

dr hab. DANUTA ROMAN-LIU, prof. nadzw. CIOP-PIB

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: daliu@ciop.pl

# Zapobieganie rozwojowi dolegliwości mięśniowo-szkieletowych w populacji pracowników starszych

Fot. B. D. S./Bigstockphoto



W artykule zaprezentowano zagadnienia związane z rozwojem dolegliwości mięśniowo-szkieletowych (MSDs). Przedstawiono przyczyny rozwoju MSDs, model ich rozwoju uwzględniający ekspozycję, czyli obciążenie uwarunkowane stanowiskiem pracy; dawkę czyli obciążenie na poziomie struktur wewnętrznych, pojemność odpowiadającą możliwościom fizycznym pracownika oraz odpowiedź, która jest bezpośrednim elementem modelu, od którego zależy rozwój dolegliwości. Przedstawiono wybrane dane prezentujące MSDs u pracowników UE (27) w różnych grupach wiekowych, wartości siły prostowania kolana w populacji osób starszych, a także zmiany w wartościach maksymalnej siły prostowania kolana, jakie objawiają się pod wpływem treningu siłowego. Jako podsumowanie przedstawiono stwierdzenie, iż przeciwdziałanie zmianom funkcjonalnym w układzie mięśniowo-szkieletowym zachodzącym wraz z wiekiem może odbywać się przez dostosowanie stanowisk pracy do możliwości osób starszych, a także za pomocą realizacji programów rehabilitacji osób starszych i z niepełnosprawnościami.

*Słowa kluczowe: siła fizyczna, starzenie się, model rozwoju dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, aktywność fizyczna*

## Protection of older workers from development of musculoskeletal disorders

The article presents the issues related to the development of musculoskeletal disorders (MSDs). It presents factors laying behind the MSDs development and the model of its development. The model takes into account exposure, i.e. the load conditioned on workstand; dose, which is the level of the load on the internal structures; capacity corresponding to the physical capabilities of the employee and the response, which is a direct feature of the model that determines the development of the disease. The paper presents selected data showing MSDs among workers of the EU (27) in different age groups, the knee extension strength in the elderly population and changes in the values of the maximum strength of the knee, which manifest themselves under the influence of physical training. As a summary is presented a statement that counteraction of functional changes in the musculoskeletal system that occurs with age can be done by adjusting the job to the possibility of the elderly, as well as through the implementation of programs of rehabilitation of the elderly and people with disabilities.

*Keywords: strength capabilities, ageing, model of MSDs development, physical exercise*

## Wstęp

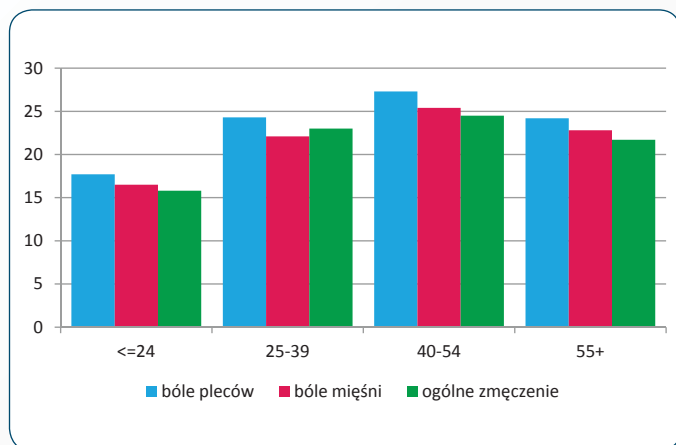
Istotnym aspektem zdrowia i dobrego samopoczucia przez całe życie jest prawidłowe funkcjonowanie układu mięśniowo-szkieletowego. Jednakże coraz częstszym zjawiskiem jest występowanie różnego rodzaju dysfunkcji, określanych mianem dolegliwości mięśniowo-szkieletowych (MSDs). Są one następstwem urazów powiązanych z uszkodzeniami tkanek lub zaburzeń ich funkcji. Dysfunkcje układu mięśniowo-szkieletowego pojawiają się w wyniku długotrwałego działania bodźca, powodującego stopniowe zmiany w tkankach. Uraz powstaje nagle, może jednak być również skutkiem przemęczenia tkanek ścięgien, mięśni i więzadeł. Czasami też, nawet po wyleczeniu jego skutków, w danym miejscu mogą ciągle powstawać dysfunkcje.

Patofizjologia i źródła rozwoju MSDs nie zostały, jak dotąd, w pełni wyjaśnione. Trudności sprawia dokładne określenie, szczególnie w sposób ilościowy, mechanizmów, w wyniku których różne czynniki wpływają na zdrowie człowieka. Wydaje się, że MSDs mogą mieć źródło w wielu przyczynach, które w rezultacie tworzą niewłaściwy margines pomiędzy wymaganiami związanymi z pracą a możliwościami pracownika, wynikającymi z takich jego cech indywidualnych, jak np. wiek.

Okresowe badania występowania MSDs w różnych grupach wiekowych w państwach Unii Europejskiej [1] wskazują na zwiększające się wraz z wiekiem występowanie MSDs (rys. 1.), przy czym najwyższy procent populacji osób uskarżających się na te dolegliwości występuje między 40. a 54. rokiem życia. W grupie 55+ występuje nieznaczny spadek liczby uskarżających się osób.

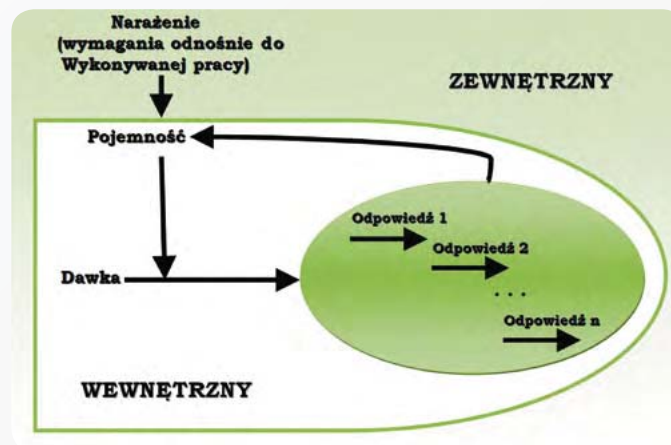
## Czym są MSDs i skąd się wzięły?

MSDs są często zaliczane do chorób cywilizacyjnych, związanych z wykonywaną pracą zawodową. Można je zatem zakwalifikować jako choroby zawodowe lub parazawodowe. Choroba może być nazwana zawodową, jeżeli można wykazać bezpośredni związek między czynnikiem środowiska pracy ją wywołującym a nią samą. Pod pojęciem chorób parazawodowych natomiast należy rozumieć choroby o złożonej etiologii, w powstaniu których



Rys. 1. Dolegliwości mięśniowo-szkieletowe u pracowników UE (27) w różnych grupach wiekowych [1]

Fig. 1. Musculoskeletal disorders among workers of the EU (27) in different age groups [1]



Rys. 2. Model powstawania parazawodowych chorób i dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego wg Armstronga i innych [2]

Fig. 2. A conceptual model for work-related diseases and conditions of the musculoskeletal system by Armstrong and others [2]

warunki pracy stanowią jeden z wielu czynników przyczynowych, lecz ich udział nie jest dominujący. Oznacza to, że choroba parazawodowa może być spowodowana częściowo przez warunki pracy, jednakże czynniki pozazawodowe oraz indywidualne również są czynnikami ryzyka jej rozwoju.

Powszechnie przyjmuje się, że w rozwoju MSDs w różnych częściach ciała znaczenie ma obciążenie biomechaniczne. Mają na nie wpływ typowe czynności prowadzące do rozwoju MSDs, takie jak ciężka praca fizyczna, np. podnoszenie i przenoszenie ciężkich ładunków, pchanie, ciągnięcie itp. Nie znaczy to jednak, że opisane dolegliwości nie mogą pojawiać się na skutek wykonywania pracy biurowej lub na linii produkcyjnej, podczas pakowania małych przedmiotów itp., tj. pracy, która dotyczy głównie kończyn górnych i charakteryzuje się powtarzającymi się sekwencjami ruchu i siły, przy jednoczesnym obciążeniu statycznym. Taka praca powoduje obciążenie biomechaniczne, które może skutkować zaburzeniami układu mięśniowo-szkieletowego zarówno kończyn górnych, jak i pleców.

Na obciążenie biomechaniczne składają się takie czynniki, jak pozycja ciała, siła zewnętrzna (jej typ, kierunek działania i wartość) oraz czynnik czasu. Znaczenie dla tego obciążenia mają czynniki indywidualne, powiązane ściśle z pracownikiem. Cechy indywidualne odgrywają zasadniczą rolę, szczególnie w przypadku osób z niepełnosprawnością oraz w przypadku pracowników starszych.

Armstrong i współpracownicy [2] opracowali model powstawania parazawodowych chorób i dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego szyi i kończyn górnych. Jest on oparty na czterech współdziałających zmiennych: narażeniu, dawce, pojemności i odpowiedzi, które są miernikami stanu układu mięśniowo-szkieletowego systemu w określonym czasie. Odpowiedź na jedną ze współdziałających zmiennych może stanowić dawkę na następnym poziomie (rys. 2.). Ten model odzwierciedla wieloczynnikową naturę rozwoju dolegliwości oraz złożoną naturę zależności między zmiennymi narażenia, dawki, pojemności i reakcji.

W proponowanym modelu narażenie odnosi się do czynników zewnętrznych (np. wymagań odnośnie do wykonywanej pracy), co wytwarza dawkę jako czynnik wewnętrzny (np. obciążenie tkanek i metabolizm). Organizacja stanowiska pracy i charakterystyka narzędzi pracy są przykładami

czynników zewnętrznych, które mogą determinować pozycję ciała podczas pracy, definiować obciążenia zaangażowanych ścięgien lub prędkość skurczu mięśni. Dawka jest definiowana przez zestaw czynników mechanicznych, fizjologicznych lub psychologicznych, które w pewien sposób zaburzają stan wewnętrzny pracownika. Zmiany w stanie pracownika określane są jako odpowiedź. Oznacza to, że jest ona efektem dawki spowodowanej narażeniem. Właściwości układu mięśniowo-szkieletowego zależą od cech indywidualnych, które są uwarunkowane genetycznie, a także stylem życia. Dlatego narażenie na zewnętrzne struktury ciała tworzy dawkę na poziomie wewnętrznym, zależną od cech indywidualnych pracownika.

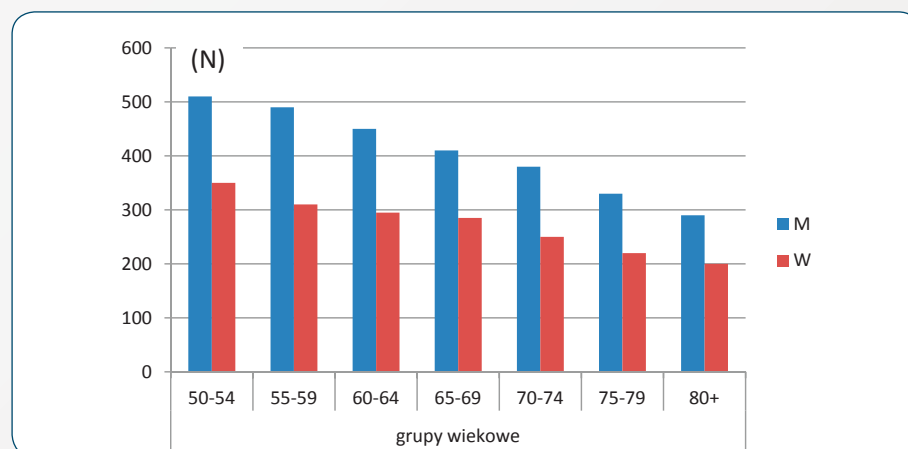
W danym momencie układ mięśniowo-szkieletowy jest w określonym stanie zdrowia rozumiany jako stan struktur ciała (mięśnie i ścięgna, stawy, więzadła, nerwy, szkielet, chrząstki i naczynia krwionośne), który nazywany jest pojemnością lub zdolnością (ang. *capacity*). Definiuje się ją jako zdolność układu mięśniowo-szkieletowego (fizyczną lub psychologiczną) do opierania się destabilizacji, wynikającej z zbyt dużych dawek obciążenia. Zaproponowany model zakłada, że zmiany (odpowiedź) mogą także powodować zwiększoną (adaptacja) lub zmniejszoną dozę tolerancji, zmniejszającą

pojemność. Ze względu na to, że pojemność może być zmniejszona lub zwiększona przez poprzednie dawki i reakcje, przypuszcza się, że większość osób jest w stanie zaadaptować określone typy i poziomy aktywności fizycznej.

Biorąc pod uwagę fakt, że w Polsce MSDs są najczęstszą przyczyną wcześniejszego zakończenia aktywności zawodowej, oraz że dolegliwości związane są z obciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego powiązaniem ze stanowiskiem pracy, działania zmierzające do redukcji obciążenia mają bardzo duże znaczenie, zarówno z punktu widzenia ekonomicznego, jak i społecznego. Ze względu na zmiany demograficzne i związane z tym wydłużenie czasu pracy, po którym osiąga się wiek emerytalny, odsetek starszych pracowników w ogólnej populacji pracujących będzie coraz większy. Aspekt zmian zachodzących z wiekiem w kontekście rozwoju MSDs nabiera zatem szczególnego znaczenia.

### Zmiany czynnościowe i funkcjonalne wraz z procesem starzenia się pracownika

Starzenie się organizmu jest procesem wieloczynnikowym, związanym z powszechnymi i typowymi zmianami w organizmie człowieka. Zmniejszenie wytwarzania testosteronu i hormonu



Rys. 3. Siła prostowania kolana w podgrupach populacji osób starszych [3] (siła wywierana w warunkach izokinetycznych). M – mężczyźni; W – kobiety

Fig. 3. The strength of the knee extension in the subgroups of the elderly population [3] (the force exerted in isokinetic conditions). M - male; W - female



wzrostu jest ważnym czynnikiem powodującym zmiany czynnościowe i funkcjonalne w obrębie układu mięśniowo-szkieletowego. Następuje nie tylko spadek masy mięśni szkieletowych, ale także ich objętości i siły, łącznie z utratą gęstości kości, ich zmineralizowania oraz wytrzymałości. Najwyższa masa mięśni i siły jest zazwyczaj osiągana w wieku 25-30 lat. Znaczące zmiany związane z procesem starzenia odbywają się po 50. roku życia. Utrata beztłuszczowej masy ciała następuje w tempie 1-2% na rok, a utrata wytrzymałości 1,5-5% na rok. Różnica w masie mięśniowej między drugą dekadą życia a wiekiem starczym może wynosić nawet 25%. Zmiany te przekładają się na spadek możliwości siłowych. Spadek możliwości siłowych wraz z wiekiem został potwierdzony licznymi badaniami. Na rys. 3. przedstawiono wyniki badań Chen i innych [3] prezentujące wartości siły prostowników stawu kolanowego, w podgrupach populacji osób po 50. roku życia.

Wraz z wiekiem dochodzi do zaniku jednostek motorycznych, odpowiedzialnych za skurcz włókien mięśniowych. W wyniku tego procesu zmienia się sposób i częstotliwość pobudzenia mięśni [4]. Często zanikowi unerwienia towarzyszy proces reinerwacji, czyli ponownego unerwienia włókien mięśniowych przez wypustki aksonalne, pochodzące z innych, nieszkodzonych jednostek ruchowych. Zjawisko to może powodować inny niż u młodych osób sposób unerwienia włókien mięśniowych, w wyniku czego może dochodzić do zmian w schemacie pobudzenia, co przekłada się na zaburzenia w synchronizacji skurczów jednostek ruchowych. Ze względu na zanik włókien mięśniowych szczególnie typu II, które występują zazwyczaj w mięśniach wykonujących ruchy szybkie, następuje spowolnienie ruchów ciała.

Stopniowa degeneracja układu nerwowego sterującego pracą mięśni jest głównym czynnikiem prowadzącym do obniżenia się masy mięśniowej. Spadek beztłuszczowej masy ciała prowadzi do obniżenia siły mięśni, przy czym termin „siła mięśni” jest stosowany dla opisu różnych cech funkcji mięśni, takich jak siła izometryczna, izokinetyczny skurcz mięśnia oraz moc. Niektóre badania wykazały, że spadek izometrycznej siły i momentu siły jest nawet wyższy, niż spadek masy mięśniowej. Wskazuje się także, że spadek mocy mięśni z wiekiem jest bardziej znaczący, niż spadek siły izometrycznej. Z kolei zależność między mocą mięśnia a jego funkcjonalnością jest bardziej znacząca, niż zależność między funkcjonalnością a siłą, momentem siły lub jego masą. Wiedza ta może mieć znaczenie dla projektowania stanowisk pracy dla osób starszych.

Zmiany związane z wiekiem, takie jak utrata masy i siły mięśni, mają wpływ na ogólny stan zdrowia osób starszych – przez osłabienie stanu fizycznego, zwiększenie ryzyka upadków i złamań, utratę zdolności do wykonywania codziennych czynności życiowych, gorszą jakość życia i zwiększone ryzyko zgonu (rys. 4.). Istnieją także dowody wskazujące na związek między funkcjami poznawczymi a funkcjami mięśni. Straty w odniesieniu do sprawności funkcjonalnej w wykonywaniu czynności życia codziennego są podstawową przyczyną rozwoju uzależnienia funkcjonalnego u osób starszych.

Wraz z wiekiem zachodzą nie tylko zmiany w możliwościach siłowych populacji pracowników, ale także zmiany w umiejętnościach wykonywania czynności, uwarunkowanych koordynacją wzrokowo-ruchową. Zmiany właściwości mięśni

szkieletowych mogą powodować zmniejszenie dokładności i precyzji wykonywanych czynności, co może stanowić jedną z przyczyn wypadków przy pracy, a w konsekwencji – utratę zdrowia oraz pojawianie się częstych dolegliwości bólowych i schorzeń mięśniowo-szkieletowych. Procesy starzenia są wspólne w całym organizmie człowieka i dotyczą zarówno możliwości fizycznych, jak i sfery poznawczej. Utrzymywanie funkcji mózgu i mięśni przez całe życie w dobrym stanie ma zatem zasadnicze znaczenie dla osiągnięcia wysokiej jakości życia.

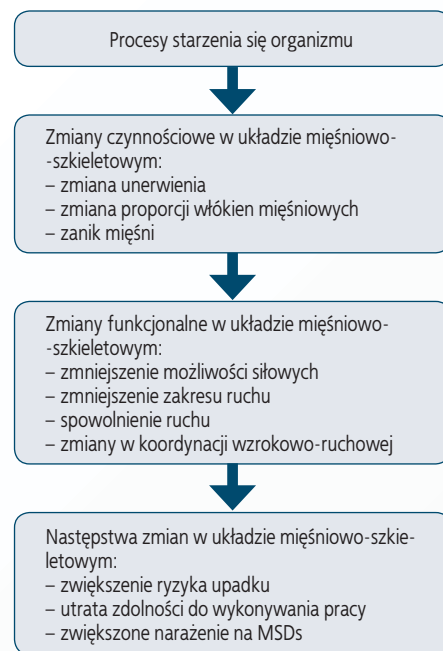
### Przeciwdziałanie skutkom procesów starzenia

Ze względu na to, że procesowi starzenia towarzyszy stopniowa utrata funkcji mięśni, osoby starsze są bardziej narażone na występowanie MSDs, będąc pod wpływem obciążenia nadmiernym wysiłkiem bądź zmęczeniem. Wywołane wiekiem straty w gęstości mineralnej kości, siłę mięśni, utrzymywaniu równowagi (co wpływa także na zmianę właściwości chodu) są związane ze zwiększonym ryzykiem upadków i złamań, niepełnosprawności i śmiertelności. Jednak, pomimo że proces starzenia jest zjawiskiem nieuniknionym w odniesieniu do wszystkich organizmów żywych, u różnych osób zachodzi z różną intensywnością. Jest oczywiste, że występuje znaczne zróżnicowanie w częstości, tempie i zakresie zmian różnych parametrów, opisujących zdrowotne i funkcjonalne właściwości różnych struktur organizmu człowieka. Współczesna wiedza potwierdza, że zarówno rozwój różnego typu chorób, jak i intensywność zmian spowodowanych wiekiem, są zależne nie tylko od uwarunkowań genetycznych, ale także od sposobu życia. Szczególne znaczenie ma sposób odżywiania się oraz dobór określonych ćwiczeń fizycznych.

Obciążenie mechaniczne powiązane z aktywnością fizyczną jest kluczowym czynnikiem decydującym o utrzymaniu układu mięśniowo-szkieletowego w dobrym zdrowiu, gdyż kości mogą zwiększać swoją masę i wytrzymałość, a mięśnie – również siłę w reakcji na obciążenia mechaniczne.

Nadmierne obciążenie fizyczne podczas pracy jest przyczyną rozwoju MSDs. Jednakże, z drugiej strony, wysiłek fizyczny podczas programów treningowych z odpowiednim obciążeniem ma korzystne skutki dla organizmu ludzkiego [5, 6]. Na rys. 5. przedstawiono zmiany siłowych możliwości populacji osób starszych na skutek treningu siłowego [7]. Wyniki tych badań wskazują, że odpowiedni trening może przyczynić się do polepszenia funkcjonowania osób starszych oraz potwierdzają, że obciążenie fizyczne wywołane przez czynniki biomechaniczne, związane z pozycją ciała i wywieranymi siłami, może spowodować nie tylko utratę, ale również poprawę zdrowia.

Ruch i zwiększona wydolność organizmu sprzyjają zdrowiu i poprawie jakości życia. Ostatnie doniesienia wskazują także na wpływ treningu fizycznego i sprawności układu sercowo-naczyniowego na długość telomerów, czyli fragmentów chromosomu, zlokalizowanych na jego końcu, który zabezpiecza chromosom przed uszkodzeniem podczas kopiowania. Telomer skraca się podczas każdego podziału komórki. Proces ten, będący „licznikiem podziałów” chroni komórki przed nowotworzeniem, ale przekłada się na proces starzenia się. Badania Osthus i współpracowników [8] wskazują, że wydolność organizmu jest skorelowana z długością telomerów,



Rys. 4. Wpływ starzenia się na możliwości wykonywania pracy zawodowej

Fig. 4. Influence of ageing on capabilities of performing work

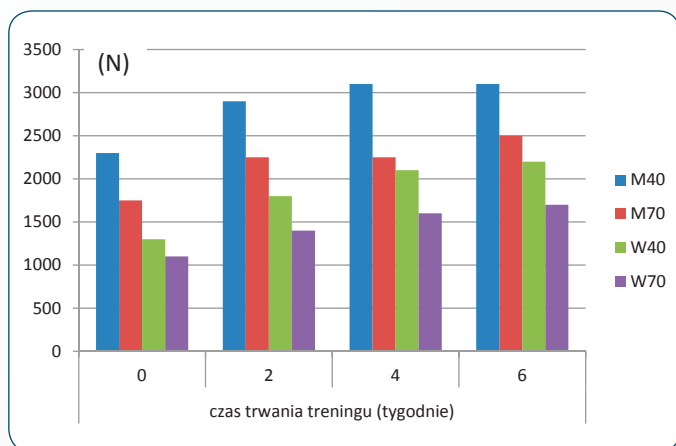
oraz że trening wytrzymałościowy może mieć efekt ochronny dla skracania się telomerów.

Regularna aktywność fizyczna jest jednym z czynników prewencji w odniesieniu do wielu chorób przewlekłych. Systematyczne uprawianie treningu jako formy spędzania wolnego czasu przyczynia się do zmian funkcjonalnych zachodzących w organizmie oraz stanowi środek przeciwdziałający i opóźniający procesy niszczące [9]. Aktywność fizyczna zmniejsza także częstość występowania MSDs, co zostało potwierdzone badaniami Morken i innych [10]. Na podstawie badań kwestionariuszowych wyspecyfikowano grupy osób podejmujących wysiłek fizyczny o małej intensywności (grupa osób badanych o liczebności 308) i o dużej intensywności (grupa o liczebności 481). Wysiłek został sklasyfikowany na podstawie jego intensywności oraz częstości wykonywania. Ponadto, na podstawie kwestionariusza, w każdej grupie określono procent populacji uskarżających się na dolegliwości w różnych częściach ciała. Na rys. 6. przedstawiono wyniki tych badań.

Wskazują one, że osoby wykonujące wysiłek fizyczny o większej intensywności, w mniejszym stopniu uskarżają się na dolegliwości MSDs, w porównaniu z osobami wykonującymi wysiłek fizyczny o małej intensywności. Pozytywny wpływ wysiłku o dużej intensywności jest szczególnie widoczny w przypadku dolegliwości bólowych bioder i górnej części pleców. Dolegliwości bólowe dolnej części pleców występują u największej liczby badanych osób. Zróżnicowanie pomiędzy intensywnością wysiłku, dla tego obszaru ciała jest stosunkowo nieduże.

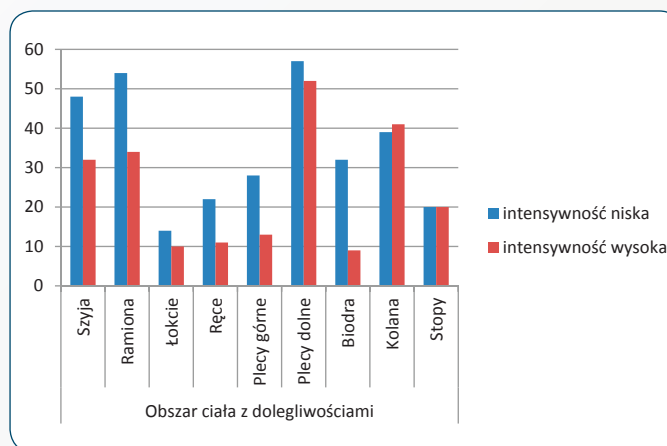
### Zarządzanie wiekiem a MSDs

Postępujące starzenie się społeczeństwa wymusza utrzymanie sprawności psychofizycznej, umożliwiającej jak najdłuższe, aktywne uczestniczenie w życiu zawodowym osób starszych. Efekty MSDs, takie jak ból i ograniczenie zdolności ruchowej, mogą wpływać na szereg aspektów wydajności pracownika: wytrzymałość, zdolności poznawcze



Rys. 5. Zmiana wartości maksymalnej siły prostowania kolana pod wpływem treningu [7] (siła wywierana w warunkach izometrycznych). M40 – mężczyźni w grupie wiekowej czterdziestolatków; W40 – kobiety w grupie wiekowej czterdziestolatków; M70 – mężczyźni w grupie siedemdziesięciolatków; W70 – kobiety w grupie wiekowej siedemdziesięciolatków

Fig. 5. Change in the value of the maximum strenght of the knee extension under the influence of training [7] (the force exerted isometric conditions). M40 – male in their forties age group; W40 – female in their forties age group; M70 – male in their seventh age group; W70 – women in their seventh age group



Rys. 6. Procent populacji osób wykonujących wysiłek fizyczny jako formę spędzania wolnego czasu o różnej intensywności i zgłaszających rozwój MSDs w różnych obszarach ciała [10]

Fig. 6. Percent of the population of persons engaged in physical exercise as a form of leisure activity of varying intensity and reporting development of MSDs in different areas of the body [10]

i koncentrację, racjonalność myślenia/nastrój, sprawność ruchową i zręczność. Jest to szczególnie znaczące dla populacji osób starszych.

Bezpośrednią przyczyną rozwoju MSDs jest obciążenie fizyczne, które na stanowisku pracy powiązane jest bezpośrednio z wywieraną siłą względną, zależną ściśle od możliwości siłowych pracownika. Możliwości siłowe determinowane są cechami indywidualnymi człowieka, a więc na tym samym stanowisku pracy osoby o mniejszych możliwościach siłowych będą poddane relatywnie większemu obciążeniu, co sprzyja rozwojowi u nich MSDs. Ze względu na to, że możliwości siłowe osób starszych są mniejsze, ta grupa wiekowa jest bardziej podatna na rozwój schorzeń [11].

W związku z rosnącym udziałem osób starszych w polskiej i europejskiej populacji pracowników, coraz bardziej istotne jest tzw. zarządzanie wiekiem. Powszechnie przyjmuje się, że proces starzenia rozpoczyna się po 25. roku życia, a określenie wieku, przekroczenie którego upoważnia pracownika do bycia „pracownikiem starszym” jest bardzo trudne. Tym bardziej że tempo starzenia jest cechą indywidualną, zależną także od sposobu życia, spędzania wolnego czasu i odżywiania się (aczkolwiek niektóre źródła, np. WHO, podają, że w sensie fizjologicznym można uznać, że granica ta wynosi 55 lat).

Ze względu na to, że jedną z konsekwencji starzenia się populacji jest zwiększenie liczby osób, która będzie doświadczać utraty masy mięśniowej i siły mięśni, należy zatem przypuszczać, że dla coraz starszych pracowników będą polecane stanowiska pracy nie wymagające używania dużych sił. Zarządzanie wiekiem powinno obejmować zatem m.in. przenoszenie pracowników starszych na mniej obciążające stanowiska pracy [12, 13].

Innym rozwiązaniem jest stosowanie takich działań, które zwiększą wydolność i siłę mięśniową starszych pracowników, dzięki treningom siłowym i wytrzymałościowym. Trening siłowy jest skuteczną interwencją służącą poprawie siły mięśni, mocy i zwiększeniu masy mięśniowej. Trening wytrzymałościowy powoduje poprawę wydolności fizycznej. Dlatego połączenie treningu siłowego i wytrzymałościowego jest najskuteczniejszym sposobem na po-

prawę funkcji zarówno nerwowo-mięśniowych, jak i krążeniowych. Taka interwencja poprawia ogólny stan fizyczny, pomaga w utrzymaniu niezależności i zapobieganiu niepełnosprawności oraz innym niepożądanym skutkom. Zalecany jest równoczesny trening wytrzymałościowy i siłowy o dużej prędkości rozwijania siły, mający na celu poprawę mocy mięśni, bo ta związana jest z wydolnością organizmu.

## Podsumowanie

Można stwierdzić, że przeciwdziałanie zmianom funkcjonalnym w układzie mięśniowo-szkieletowym, zachodzącym wraz z wiekiem, może odbywać się m.in. przez dostosowanie stanowisk pracy do możliwości osób starszych i z niepełnosprawnościami, co ułatwia wykonywanie przez nie określonych zadań. Należy również uwzględnić fakt, że czynniki środowiskowe, takie jak np. choroba, palenie tytoniu oraz zdolność do niwelowania negatywnych skutków oddziaływania środowiska, mają wpływ na zachodzące wraz z wiekiem zmiany w mózgu i mięśniach. W planowaniu form i intensywności wspomnianego w tekście treningu należy uwzględnić możliwości fizyczne człowieka, który ma mu być poddany, charakter jego pracy oraz sposoby spędzania wolnego czasu poza pracą (aby zapobiec np. „przetrenowaniu”).

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Forth European Working Conditions Survey. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (www.eurofound.europa.eu)
- [2] Armstrong T. J., Buckle P., Fine L. J., Hagberg M., Jonsson B., Kilbom A., Kuorinka I., Silverstein B. A., Sjøgaard G., Viikari-Juntura E., (1993). A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. Scandinavian Journal of Work Environment and Health, 19; 73-84
- [3] Chen L., Nelson D. R., Zhao Y., Cui Z. and Johnston J. A. Relationship between muscle mass and muscle strength, and the impact of co-morbidities: a population-based, cross-sectional study of older adults in the United States. Geriatrics 2013, 13:74
- [4] Budzińska K. Wpływ starzenia się organizmu na biologię mięśni szkieletowych, Gerontologia Polska 2005;13 (1): 1-7
- [5] Rooks D. S., Silverman C. B., Kantrowitz F. G. 2002. The Effects of Progressive Strength Training and Aerobic

Exercise on Muscle Strength and Cardiovascular Fitness in Women With Fibromyalgia: A Pilot Study. Arthritis & Rheumatism 47, 22-28

[6] Ylinen J., Takala E.-P., Nykänen M., Häkkinen A., Mäkiä E., Pohjolainen T., Karppi S. L., Kautiainen H., Airaksinen O., 2003. Active neck muscle training in the treatment of chronic neck pain in women. A randomized controlled trial. The Journal of the American Medical Association 289 (19), 2509-2516

[7] Häkkinen M., Kallinen M. Izquierdo, K. Jokelainen, H. Lassila, E. Mäkiä, W. J. Kraemer, R. U. Newton and M. Alen K. 1998. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. Journal of Applied Physiology, 84:1341-1349

[8] Østhus I. B., Sgura A., Berardinelli F., Alsnes I. V., Brønstad E., Rehn T., Støbbak K., Hatle H., Wisløff U., Nauman J. 2012. Telomere Length and Long-Term Endurance Exercise: Does Exercise Training Affect Biological Age? A Pilot Study. PLoS ONE 7(12): e52769. doi:10.1371/journal.pone.0052769

[9] Furrer R., van Schoor N. M., de Haan A., Lips P., de Jongh R. T., Gender – Specific Associations Between Physical Functioning, Bone Quality, and Fracture Risk in Older People, Calcified Tissue International 2014; 94(5): 522-530

[10] Morken T., Mageroy N., Moen B. E., Physical activity is associated with a low prevalence of musculoskeletal disorders in the Royal Norwegian Navy: a cross sectional study, BMC Musculoskeletal Disorders 2007; 8:56

[11] Okunribido O. & Wynn T. Ageing and work-related musculoskeletal disorders A review of the recent literature. 2010, <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr799.pdf>

[12] Bugajska J., Makowiec-Dąbrowska T., Wągrowska-Koski E. Zarządzanie wiekiem w przedsiębiorstwach jako element ochrony zdrowia starszych pracowników. „Medycyna Pracy” 2010; 61(1); 55-6

[13] Bugajska J., Żońnierczyk-Zreda D., Jędryka-Góral A., Gasik R., Hildt-Ciupińska K., Malińska M., Bedyńska S. Psychological factors at work and musculoskeletal disorders: a one year prospective study. “Rheumatol Int” DOI 10.1007/s00296-013-2843-8

*Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „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.*