

Katedra Fizjologii, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu¹,

Zakład Psychologii Różnic Indywidualnych, Instytut Psychologii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy²,

Katedra Psychiatrii³, Zakład Neuropsychologii Klinicznej⁴, Katedra i Zakład Neurofizjologii⁵, Katedra i Zakład Muzykoterapii⁶, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Daria Pracka¹, Tadeusz Pracki¹, Kamila Łaszewska¹, Małgorzata Tafil-Klawe¹, Monika Wiłkość^{2,3}, Marcin Jaracz⁴, Marzena Ziółkowska-Kochan⁵, Wojciech Pospiech⁶

Wpływ jasnego światła na parametry psychofizjologiczne pracowników zmiany dziennej

Wprowadzenie

Zdrowy organizm człowieka podlega adaptacjom do zmieniających się czynników zarówno zewnątrzustrojowych, jak i wewnątrzustrojowych. Jest to warunkiem zachowania homeostazy. Na przestrzeni wieków, człowiek ewolucyjnie przystosowany do aktywności dziennej, w warunkach naturalnego światła słonecznego nie odczuwał dyskomfortu z powodu niedoborów światła. Gdy zapadał zmierzch udawał się na spoczynek. Dopiero zastosowanie sztucznego oświetlenia w pomieszczeniach, w których przebywał pozwalało przesuwając jego aktywność na godziny wieczorne lub wręcz nocne. Zastosowanie lampy naftowej wynalezionej przez Łukasiewicza, a później żarówki elektrycznej wynalezionej przez Edisona w XVIII w. spowodowały upowszechnienie pracy na nocną zmianę. Ekspansja związana z rozwojem przemysłu wykształciła pracę w systemie zmianowym. Aktywność nocna milionów ludzi, zwróciła uwagę badaczy zajmujących się rytmemi biologicznymi. Przesunięcie aktywności na godziny nocne oraz zmianowy system pracy spowodowały, że w populacji ludzkiej zaczęła wyodrębniać się podgrupa osób z trudnościami adaptacyjnymi, która niedobory oświetlenia przyplacała pogorszeniem jakości życia. Podobne, a może i jeszcze trudniejsze warunki dla przystosowania, obserwuje się w kierunku biegunów za kręgami polarnymi północnym i południowym. Problem adaptacji do corocznie pojawiających się nocy polarnych ma charakter epidemiologiczny w zaludnionych obszarach Skandynawii, Syberii, Kanady, Alaski, ale i części Nowej Zelandii. Dotyczy zatem mieszkańców obu półkul [12, 16].

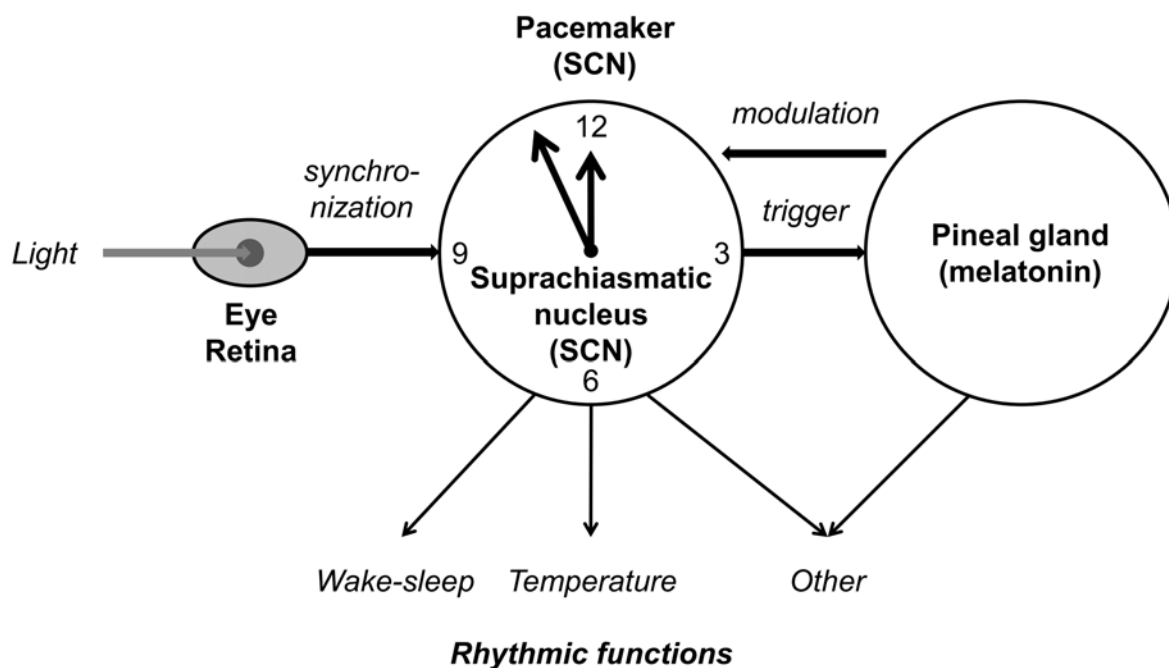
Istnieje cała rzesza ludzi, można powiedzieć, że większość, która łatwo adaptuje się do niskiego natężenia światła - do krótkiego dnia w miesiącach jesienno-zimowych, a także do warunków polarnych nocy. Jednak pewna grupa osób mieszkających choćby w podobnej do Polski szerokości geograficznej, przyplaca takie warunki krótkiego dnia oraz niedoświetlenia w miejscach wielogodzinnego przebywania, pogorszeniem nastroju, chandrą, zimowymi smutkami a nawet zimową depresją [19, 20].

Liczne badania prowadzone między innymi w laboratoriach Stanów Zjednoczonych, Szwajcarii, krajów skandynawskich, a ostatnio także i Polski, dowodzą, że światło słoneczne, lub zbliżone do niego parametrami jasne światło sztuczne, są najsilniejszymi, fizycznymi, synchronizatorami rytmów biologicznych organizmów żywych, w tym rytmów biologicznych człowieka. Ruch obrotowy naszej planety dookoła własnej osi oraz jej ruch dookoła słońca wyznaczają rytmiczność dni i nocy, czas ich trwania, a co za tym idzie zmiany oświetlenia danego obszaru, determinując jakość funkcjonowania zamieszkałej tam populacji ludzi. Zmiany rytmiki dzień-noc, światło-ciemność, a co za tym idzie jakości oświetlenia, mają wpływ na funkcjonowanie organizmu człowieka [7, 9, 12, 16].

Badania ostatnich lat dowodzą, że niedobór światła może prowadzić do zakłócenia rytmów biologicznych, co może powodować dodatkowe symptomy, np. afektywne zaburzenia takie jak depresja zimowa i związane z nią hypersomnia czy hyperphagia. Mogą także występować zaburzenia snu z grupy dyssomni, takie jak: przesunięcie fazy snu na późniejsze godziny, zdeorganizowanie rytmu okołodobowego, a w tym zmiana rytmu snu i czuwania, np. praca zmianowa (shift work) oraz szybkie zmiany stref czasu (jet lag syndrom) związane z lotami międzykontynentalnymi [8].

Niedobór światła może wobec tego prowadzić do znaczącego zmniejszenia się efektywności i obniżenia jakości pracy, a w konsekwencji pogorszenia jakości życia w ogóle [1]. Wydaje się, że w tych przypadkach stosowanie terapii jasnym światłem, mogłoby złagodzić te objawy lub nawet spowodować całkowite ich ustąpienie. Przejawem takiej poprawy może być normalizacja rytmu czuwanie-sen oraz w konsekwencji polepszenie jakości życia, a co za tym idzie, dobrego samopoczucia [20].

O ile fizyczny czynnik, jakim jest jasne światło, synchronizuje rytmy biologiczne, o tyle najsilniejszym endogennym synchronizatorem rytmów biologicznych człowieka, nazwanym wręcz zegarem biologicznym, jest struktura anatomiczna - jądro nadskrzyżowaniowe (nucleus suprachiasmaticus-SCN) znajdująca się w przedniej części podwzgórza, nad skrzyżowaniem nerwów wzrokowych (Rysunek 1) [8].



Rysunek 1. Schemat wpływu światła na rytmikę człowieka.

Bodźce świetlne rytmu światło-ciemność środowiska w jakim żyje człowiek, synchronizują aktywność SCN, ta zaś ma bezpośredni wpływ na inne rytmy biologiczne. Należą do nich m.in. rytm sen-czuwanie, rytm temperatury wnętrza ciała, czy rytmy uwalniania hormonów. Jednym z najistotniejszych hormonów, na którego rytmikę wydzielania ma wpływ aktywność SCN jest melatonina - hormon szyszynki. Można byłoby swobodnie pokusić się o stwierdzenie, że melatonina jest chemicznym zegarmistrzem organizmu człowieka. Gdy zapada zmrok, lub gdy człowiek narażony jest na deficyt światła, zaczyna wydzielać się do krwiobiegu i z krwią dociera do wszystkich zakamarków ciała. Melatonina powoduje wystąpienie senności lub chociażby spadek aktywności psychofizycznej, obniżenie temperatury ciała. Natomiast światło słoneczne lub sztuczne o zbliżonych parametrach do naturalnego, poprzez działanie synchronizujące na jądro nadskrzyżowaniowe, ma możliwość hamowania produkcji melatoniny [5, 12]. W takim razie, człowiek w środowisku niedoświetlonym może mieć utrudnione prawidłowe funkcjonowanie, i to zarówno w życiu zawodowym, społecznym, jak i rodzinnym.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu jasnego światła na parametry psychofizjologiczne osób zdrowych, pracujących w systemie dziennym. Prezentowane badania miałyby pomóc w obiektywnej ocenie skutków 14-to dniowej fototerapii w czasie pracy dziennej u osób pracujących w warunkach niedoświetlenia.

Materiały

Do przeprowadzenia prezentowanych badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Ze względu na sposób prowadzenia badań uzyskano także zgody Dyrektorów miejsc pracy w Bydgoszczy badanych ochotników: Dyrektora Szpitala Uniwersyteckiego im. Dr Antoniego Jurasza, Heads of Out-patients and General Clinics, Rehabilitation, Department of Radiology, Director of Musical School, Dyrektorów Gimnazjów i Liceów, Prezesa firmy komputerowej Logon S.A. oraz Dyrektora Administracyjnego Wojskowego Szpitala Sanatoryjnego w Ciechocinku.

Do badań zaklasyfikowano 102 zdrowych, dorosłych ochotników obojga płci, pracujących w systemie dziennym i odczuwających dyskomfort z powodu niedoboru światła. Warunki te w ocenie subiektywnej ochotników utrudniały im prawidłowe funkcjonowanie w życiu społecznym, rodzinnym i zawodowym.

Przed wykonywaniem naświetleń wszyscy badani każdorazowo oceniali, że światło w miejscu ich pracy ma zbyt słabe natężenie. Pomierzono luksomierzem natężenie oświetlenia w miejscach pracy. W dwóch przypadkach natężenie światła wynosiło odpowiednio 450 i 750 lux, zaś w pozostałych mieściło się w zakresie 50-300 lux.

Wszyscy badani ochotnicy zostali dokładnie poinformowani o procedurze badawczej oraz jej nieszkodliwości, dobrowolności udziału w badaniach i możliwości rezygnacji z badań w dowolnym momencie bez podania przyczyn odstąpienia od eksperymentu.

Pełne badania ukończyło 68 osób w wieku 20-59 lat (średnia $41,93 \pm 10,01$), w tym 54 kobiet w wieku 21-58 lat (średnia $42,65 \pm 8,96$) i 14 mężczyzn w wieku 20-59 lat (średnia $39,17 \pm 13,42$).

34 osoby nie uczestniczyły w pełni w badaniach. Część z nich wykonało nieprawidłowo badania aktograficzne - po zdjęciu aktografu np. do kąpieli osoby te zapomniały go założyć na dłuższy, kilkugodzinny okres czasu. Inne osoby w trakcie badania uległy infekcjom uniemożliwiającym ich kontynuowanie, kolejne musiały przerwać badania ze względu na problemy rodzinne, a jeszcze inne nie znalazły czasu na wymagane naświetlenie światłem. Natomiast 5 osób zrezygnowało z badań w czasie ich trwania bez podawania przyczyn.

Metody

Wszyscy ochotnicy zostali poddani ekspozycji jasnym, rozproszonym światłem o barwie zbliżonej do białego. Zastosowano profesjonalne lampy do fototerapii FV Fotovita 10-L UltraViol sp. j. posiadające unijny certyfikat pozwalający do ich stosowania w placówkach służby zdrowia. Lampy te dawały natężenie światła 10 000 luksów. W celu eliminacji drgań światła, w lampach zastosowano półprzewodnikowe przetwornice częstotliwości. Przednią osłonę lampy stanowił biały, matowy filtr rozpraszającą światło, jednocześnie eliminujący i tak już śladowe promieniowanie UV lampy do wartości zerowej.

Badani byli naświetlani codziennie w porannych godzinach, podczas pracy, przez 30 minut dziennie, przez kolejne 14 dni. Naświetlanie to było kontrolowane przez zespół badawczy. Natomiast w dni wolne od pracy (sobota i niedziela) badani wychodzili w ciągu dnia na co

najmniej 1-no godzinny spacer. Natężenie światła w dzień, nawet pochmurny, przekracza bowiem wartość 5000 lux.

Aktograf

W okresie bezpośrednio poprzedzającym terapię światłem, jak i bezpośrednio po niej, wszystkim badanym ochotnikom, monitorowano dobową aktywność ruchową miniaturowym aktografem, wielkości zegarka, noszonym na nadgarstku ręki. Osoby praworęczne nosiły go na prawym nadgarstku, natomiast osoby leworęczne nosiły przyrząd na lewym nadgarstku.

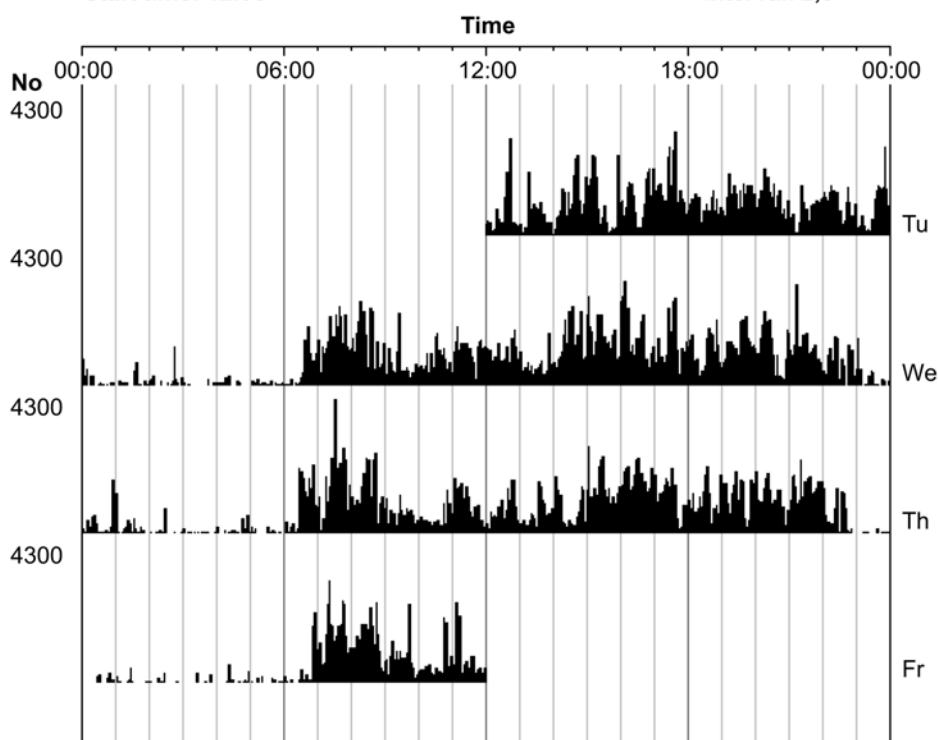
Aktograf jest przenośnym, przyrządem pomiarowym służącym do obiektywnego wielodobowego pomiaru aktywności ruchowej. Jest stosowany już od kilkadziesiąt lat w pomiarach aktywności ludzi, lecz pionierem zastosowania nowoczesnych cyfrowych aktografów w badaniach chronobiologicznych był Alexander Borbély z Uniwersytetu w Zurichu [3]. Pierwszy i jedyny w Polsce tego typu aktograf został zbudowany przez współautora tej pracy - Tadeusza Prackiego w 1987 roku i był wykorzystywany w badaniach na ludziach oraz na zwierzętach [14].

Czujnik aktografu - akcelerometr jest najczęściej elementem piezoelektrycznym wytwarzającym napięcie proporcjonalne do jego wychylenia, które z kolei jest zależne od przyspieszenia działającego na czujnik. Jeśli przyspieszenie to przekroczy wartość progową, ustaloną najczęściej na 0.1 G w dowolnej płaszczyźnie, to sygnał z czujnika spowoduje powstanie impulsu napięcia elektrycznego. Impulsy te są zliczane w ustalonych, programowanych jednostkach czasu i ich liczba jest zapamiętywana w pamięci cyfrowej. Po zakończeniu badania, dane z aktografu przesyłane są najczęściej bezprzewodowo, drogą radiową do komputera, gdzie są analizowane. Aktograf zasilany jest zwykle miniaturową baterią litową, pozwalającą na wielomiesięczną, a czasem nawet wieloletnią jego pracę. Aktograf jest niezastąpionym narzędziem do prowadzenia badań i obserwacji chronobiologicznych. Szczegółowe rekomendacje dotyczące stosowania aktografów podaje Amerykańska Akademia Medycyny Snu (An American Academy of Sleep Medicine) w swoich raportach z 2002 i 2007 roku [10, 11].

W badaniach użyto miniaturowy, cyfrowy, bezprzewodowy aktograf - Actiwatch AW4 (Cambridge Neurotechnology Ltd). Aktywność mierzono począwszy od godz. 12:00 przez kolejne trzy doby w dniach pracy. Pomiar 3-dobowy zastosowano, w celu wyeliminowania przypadkowości uzyskanych wyników. Zastosowano typowy, stosowany w badaniach rytmów chronobiologicznych czas zliczania impulsów z czujnika aktografu wynoszący 2 minuty (Rysunek 2) [3, 14]. Aktografy posiadały przycisk umożliwiający także rejestrację okresów jego zdjęcia np. w celu wzięcia przez badanego kąpieli. Dzięki temu, można było odróżnić czas spoczynku i snu badanego od czasu zdjęcia aktografu.

Identity : Acti-2
Start date: 01.04.2008
Start time: 12:00

Age: 20
Sex: M
Interval: 2,0



Rysunek 2. Przykładowa aktywności ruchowa zliczana przez 3 kolejne doby (przed ekspozycją jasnym światłem) dla kolejnych 2 min. pomiaru.

Bezpośrednio przed czternastodniową ekspozycją na światło o właściwościach synchronizujących rytmy biologiczne oraz niezwłocznie po jej zakończeniu, ochotnicy wykonywali testy neuropsychologiczne. Badano funkcje poznawcze, zwłaszcza te, za które odpowiadają płaty czołowe: uwagę, funkcje wykonawcze, sprawność psychomotoryczną -werbalną pamięć operacyjną, wzrokowo-przestrzenną pamięć operacyjną. Przy użyciu testów oceniano także samopoczucie badanych. W tym celu wykorzystano następujące testy:

Test Łączenia Punktów Reitana (Trail Making Test – TMT)

Test ten składa się z dwóch części. Obie z nich składają się z dwudziestu pięciu różnych liczb całkowitych w zakresie 1-25 umieszczonych w kółkach na kartce papieru. W części A, oceniającej szybkość psychomotoryczną, należy narysować linie łączące liczby od 1 do 25 w kolejności rosnącej, w możliwie najkrótszym czasie. W części B, w której oceniano sprawność wzrokowo-przestrzennej pamięci operacyjnej i zdolności przełączania pomiędzy dwoma zadaniami, należy połączyć naprzemienne koła wypełnione różnymi liczbami całkowitymi w zakresie 1-13 oraz literami od A do G utrzymując kolejność rosnącą liczb i liter tzn. 1-A-2-B...13-G, tak szybko jak to jest możliwe. Test ten wymaga szybkiego rozpoznania znaczenia symbolicznego cyfr i liter, umiejętności przeszukiwania wzrokiem całej kartki w celu znalezienia kolejnych cyfr czy liter oraz umiejętności układania cyfr i liter

wg podanych reguł. Wykonanie testu wymaga także dobrej koordynacji wzrokowo-ruchowej. W ocenie wyników testu brano pod uwagę czas wykonania zadań liczony w sekundach oraz poprawność wykonania testu [15].

Test Stroop'a

Test Stroop'a bada uwagę, werbalną pamięć operacyjną oraz funkcje wykonawcze. Składa się z dwóch części: RCNb (Reading Colour Names in Black) oraz NCWD (Naming Colour of Word - different). W pierwszej części RCNb (Stroop I) osobie badanej prezentuje się wydruk pięćdziesięciu słów, oznaczających nazwy siedmiu kolorów: zielony, czerwony, niebieski, różowy, żółty, brązowy, czarny, wydrukowanych w czarnym kolorze na białej kartce w przypadkowej, lecz z góry ustalonej kolejności. Zadaniem badanego jest przeczytanie wszystkich słów w jak najkrótszym czasie. W drugiej części NCWD (Stroop II) osobie badanej prezentowane są te same słowa będące nazwami siedmiu kolorów, w tej samej kolejności, wydrukowane w czterech kolorach: czerwonym, niebieskim, żółtym i czarnym. Przy czym kolor, jaki oznacza dane słowo nie pokrywa się z kolorem druku (np. słowo „czerwony” może być wydrukowane w kolorze zielonym itd.). Osoba badana ma za zadanie nazwać kolor druku poszczególnych słów, a nie czytać napisane słowa. Przy wykonywaniu tego testu na czas następuje konflikt między półkulami mózgowymi. Prawa próbuje nazwać kolory, natomiast lewa analizuje definicje słów. Tym samym czas reakcji oraz ilość popełnianych błędów jest wyższa przy słowach napisanych innym kolorem niż jego znaczenie, od reakcji na słowo napisane tym samym kolorem co jego znaczenie. W ocenie wyników testu bierze się pod uwagę czas wykonania zadania w sekundach oraz liczbę popełnionych błędów [18].

Test N-back

Test N-back służy do badania wzrokowo-przestrzennej pamięci operacyjnej oraz sprawności psychomotorycznej. W wersji komputerowej zawiera on 27 cyfr pojawiających się na ekranie co 1,8 sekundy. Ekspozycja każdego bodźca trwa 0,2 sekundy. Badany jest proszony o zapamiętanie pojawiających się cyfr i naciśnięcie klawisza na klawiaturze z cyfrą, która pojawiła się bezpośrednio przed tą, aktualnie pokazywaną na ekranie komputera (wersja 1-back). Zbyt szybkie naciśnięcie klawisza, przed pojawieniem się następnej cyfry, traktowane jest jako błąd. W ocenie wyników testu bierze się pod uwagę czas reakcji w milisekundach oraz procent poprawnych reakcji [6].

Skala samooceny Zunga

Do oceny samopoczucia wykorzystana została skala nasilenia objawów depresji zwana Skalą Samooceny Depresji Zunga SDS (Zung's Self-Rating Depression Scale) (tłum. W. Drózdź; Zakład Neuropsychologii CM w Bydgoszczy). W teście tym badany zaznacza odpowiedzi na 20 pytań dotyczących jego samopoczucia, wybierając jedną z czterech odpowiedzi w czteropunktowej skali od 1 do 4 pkt. Suma punktów za wszystkie odpowiedzi może wynosić od 20 do 80, przy czym im więcej punktów tym gorsze jest samopoczucie i głębszy stan depresyjny.

Metody statystyczne

Wszystkie analizy statystyczne uzyskanych wyników wykonano testem Anova dla dużych prób, za pomocą programu Statistica [17].

Wyniki

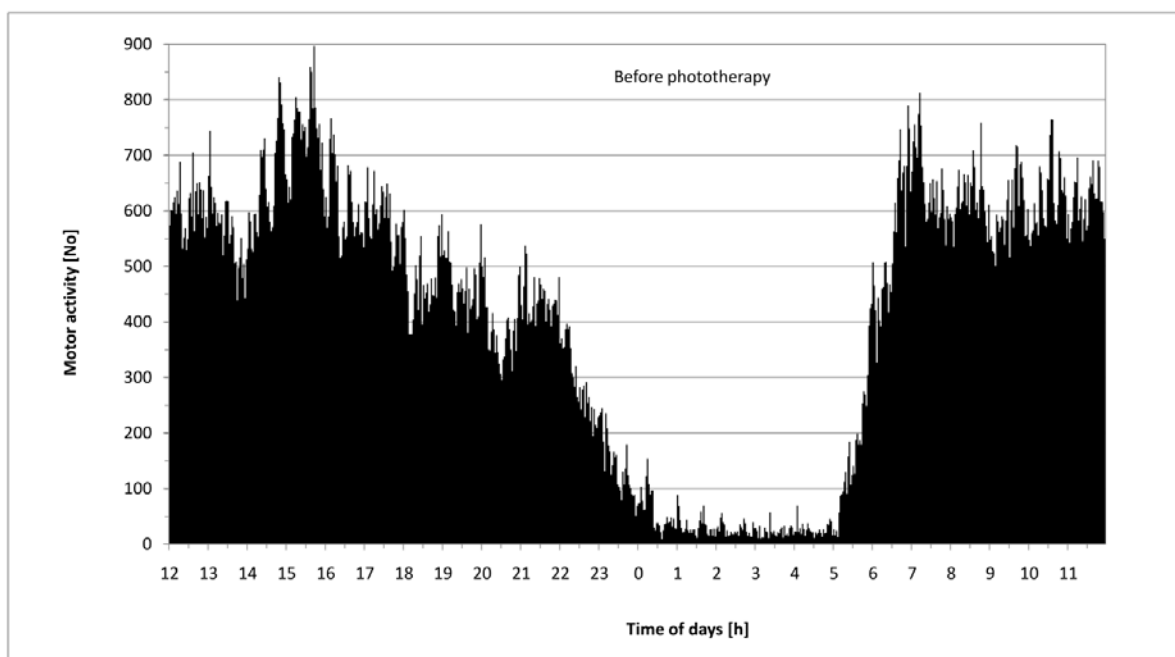
Uzyskane wyniki dla wszystkich 68 badanych osób przed ekspozycją jasnym światłem oraz po 14-to dniowej ekspozycji przedstawiono poniżej.

W tabeli I oraz na rycinach (rycina 3-7) pokazano uzyskane uśrednione dla wszystkich badanych osób wyniki pomiaru aktywności ruchowej.

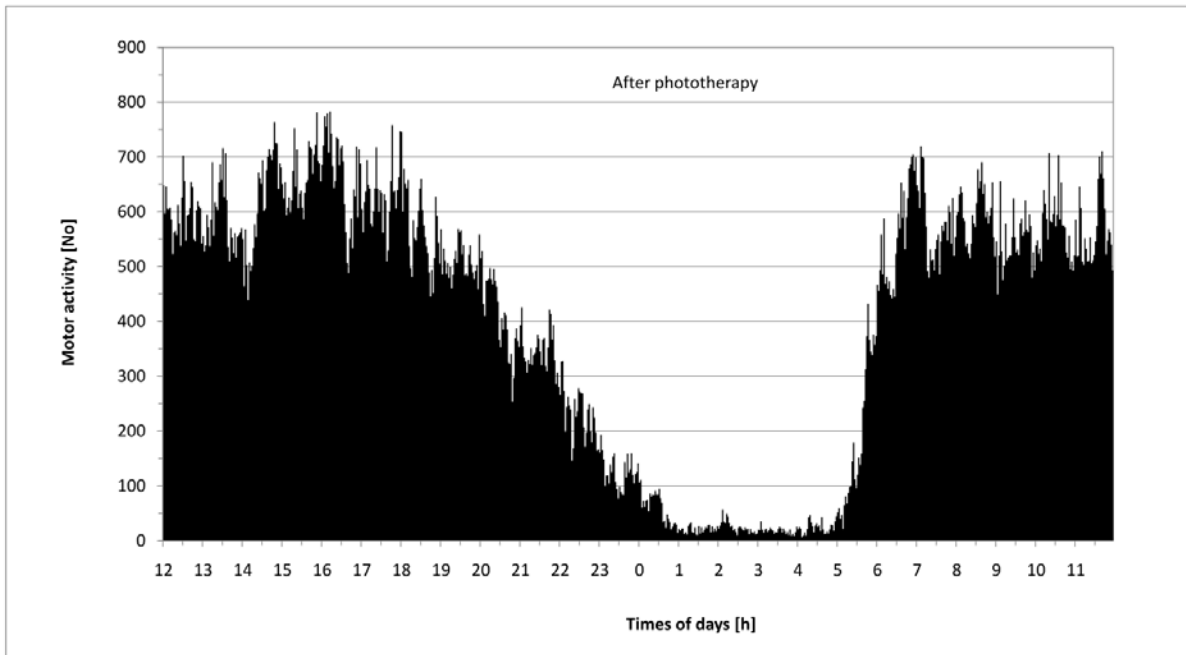
Tabela I. Wyniki aktywności ruchowej (wartość średnia \pm SD; n=68; NS – wynik nieistotny statystycznie).

Aktywność ruchowa	Przed ekspozycją światłem	Po ekspozycji światłem	Wartość p
Dobowa(No)	410,50 \pm 248,23	405,80 \pm 244,80	NS
Dzienna(No)	489,19 \pm 190,70	482,57 \pm 188,44	NS
Nocna (No)	26,89 \pm 4,01	21,98 \pm 4,19	<0,001

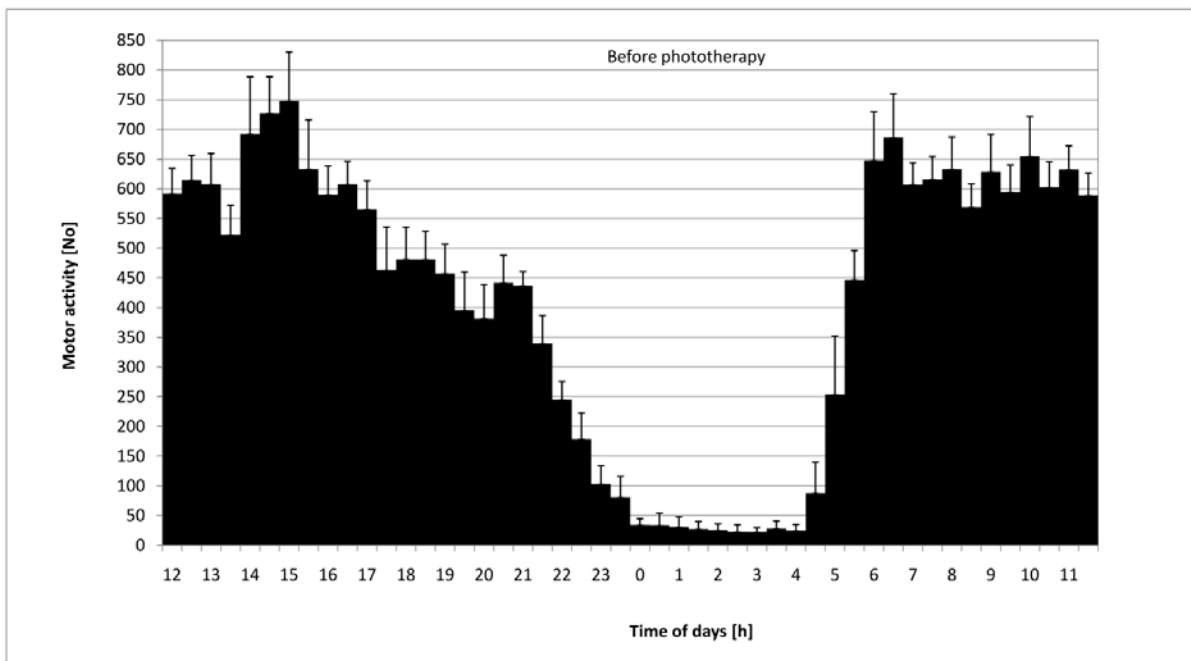
Wyniki przedstawione na rycinie 3 i 4 są uśrednione dla 3 dób i wszystkich badanych dla stosowanego czasu pomiaru aktywności wnoszącego 2 min. Natomiast na rycinie 5, 6 i 7 przedstawiono powyższe wyniki uśrednione dla okresów czasu wynoszących 30 minut w celu ich wygładzenia. Analiza wizualna indywidualnych danych aktograficznych oraz danych uśrednionych dla wszystkich badanych osób pozwoliła na ustalenie wspólnego dla nich okresu nocnego snu, przypadającego na godziny 00:30-4:00.



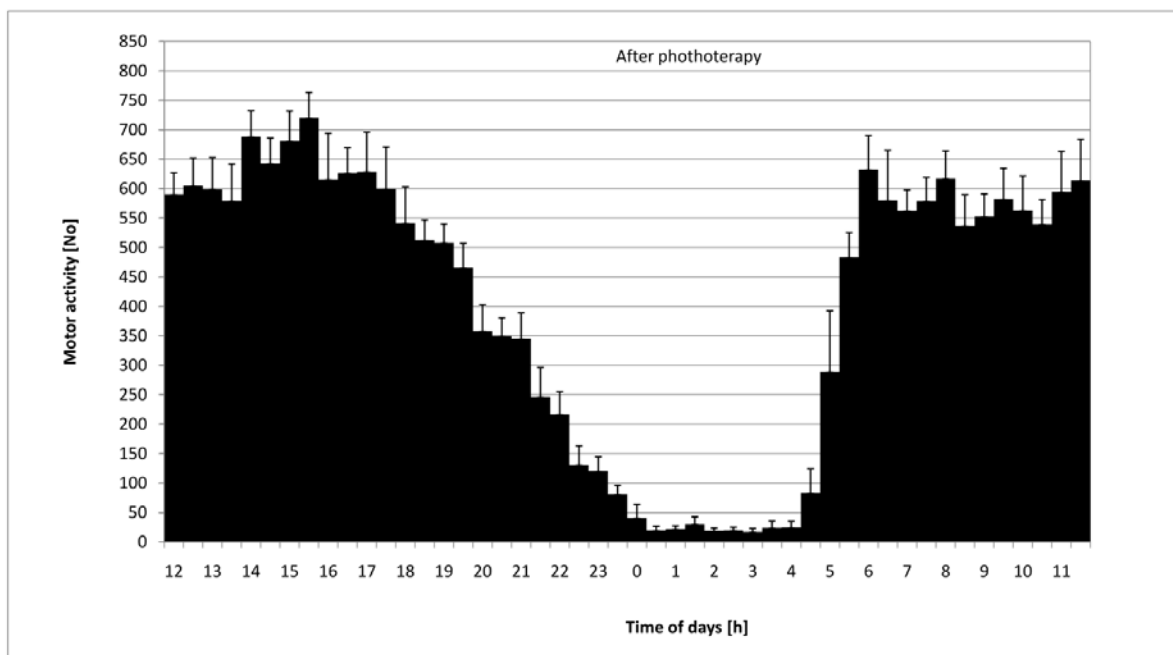
Rysunek 3. Aktywności ruchowa wszystkich badanych (n=68) uśredniona z 3 dób przed ekspozycją jasnym światłem dla kolejnych 2 min. pomiaru.



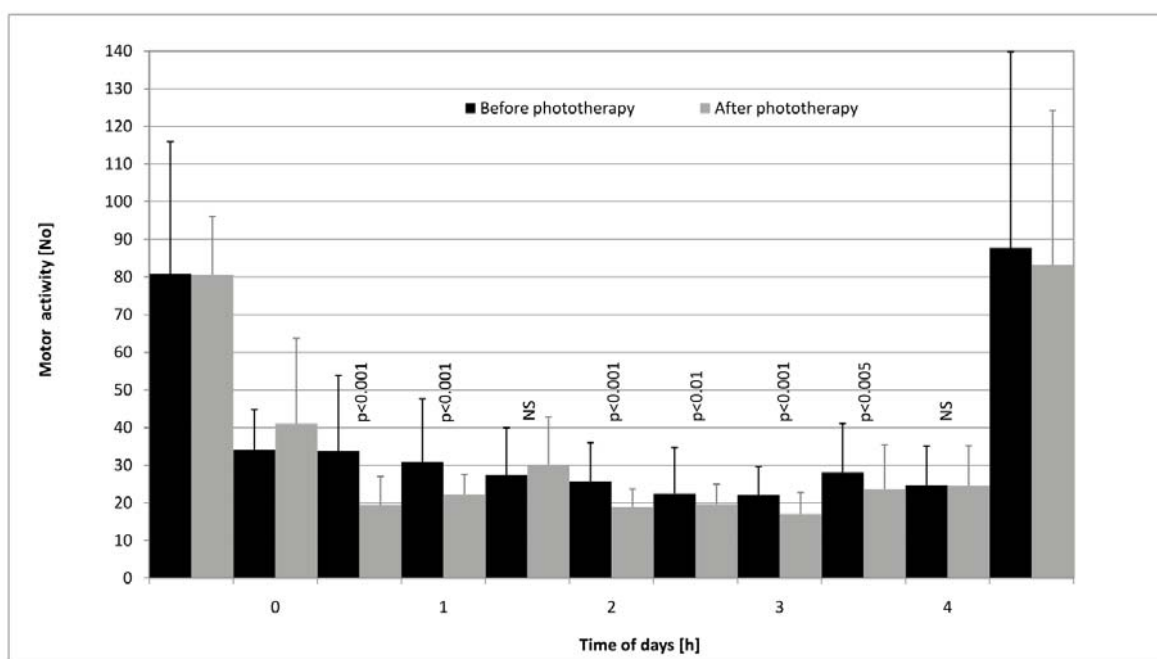
Rysunek 4. Aktywności ruchowa wszystkich badanych (n=68) uśredniona z 3 dób po ekspozycji światłem dla kolejnych 2 min. pomiaru.



Rysunek 5. Aktywności ruchowa wszystkich badanych (n=68) uśredniona z 3 dób przed ekspozycją światłem dla kolejnych 30 min. pomiaru.



Rysunek 6. Aktywności ruchowa wszystkich badanych (n=68) uśredniona z 3 dób po ekspozycji jasnym światłem dla kolejnych 30 min. pomiaru.



Rysunek 7. Aktywności ruchowa wszystkich badanych (n=68) uśredniona z 3 dób przed i po ekspozycji jasnym światłem dla kolejnych 30 min. pomiaru w czasie trwania snu (wartość średnia \pm SD; n=68; NS – wynik nieistotny statystycznie).

Uzyskane wyniki pokazują wpływ czternastodniowej ekspozycji na jasne światło na spadek nocnej aktywności ruchowej ($p<0,001$). Spadek aktywności ruchowej w czasie trwania snu świadczy o poprawie jakości jego przebiegu, a co za tym idzie poprawie efektywności snu.

Natomiast aktywność dzienna oraz dobowa 24-godzinna praktycznie nie uległy zmianie.

Tabela II oraz rysunek 8 prezentują wyniki uzyskane przez uczestników w poszczególnych testach neuropsychologicznych.

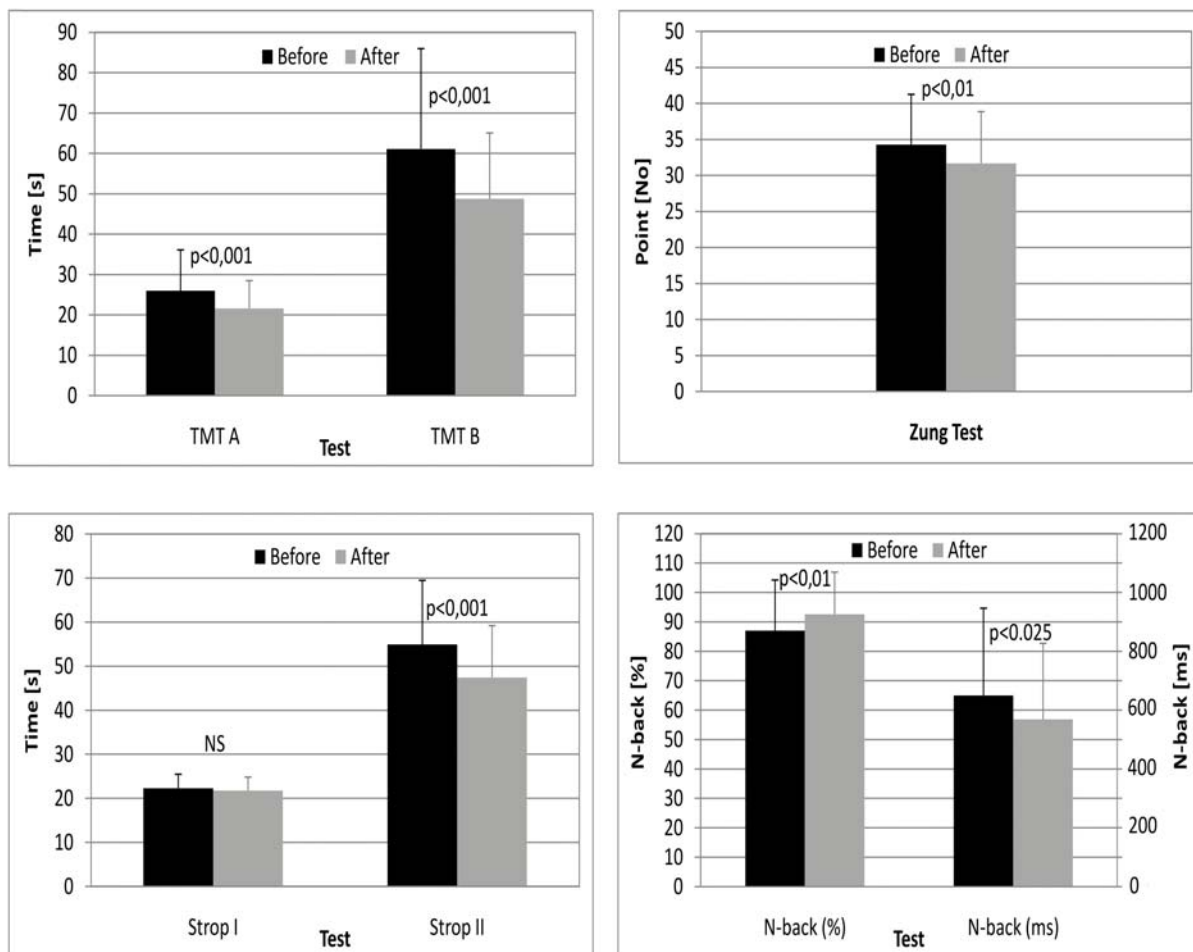
Tabela II. Wyniki badań neuropsychologicznych przed i po ekspozycji jasnym światłem (wartość średnia \pm SD; n=68).

Testy	Przed ekspozycją światłem	Po ekspozycji światłem	Wartość p
TMT A (sek)	25,96 \pm 10,15	21,59 \pm 6,91	<0,001
TMT B (sek)	61,12 \pm 24,85	48,77 \pm 16,32	<0,001
Stroop I (sek)	22,29 \pm 3,19	21,77 \pm 3,05	NS
Stroop II (sek)	54,93 \pm 14,53	47,44 \pm 11,75	<0,001
N-back (czas reakcji w ms)	649,40 \pm 297,22	568,79 \pm 258,33	<0,025
N-back (% prawidłowych odpowiedzi)	87,00 \pm 17,24	92,65 \pm 14,26	<0,01
Skala depresji Zung (No)	34,29 \pm 7,17	31,69 \pm 7,17	<0,01

NS – wynik nieistotny statystycznie

W teście łączenia punktów - TMT uzyskano znaczną poprawę wyników po zastosowaniu ekspozycji jasnym światłem zarówno w części A ($p < 0,001$) jak i B ($p < 0,001$) testu.

Wyniki te wskazują na znaczący, korzystny wpływ światła na szybkość psychomotoryczną, pamięć operacyjną i funkcje wykonawcze.



Rysunek 8. Wyniki badań neuropsychologicznych przed i po ekspozycji jasnym światłem (wartość średnia \pm SD; n=68; NS – wynik nieistotny statystycznie).

W teście Stroopa I zaobserwowano nieznaczne skrócenie czasu wykonania testu po zastosowaniu ekspozycji jasnym światłem, aczkolwiek uzyskane wyniki nie są istotne statystycznie. Natomiast w teście Stroopa II uzyskano wyraźne skrócenie czasu wykonywania testu ($p<0,001$) po ekspozycji światłem.

W teście N-back uzyskano poprawę wyników po zastosowaniu ekspozycji jasnym światłem. Zwiększyła się poprawność wykonywania testu ($p<0,01$) i czas reakcji uległ skróceniu ($p<0,025$).

Także uzyskane wyniki w skali samooceny depresji Zung pokazują korzystny wpływ naświetlania światłem na samopoczucie psychiczne badanych ($p<0,01$).

Dyskusja

Współczesne badania wskazują, że jasne światło, jest jednym z najsilniejszych synchronizatorów rytmów biologicznych człowieka [2, 4, 9, 13, 20]. W prezentowanej pracy wykazano, że niskie natężenie światła może być istotnym czynnikiem dyskomfortu w miejscu pracy [9]. Wszyscy uczestnicy badań wskazywali na taki dyskomfort, przed przystąpieniem do eksperymentu. Co ciekawe, ich subiektywna ocena jakości światła w miejscu pracy była zgodna z obiektywnym pomiarem natężenia światła wykonana przy użyciu luksometru. Po dwóch tygodniach naświetlania jasnym światłem, w grupie zdrowych ochotników można było zaobserwować znaczące, pozytywne zmiany w wynikach testów neuropsychologicznych, jak również spadek aktywności motorycznej podczas snu. Wyniki te wykazują na terapeutyczne działanie białego jasnego światła na funkcjonowanie zdrowych osób. Większość bieżących badań wskazuje na korzyści płynące z ekspozycji na jasne światło w terapii osób cierpiących na zimową depresję [4, 9, 12, 20]. Prezentowany eksperyment wykazał, że u zdrowych ochotników białe, jasne światło korzystnie wpływa na poprawę funkcji poznawczych. Doszło również do poprawy rytmu czuwanie-sen. Rezultaty uzyskanych w niniejszej pracy są istotnymi argumentami za wdrożeniem do miejsc pracy światła o właściwych parametrach lub zastosowania lamp do fototerapii, co będzie prowadzić do polepszenia wydajności pracy oraz do poprawy jakości życia.

Wnioski

- Czternastodniowa ekspozycja na jasne światło spowodowała spadek nocnej aktywności ruchowej w czasie trwania snu, co świadczy o poprawie jakości jego przebiegu.
- Badane osoby po 14 dniach fototerapii uzyskały statystycznie lepsze wyniki w teście TMT A i B, Stroop II oraz N-back (%). Wskazuje to na poprawę sprawności funkcji poznawczych tj.: sprawności psychomotorycznej, wzrokowo-przestrzennej pamięci operacyjnej, koordynacji ruchowej, uwagi, funkcji wykonawczych, werbalnej pamięci operacyjnej .
- Badani, po 14 dniach ekspozycji jasnym światłem, uzyskali także istotnie lepsze wyniki w Skali Depresji Zunga, co wskazuje na poprawę nastroju u tych osób.
- Czternastodniowe naświetlanie jasnym światłem miało znaczący, pozytywny wpływ na funkcje poznawcze wymienione powyżej, zwłaszcza prędkość psychomotoryczną, wizualne przestrzenne pamięć operacyjną i funkcje wykonawcze u zdrowych ochotników o aktywności dziennej.
- Ekspozycja na jasne światło prowadzi do poprawy jakości przebiegu snu dzięki spadkowi aktywności motorycznej w czasie jego trwania.
- Ekspozycja jasnym światłem wpływa na poprawę rytmu czuwanie-sen.
- Uzyskane wyniki wskazują na istotne znaczenie jasnego światła o parametrach zbliżonych do światła słonecznego, będącego synchronizatorem rytmu czuwanie-sen.
- Poprawa funkcji poznawczych, jakości snu może prowadzić do poprawy jakości życia człowieka.

Autorzy prezentowanej pracy mają nadzieję, że prezentowana praca, a szczególnie jej wyniki i wnioski z niej pochodzące, są obiektywnymi argumentami dla celowości poprawy jakości oświetlenia w miejscach pracy pracowników zmiany dziennej.

Piśmiennictwo

1. Adamczyk W. i wsp.: Influence of bright light on sleep-wake rhythm. In: Olchowiak. G. (Red) Wellness and prosperity in different phases of life. NeuroCentrum, Lublin, 2009, 15-23.
2. Avery D. H. i wsp.: Bright light therapy of subsyndromal seasonal affective disorder in the workplace: morning vs. Afternoon exposure. *Acta Psych. Scan.* 2001, 103 (4), 267-274.
3. Borbély A.A. i wsp.: Langzeitregistrierung der Bewegungsaktivität: Anwendungen in Forschung und Klinik. *Schweiz. Med. Wschr.*, 1981, 111, 730–735.
4. Ciesielczyk K. i wsp.: Zmiany jakości snu i poziomu nastroju pod wpływem fototerapii u pacjentów z chorobą afektywną sezonową - Chas. *Psychiat. Pol.*, 2004, 38 (6), 1105-1113.
5. Claustrat B. i wsp.: The basic physiology and pathophysiology of melatonin. *Sleep Medicine Reviews*, 2005, 9, 11–24.
6. Coppola R.: Working Memory Test V1.06.1. Clinical Brain Disorder Branch, NIMH, 1999.
7. Dunai A. i wsp.: Moderate Exercise and Bright Light Treatment in Overweight and Obese Individuals. *Obesity*, 2007, 15, 7, 1749-1757.
8. Gooley J. J.: Treatment of Circadian Rhythm Sleep Disorders with Light. *Annals Academy of Medicine*, 2008, 37, 8, 669-676.
9. Kuller R.: The influence of light on circadian rhythms In humans. *J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci.* 2002, 21 (2), 87-91.
10. Littner M. i wsp.: Standards of Practice Committee of The American Academy of Sleep Medicine. Practice Parameters for the Role of Actigraphy in the Study of Sleep and Circadian Rhythms: An Update for 2002, *Sleep*, 2003, 26, 3, 337-341.
11. Morgenthaler T. i wsp.: Practice Parameters for the Use of Actigraphy in the Assessment of Sleep and Sleep Disorders: An Update for 2007. *Sleep*, 2007; 30, 4, 519-529.
12. Pracka D.: Fototerapia w klinice. *Post. Hig. Med. Dośw.* 1999, 53 (3), 517-523.
13. Pracka D., Pracki T.: Chronobiologia rytmu sen-czuwanie. *Sen*, 2002, 2, Supl. A, A7-A12.
14. Pracki T. i wsp.: Znaczenie pomiaru aktywności ruchowej w badaniach nad snem. *Sen*, 2008, 8 (1), 10-14.
15. Reitan R. M.: The relation of the trail making test to organic brain damage. *J. Cons. Psychol.*, 1958, 18, 643-661.
16. Rosental N. E. i wsp.: Seasonal affective disorder. A description of the syndrome and preliminary findings with light therapy. *Arch. Gen. Psychiatry*, 1984; 41:72-80.
17. StatSoft, Inc. Statistica (data analysis software system), v. 9.0, 2010.
18. Stroop J. R.: Studies of interference in serial verbal reaction. *J. Exp. Psychiat.*, 1935, 18, 643-662.
19. Terman M. i wsp. (Red): Light Therapy. In *Principles and Practice in Sleep Medicine*. Elsevier, Philadelphia, 2005, 1424-2442.
20. Wirz-Justice A. i wsp.: Chronotherapeutics (light and wake therapy) in affective disorders. *Psychol. Med.* 2005, 35(7), 939-44.

Streszczenie

Wpływ jasnego światła na parametry psychofizjologiczne pracowników zmiany dziennej

Daria Pracka, Tadeusz Pracki, Kamila Łaszewska, Małgorzata Tafil-Klawe, Monika Wiłkość, Marcin Jaracz, Marzena Ziółkowska-Kochan, Wojciech Pospiech

Światło słoneczne lub jasne światło sztuczne jest najsilniejszym, zewnętrznym synchronizatorem rytmów biologicznych człowieka. Niedobór światła może powodować zakłócenia rytmów biologicznych, prowadząc do wystąpienia symptomów psychopatologicznych, m.in. zaburzeń rytmu czuwanie-sen, deficytów funkcji poznawczych oraz zaburzeń nastroju.

Celem prezentowanego badania była ocena wpływu terapii jasnym światłem na aktywność okołodobową, funkcje wykonawcze oraz nastroj u osób zdrowych pracujących w ciągu dnia.

Do badań zaklasyfikowano 102 zdrowych ochotników, pracujących w systemie dziennym i odczuwających dyskomfort z powodu niedoboru światła. Pełne badania ukończyło 68 osób w wieku 20-59 lat (średnia $41,93 \pm 10,01$). Wszyscy ochotnicy zostali poddani ekspozycji jasnym światłem o natężeniu 10 000 luksów przez 30 minut w ciągu 14 kolejnych dni. Bezpośrednio przed terapią jasnym światłem oraz po 14-dniowym naświetlaniu dokonywano pomiaru aktywności ruchowej osób badanych, przy użyciu aktografu, przez 3 kolejne doby, oraz wykonywano badanie funkcji poznawczych przy użyciu testów: TMT A&B, Stroop, N-back. Dokonano także oceny nastroju badanych przy użyciu skali Depresji Zung'a.

Uzyskane wyniki wykazały wpływ 14-dniowej terapii światłem na spadek nocnej aktywności ruchowej ($p < 0,001$), co świadczy o poprawie jakości snu. Ponadto osoby badane po 14 dniach fototerapii uzyskały statystycznie lepsze wyniki w testach: TMT A&B, Stroop II oraz N-back, co wskazuje na poprawę w zakresie sprawności funkcji poznawczych tj. szybkości psychomotorycznej, pamięci operacyjnej i funkcji wykonawczych. Uzyskano także lepsze wyniki w Skali Depresji Zung'a, co wskazuje na poprawę w zakresie nastroju u badanych osób. Uzyskane wyniki dowodzą celowości poprawy jakości oświetlenia w miejscach pracy dla poprawy dobrostanu.

Abstract

The influence of bright light therapy on psychophysiological parameters of day activity workers

Sunlight or bright artificial light, with similar parameters to natural light, is the strongest, physical, exterior synchronizer of biological rhythms in humans [cc, dd]. The insufficient amount of bright light can lead to psychopathological symptoms such as: disturbances of sleep–wake rhythms, cognitive deficits and mood disorders.

The aim of the study was to assess the influence of the bright light on circadian motor activity, cognitive function and mood in healthy, adult volunteers who were the day-shift workers.

Hundred and two healthy volunteers working in day-shift were enrolled in the study. The full procedure was accomplished by... subjects. (mean age $42,8 \pm 8,1$). All participants were exposed to the phototherapy in the morning hours during work time for 30 minutes over 14 consecutive days. The intensity of light was 10000 lux.

Directly before and after the 14-day light therapy for three days the twenty-four hour motor activity of participants was recorded by actigraphs, the neuropsychological tests: TMT A&B, Stroop, N-back were administered and also Zung's Depression Scale was used to evaluate the mood changes.

The results obtained indicate the influence of 14-day light therapy on decrease in night-time motor activity ($p < 0,001$), what indicates better quality of sleep. Moreover the participant after phototherapy had better results in TMT A&B, Stroop II oraz N-back what indicates in cognitive functions such as: psychomotor speed, visual-spatial working memory and executive function. Also the participants obtained better results in Zung's Self – Rating Depression Scale what indicates a positive change in their mood. These results demonstrate the importance of light quality in workplaces for improvement of quality of life.