

# ERGONOMIA I ORGANIZACJA PRACY ZDALNEJ – ASPEKT ZDROWOTNY I ZALECENIA DOTYCZĄCE ORGANIZACJI BIURA DOMOWEGO

ERGONOMICS AND ORGANIZATION OF REMOTE WORK –  
HEALTH ASPECT AND RECOMMENDATIONS FOR HOME OFFICE ORGANIZATION

Magdalena Janc<sup>1</sup>, Ewa Lipiec<sup>2</sup>, Zbigniew Józwiak<sup>1</sup>, Kinga Polańska<sup>1</sup>, Teresa Makowiec-Dąbrowska<sup>1</sup>

Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera / Nofer Institute of Occupational Medicine, Łódź, Poland

<sup>1</sup> Zakład Środowiskowych i Zawodowych Zagrożeń Zdrowia / Department of Environmental and Occupational Health Hazards

<sup>2</sup> Klinika Chorób Zawodowych i Zdrowia Środowiskowego / Clinic of Occupational Diseases and Environmental Health

## STRESZCZENIE

Analizy dotyczące aktywności ekonomicznej ludności Polski wskazują, że w 2023 r. ok. 7% wszystkich pracujących wykonywało, zwykle lub czasami, pracę w formie zdalnej. Celem publikacji jest analiza wpływu pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na narząd wzroku, występowanie dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, rytm okołodobowy oraz wskazanie rekomendacji dotyczących prawidłowej organizacji biura domowego. Dokonano narracyjnego przeglądu piśmiennictwa dotyczącego wpływu pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na zdrowie pracowników oraz przedstawiono rekomendacje w tym zakresie. Najważniejszymi czynnikami decydującymi o obciążeniu narządu wzroku i układu mięśniowo-szkieletowego oraz wpływającymi na ogólny stan zdrowia i samopoczucie pracowników podczas pracy zdalnej są: właściwa aranżacja stanowiska pracy (zgodnie z zasadami ergonomii), odpowiednia organizacja pracy (ograniczenie czasu pracy przy komputerze/laptopie, stosowanie systematycznych, aktywnych przerw w pracy) oraz higiena snu. Kluczowe znaczenie ma wiedza zarówno pracodawców, profesjonalistów zajmujących się zdrowiem pracowników, jak i samych pracowników na temat znaczenia dla zdrowia właściwego przygotowania biura domowego. *Med Pr Work Health Saf.* 2024;75(1):69–80

**Słowa kluczowe:** rytm okołodobowy, dolegliwości mięśniowo-szkieletowe, praca zdalna, praca z monitorami ekranowymi, zespół widzenia komputerowego, ergonomia i organizacja pracy

## ABSTRACT

Analyses of the economic activity of the Polish population indicate that in 2023, about 7% of all employees performed, usually or sometimes, their work in the form of remote work. The purpose of this publication is to analyze the impact of working with screen-monitor devices on computer vision syndromes, musculoskeletal disorders, circadian rhythm, and to identify recommendations for the proper organization of the home office. A narrative review of the existing literature on the impact of work with the use of devices equipped with screen monitors on the health of employees was performed, as well as recommendations in the above-mentioned area were presented. The most important factors determining the load on the visual organs and musculoskeletal system and affecting the overall health and well-being of employees during remote work are the proper arrangement of the workstation (in accordance with ergonomic principles) and the organization of work (limiting the time spent working at the computer/laptop, systematic active breaks) and healthy sleep habits. It is crucial that both employers, occupational health professionals and employees themselves are aware of the importance to their health of correct preparation of the home office, and have adequate knowledge in this regard. *Med Pr Work Health Saf.* 2024;75(1):69–80

**Key words:** circadian rhythm, musculoskeletal symptoms, remote work, working with screen-monitor devices, computer vision syndromes, ergonomics and organization of remote work

Autorka do korespondencji / Corresponding author: Kinga Polańska, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Zakład Środowiskowych i Zawodowych Zagrożeń Zdrowia, ul. św. Teresy 8, 91-348 Łódź, e-mail: kinga.polanska@imp.lodz.pl  
Nadesłano: 24 listopada 2023, zatwierdzono: 18 grudnia 2023

Finansowanie / Funding: Minister Zdrowia (nr umowy 6/16/85195/NPZ/2021/312/1196, Narodowy Program Zdrowia na lata 2021–2025 Zadanie 4a „Monitorowanie zagrożeń fizycznych, chemicznych i biologicznych w miejscu pracy. Prowadzenie monitoringu oceniającego ekspozycję na związki chemiczne w środowisku pracy i służby żołnierzy zawodowych i funkcjonariuszy oraz zamieszkania”, kierownik badania: prof. dr hab. n. med. Marta Wiszniewska).

## WSTĘP

Praca zdalna (definiowana jako wykonywanie pracy poza siedzibą pracodawcy) ma swoje początki w latach 70. XX w. w USA. W Polsce telepraca jako forma elastycznego zatrudnienia została opisana w nowelizacji Kodeksu pracy w sierpniu 2007 r. Ustawa z dnia 1 grudnia 2022 r. o zmianie ustawy – Kodeks pracy oraz niektórych innych ustaw uchyliła przepisy dotyczące telepracy i jednocześnie wprowadziła definicję oraz regulacje dotyczące pracy zdalnej [1]. Określone zostały wymagania, jakie muszą zostać spełnione, aby praca mogła być wykonywana w formie zdalnej, a także sprecyzowane zostały obowiązki pracownika i pracodawcy w tym zakresie. Praca zdalna polega na wykonywaniu pracy całkowicie lub częściowo w miejscu wskazanym przez pracownika i każdorazowo uzgodnionym z pracodawcą, w tym pod adresem zamieszkania pracownika, w szczególności z wykorzystaniem środków bezpośredniego porozumiewania się na odległość [1].

Analizy dotyczące aktywności ekonomicznej ludności Polski wskazują, że w drugim kwartale 2023 r. 7,4% (1246 tys.) wszystkich osób pracujących wykonywało pracę, zwykle lub czasami, w formie zdalnej [2]. Rozpowszechnienie takiego rodzaju pracy zależy m.in. od jej rodzaju (musi spełniać kryteria zawarte w Kodeksie pracy) oraz od płci i wieku pracowników. Praca zdalna jest najbardziej popularna w podmiotach gospodarki narodowej z sekcji Informacja i komunikacja, Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna oraz Działalność finansowa i ubezpieczeniowa [3]. We wskazanym okresie pracę w formie zdalnej, zwykle lub czasami, świadczyło 7,6% pracujących mężczyzn i 7,2% pracujących kobiet. Według kryterium wieku zdalnie pracowało 8,5% osób <35 r.ż., 9,6% w 35–44 r.ż., 6,3% w 45–54 r.ż. i tylko 3,7% ≥55 r.ż. [2]. Praca zdalna jest zdecydowanie bardziej rozpowszechniona w miastach (10,4%) niż na wsi (3%).

Narzędziami wykorzystywanymi w pracy zdalnej są najczęściej komputer i inne urządzenia elektroniczne (głównie laptop, ale również tablet i smartfon) do komunikowania się na odległość. Należy podkreślić, że urządzenia te są wykorzystywane nie tylko do celów zawodowych, ale i pozazawodowych, co skutkuje wydłużeniem ogólnego czasu ich użytkowania i często korzystaniem z nich w godzinach wieczornych, a nawet nocnych.

Wymagania i organizacja pracy przy monitorach ekranowych są regulowane Dyrektywą Rady 90/270/EWG z dnia 29 maja 1990 r. w sprawie minimalnych

wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przy pracy z urządzeniami wyposażonymi w monitory ekranowe [4] oraz Rozporządzeniem Ministra Rodziny i Polityki Społecznej z dnia 18 października 2023 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe [5].

Zagadnieniom dotyczącym wpływu pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na zdrowie i samopoczucie pracowników poświęcono wiele badań. Dotyczyły one m.in. wpływu wyposażenia i organizacji stanowiska pracy oraz czasu pracy na narząd wzroku, występowanie i nasilenie dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego, a w związku z niestandardową porą wykonywania pracy – także zaburzeń rytmu okołodobowego.

Zgodnie z Kodeksem pracy pracownik organizuje stanowisko pracy zdalnej, uwzględniając wymagania BHP i ergonomii, natomiast pracodawca ma obowiązek zapewnić pracownikowi wykonującemu pracę zdalną materiały i narzędzia pracy (w tym urządzenia techniczne) oraz szkolenia i pomoc techniczną niezbędną do jej wykonywania [1]. Bardzo ważne jest więc w tym kontekście zwiększenie świadomości znaczenia dla zdrowia poprawnego przygotowania tzw. biura domowego zarówno u pracowników, pracodawców, jak i profesjonalistów służb zajmujących się zdrowiem pracowników. Trzeba bowiem pamiętać, że stacjonarne stanowisko pracy jest przygotowywane przez specjalistów z odpowiednim wykształceniem, a pracujący zdalnie pracownik zazwyczaj nie zdaje sobie sprawy z bardzo wielu aspektów determinujących wpływ takiej pracy na zdrowie (np. przestrzeń stanowiska i jej organizacja oraz dostosowanie stanowiska pracy do możliwości psychofizycznych, oświetlenie) i życie (np. wypadki związane ze stanem technicznym okablowania elektrycznego czy schodów).

Artykuł zawiera podsumowanie stanu wiedzy na temat wpływu pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na narząd wzroku, układ mięśniowo-szkieletowy i rytm okołodobowy oraz prezentuje rekomendacje dotyczące prawidłowej, zgodnej z zasadami ergonomii, organizacji biura domowego.

## METODY PRZEGLĄDU

Dokonano narracyjnego przeglądu piśmiennictwa analizującego wpływ pracy przy monitorach ekranowych na narząd wzroku, dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego i rytm okołodobowy. Szczególną uwagę

zwrócono na analizy dotyczące pracy zdalnej, a także porównanie wpływu na zdrowie pracownika z wykorzystaniem urządzeń przenośnych (laptopa, tabletu, smartfona) i komputera stacjonarnego. Przedstawiono także rekomendacje dotyczące prawidłowej organizacji biura domowego.

### **Wpływ pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na narząd wzroku**

Ze względu na powszechną obecność (zarówno w życiu zawodowym, jak i pozazawodowym) urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe dużo uwagi poświęca się wpływowi światła niebieskiego na narząd wzroku. Ludzkie oko reaguje na światło widzialne (fale promieniowania elektromagnetycznego o zakresie 380–780 nm) [6,7]. Światło niebieskie to światło o długości fal 380–500 nm. Można je podzielić na 2 główne kategorie: niebiesko-fioletowe (380–450 nm) i niebiesko-turkusowe (450–500 nm). Niebiesko-fioletowa część widma jest również znana jako promieniowanie HEV (*high energy visible light*) [8]. Głównym źródłem naturalnym światła niebieskiego jest Słońce, a sztucznym – monitory ekranowe (komputerów, laptopów, smartfonów, tabletów) oraz oświetlenie elektryczne pomieszczeń (w przypadku niewystarczającej ilości światła naturalnego).

Powierzchnia oka stanowiąca pierwszą barierę dla promieniowania świetlnego jest podatna na uraz świetlny. Prawie cała energia promieniowania <295 nm jest pochłaniana przez rogówkę. Dlatego promieniowanie świetlne może nie tylko wywołać nagły, ostry uraz świetlny (zapalenie rogówki), lecz także nasilać objawy zespołu suchego oka. Po przejściu przez rogówkę światło UVA, część światła UVB i światło niebieskie docierają do soczewki, w której są absorbowane w stopniu zależnym od wieku. U małych dzieci 80–90% światła niebieskiego przechodzi przez soczewkę, u młodych dorosłych ok. 50% (ilość zmniejsza się znacznie po 60 r.ż.). Dzieje się tak dlatego, że z wiekiem soczewka naturalnie żółknie i pochłania coraz więcej światła o krótkich długościach fal. Dzieci są zatem najbardziej narażone na efekty działania światła niebieskiego: nie tylko ze względu na budowę soczewki, ale również na czas użytkowania urządzeń elektronicznych. Do siatkówki dociera światło widzialnej części widma elektromagnetycznego (380–780 nm) i części bliskiej podczerwieni (780–1400 nm) [9].

Opublikowane ostatnio przeglądy badań podsumowują stan wiedzy na temat wpływu światła niebieskiego na narząd wzroku [6,10]. Jednak wyniki omawianych

w nich badań nie są jednoznaczne. Wiadomo, że niebieskie światło emitowane przez urządzenia wyposażone w monitory ekranowe nie ma takiego natężenia, by dla narządu wzroku stanowiło zagrożenie o charakterze ostrym i nagłym. Nie jest natomiast dokładnie znany skutek narażenia przewlekłego, zwłaszcza w populacji szczególnie wrażliwej (małe dzieci, osoby starsze), tym bardziej że podejrzewa się, iż w przypadku narażenia przewlekłego następuje efekt kumulacji. Ewentualne zmiany dotyczące siatkówki wywołane przez światło niebieskie mogą polegać na znacznym przyspieszeniu lub nawet wcześniejszym wystąpieniu zwyrodnienia plamki związanego z wiekiem wskutek fotochemicznego uszkodzenia nabłonka barwnikowego siatkówki i samych fotoreceptorów [10]. Nie ma jednoznacznych dowodów naukowych wskazujących na korzystne działanie urządzeń filtrujących kolor niebieski (okulary z filtrem, aplikacje filtrujące) w kontekście zapobiegania chorobom oczu, objawom zmęczenia czy zwyrodnieniu plamki związanego z wiekiem [6].

Wiele badań dotyczyło oceny wpływu pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na występowanie objawów zespołu widzenia komputerowego (*computer vision syndrome* – CVS) [11] [często używa się również określenia „cyfrowe zmęczenie oczu” (*digital eye strain* – DES lub *visual fatigue* – VF)]. Zespół widzenia komputerowego definiowany jest jako zespół objawów dotyczących narządu wzroku związanych z pracą z bliska, doświadczanych podczas korzystania z urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe [11]. Objawy CVS można podzielić na zewnętrzne (zespół suchego oka ze wszystkimi jego uwarunkowaniami – zaczerwienieniem, zmęczeniem i podrażnieniem oczu) oraz wewnętrzne (związane z pracą narządu wzroku, wynikającą głównie z konieczności ruchu mięśni okołogałkowych i pracy soczewki, w tym mięśnia rzęskowego). Występują również objawy, które nie dotyczą bezpośrednio narządu wzroku, tj. ból głowy czy dolegliwości mięśniowo-szkieletowe (zwłaszcza w odcinku szyjnym i lędźwiowym kręgosłupa). Wskazuje się, że CVS rozwija się u >60% użytkowników komputerów.

Zmęczenie narządu wzroku (astenopia) podczas obserwowania monitora (objawiające się bólem, łzawieniem, uczuciem suchości oczu, światłem, podwójnym widzeniem, niewyraźnym widzeniem, bólem głowy, zaburzeniem koncentracji) wywołują takie czynniki, jak wielkość obserwowanego szczegółu, parametry monitora (rozdzielczość, częstość odświeżania obrazu,

jasność), odbłaski na ekranie, oświetlenie, a przede wszystkim czas pracy [11]. Jako przyczyny astenopii wskazywane są również nieskorygowane wady refrakcji, brak równowagi mięśni gałkoruchowych, zaburzenia akomodacji czy stres. Kim i wsp. wykazali, że już po godzinie korzystania z tabletu trzymanego w odległości 40 cm od oczu wzrastał wskaźnik obciążenia wzroku [zmęczenie, swędzenie, podrażnienie, łzawienie, pieczenie oczu, wzrost ogólnego wskaźnika zmęczenia oczu oraz obniżenie czasu przerywania filmu łzowego (*tear film break-up time*)] [12].

Korzystanie z urządzeń cyfrowych może wpływać na wzorce mrugania, homeostazę powierzchni oka i funkcjonowanie filmu łzowego. Za zmniejszenie częstości mrugania i występowanie niepełnych mrugnięć częściowo odpowiada utrzymanie uwagi wzrokowej podczas pracy z komputerem. Wysychanie przedniej powierzchni oka i niestabilność filmu łzowego są bardziej prawdopodobne, gdy szpara powiekowa jest szersza w związku ze skierowaniem osi widzenia na wprost i z brakiem zmian kierunku patrzenia, co jest determinowane ustawieniem monitora (ekran monitora umieszczony zbyt wysoko, co częściej dotyczy ekranów komputerów stacjonarnych niż ekranów laptopów) [13–15]. Analiza parametrów powierzchni oka, filmu łzowego i zmęczenia wzrokowego po 15 min czytania na laptopie, tablecie, czytniku e-booków i smartfonie wykazała, że smartfon można uznać za urządzenie powodujące najmniejsze nasilenie ww. objawów w porównaniu z innymi urządzeniami [16].

Podczas patrzenia na odległy punkt mięsień rzęskowy jest rozluźniony, układ więzadłowy utrzymujący soczewkę napięty, a soczewka ma mniejszy wymiar przednio-tylny i słabiej załamuje światło. Mięśnie proste przyśrodkowe gałek ocznych nie wykonują nadmiernej pracy. Sytuacja taka jest bardziej komfortowa dla narządu wzroku. Jednak podczas patrzenia do blizy warunki zewnątrz- i wewnątrzgałkowe zmieniają się, co może być przyczyną problemów. Podczas patrzenia na szczegól znajdujący się w bliskiej odległości dochodzi do konwergencji, akomodacji i zwężenia źrenicy [14].

Jedną z przyczyn dyskomfortu wzrokowego występującego podczas pracy przy komputerze jest niedomoga konwergencji, czyli ruchu zbieżnego gałek ocznych, który występuje automatycznie podczas skupiania ostrości wzroku na obiekcie blisko położonym. Problemu tego doświadczają przede wszystkim osoby z jawnym lub ukrytym zezem rozbieżnym nawet o niewielkiej wartości. Przewyciężenie przez organizm oporu stawianego przez mięśnie zewnątrzgałkowe łączy się z dużym

wysiłkiem wzrokowym i prowadzi do wystąpienia objawów zmęczenia narządu wzroku. Wynikiem tego stanu jest często pojawiające się podświadome przymyknięcie jednego oka, aby oczy poradziły sobie z trudnościami w fuzji motorycznej, co zapobiega np. dwojeniu podczas pracy wzrokowej [17]. Ponadto sam fakt długotrwałej fiksacji wzroku na obiekcie położonym blisko może prowadzić do zezu rozbieżnego, niewydolności konwergencji, zmniejszenia amplitudy akomodacyjnej i tymczasowej zmiany refrakcji narządu wzroku w kierunku krótkowzroczności. Zmiana refrakcji jest zazwyczaj przejściowa i nie pozostawia trwałych skutków. Jest jednak utrudnieniem w niektórych przypadkach, szczególnie jeśli podczas pracy wzrokowej z uwagi na rodzaj wykonywanego zadania potrzebna jest dobra ostrość wzroku do dali [18].

Inną zmianą zachodzącą w narządzie wzroku podczas pracy wzrokowej jest akomodacja. To złożony mechanizm, dzięki któremu zmienia się moc optyczna soczewki: następuje skurcz mięśnia rzęskowego i rozluźnienie więzadeł przytrzymujących soczewkę skutkujące poszerzeniem jej wymiaru przednio-tylnego. Zwiększenie krzywizny powierzchni przedniej soczewki wpływa na zmianę jej mocy refrakcyjnej. Dyskomfort związany z używaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe jest łączony z koniecznością ciągłej pracy mięśnia rzęskowego, aby widzenie z różnych odległości było ostre [14]. Sytuacja ta często skutkuje odczuciem zmęczenia oczu i opóźnieniem akomodacji, czyli stanem, gdy odpowiedź akomodacyjna jest mniejsza niż bodziec akomodacyjny. Objawami są rozmycie obrazu, ból i zmęczenie oczu oraz wydłużony czas ogniskowania się wzroku podczas zmiany fiksacji pomiędzy obiektami położonymi w różnej odległości od oka. Nie jest jasne, w jaki sposób smartfony i tablety zakłócają elastyczność systemu akomodacji w większym zakresie niż praca z tekstem drukowanym. Możliwe, że dodatkowe wymagania w postaci ciągłego utrzymywania funkcji poznawczych na wysokim poziomie, wynikające z wielofunkcyjności tych urządzeń, mogą mieć niekorzystny wpływ na akomodację [14]. U osób korzystających z ekranów cyfrowych, zwłaszcza ze smartfonów w warunkach słabego oświetlenia, wykazano niewielki, ale istotny wzrost ciśnienia śródgałkowego, który może wynikać z nasilenia zaburzeń akomodacji [19].

Analiza dyskomfortu wzrokowego w zależności od wzorców wykorzystania nowych technologii komunikacyjnych i informacyjnych była przedmiotem przekrojowego badania obejmującego 1259 pracowników w Hiszpanii [20]. Najmniejszą częstość występowania

dyskomfortu wzrokowego obserwowano w grupie pracowników korzystających przeważnie z komputerów stacjonarnych albo z laptopów i smartfonów (używanych głównie do prowadzenia rozmów, co w niewielkim stopniu obciążało narząd wzroku), większą – w grupie korzystającej z komputerów stacjonarnych i smartfonów, a największą – w grupie korzystającej z komputerów stacjonarnych i laptopów. Różnice te były częściowo związane z czasem użytkowania sprzętu. Autorzy wskazują, że naprzemienne korzystanie z różnych urządzeń oznacza krótszy czas użytkowania monitorów komputerów czy laptopów, więc ryzyko dyskomfortu wzrokowego jest mniejsze. W przypadku pracy z laptopem (który często ma mniejszą przekątną ekranu w porównaniu z przekątną monitora ekranowego komputera stacjonarnego), w celu uzyskania wyraźnego obrazu, użytkownicy zwykle zbliżają się do monitora. To z kolei zmusza do silniejszej akomodacji i skutkuje bólami głowy, które występują najczęściej, gdy ekran znajduje się w odległości <50 cm od oczu (małe laptopy, tablety, smartfony) [21].

W badaniu Anggrainy i wsp. porównano częstość występowania objawów CVS wśród pracowników korzystających podczas pracy z komputerów stacjonarnych lub laptopów. Z 14 objawów CVS respondenci pracujący z laptopami wskazywali średnio 6,1 objawu (zakres: 1–11), a pracujący z komputerami stacjonarnymi – tylko 3,5 objawu (zakres: 1–6) ( $p < 0,001$ ) [22].

Podsumowując wyniki badań dotyczących wpływu korzystania z monitorów ekranowych na narząd wzroku, należy podkreślić, że najważniejszym czynnikiem decydującym o obciążeniu i zmęczeniu tego narządu jest czas, przez jaki użytkowane jest urządzenie wyposażone w monitor. Znaczenie mają również wyjściowy stan narządu wzroku (w tym wady refrakcji, starczowzroczność), parametry techniczne monitora (przede wszystkim jego wielkość), a także rodzaj pracy i przestrzeganie zasad ergonomii.

### **Wpływ pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na układ mięśniowo-szkieletowy**

Zaburzenia układu mięśniowo-szkieletowego (*musculoskeletal disorders* – MSD) dotyczą upośledzenia struktur ciała takich jak: mięśnie, stawy, ścięgna, więzadła, nerwy, kości i miejscowo naczyń krwionośnych [23]. Zaburzenia układu mięśniowo-szkieletowego związane z wykonywaną pracą (*work-related musculoskeletal disorder* – WRMSD) są wywołane lub nasilone przede wszystkim w wyniku pracy lub wpływu bezpośredniego

otoczenia, w którym praca jest wykonywana. Praca z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe jest wskazywana w badaniach epidemiologicznych jako czynnik ryzyka wystąpienia i nasilenia WRMSD [24–26]. W tym przypadku WRMSD są konsekwencją dużego obciążenia statycznego oraz wykonywania powtarzających się ruchów monotypowych (obsługa klawiatury i myszy). Należy także podkreślić, że wzrost napięcia mięśniowego podczas pracy z komputerem jest związany z utrzymaniem pozycji głowy oraz z obciążeniem psychicznym wynikającym z odczytywania informacji z ekranu i ich przetwarzaniem.

Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego podczas pracy z urządzeniami wyposażonymi w monitory ekranowe są czynniki związane z organizacją stanowiska pracy (nieergonomiczne stanowisko pracy) i wielogodzinną, nieprzerwaną pracą w pozycji siedzącej (nieprzestrzeganie wytycznych dotyczących czasu pracy i przerw w pracy). W publikacjach wskazuje się, że MSD dotyczą >60% osób pracujących przy monitorach ekranowych i najczęściej występują zespoły bólowe kręgosłupa w odcinku szyjnym i lędźwiowo-krzyżowym (*low back pain* – LBP) oraz trudności w wykonywaniu ruchów manipulacyjnych z powodu dysfunkcji/parestezji dystalnych części kończyn górnych [24–26].

Zaburzenia układu mięśniowo-szkieletowego są ważną przyczyną prezenteizmu, absencji chorobowej i niepełnosprawności. Są również źródłem istotnego obciążenia ekonomicznego związanego z wydatkami na opiekę zdrowotną, niezdolnością do pracy oraz nieobecnością w pracy [25]. Ostatnio przeprowadzone badania wskazują, że MSD występują częściej i z większą intensywnością objawów wśród osób pracujących zdalnie w porównaniu z pracującymi stacjonarnie, co jest przypisywane większym wymaganiom tej formy pracy (w zakresie organizacji i samokontroli), wydłużeniem godzin pracy i brakiem przerw [24,27–29].

Opublikowany w 2023 r. przegląd piśmiennictwa obejmuje 18 badań analizujących zależność między pracą wykonywaną w formie zdalnej a występowaniem i nasileniem MSD [24]. Podkreślono znaczenie nieodpowiednio przygotowanego stanowiska pracy, w tym niewłaściwe ustawienie i/lub wielkość monitora ekranowego (niewłaściwa odległość, wysokość lub przekątna ekranu), klawiatury i/lub myszy (złe ustawienie, zbyt mała klawiatura), niezgodne z wymogami ergonomii krzesło (m.in. brak regulacji wysokości siedziska, oparcia i podłokietników), a także brak wiedzy na temat ergonomii pracy z urządzeniami wyposażonymi

w monitory ekranowe i w konsekwencji przyjmowanie niewłaściwej pozycji ciała podczas pracy.

Bardzo ważnymi czynnikami zwiększającymi ryzyko MSD były kwestie związane z organizacją pracy, tj. długie godziny pracy oraz brak odpowiednich przerw. Czynniki te częściej występują w przypadku wykonywania pracy w formie zdalnej niż stacjonarnej [30]. Podobnie jest z korzystaniem z urządzeń nowych technologii, tj. laptopa, smartfonu, tabletu, które nie są odpowiednie do długotrwałej pracy, jeśli nie mają dodatkowego wyposażenia i/lub nie są właściwie ustawione. W kontekście pracy zdalnej zwrócono uwagę także na nieodpowiednie oświetlenie, temperaturę, wentylację oraz na hałas (jednak wpływ tych czynników analizowano rzadziej), które mogą być źródłem rozproszenia uwagi i dyskomfortu wpływającego na zdrowie fizyczne i psychiczne pracowników biurowych [31,32]. Zwrócono uwagę również na psychospołeczne wymagania pracy, tj. zaburzenie równowagi między wymaganiami, jakie stawia praca, a możliwościami sprostania im przez pracowników, oraz czynniki charakterystyczne dla pracy zdalnej: izolację, brak wsparcia lub ograniczone wsparcie, a także zaburzenie równowagi między pracą a życiem prywatnym [33].

W badaniach dotyczących ryzyka wystąpienia MSD wskazywano również indywidualne czynniki, takie jak płeć i wiek pracownika oraz sytuacja rodzinna i społeczna, a także związane ze stylem życia, w tym przede wszystkim nadwagę/otyłość oraz brak aktywności fizycznej [24,25]. Autorzy przeglądu zwrócili uwagę na przekrojowy model badań, który nie pozwala wnioskować o przyczynowości, a także na ograniczenia dotyczące wiarygodnej oceny stanowiska pracy (w tym wyposażenia, przyjmowanej pozycji ciała oraz czasu i przerw w pracy) i MSD. Wskazano, że analizy dotyczące wpływu pracy zdalnej na ryzyko wystąpienia i nasilenia MSD dotyczyły przede wszystkim okresu pandemii COVID-19, kiedy taki rodzaj pracy wynikał z konieczności, a nie ze świadomego wyboru, i często był związany z brakiem odpowiedniego wyposażenia i wiedzy w zakresie organizacji biura domowego.

Rozpowszechnienie laptopów jako podstawowego wyposażenia stanowiska pracy oraz powszechne używanie tabletów i/lub smartfonów przyczyniło się do rozpoczęcia analiz częstości występowania MSD u użytkowników wymienionych urządzeń. Badania naukowe wskazują, że praca z laptopem, smartfonem czy tabletem powoduje większe obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego w porównaniu z pracą z komputerem stacjonarnym. Z używaniem smartfonów wiąże się szczególnie częste dolegliwości w odcinku szyjnym

kręgosłupa (konsekwencja niewłaściwej pozycji ciała – pochylanie się w związku ze zbyt małym, nisko umiejscowionym ekranem) oraz dotyczące kciuka (wysyłanie krótkich wiadomości tekstowych oraz wiadomości w komunikatorach i komentarzy w mediach społecznościowych) [34]. Podobnie Anggrainy i wsp. wykazali większą częstość występowania objawów ze strony układu mięśniowo-szkieletowego (ból karku i pleców) wśród użytkowników laptopów w porównaniu z użytkownikami komputerów stacjonarnych [22]. Analizując zapisy elektromiograficzne mięśni, stwierdzono, że najniższa aktywność wszystkich mięśni występowała podczas stosowania tabletów lub smartfonów w porównaniu ze stosowaniem komputerów stacjonarnych i laptopów [33].

Wpływ pracy z wykorzystaniem monitorów ekranowych na MSD był również przedmiotem badań prowadzonych w Polsce. Analiza częstości występowania MSD w grupie 300 pracowników, których podstawowym narzędziem pracy na stacjonarnych stanowiskach biurowych był laptop, wykazała, że aż u 39–53% badanych po pracy występowały MSD, zwłaszcza dotyczące karku i obręczy barkowej [35]. Większość badanych stawiła swój przenośny komputer na zwykłym biurku lub na małym stoliku albo nie stosowała żadnego sprzętu dodatkowego (klawiatury, myszy), który mógłby poprawić warunki pracy. Dlatego podczas pracy przyjmowali złą pozycję ciała: ze zgarbionymi plecami i głową ustawioną w protrakcji oraz rękami nadmierne zgiętymi grzbietowo w nadgarstku. Stwierdzono również, że pracownicy, którzy pracując z laptopem, nie używali oddzielnej klawiatury, zgłaszali wyższe średnie natężenie bólu barku. W innym badaniu >48% z 2000 pracowników biurowych w Warszawie wskazywało, że w roku poprzedzającym badanie mieli schorzenia układu mięśniowo-szkieletowego, przede wszystkim ból w okolicy odcinka szyjnego i lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa [36]. Z analiz wynikało, że wydłużony czas pracy zwiększał prawie dwukrotnie ryzyko bólu w odcinku szyjnym kręgosłupa, natomiast dostosowanie regulacji siedziska do cech antropometrycznych pracowników zmniejszało ryzyko o ok. 40%. W analizach dotyczących studentów, pracowników dydaktycznych i administracyjnych łódzkich uczelni wyższych wykazano, że w czasie epidemii COVID-19 nauka/praca zdalna była związana ze zwiększeniem wykorzystania urządzeń nowych technologii, wydłużeniem deklarowanego czasu korzystania z nich oraz z większą częstością występowania i nasileniem MSD [26,37].

Podsumowując, przeprowadzone badania wskazują, że praca z urządzeniami wyposażonymi w monitory

ekranowe zwiększa ryzyko wystąpienia i nasilenia MSD. Omawiane dolegliwości częściej pojawiały się u osób pracujących zdalnie w porównaniu z pracującymi stacjonarnie, co może wynikać z częstszego stosowania urządzeń nowych technologii (laptopa, tabletu, smartfona), niewłaściwego przygotowania stanowiska pracy (niezgodnie z zasadami ergonomii) i niewłaściwej organizacji pracy (długotrwała, nieprzerwana praca). Jednak w badaniach podkreślono, że większość omawianych analiz dotyczących wpływu pracy zdalnej na układ mięśniowo-szkieletowy dotyczy okresu epidemii COVID-19 (co wiązało się z ograniczeniem w zakresie wyboru miejsca wykonywania pracy, możliwości lokalowych, technicznych i organizacyjnych, a także wiedzy, dostępnego wsparcia i rozwiązań prawnych), dlatego uzasadnione jest dalsze prowadzenie badań w tym zakresie.

### **Wpływ pracy z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe na rytm okołodobowy**

Praca zdalna pozwala dowolnie ustalać okresy aktywności zawodowej i przerw wypoczynkowych w ciągu doby, ale w porównaniu z pracą stacjonarną wiąże się często z wydłużeniem czasu korzystania ze sprzętu komputerowego. Bardzo często jest więc wykonywana w warunkach oświetlenia sztucznego do późnych godzin wieczornych lub w nocy. W analizach obejmujących studentów i pracowników wyższych uczelni w Łodzi wykazano, że w okresie nauki/pracy zdalnej (okres epidemii COVID-19) istotnie wydłużył się czas korzystania z komputera/laptopa, znacząco zwiększył się także odsetek osób zasypiających po północy [26].

Skrócony i rozpoczynający się w drugiej połowie nocy sen jest mniej efektywny. Należy zaznaczyć, że indywidualne zapotrzebowanie na sen jest zróżnicowane, ale większość dorosłych potrzebuje co najmniej 7 godz. dobrej jakości snu co noc, aby zachować zdrowie, optymalną wydajność i sprawność w ciągu dnia. Tylko niewielki odsetek populacji może z natury spać krócej. Stwierdzono, że mniejsza potrzeba snu ma podłoże biologiczne – zidentyfikowano mutację genu DEC2, który bierze udział m.in. w regulowaniu zegara biologicznego [38].

Długość snu zmienia się wraz z wiekiem. Noworodki śpią 16–18 godz., a najdłuższy epizod snu trwa u nich 2,5–4 godz. W 2–5 r.ż. całkowity czas snu skraca się do 11–13 godz. Dzieci w wieku szkolnym śpią 9–11 godz. (pojawia się u nich zróżnicowanie chronotypu), a nastolatki potrzebują 8–10 godz. każdej nocy. W kolejnych

latach życia zapotrzebowanie na sen skraca się: osoby >65 r.ż. śpią 7–8 godz. lub krócej.

Długość snu ma istotne znaczenie dla życia i codziennego funkcjonowania. Stwierdzono, że istnieje związek pomiędzy długością snu a występowaniem chorób, w tym cukrzycy, nadciśnienia, chorób serca i depresji. Krótki (<6 godz.) i długi (≥8 godz.) czas snu oraz fragmentaryczny sen są powiązane ze zwiększonym ryzykiem chorób i zwiększoną umieralnością [39]. U śpiących 6–8 godz. aktualny i przyszły stan zdrowia metabolicznego i psychicznego był najlepszy. Zarówno zbyt długi, jak i zbyt krótki sen mają negatywny wpływ na funkcjonowanie mózgu. Odpowiednia długość snu (7–8 godz.) wpływa na sprawność procesów poznawczych.

Badania epidemiologiczne wskazują, że praca z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe do późnych godzin wieczornych oraz odwlekanie pory udawania się na spoczynek mają wpływ na zdrowie i samopoczucie pracowników. Krótsza jest wówczas spontaniczna długość snu, a nieprzespana dobrze noc pogarsza czujność, spowalnia sprawność procesów myślowych, obniża zdolności psychomotoryczne oraz zwiększa częstość popełniania błędów następnego dnia [40].

Z długotrwałą pracą z urządzeniami wyposażonymi w monitory ekranowe związana jest m.in. ekspozycja na światło niebieskie, które przesuwa fazę rytmu dobowego, zmniejsza uczucie senności, pogarsza jakość i długość snu. Następuje wydłużenie czasu do zaśnięcia, opóźnienie/zmniejszenie wydzielania melatoniny oraz zwiększenie czujności, głębokiej temperatury ciała i tętna podczas snu.

W jednym z eksperymentów przeprowadzonych w grupie 12 osób porównywano biologiczne skutki czytania książki elektronicznej na urządzeniu emitującym światło z czytaniem książki drukowanej przez 4 godz. przed zaplanowanym w godzinach 22–6 snem [41]. Natężenie docierającego do oczu światła było w obu sytuacjach jednakowe i wynosiło 30–50 lx. Światło czytelnika było typowym światłem białym emitowanym przez diody LED z charakterystycznym pikiem w zakresie światła niebieskiego (452 nm), a światło odbite od książki drukowanej miało szerokie spektrum ze szczytem przy 612 nm. Czytanie książki na nośniku elektronicznym wiązało się ze zmniejszeniem uczucia senności wieczorem (oceniałego godzinę przed zaplanowaną porą snu), ale i z większą sennością rano, po obudzeniu. Na podstawie wyników cogodzinnych pomiarów stężenia melatoniny w próbkach krwi badanych w godzinach 18–10 stwierdzono, że stężenie obniżyło się o ok. 50%, a początek uwalniania melatoniny (*dim light melatonin*

onset – DLMO) był opóźniony o prawie 1,5 godz. w stosunku do pomiarów wykonanych u tych samych osób, kiedy czytały książkę drukowaną. Wyniki te wskazywały, że nastąpiło przesunięcie fazy rytmu okołodobowego. Po korzystaniu z czytnika zasypianie trwało średnio prawie 10 min dłużej niż po czytaniu książki drukowanej, ogólny czas snu był nieco krótszy, krócej trwał też sen z szybkimi ruchami gałek ocznych (*rapid eye movement* – REM). Nieco wydłużył się natomiast czas trwania snu innego niż REM, a w zapisie EEG w czasie snu pojawiło się mniej mózgowych fal delta/theta będących wskaźnikiem snu głębokiego. Ponieważ podczas czytania książek istotną różnicę stanowiła wyłącznie długość fali światła padającego na siatkówkę, uznano, że to właśnie rodzaj światła był przyczyną tak poważnych konsekwencji w parametrach fizjologicznych u uczestników tego badania.

Podobne efekty działania światła niebieskiego stwierdzono w eksperymencie, który polegał na obserwowaniu ekranów komputerów przez 5 godz. w 2 sesjach. W pierwszej sesji monitor nie miał podświetlenia LED, w drugiej był podświetlony diodami LED emitującymi ponad 3 razy więcej światła w zakresie niebieskim 440–470 nm (w obu sesjach intensywność światła emitowanego przez monitory była taka sama) [42]. Stwierdzono, że wieczorna ekspozycja na ekran podświetlany diodami LED skutkowałą obniżeniem stężenia melatoniny, zmniejszeniem senności przy wzroście czujności i wydajności poznawczej związanej z ciągłą uwagą oraz pamięcią roboczą i deklaratywną. Chęć korzystania z komputera/laptopa wieczorem można tłumaczyć zwiększeniem czujności w związku z ekspozycją na światło niebieskie. Należy jednak podkreślić, że zwiększona czujność jest przydatna w pracy, zwłaszcza późno w nocy, ale nie przy zasypianiu.

Kolejny aspekt, na który zwraca się uwagę w badaniach epidemiologicznych, dotyczy wydłużania snu w dni wolne od pracy. Różnice między harmonogramami aktywności/snu w dni pracy i w dni wolne prowadzą do powstania długu czasowego, czyli sytuacji podobnej do powstającej po zmianie stref czasowych podczas podróży na zachód. Takie zakłócenie ma natychmiastowe konsekwencje zdrowotne: wzrost stężenia hormonów stresu i spoczynkowej częstości skurczów serca. U osób, u których taka sytuacja powtarza się często, obserwuje się obniżenie stężenia cholesterolu HDL, wyraźne podwyższenie stężenia trójglicerydów oraz insulinooporność z natężeniem objawów tym wyraźniejszym, im większe było weekendowe odchylenie od normalnego rytmu snu [43].

Podsumowując, wyniki badań epidemiologicznych wskazują, że praca z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe do późnych godzin wieczornych (zasypianie po północy), ekspozycja na światło niebieskie oraz zakłócenie harmonogramu dobowego związanego z aktywnością i snem w dni aktywności zawodowej i dni wolne od pracy mogą wpływać na zdrowie, samopoczucie i efektywność zawodową.

### **Rekomendacje dotyczące organizacji biura domowego**

Efektywna praca z wykorzystaniem komputera/laptopa wymaga, poza umiejętnościami, dobrego stanowiska pracy (zgodnego z zasadami ergonomii) i przestrzegania wytycznych dotyczących czasu pracy i przerw. Wykonywanie pracy w trybie zdalnym stawia przed pracownikiem wyższe wymagania niż jej wykonywanie w trybie stacjonarnym. Pracownik sam musi zorganizować stanowisko pracy (korzystając z materiałów i narzędzi, w tym urządzeń technicznych, a także zapewnionych przez pracodawcę szkoleń i pomocy technicznej), od samego pracownika w dużej mierze zależy to, jak zorganizuje pracę w ramach wynikającej z umowy liczby godzin [1].

Niezależnie od miejsca, gdzie wykorzystywany jest komputer/laptop, stanowisko pracy powinno być zgodne z zasadami ergonomii: wyposażone w odpowiednio wyregulowany stół (biurko) umożliwiający właściwe ustawienie monitora, klawiatury i myszy (jeżeli jest taka konieczność), stabilne krzesło (z możliwością obrotu wokół osi pionowej o 360°) o regulowanej wysokości siedziska z oparciem i podłokietnikami, a także w razie potrzeby uchwyt na dokumenty i podnóżek [5,44–46]. Poprawnie zorganizowane stanowisko pracy (wyposażenie i sposób rozmieszczenia jego elementów) nie będzie nadmiernie obciążać układu mięśniowo-szkieletowego ani wzroku podczas pracy, nie będzie też stanowiło źródła zagrożenia dla pracownika.

W przypadku wykonywania pracy w formie zdalnej (lub hybrydowej) powszechnie stosowane są systemy przenośne (głównie laptopy). Warunkiem ergonomicznej pracy na laptopie jest wyposażenie go w dodatkową standardową klawiaturę i mysz oraz stacjonarny monitor ekranowy lub podstawkę pozwalającą unieść ekran do takiej wysokości, by jego górna krawędź znajdowała się na poziomie oczu. Tylko laptopy z przekątną ekranu ok. 17 cali są na tyle duże, że po ustawieniu na biurku/stole górna krawędź ekranu jest na prawidłowej wysokości. Trzeba jednak pamiętać, że wszystkie laptopy mają stosunkowo małą klawiaturę, a w czasie pracy na nich korzysta się



z panelu dotykowego (*touchpad*), co obciąża układ mięśniowo-szkieletowy. Dlatego bezpieczniej i wygodniej jest umieścić laptop na podstawie i dołączyć do niego zewnętrzną klawiaturę oraz mysz. Jeżeli ekran laptopa ma mniej niż 15 cali, wskazane jest także podłączenie dodatkowego monitora. Takie rozwiązanie zaleca się też zawsze, gdy laptop jest wykorzystywany w długotrwałej pracy. Należy również zwrócić uwagę na odpowiednie ustawienie monitora względem okna oraz wyeliminować odbłaski na ekranie poprzez odpowiednie ustawienie go względem źródeł światła ogólnego i/lub odpowiednie ustawienie źródeł światła dodatkowego (miejscowego). Pomieszczenie, w którym jest wykonywana praca, powinno być oświetlone światłem dziennym, naturalnym, a gdy nie jest ono wystarczające, konieczne jest zapewnienie takiego oświetlenia sztucznego (zarówno ogólnego, jak i miejscowego), by zapewnić natężenie światła ok. 500 lx. Wskazane jest zastosowanie oświetlenia o neutralnej temperaturze barwowej (3300–5300 K), która powinna wzrastać z wartością natężenia oświetlenia. Taka temperatura barwowa źródeł światła sztucznego jest odpowiednia w dzień: wieczorem nie powinna przekraczać 3000 K.

Pracując zdalnie, trzeba skrupulatnie kontrolować czas pracy i skutecznie nim zarządzać. Jeżeli jest to możliwe, należy łączyć naprzemiennie pracę przy komputerze/laptopie z wykonywaniem zadań niezwiązanych z obsługą monitorów ekranowych. Racjonalny tryb pracy z komputerem/laptopem wymaga stosowania przerw: w przypadku pracy z monitorami ekranowymi pracownik powinien mieć zapewnioną 5-minutową przerwę wliczaną do czasu pracy (o ile nie stosuje wspomnianego łączenia zadań) [5]. Aby przerwy w pracy przynosiły korzyści zdrowotne, nie wolno podczas nich korzystać z komputera/laptopa: należy np. wykonywać ćwiczenia fizyczne, spacerować po mieszkaniu oraz patrzeć w dal. Aby chronić oczy i niwelować CVS, należy stosować zasadę 20–20–20 (co 20 min przerwa trwająca 20 s z patrzeniem w dal na odległość 20 stóp, tj. >6 m). Należy również zwrócić uwagę na dostosowanie jasności ekranu do potrzeb i panujących warunków, a także na korekcję okularową, jeśli jest wymagana.

Aby utrzymać regularność rytmów okołodobowych oraz stały cykl snu i czuwania, należy dostosować ekspozycję na długości fali świetlnej do pory dnia. Rano warto korzystać z naturalnego światła, a wieczorem ograniczać ekspozycję na światło niebieskie. Należy zaprzestać korzystania z elektronicznych urządzeń przynajmniej na 2 godz. przed snem. Światło niebieskie występujące w sypialni to nie tylko wyświetlacz telefonu/laptopa/telewizora, to także oświetlenie domowe LED czy światło ulicznych latarni. Te

źródła światła zaburzają rytm dobowy i powodują problemy z zaśnięciem. Wpływ oświetlenia zewnętrznego zmniejszy zastosowanie nieprzepuszczających światła zasłon czy rolet okiennych. W przypadku pracy w godzinach popołudniowych/wieczornych w miarę możliwości należy ograniczyć emisję światła niebieskiego z urządzenia, np. regulując jasność ekranu, co może zredukować ilość niebieskiego światła o 60–70% (nowoczesne ekrany są wyposażone w funkcję automatycznej regulacji poziomu jasności w zależności od natężenia oświetlenia w otoczeniu) i korzystając z funkcji dostosowania temperatury barwowej ekranu do pory dnia.

## WNIOSKI

Podsumowując, należy podkreślić, że najważniejszymi czynnikami decydującymi o obciążeniu narządu wzroku i układu mięśniowo-szkieletowego oraz wpływającymi na ogólny stan zdrowia i samopoczucie pracowników podczas pracy zdalnej są właściwa aranżacja stanowiska pracy (zgodnie z zasadami ergonomii) oraz organizacja pracy (ograniczenie czasu pracy przy komputerze/laptopie, stosowanie systematycznych, aktywnych przerw w pracy oraz – jeśli to możliwe – wykonywanie naprzemiennie czynności z wykorzystaniem urządzeń nowych technologii i bez nich). Kluczowe znaczenie ma zatem zwiększenie wiedzy i świadomości pracowników, pracodawców i profesjonalistów zajmujących się zdrowiem pracowników na temat właściwego przygotowania biura domowego, a także wyposażenie ich w odpowiednie materiały i narzędzia.

Należy również podkreślić konieczność dalszego prowadzenia badań (z zastosowaniem najlepszego możliwego modelu badania epidemiologicznego, wiarygodnych pomiarów ekspozycji, skutków zdrowotnych i czynników zakłócających) dotyczących wpływu pracy zdalnej na zdrowie pracowników, ze szczególnym uwzględnieniem odległych konsekwencji zdrowotnych i nowych wyzwań związanych z pracą z wykorzystaniem urządzeń wyposażonych w monitory ekranowe (np. stanowiska pracy z wieloma monitorami ekranowymi) oraz oceny skuteczności wprowadzanych rozwiązań ustawodawczych oraz działań edukacyjnych i interwencyjnych.

## Wkład autorów

**Koncepcja badań:** Magdalena Janc, Kinga Polańska, Teresa Makowiec-Dąbrowska

**Interpretacja wyników:** Magdalena Janc, Kinga Polańska, Ewa Lipiec, Teresa Makowiec-Dąbrowska

**Piśmiennictwo:** Magdalena Janc, Ewa Lipiec

## PIŚMIENNICTWO

1. Ustawa z dnia 1 grudnia 2022 r. o zmianie ustawy – Kodeks pracy oraz niektórych innych ustaw. DzU z 2023 r., poz. 240.
2. Główny Urząd Statystyczny [Internet]. Warszawa: Urząd; 2023 [cited 2023 Sep 1]. Aktywność ekonomiczna ludności Polski – 2 kwartał 2023 r. Available from: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/pracujacy-bezrobotni-bierni-zawodowo-wg-bael/aktywnosc-ekonomiczna-ludnosci-polski-2-kwartal-2023-roku,4,51.html>.
3. Główny Urząd Statystyczny [Internet]. Warszawa: Urząd; 2023 [cited 2023 Sep 1]. Popyt na pracę w pierwszym kwartale 2023 r. – informacje sygnałowe. Available from: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rynek-pracy/popyt-na-prace/popyt-na-prace-w-1-kwartale-2023-roku,2,50.html>.
4. Dyrektywa Rady z dnia 29 maja 1990 r. w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przy pracy z urządzeniami wyposażonymi w monitory ekranowe (piąta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG). 90/270/EWG.
5. Rozporządzenie Ministra Rodziny i Polityki Społecznej z dnia 18 października 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe. DzU z 2023 r., poz. 2367.
6. Cougnard-Gregoire A, Merle BMJ, Aslam T, Seddon JM, Akin I, Klaver CCW, et al. Blue Light Exposure: Ocular Hazards and Prevention – A Narrative Review. *Ophthalmol Ther.* 2023;12(2):755-88. <https://doi.org/10.1007/s40123-023-00675-3>.
7. Norton B, Balick M, Hobday R, Fournier C, Scartezzini JL, Solt J, et al. Daylight: contexts and concepts, in Changing perspectives on daylight: science, technology and culture. 2017. In: AAAS Membership Make the connection [Internet]. Washington DC: Science/AAAS. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/ArthurGessler/publication/321485288\\_Light\\_as\\_a\\_source\\_of\\_information\\_in\\_ecosystems/links/5a25108caca2727dd87e7574/Light-as-a-source-of-information-in-ecosystems.pdf](https://www.researchgate.net/profile/ArthurGessler/publication/321485288_Light_as_a_source_of_information_in_ecosystems/links/5a25108caca2727dd87e7574/Light-as-a-source-of-information-in-ecosystems.pdf).
8. Giannos SA, Kraft ER, Lyons LJ, Gupta PK. Spectral evaluation of eyeglass blocking efficiency of ultraviolet/high-energy visible blue light for ocular protection. *Optom Vis Sci.* 2019;96(7):513-22. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001393>.
9. Vilela MA, Pellanda LC, Fassa AG, Castagno VD. Prevalence of asthenopia in children: a systematic review with meta-analysis. *J Pediatr (Rio J).* 2015;91:320-5. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2014.10.008>.
10. Wong NA, Bahmani H. A review of the current state of research on artificial blue light safety as it applies to digital devices. *Heliyon.* 2022;8(8):e10282. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10282>.
11. Lema AK, Anbesu EW. Computer vision syndrome and its determinants: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med.* 2022;10:20503121221142402. <https://doi.org/10.1177/20503121221142402>.
12. Kim DJ, Lim CY, Gu N, Park CY. Visual Fatigue Induced by Viewing a Tablet Computer with a High-resolution Display. *Korean J Ophthalmol.* 2017;31(5):388-93. <https://doi.org/10.3341/kjo.2016.0095>.
13. Sakai T, Tamaki H, Ota Y, Egusa R, Imagaki S, Kusunoki F, et al. Eda-based estimation of visual attention by observation of eye blink frequency. *Int J Smart Sens Intell Syst.* 2017;10(2):296-07. <https://doi.org/10.21307/ijssis-2017-212>.
14. Hashemi H, Saatchi M, Yekta A, Ali B, Ostadimoghadam H, Nabovati P, et al. High Prevalence of Asthenopia among a Population of University Students. *J Ophthalmic Vis Res.* 2019;14(4):474-82. <https://doi.org/10.18502/jovr.v14i4.5455>.
15. Pavel IA, Bogdanici CM, Donica VC, Anton N, Savu B, Chiriac CP, et al. Computer Vision Syndrome: An Ophthalmic Pathology of the Modern Era. *Medicina (Kaunas).* 2023;59(2):412. <https://doi.org/10.3390/medicina59020412>.
16. Talens-Estareles C, Sanchis-Jurado V, Esteve-Taboada JJ, Pons ÁM, García-Lázaro S. How Do Different Digital Displays Affect the Ocular Surface? *Optom Vis Sci.* 2020;97(12):1070-9. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001616>.
17. Touma Sawaya RI, El Meski N, Saba JB, Lahoud C, Saab L, Haouili M, et al. Asthenopia Among University Students: The Eye of the Digital Generation. *J Family Med Prim Care.* 2020;9(8):3921-32. [https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc\\_340\\_20](https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_340_20).
18. Singh S, McGuinness MB, Anderson AJ, Downie LE. Interventions for the Management of Computer Vision Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology.* 2022;129(10):1192-215. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2022.05.009>.
19. Lee EJ, Kim H. Effect of Smartphone Use on Intraocular Pressure. *Sci Rep.* 2019;9:18802. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55406-1>.
20. Soria-Oliver M, López JS, Torrano F, García-González G, Lara Á. New Patterns of Information and Communication Technologies Usage at Work and Their Relationships with Visual Discomfort and Musculoskeletal Diseases: Results of a Cross-Sectional Study of Spanish Organizations. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(17):3166. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173166>.
21. Pavel IA, Savu B, Chiriac CP, Bogdanici CM. Ocular and musculoskeletal changes in the pediatric population using

- gadgets. *Rom J Ophthalmol.* 2022;66(3):257-64. <https://doi.org/10.22336/rjo.2022.48>.
22. Anggrainy P, Ashar T, Lubis RR. Difference in Computer Vision Syndrome between Laptop and Desktop Computer Users. *Ind J Med.* 2018;3(2):65-70.
23. EU-OSHA [Internet]. 2007 [cited 2023 Feb 9]. Fact-sheet 71 – Informacje wprowadzające na temat dolegliwości mięśniowo-szkieletowych związanych z pracą. Available from: <https://osha.europa.eu/pl/publications/fact-sheet-71-introduction-work-related-musculoskeletal-disorders/view>.
24. Milaković M, Koren H, Bradvica-Kelava K, Bubaš M, Nakić J, Jeličić P, et al. Telework-related risk factors for musculoskeletal disorders. *Front. Public Health* 2023;11:1155745. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1155745>.
25. Malińska M. Dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego u operatorów komputerowych. *Med Pr.* 2019;70(4):511-21. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.00810>.
26. Janc M, Józwiak Z, Jankowski W, Makowiec-Dąbrowska T, Polańska K. Wpływ pracy/nauki zdalnej na występowanie dolegliwości mięśniowo-szkieletowych w grupie pracowników i studentów uczelni wyższych. *Med Pr.* 2023;74(1):63-78. <https://doi.org/10.13075/mp.5893.01345>.
27. Moretti A, Menna F, Alicino M, Paoletta M, Liguori S, Iolascon G. Characterization of home working population during COVID-19 emergency: a cross-sectional analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:6284. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176284>.
28. Waongenngarm P, van der Beek AJ, Akkarakittichoke N, Janwantanakul P. Immediate effect of working from home during the COVID-19 pandemic on the incidence of non-specific neck and low Back pain: a prospective cohort study. *Asia Pac J Public Health.* 2022;34:849-52. <https://doi.org/10.1177/10105395221126012>.
29. Aborg C, Fernström EL, Ericson MA. Telework Work Environment and Well-being: A Longitudinal Study [Internet]. Uppsala: Department of Information Technology; Uppsala University; 2002 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://www.it.uu.se/research/publications/reports/2002-031/2002-031-nc.pdf>.
30. Snodgrass SJ, Weerasekara I, Edwards S, Heneghan NR, Puentedura EJ, James C. Relationships between the physical work environment, postures and musculoskeletal pain during COVID-19: a survey of frequent computer users. *J Occup Environ Med.* 2022;64:e782-91. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002698>.
31. Matsugaki R, Muramatsu K, Tateishi S, Nagata T, Tsuji M, Hino A, et al. Association between telecommuting environment and low back pain among Japanese telecommuting workers: a cross-sectional study. *J Occup Environ Med.* 2021;63:e944-8. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000002412>.
32. Matsugaki R, Ishimaru T, Hino A, Muramatsu K, Nagata T, Ikegami K, et al. Low back pain and telecommuting in Japan: influence of work environment quality. *J Occup Health.* 2022;64:e12329. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12329>.
33. Taib MF, Bahn S, Yun MH. The effect of psychosocial stress on muscle activity during computer work: Comparative study between desktop computer and mobile computing products. *Work.* 2016;54(3):543-55. <https://doi.org/10.3233/WOR-162334>.
34. Gustafsson E, Thomée S, Grimby-Ekman A, Hagberg M. Texting on mobile phones and musculoskeletal disorders in young adults: A five-year cohort study. *Appl Ergon.* 2017;58:208-14. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.06.012>.
35. Malińska M, Bugajska J. The influence of occupational and non-occupational factors on the prevalence of musculoskeletal complaints in users of portable computers. *Int J Occup Saf Ergon.* 2010;16(3):337-43. <https://doi.org/10.1080/10803548.2010.11076850>.
36. Malińska M, Bugajska J, Bartuzi P. Occupational and non-occupational risk factors for neck and lower back pain among computer workers: a cross-sectional study. *Int J Occup Saf Ergon.* 2021;27(4):1108-15. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1899650>.
37. Janc M, Jozwiak Z, Jankowska A, Makowiec-Dabrowska T, Kujawa J, Polanska K. Ergonomics of E-Learning Workstations and the Prevalence of Musculoskeletal Disorders-Study among University Students. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(4):3309. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043309>.
38. Hirano A, Hsu PK, Zhang L, Xing L, McMahon T, Yamazaki M, et al. DEC2 modulates orexin expression and regulates sleep. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2018;115(13):3434-9. <https://doi.org/10.1073/pnas.1801693115>.
39. Åkerstedt T, Trolle-Lagerros Y, Widman L, Ye W, Adami HO, Bellocco R. Sleep duration and mortality, influence of age, retirement, and occupational group. *J Sleep Res.* 2022;31(3):e13512. <https://doi.org/10.1111/jsr.13512>.
40. Green A, Cohen-Zion M, Haim A, Dagan Y. Evening light exposure to computer screens disrupts human sleep, biological rhythms, and attention abilities. *Chronobiol Int.* 2017;34(7):855-65. <https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1324878>.
41. Chang AM, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2015;112(4):1232-7. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112>.

42. Cajochen C, Frey S, Anders D, Späti J, Bues M, Pross A, et al. Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *J Appl Physiol.* 2011;110(5): 1432-8. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00165.2011>.
43. Caliendo R, Streng AA, van Kerkhof LWM, van der Horst GTJ, Chaves I. Social Jetlag and Related Risks for Human Health: A Timely Review. *Nutrients.* 2021;18; 13(12):4543. <https://doi.org/10.3390/nu13124543>.
44. Bugajska J [red.]. *Zasady organizacji pracy zdalnej przy komputerze* [Internet]. Warszawa: CIOP-PIB; 2021 [cited 2023 Sep 15]. Available from: [https://m.ciop.pl/CIOPortalWAR/file/91884/Zasady\\_organizacji\\_pracy\\_zdalnej\\_CIOP\\_PIB\\_2021.pdf](https://m.ciop.pl/CIOPortalWAR/file/91884/Zasady_organizacji_pracy_zdalnej_CIOP_PIB_2021.pdf).
45. Bortkiewicz A, Makowiec-Dąbrowska T, Siedlecka J, Józwiak Z. Fizjologiczne i ergonomiczne aspekty pracy zdalnej ze szczególnym uwzględnieniem pracowników starszych [Internet]. Łódź: Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med J. Nofera; 2020 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://pracanazdrowie.pl/fizjologiczne-i-ergonomiczne-aspekty-organizacji-pracy-zdalnej-ze-szczegolnym-uwzględnieniem-pracownikow-starszych>.
46. Janc M, Józwiak Z, Makowiec-Dąbrowska T, Polańska K. Wpływ pracy/nauki zdalnej na występowanie dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego pracowników i studentów uczelni wyższych [Internet]. Łódź: Instytut Medycyny Pracy im. prof. dra med J. Nofera; 2020 [cited 2023 Sep 15]. Available from: <https://www.imp.lodz.pl/praca-zdalna-broszura>.