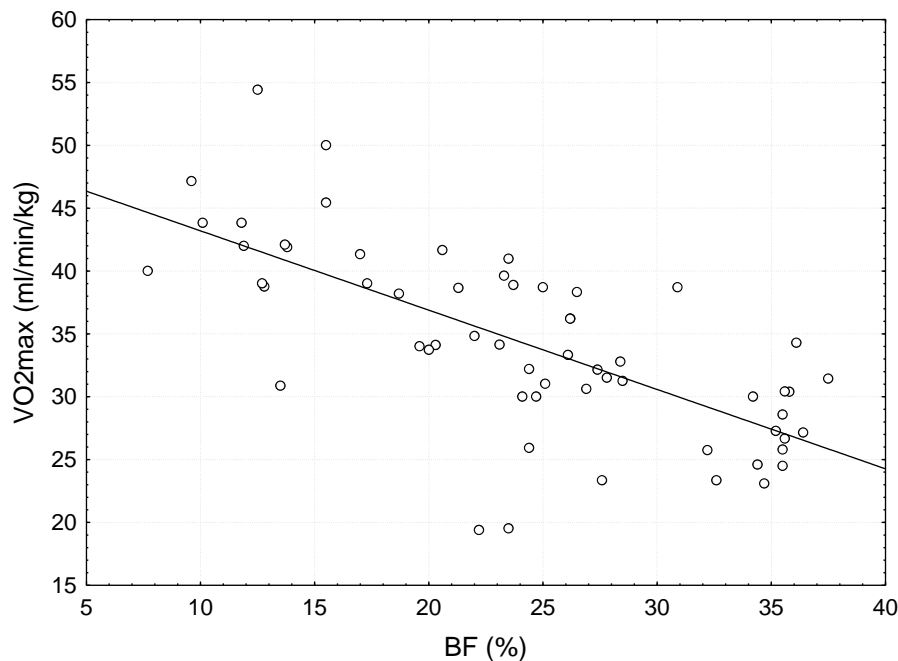


Rys. 14. Wartości średnie zawartość tkanki tłuszczowej (BF) dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych

Na podstawie rysunku 14 można zauważyć wyższe wartości parametru BF dla kobiet, niż dla mężczyzn (uwzględniając poszczególne grupy wiekowe) i jednocześnie wyższe wartości dla osób w wieku 50-60 lat, niż dla osób w wieku 20-30 lat (analogicznie, przy uwzględnieniu płci osób badanych). Z rysunku 14 wynika również, że kobiety w wieku 20-30 lat oraz mężczyźni w wieku 50-60 lat charakteryzują się zbliżoną zawartością tkanki tłuszczowej.

10. Zależność pomiędzy ogólną wydolnością fizyczną, a zawartością tkanki tłuszczowej

Na rysunku 15 przedstawiono wykres rozrzutu ogólnej wydolności fizycznej (VO_{2max}) względem zawartości tkanki tłuszczowej (BF) dla wszystkich osób badanych łącznie (kobiety w wieku 20-30 lat, kobiety w wieku 50-60 lat, mężczyźni w wieku 50-60 lat, mężczyźni w wieku 20-30 lat).

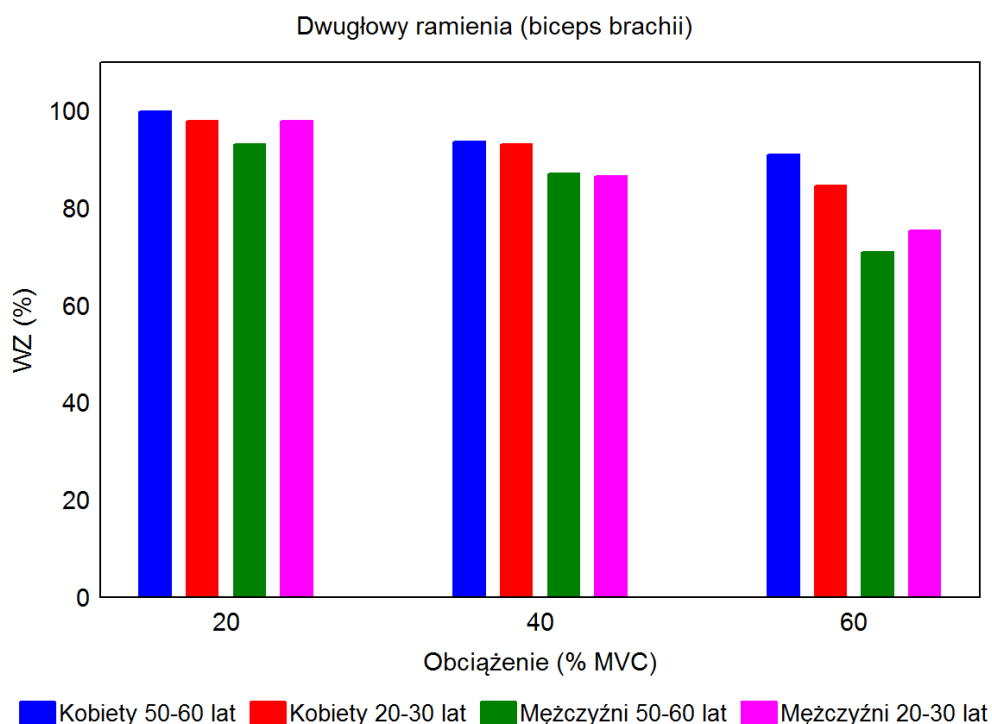


Rys. 15 Wykres rozrzutu ogólnej wydolności fizycznej (VO_{2max}) względem zawartości tkanki tłuszczowej (BF) wszystkich osób badanych łącznie (kobiety w wieku 20-30 lat, kobiety w wieku 50-60 lat, mężczyźni w wieku 50-60 lat, mężczyźni w wieku 20-30 lat)

Analiza wykazała, że istnieją istotne statystycznie zależności pomiędzy zawartością tkanki tłuszczowej (BF), a ogólną wydolnością fizyczną (VO_{2max}) osób badanych (wartość współczynnika korelacji Spearmana $R=-0,72$; $p<0,0001$). Na podstawie rysunku 15 można stwierdzić, że występował spadek ogólnej wydolności fizycznej wraz ze wzrostem zawartości tkanki tłuszczowej.

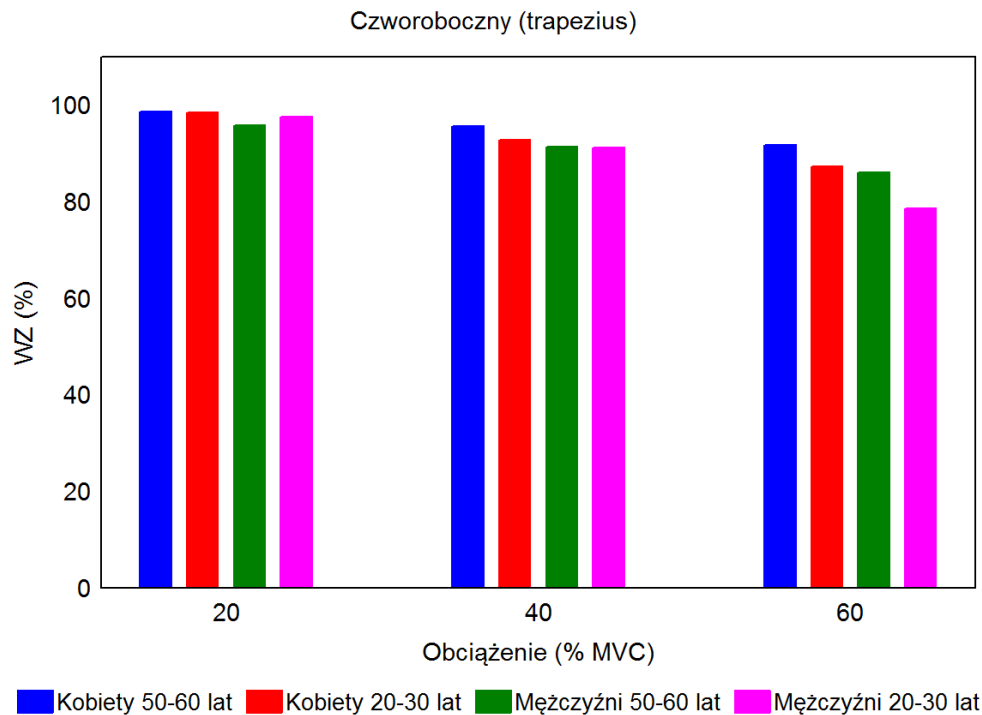
11. Zmęczenie mięśni w odniesieniu do wieku i płci pracownika

Na rysunkach 16 i 17 przedstawiono wartości średnie współczynnika zmęczenia mięśni (WZ), wyznaczonego dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych, na trzech poziomach obciążenia: 20%, 40% i 60% MVC (% maksymalnego skurczu mięśnia, ang. *maximal voluntary contraction*) z mięśni dwugłowy ramienia (biceps brachii) oraz czworoboczny (trapezius).



Rys. 16. Wartości średnie współczynnika zmęczenia mięśni (WZ) wyznaczonego dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych, na trzech poziomach obciążenia: 20%, 40% i 60% MVC (% maksymalnego skurczu mięśnia, ang. *maximal voluntary contraction*) z mięśnia dwugłowy ramienia (biceps brachii).

Uwaga: Wartość maksymalna wskaźnika zmęczenia wynosi 100%; im mniejsze wartości WZ, tym większe zmęczenie mięśnia



Rys. 17. Wartości średnie współczynnika zmęczenia mięśni (WZ) wyznaczonego dla czterech, zróżnicowanych ze względu na wiek i płeć, grup osób badanych, na trzech poziomach obciążenia: 20%, 40% i 60% MVC (% maksymalnego skurczu mięśnia, ang. *maximal voluntary contraction*) z mięśnia czworoboczny (trapezjus).

Uwaga: Wartość maksymalna wskaźnika zmęczenia wynosi 100%; im mniejsze wartości WZ, tym większe zmęczenie mięśnia

Na podstawie wyników przedstawionych na rysunkach 16 i 17 można stwierdzić, że zarówno płeć, jak i wiek osób badanych wpływają na zmęczenie mięśni. Należy jednak podkreślić, że zmiany te w większym stopniu są zależne od płci, niż od wieku badanych osób.

Przedstawione zależności wskazują, że wraz ze zwiększaniem poziomu obciążenia występowało większe zmęczenie badanych mięśni. Dla obydwu badanych mięśni uzyskane wyniki wskazują, że mężczyźni charakteryzują się mniejszymi wartościami WZ niż kobiety, co oznacza, że zmęczenie mięśni jest większe u mężczyzn, niż u kobiet. Wraz ze wzrostem poziomu obciążenia zwiększały się również różnice w wartościach WZ wynikające z płci osób badanych.

Podsumowanie

W przedstawionych materiałach informacyjnych omówiono zagadnienia związane ze zmianami struktury społecznej pracowników wynikającymi z przesuwania się granicy wiekowej oraz z zacierania się granic pomiędzy zawodami wykonywanymi przez kobiety i mężczyzn. Przedstawiono również informacje dotyczące wpływu wieku i płci pracownika na takie parametry jak: zmęczenie mięśni, ogólna wydolność fizyczna, możliwości siłowe, czas utrzymywania obciążenia oraz procentowa zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie, opracowane na podstawie badań doświadczalnych przeprowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. Opracowane materiały informacyjne są adresowane do służb BHP, pracodawców, inspektorów PIP oraz samych pracowników, zwłaszcza do pracowników starszych i kobiet pracujących w zawodach wymagających znacznego wysiłku fizycznego.

Opracowano w ramach II etapie programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy. Projekt nr IV.B.02 pn. „Ocena wpływu wieku i płci na zmęczenie pracowników na podstawie zapisu czynności elektrycznej mięśni”.