

mgr inż. PAWEŁ BARTUZI
mgr inż. JOANNA KAMIŃSKA
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Obciążenie i dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego a poziom wiedzy pracowników o ergonomii stanowiska komputerowego



Podczas wykonywania pracy biurowej na stanowisku komputerowym często dochodzi do nadmiernego obciążenia i zmęczenia mięśni, co może prowadzić do powstawania dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego. Dlatego też, zarówno badanie występowania tych dolegliwości, jak również ocena obciążenia na stanowisku pracy mają bardzo duże znaczenie.

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych oraz wyniki oceny obciążenia mięśniowo-szkieletowego, występującego na stanowiskach pracy z komputerem.

Musculoskeletal load and disorders and workers' knowledge about the ergonomics of a computer workstation

Office work performed at a computer workstation often leads to excessive muscle load and muscle fatigue, which may cause musculoskeletal disorders. That is why it is important to assess the presence of musculoskeletal disorders and of load during occupational tasks. This article presents the results of research on musculoskeletal disorders and of an assessment of musculoskeletal load at computer workstations.

Wstęp

Podczas wykonywania pracy biurowej często dochodzi do nadmiernego obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego, czego przyczyną może być nieodpowiednio zaprojektowane stanowisko pracy. Ze względu na fakt, że nadmierne obciążenie i zmęczenie pracownika może prowadzić do powstawania dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego, bardzo istotne jest zarówno badanie występowania tych dolegliwości, jak również ocena obciążenia na stanowisku pracy.

W ograniczaniu dolegliwości mięśniowo-szkieletowych pomagają spełnianie wymagań bezpieczeństwa i ergonomii pracy oraz odpowiednia jej organizacja. Ogromne znaczenie ma także świadomość samego pracownika i sposób wykonywania przez niego pracy.

Ocena dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, jak i obciążenia wynikającego z wykonywania czynności pracy może być przeprowadzona z zastosowaniem metod obiektywnych i subiektywnych. Najdokładniejszymi narzędziami oceny obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego są badania obiektywne, prowadzone z wykorzystaniem spe-

cjalistycznej aparatury. Jedną z metod badawczych jest elektromiografia powierzchniowa (EMG), polegająca na rejestracji sygnału elektrycznego z mięśni podczas ich pracy. W literaturze można znaleźć wiele informacji wskazujących na występowanie korelacji pomiędzy amplitudą sygnału EMG a siłą rozwijaną przez mięśnie [1, 2, 3]. Amplituda sygnału EMG jest więc istotnym wskaźnikiem oceny obciążenia mięśni podczas wykonywania czynności pracy.

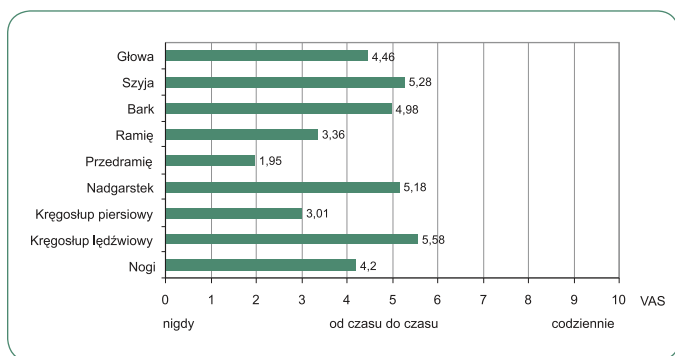
W celu przeprowadzenia subiektywnej (wykonywanej przez pracowników) oceny m.in. częstości i intensywności dolegliwości mięśniowo-szkieletowych stosowane są kwestionariusze ergonomiczne. Jednym z najczęściej stosowanych jest kwestionariusz nordycki NMQ (Nordic Musculoskeletal Questionnaire) [4, 5]. Badania kwestionariuszowe dolegliwości mięśniowo-szkieletowych mogą być przeprowadzane łącznie z oceną ergonomii stanowiska pracy, co pozwala powiązać dolegliwości z warunkami pracy i stwarza możliwość przeprowadzenia zmian ergonomicznych bądź organizacyjnych. Cennymi narzędziami są listy kontrolne, umożliwiające szczegółową ocenę warunków i organizacji pracy na stanowisku komputerowym [6, 7, 8].

W artykule zaprezentowano wyniki badań dotyczących występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych oraz świadomości pracowników biurowych w zakresie ergonomii stanowiska komputerowego, jak również wyniki oceny obciążenia mięśniowo-szkieletowego, występującego na stanowiskach pracy z komputerem.

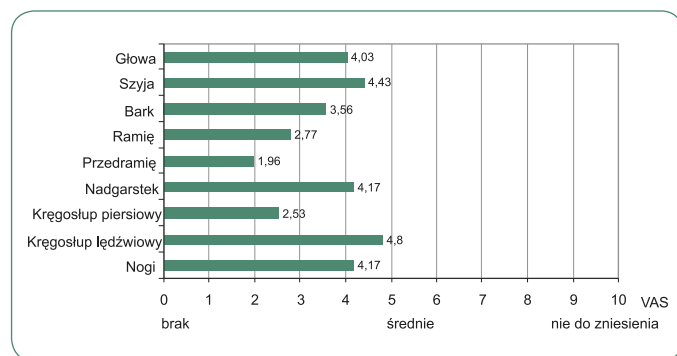
Subiektywna ocena dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego

Celem badań było określenie częstości występowania oraz intensywności dolegliwości mięśniowo-szkieletowych u osób pracujących na stanowiskach komputerowych. Badania z zastosowaniem ankiety przeprowadzono z udziałem 53 osób w wieku od 32 do 52 lat. Osoby biorące udział w badaniu wykonywały pracę biurową na stanowiskach komputerowych od co najmniej 1 roku, pracując we własnym rytmie i stosując przerwy według potrzeb. Większość badanych miała wykształcenie wyższe. Grupę badawczą stanowiły zarówno kobiety, jak i mężczyźni.

W badaniach wykorzystano kwestionariusz nordycki uzupełniony o skalę VAS (Visual Analogue



Rys. 1. Częstość występowania dolegliwości poszczególnych części ciała
 Fig. 1. The frequency of occurrence of musculoskeletal disorders by body region



Rys. 2. Średnia intensywność bólów poszczególnych części ciała w ciągu ostatniego miesiąca
 Fig. 2. Mean intensity of pain in individual body regions in the past month

Scale – wizualna skala analogowa) oraz kwestionariusz własny [7]. Wartości w skali VAS zawarte są w przedziale od 0 do 10. W przypadku oceny natężenia bólu 0 oznacza jego brak, natomiast 10 wskazuje na najsilniejszy możliwy do wyobrażenia ból. Wartości na skali VAS w zakresie 0-3 oznaczają niewielką intensywność bólów, a wartości powyżej 7 – bardzo silne bóle (nie do wytrzymania). Podobnie podczas oceny częstości występowania dolegliwości poszczególnych części ciała w skali VAS wartość 0 oznacza, że dolegliwości nie występują nigdy, wartości 4-6 – że dolegliwości występują od czasu do czasu, a 10 – codziennie.

Badani pracownicy najczęściej skarżyli się na dolegliwości kręgosłupa lędźwiowego (5,58 w skali VAS, rys. 1.). Również pod względem intensywności bólu, spośród 9 analizowanych regionów anatomicznych w przypadku kręgosłupa lędźwiowego odnotowano największą wartość (4,8) na skali VAS (rys. 2.). W drugiej kolejności, zarówno pod względem intensywności, jak i częstości występowania wymieniane były dolegliwości kręgosłupa szyjnego.

Subiektywna ocena wiedzy pracowników na temat ergonomii

Badanie oceny wiedzy pracowników na temat ergonomii przeprowadzono z udziałem tej samej grupy osób co badanie występowania i intensywności dolegliwości mięśniowo-szkieletowych. W kwestionariuszu, składającym się z 40 pytań zamkniętych jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru [7] pracownicy oceniali swoją wiedzę o ergonomii stanowiska komputerowego oraz swoje stanowiska komputerowe w odniesieniu do:

- spełnienia wymagań dotyczących siedziska (krzesła komputerowego)
- spełnienia wymagań dotyczących stołu do pracy
- ustawienia monitora w stosunku do źródeł światła i powstawania ewentualnych odbić na ekranie
- wykorzystywania wyposażenia dodatkowego
- pozycji ciała utrzymywanej podczas pracy, korzystania z oparcia krzesła, podłokietników oraz możliwości zachowania poprawnej, nieuciążliwej pozycji ciała i przestrzeni dla pracownika na stanowisku pracy.

Dodatkowych 5 pytań dotyczyło wieku i płci osoby badanej, faktu, czy praca przy komputerze

odbywa się w domu, czy w pracy oraz, czy podczas pracy wykorzystywany jest komputer stacjonarny, czy przenośny.

Oceniając własną wiedzę na temat ergonomii stanowiska komputerowego najczęściej respondentów (42%) wskazało – w skali od 1 do 10 – odpowiedź „5” (wartość średnia ocen to 4,68 – rys. 3.). Podobnie, najczęściej ocen „5” respondenci przyznali swoim służbowym (21%) i domowym (26%) stanowiskom komputerowym, przy czym średnia ocena domowego stanowiska komputerowego (5,06) była wyższa niż stanowiska służbowego (4,88).

Z ankiet wynika także, że najczęściej, bo aż 43% osób informacje na temat ergonomii stanowiska komputerowego uzyskało z rozmów ze znajomymi, a 42% z obserwacji innych stanowisk.

Większość badanych pracowników miała świadomość, że plecy powinny być oparte, a kąt zgięcia w stawie kolanowym powinien być prosty lub rozwarty. Także bardzo duża grupa osób zdawała sobie sprawę z tego, że nie powinno się nadmiernie zginać i prostować ręki w nadgarstku.

Niestety, wiedza pracowników dotycząca ergonomicznej pozycji ciała często nie znajduje odzwierciedlenia w ich zachowaniu i nawykach. Pomimo że 96% pracowników uważało, iż należy opierać plecy, to robiła to mniej niż połowa respondentów, a 51% wykorzystywało oparcie rzadko lub prawie wcale. Podobna sytuacja występowała, jeśli chodzi

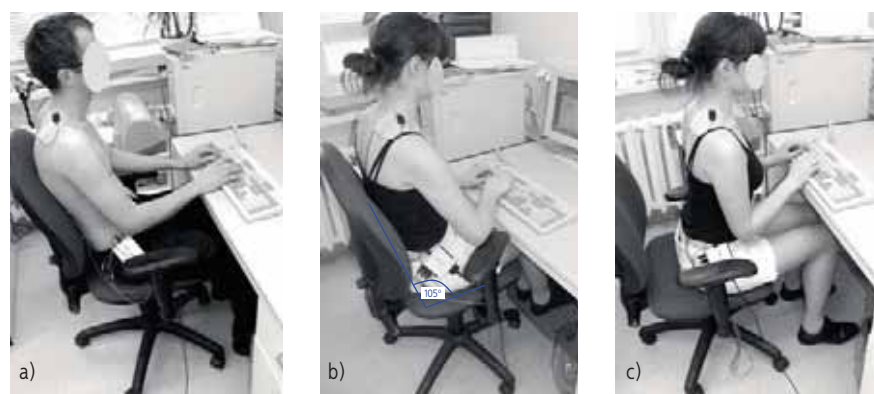
o opieranie nadgarstków o blat biurka. Mimo, że 89% badanych miało świadomość, iż nadgarstki powinny być podparte, robiło tak tylko 68% osób biorących udział w badaniu.

Ocena obciążenia z zastosowaniem elektromiografii powierzchniowej

Celem badań z zastosowaniem elektromiografii powierzchniowej (EMG) było uzyskanie obiektywnej informacji o wpływie pozycji ciała na obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego podczas pracy biurowej.

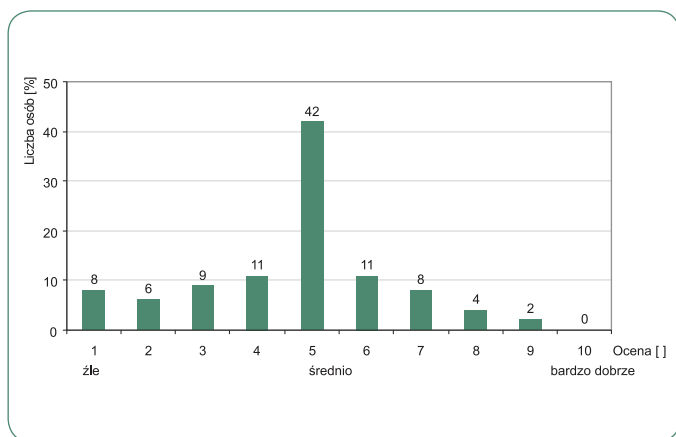
Badania eksperymentalne zostały przeprowadzone na grupie 16 osób – 8 kobiet i 8 mężczyzn. Średni wiek, masa ciała oraz wysokość ciała badanych osób odpowiednio wynoszą: 24 lata (± 2 lata), 72 kg (± 16 kg) oraz 173 cm (± 10 cm). Podczas badań rejestrowano sygnał EMG z mięśnia czworobocznego (*trapezius*), położonego na karku i górnej części grzbietu i umożliwiającego ruch obręczy barkowej, łopatek oraz głowy.

Sygnał EMG rejestrowano w trzech różnych pozycjach ciała (dowolna, odpowiednia, nieodpowiednia), podczas wykonywania pracy biurowej z użyciem klawiatury komputerowej. Przed przystąpieniem do pomiaru w pierwszej pozycji ciała, osoby badane same dopasowywały sobie stanowisko pracy poprzez: regulację wysokości płyty siedziska,



Fot. 1. Pozycje ciała utrzymywane podczas pomiarów sygnału EMG z mięśnia czworobocznego (*trapezius*): a – pozycja dowolna (DO); b – pozycja odpowiednia (OK); c – pozycja nieodpowiednia (NO)

Fot. 1. Postures maintained during EMG signal measurements from m. trapezius: a – arbitrary posture (DO); b – correct posture (OK); c – incorrect posture (NO)



Rys. 3. Subiektywna ocena własnej wiedzy o ergonomii stanowiska komputerowego
Fig. 3. A subjective assessment of self-knowledge about the ergonomics of a computer workstation

regulację kąta, wysokości i odległości oparcia krzesła, ustawienie podłokietników, ustawienie klawiatury, korzystanie lub nie z podnóżka. Pozycja ciała utrzymywana w czasie trwania tego pomiaru została określona jako *DO* (dowolna, fot. 1a).

Przed rozpoczęciem pomiaru w drugiej pozycji ciała, określonej jako *OK* (odpowiednia, fot. 1b), osoby przeprowadzające badanie konfigurowały stanowisko pomiarowe, tak aby w jak największym stopniu spełniało wymagania ergonomii. Zwracano przy tym szczególną uwagę na:

- podparcie kręgosłupa w części lędźwiowej
- oparcia do tyłu, tak aby kąt zawarty między oparciem a płytą siedziska wynosił 105°
- dostosowanie wysokości siedziska do wysokości blatu stołu
- podparcie łokci i przedramion (na podłokietnikach lub na blacie stołu)
- stosowanie podnóżka (jeśli nie było możliwe wygodne oparcie stóp na podłodze)
- ustawienie monitora względem poziomu oczu (górna krawędź monitora poniżej poziomu oczu).

Przed przystąpieniem do pomiaru w trzeciej pozycji, określonej jako *NO* (nieodpowiednia), osoby przeprowadzające badanie po raz kolejny dokonywały zmian na stanowisku pomiarowym. Tym razem stanowisko konfigurowano w taki sposób, aby osoby badane były zmuszone do przyjęcia niewygodnej pozycji ciała. W pozycji ciała *NO* nie było możliwości podparcia pleców ani kończyn górnych, a płyta siedziska znajdowała się zbyt nisko w stosunku do blatu stołu (fot. 1c).

Wskaźnikiem obciążenia mięśnia była amplituda *RMS* (*root mean square* – średnia kwadratowa) sygnału EMG, wyrażona jako procent maksymalnego napięcia mięśniowego (% MVC).

Na rysunku 4. przedstawiono wartości średnie parametru *RMS*, wyznaczone na podstawie sygnału EMG, zarejestrowanego podczas pracy biurowej z zastosowaniem klawiatury komputerowej, w trzech analizowanych pozycjach ciała (*OK*, *DO* i *NO*).

Największe procentowe obciążenie mięśnia trapezius występowało w przypadku dowolnej (*DO*) pozycji ciała, natomiast najmniej obciążająca okazała się pozycja ciała nazwana jako odpowiednia (*OK*). Interesujące jest to, że pozycja ciała zdefiniowana przez badaczy jako pozycja niewygodna

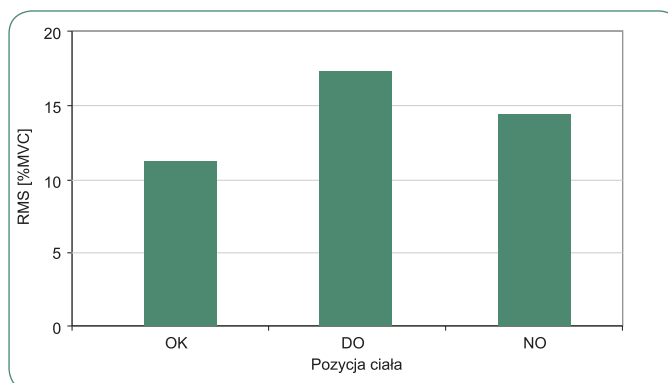
(*NO*) powodowała mniejsze obciążenie badanego mięśnia, niż pozycja dowolna (*DO*).

Podsumowanie

Pracownicy biorący udział w badaniach najczęściej skarżyli się na dolegliwości kręgosłupa lędźwiowego oraz szyjnego, przyznali także, że cechuje je największa intensywność. Wyniki przedstawionych w artykule badań, jak i rezultaty uzyskane przez innych badaczy dowodzą, że to właśnie te problemy cechuje największa intensywność [9].

Przyczyn dużej częstości tego typu dolegliwości kręgosłupa należy upatrywać m.in. w niewystarczającej wiedzy pracowników na temat ergonomii środowiska komputerowego. Dobitym przykładem jest fakt, że większość z przywoływanych w tekście, badanych osób uzyskiwała informacje na tematy ergonomiczne od znajomych lub za pomocą obserwacji innych stanowisk komputerowych. To z kolei oznacza, że wnioski wyciągane na podstawie własnych, niezwyfikowanych obserwacji zazwyczaj nie pokrywają się z tym, co zalecają specjaliści od ergonomii i inspektorzy bhp. Co gorsza, błędne założenia dotyczą nawet najbardziej podstawowych zasad użytkowania sprzętu komputerowego na stanowisku pracy. Najlepszym tego przykładem jest np. niewiedza pracowników dotycząca wysokości ustawienia monitora – aż 45% osób błędnie uważało, że górna krawędź monitora powinna znajdować się powyżej poziomu oczu. Wiedza pracowników dotycząca wymagań pracy, korzystnej pozycji ciała i innych ważnych zasad ergonomicznych często nie jest odzwierciedlona w ich zachowaniu i nawykach. Na przykład, mimo że zdecydowana większość badanych pracowników uważała, że plecy należy opierać o oparcie siedziska, robiła to mniej niż połowa z nich.

Pracownicy powinni uświadomić sobie jedną, bardzo istotną rzecz – na ergonomiczne warunki pracy wpływa nie tylko odpowiednio wyposażone stanowisko komputerowe, ale przede wszystkim odpowiednia wiedza oraz świadomość człowieka. W dużym stopniu to właśnie od samych pracowników zależy prawdopodobieństwo pojawienia się w przyszłości dolegliwości mięśniowo-szkieletowych. Z tego względu, duże znaczenie ma zaangażowanie



Rys. 4. Wartości średnie parametru *RMS* wyznaczone z sygnału EMG zarejestrowanego z mięśnia czworobocznego (trapezius) podczas wykonywania pracy biurowej w trzech analizowanych pozycjach ciała: odpowiedniej (*OK*), dowolnej (*DO*) oraz nieodpowiedniej (*NO*)

Fig. 4. Mean values for of the *RMS* parameter obtained from the EMG signal registered from m. trapezius during office work in three analysed postures: correct (*OK*), arbitrary (*DO*) and incorrect (*NO*)

ergonomistów i służb bhp w poprawę świadomości pracowników.

PIŚMIENNICTWO

- [1] P. Bartuzi, D. Roman-Liu *Ocena obciążenia i zmęczenia układu mięśniowo-szkieletowego z zastosowaniem elektromiografii*. „Bezpieczeństwo Pracy” 4(427)2007, s. 7-10
- [2] J. Kamińska, D. Ciosek, T. Tokarski, P. Bartuzi, D. Roman-Liu *Analiza wpływu siły zewnętrznej na aktywność mięśni grzbietu i brzucha. Biomechanika ruchu. Wybrane zagadnienia*, pod red. Czesława Urbanika, AWF, Warszawa 2007, s. 95-103
- [3] D. Roman-Liu *Analiza biomechaniczna pracy powtarzalnej*. CIOP-PIB, Warszawa 2003
- [4] I. Kuorinka, B. Jonsson, A. Kilbom, H. Vinterberg, F. Biering-Sorensen, G. Andersson, K. Jørgensen *Standardized Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms*. „Appl. Ergon.” 18(3)1987
- [5] J. Zejda, J. Bugajska, M. Kowalska, Ł. Krzych, M. Mieszowska, G. Brożek, B. Braczkowska *Dolegliwości ze strony kończyn górnych, szyi i pleców u osób wykonujących pracę biurową z użyciem komputera*, „Medycyna Pracy” 60(5)2009, s. 359-367
- [6] J. Grabosz, M. Sikorski *Jak ocenić ryzyko pracy przy komputerze*. Wyd. ODDK, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 1999
- [7] J. Kamińska, D. Roman-Liu, T. Tokarski, J. Kozińska-Korczak *Opracowanie rozwiązań promujących kształtowanie komputerowych stanowisk pracy zgodnie z zasadami ergonomii*. Sprawozdania z realizacji zadania nr 4.5.31 z zakresu zadań służb państwowych. Program wieloletni pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, praca niepublikowana. CIOP-PIB, Warszawa 2008
- [8] M. Konarska, A. Gedliczka *Sprawdź, czy twoje stanowisko pracy z komputerem jest ergonomiczne*. CIOP, Warszawa 2001
- [9] J. Bugajska (red.) *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*. CIOP-PIB, Warszawa 2003

Publikacja przygotowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowywanego w latach 2008-2010 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.