

KUREK, Justyna, GADOMSKA, Anna, GORZYŃSKI, Rafał, MOLCZYK-SIEŃCZAK, Justyna, GARSTKA, Michał, DOMINIK, Hanna, CZUDY, Zuzanna, PAWEŚKA, Wojciech, RADWAŃSKI, Jan & POLATOWSKA, Marika. Blue light emitted from digital devices - impact on our sleep. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;40(1):68-82. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.40.01.007> <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/44026> <https://zenodo.org/record/8052794>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przynależność dyscypliny naukowej: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu). © The Authors 2023. This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland. Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper. Received: 16.05.2023. Revised: 15.06.2023. Accepted: 18.06.2023. Published: 21.06.2023.

Blue light emitted from digital devices - impact on our sleep

Justyna Kurek

Kliniczny Szpital Wojewódzki Nr 2 im. Św. Jadwigi Królowej w Rzeszowie, ul. Lwowska 60, 35-301 Rzeszów, Poland

ORCID: 0009-0000-3828-9303

jotkurek@gmail.com

Anna Gadomska

Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze, ul. Zyty 26, 65-046 Zielona Góra, Poland

ORCID: 0009-0004-4029-3925

anna.gadomska@hotmail.com

Rafał Gorzyński

Szpital Kliniczny Przemienienia Pańskiego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul. Długa 1/2, 61-848 Poznań, Poland

ORCID: 0009-0001-0815-1247

rafal.gorzynski2@gmail.com

Justyna Molczyk-Sieńczak

Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej Alicja Ulanecka Stomatologia i Chirurgia stomatologiczna w Tarnowie, ul. Mościckiego 14, 33-100 Tarnów, Poland

ORCID: 0009-0007-8037-6305

justymolz@gmail.com

Michał Garstka

Centrum Medyczne HCP w Poznaniu, ul. 28 Czerwca 1956 r. 194, 61-485 Poznań, Poland

ORCID: 0009-0007-6152-9388

lek.garstka@gmail.com

Hanna Dominik

Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze, ul. Zyty 26, 65-046 Zielona Góra, Poland

ORCID: 0000-0003-0371-2276

hania.dominik31@gmail.com

Zuzanna Czudy

Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze, ul. Zyty 26, 65-046 Zielona Góra, Poland

ORCID: 0000-0002-1619-4343

zuzanna.czudy@o2.pl

Wojciech Pawęska

Szpital Powiatowy im. bl. Marty Wieckiej w Bochni, ul. Krakowska 3, 32-700 Bochnia, Poland

ORCID: 0009-0007-0836-4983

wojciech.paweska@gmail.com

Jan Radwański

Wojewódzki Szpital Specjalistyczny nr 4 w Bytomiu, Aleja Legionów 10, 41-902 Bytom, Poland

ORCID: 0009-0009-1441-8057

jan.radwanski97@gmail.com

Marika Polatowska

Szpital Uniwersytecki im. Karola Marcinkowskiego w Zielonej Górze, ul. Zyty 26, 65-046 Zielona Góra, Poland

ORCID: 0009-0007-8191-4566

marika85588@gmail.com

ABSTRACT:

Introduction: Today the use of digital devices is widespread in society. It has been observed increased frequency of sleep disorders occurring in the population in every age group. Scientists, concerned about the scale of the problem, have become interested in the effects of blue light emitted by the displays of digital devices, on sleep.

Purpose of the work: The aim of the study is to answer the question whether a blue light emitted by digital devices affects sleep and to indicate the potential prevention of sleep disorders resulting from the use of digital devices.

Materials and methods: A literature review was performed in the PubMed database using the keywords: blue light exposition; sleep quality; insomnia; light emitting diode; electronic device.

Summary: Blue light emitted by various digital devices affects sleep by shortening and deteriorating the quality of sleep, falling asleep later, exacerbating feelings of sleep deprivation and increasing feelings of fatigue. Scientists have identified a couple of possible mechanisms to explain this phenomenon. There is a method that allows to reduce the negative effects of using various electronic equipment, without having to limit the length or set a rigid time frame for their use. Due to the increasing problem of sleep disorders and new habits among the society, scientists point out the need to monitor the discovered impact of blue light on sleep.

Keywords: blue light exposition; sleep quality; insomnia; light emitting diode; electronic device.

ABSTRAKT

Wprowadzenie: Współcześnie korzystanie z urządzeń cyfrowych jest szeroko rozpowszechnione w społeczeństwie. Zaobserwowano nasilenie częstotliwości zaburzeń snu występujące w populacji w każdej grupie wiekowej. Naukowcy zaniepokojeni skalą problemu zainteresowali się wpływem światła niebieskiego, emitowanego przez wyświetlacze urządzeń cyfrowych, na sen.

Cel pracy: Celem pracy jest odpowiedzenie na pytanie czy światło niebieskie emitowane przez urządzenia cyfrowe wpływa na sen oraz wskazanie potencjalnej profilaktyki zaburzeń snu wynikających z użytkowania urządzeń cyfrowych.

Materiały i dowody: Dokonano przeglądu literatury w bazie danych PubMed z wykorzystaniem słów kluczy: blue light exposition; sleep quality; insomnia; light emitting diode; electronic device.

Wnioski: Światło niebieskie emitowane przez różne urządzenia cyfrowe wpływa na sen poprzez skrócenie i pogorszenie jakości snu, późniejszą porę zasypiania, pogłębiania odczucia niedoboru snu i zwiększonego odczuwania zmęczenia. Naukowcy wskazali również inne możliwe mechanizmy pozwalające na wyjaśnienie tego zjawiska. Istnieje metoda pozwalająca na zmniejszenie negatywnych skutków wynikających z korzystania z różnych sprzętów elektronicznych, bez konieczności ograniczania długości czy określania sztywnych ram czasowych ich użytkowania. W związku z narastającym problemem zaburzeń snu i nowymi przyzwyczajeniami wśród społeczeństwa naukowcy zaznaczają konieczność monitorowania odkrytej zależności wpływu światła niebieskiego na sen.

Słowa klucze: blue light exposition; sleep quality; insomnia; light emitting diode; electronic device.

Ostatnie dziesięciolecie to okres niesamowitego rozwoju technologii i uprzemysłowienia. Zmiana stylu życia, przyzwyczajień, sposobu spędzania wolnego czasu i wydłużenie godzin pracy spowodowały, że wszechobecne w naszym życiu codziennym stały się różnego rodzaju urządzenia wyposażone w ekrany emitujące światło niebieskie. [1,2] Wyświetlacze smartfonów, tabletów, laptopów czy telewizorów doprowadziły do tego, że poza naturalnie

docierającymi promieniami słonecznymi, dopływają do nas także znaczne ilości sztucznego światła. [2] Od wieków Słońce było głównym naturalnym sterownikiem ludzkiego życia. [3,4] W toku ewolucji organizmy wytworzyły szereg mechanizmów adaptacyjnych pozwalających odpowiednio reagować na docierające do nich światło. [5] Konsekwencją wpływu bodźców świetlnych na ośrodkowy układ nerwowy człowieka, było wykształcenie przez niego nowego endogennego rytmu biologicznego, trwającego w przybliżeniu 24 godziny. [3,4,5,6,7]

W siatkówce ludzkiego oka, poza pręcikami i czopkami, które umożliwiają nam tworzenie obrazu, [8,9] znajduje się jeszcze inny typ komórek. Są to tak zwane światłoczułe komórki zwojowe (ang. intrinsically photosensitive retinal ganglion cells, ipRGCs). [7] Bodźce świetlne docierające do oka oddziałują na nie, i zawarty w około 1-2 % z nich światłoczuły pigment- melanopsynę [7,9], który ma zdolność do bezpośredniego pochłaniania światła. [9] Komórki ipRGCs są najbardziej czułe na światło o długości około 460 nm. [10] Wyżej wymienione struktury wysyłają swoje aksony m.in. do jąder nadskrzyżowaniowych (ang. suprachiasmatic nucleus, SCN) przedniej części podwzgórza. Uważane są one za najważniejszą część organizmu odpowiadającą za regulowanie rytmu biologicznego. [4,11] Dzięki połączeniom z szyszynką, bodziec świetlny wpływa na wydzielanie przez ten organ hormonu - melatoniny. Jest ona produkowana w ciemności, a jej sekrecja jest dla organizmu głównym sygnałem dla wystąpienia fazy snu. [12] Wykazano, że stężenie melatoniny maleje w największym stopniu w odpowiedzi na światło o długości około 460 nm, czyli z zakresu widma światła niebieskiego. [12,13] Dzięki połączeniom komórek światłoczułych z układem nerwowym, poza zmianami hormonalnymi, komórki ipRGCs wpływają także na takie funkcje jak: sterowanie fazami snu i czuwania, odruch źrenicy na światło oraz nastrój. [4,9]

Dlaczego tak istotne są te informacje, w kontekście wpływu urządzeń elektronicznych na zdrowie współczesnego człowieka? Do podświetlania ekranów bardzo często stosuje się diody LED (ang. Light Emitting Diode). Samoczynne świecenie monitorów powoduje, że ich użytkowanie nierozzerwalnie łączy się z emisją światła [14], które wydaje się być białe, jednak posiada zupełnie inne widmo emisji, niż światło słoneczne czy tradycyjne żarówki. [4] Wykorzystywane współcześnie w licznych urządzeniach diody LED [1,14] emitują fale światła w zakresie długości od 420 nm do 490 nm [14] z emisją szczytową około 460 nm [1], czyli obejmujące swoim zasięgiem zakres widma światła niebieskiego. [2, 4] Wykazano, że światło o długości od około 460 nm do 480 nm wpływa na zegar dobowy poprzez tłumienie wydzielania melatoniny. [4,8,15] Światło niebieskie docierające do nas w trakcie dnia jest

konieczne do zachowania prawidłowego cyklu okołodobowego, dobrego samopoczucia, funkcji kognitywnych i odpowiedniej czujności. [13] Wydaje się, że użytkowanie urządzeń emitujących światło niebieskie w ciągu dnia, nie wpływa destrukcyjnie na rytm dobowy człowieka. [2] Jednak korzystanie z nich w porach wieczornych budzi większe obawy [4] – może wtedy dojść do przesunięcia rytmu dobowego, a w konsekwencji - zaburzenia wydzielania melatoniny. [2,16]

Naukowcy, obserwując rosnącą tendencję do spędzania czasu przy urządzeniach cyfrowych, postanowili zbadać ich wpływ na ludzkie zdrowie. W szczególności zainteresowano się kwestią snu. Jest on niezbędnym elementem prawidłowego funkcjonowania człowieka. Wśród konsekwencji deficytu snu wymienia się zarówno skutki krótkofalowe jak i długofalowe. Do tych pierwszych zalicza się: zaburzenia nastroju, niepokój emocjonalny, zwiększoną podatność na ból i stres, problemy z pamięcią, obniżoną wydajność i jakość życia. Jeśli chodzi o skutki długofalowe, wymienia się wśród nich: nadciśnienie, cukrzycę typu II, dyslipidemię, choroby sercowo-naczyniowe, otyłość, zespół metaboliczny, depresję, chorobę dwubiegunową czy raka jelita grubego. [5,17] Zauważono, że zwiększona ilość pracy przy komputerze, konieczność bycia dostępnym o każdej porze dnia, a także nowy poziom tworzenia relacji społecznych- nasilony przez pandemię COVID 19, znacznie zmieniły przyzwyczajenia dotyczące użytkowania urządzeń cyfrowych. [18] Ich mobilność i wygoda korzystania sprawiły, że spędzanie większej ilości czasu z elektroniką, także bezpośrednio przed snem, stało się normą. [19] Zgodnie z dotychczasową wiedzą, głoszącą, że światło jest jednym z najmocniejszych sygnałów wpływających na cykl okołodobowy [2,7,20] oraz mając na uwadze fakt, iż jest ono emitowane przez urządzenie cyfrowe [2,14], wysunięto hipotezę, która łączy pogorszenie jakości snu z nadmiernym użytkowaniem elektroniki wyposażonej w wyświetlacze.[19,20,21,22,23] Obawy te wydają się być szczególnie zasadne, kiedy korzystanie z mediów odbywa się w godzinach wieczornych i jest czynnością powtarzaną wielokrotnie oraz trwającą przewlekle. [13]

Opublikowano wiele badań, w których poruszano wpływ urządzeń cyfrowych na sen. Pomimo tego, że większość z nich analizowała ten związek na niewielkiej ilości uczestników, łączył je podobny wniosek: światło z zakresu widma niebieskiego zakłóca sen. [4] Jedno z

takich badań było przeprowadzone w roku 2015 przez M. Hysing'a i współpracowników. [21] Naukowcy szukali związku między używaniem urządzeń elektronicznych przez nastolatków a zaburzeniami snu. Zgromadzono dane pochodzące od 9846 uczestników będących w wieku 16 - 19 lat. W specjalnie przygotowanych kwestionariuszach młodzież odpowiadała na pytania dotyczące ilości urządzeń elektronicznych używanych w trakcie ostatniej godziny przed snem, czasu trwania snu, po której czują się wypoczęci, a także określenia długości spędzanego czasu przy sprzętach cyfrowych poza celami naukowymi. Na podstawie powyższych danych wysnuto liczne wnioski. Używanie sprzętów z ekranami zaraz przed snem opóźniało zaśnięcie o ponad 60 minut. Podobne zjawisko miało miejsce, gdy nastolatki korzystały z urządzeń elektronicznych w trakcie dnia powyżej 4 godzin. Ponadto, taka ilość czasu wpływała na znaczne skrócenie długości trwania snu. Wykazano również, że spędzanie przez badane osoby powyżej 4 godzin przy wyświetlaczach cyfrowych, powiązane było z odczuciem przez nie deficytu snu. Zauważono, że im więcej sprzętów elektronicznych było używanych przed snem, tym większe było ryzyko opóźnienia zaśnięcia o ponad 60 minut. Wnioski były jednoznaczne: korzystanie z urządzeń zaraz przed snem, jak i długość ich użytkowania w trakcie dnia, negatywnie wpływały na czas zaśnięcia, długość trwania snu, a także przyczyniały się do pogłębiania odczucia jego niedoboru.

Kolejne badanie zostało przeprowadzone w 2019 przez L. Exelmansa oraz J. Van den Bulcka [19]. Zastanawiano się w nim nad kwestią wpływu na sen telefonów komórkowych używanych przy zgaszonym świetle. Zebrano dane pochodzące od 844 osób w wieku od 18 do 94 lat, które wypełniały kwestionariusze określające ich przyzwyczajenia związane ze snem oraz korzystaniem z elektroniki. Jakość snu badana była za pomocą skal: PSQI (ang. Pittsburgh Sleep Quality Index), FAS (ang. Fatigue Assessment Scale) i BIS (ang. Bergen Insomnia Scale). Telefon z dostępem do Internetu miała 49,6 % uczestników. Niemal 60% ankietowanych, którzy posiadali telefon komórkowy, brała go ze sobą do miejsca snu. Analiza zebranych danych wykazała silną zależność między korzystaniem ze smartfonów w godzinach nocnych, a tendencją do zwiększonego odczuwania zmęczenia, nasilenia bezsenności i gorszej jakości snu oraz późniejszego budzenia się. Co ciekawe, naukowcy wykazali, że problem pogłębionego zmęczenia i późniejszej pobudki po korzystaniu z telefonów w nocy, występuje tylko u młodszych wśród badanych osób (odpowiednio poniżej 41,54 i poniżej 40,8 roku życia). U osób powyżej 66,4 i 60,15 roku życia zaobserwowano odpowiednio krótszy sen i wcześniejszą porę wstawania, gdy badani korzystali z urządzeń przy zgaszonym świetle. Wyniki badań tzw. latencji snu, czyli opóźnienia jego wystąpienia

powyżej 30 minut, oraz jego efektywności u osób korzystających z telefonu były gorsze w porównaniu z tymi, którzy nigdy go nie posiadali w sypialni. Analiza zgromadzonych danych pozwoliła także naukowcom na sformułowanie tezy, że telefony komórkowe stały się urządzeniami przyłózkowym- niemal 6 na 10 uczestników badania kładąc się spać zawsze brało ze sobą smartfona.

Badanie K.M. Orzecha i współpracowników przeprowadzone w 2015 roku [22], analizowało wpływ długości czasu spędzonego przy sprzętach elektronicznych na sen. Naukowcy zgłębili także znaczenie różnorodności i liczby używanych urządzeń. Opierając się na wcześniej przeprowadzonych badaniach oraz ówczesnej wiedzy, postawiono hipotezę, że długi czas oraz duża liczebność i różnorodność używanych gadżetów elektronicznych pogarszają jakość snu oraz inne aspekty z nim związane. Za pomocą kwestionariusza online, 254 studentów pierwszego roku proszonych było o codzienne wysyłanie odpowiedzi dotyczących: aktywności na 2 godziny przed snem, używanej elektroniki oraz samego snu. Po analizie zebranych danych okazało się, że najczęstszymi aktywnościami przed snem, określanymi jako główne, były praca przy komputerze oraz czytanie materiałów drukowanych, a dodatkowymi słuchanie muzyki i pisanie wiadomości tekstowych. Odkryto także, że rodzaj urządzenia, którego używano bezpośrednio przed snem ma znaczenie: praca przy komputerze, korzystanie z Internetu i słuchanie muzyki wykazywały najsilniejszy wpływ na badane aspekty snu. Wnioski były następujące: im więcej czasu uczniowie spędzali przy wyświetlaczach cyfrowych, tym później kładli się spać oraz krócej spali. Co ciekawe, wykazano, że korzystanie z wielu rodzajów urządzeń wiąże się z wcześniejszą porą oraz dłuższym całkowitym czasem snu. Całkowity czas snu i pora udania się na spoczynek miały związek z długością użytkowania i rodzajem elektroniki. Nie wykazano takiej zależności w stosunku do opóźnienia zaśnięcia i długości czasu nocnych przebudzeń.

Przeprowadzono także duże badanie wśród najmłodszych. [23] Cheung wraz ze współpracownikami dostrzegli narastający problem zaburzeń snu wśród tej grupy wiekowej. Swoje przypuszczenia opierali m.in. na danych [24], z których wynikało, że nawet 20-30% dzieci ma problemy ze snem. W 2017 roku badali, czy częstotliwość użytkowania ekranów dotykowych przez niemowlęta i małe dzieci wpływa na ich sen. Informacje zebrano od rodziców 715 dzieci w wieku od 6 do 36 miesięcy, którzy uzupełniali internetową ankietę i udzielali informacji o swoich pociechach na tematy takie jak: ich codzienny kontakt z telewizją i sprzętami zawierającymi ekrany dotykowe, czas snu w dzień i w nocy, a także

określali moment zasypiania i ilość wybudzeń w trakcie nocy. Po analizie danych okazało się, że wśród badanych dzieci aż 75% z nich codziennie korzystało z różnych urządzeń z ekranem cyfrowym, a średni czas przy nich spędzany wynosił 24,44 minuty/ dobę. Rozpowszechnienie codziennego użytkowania sprzętów z wyświetlaczami dotykowymi wzrastało z wiekiem. Aż 92,05% dzieci w przedziale wiekowym 25 - 36 miesięcy korzystało z wyżej wspomnianych urządzeń każdego dnia. Naukowcy wykazali silne powiązanie między częstotliwością kontaktu badanych osób z ekranami a ilością snu. Dochodziło do skrócenia całkowitej długości snu (sumy czasu snu w trakcie dnia i nocy) oraz ilości snu w nocy, a następowało wydłużenie czasu spania w trakcie dnia. Obliczono, że wraz z każdą dodatkową godziną użytkowania np. tabletu, długość całkowitego czasu snu skracała się o 15,6 minut, w trakcie nocy długość snu zmniejszała się średnio o 26,4 minuty, a za dnia wydłużała o 10,8 min. Zaobserwowano również wydłużenie czasu potrzebnego na zaśnięcie. Nie dostrzeżono związku między użytkowaniem urządzeń z wyświetlaczami, a ilością przebudzeń w nocy. Oprócz negatywnych wniosków płynących z analizy zebranych danych, naukowcy odnotowali pozytywny aspekt korzystania z ekranów dotykowych przez najmłodszych - może się przyczyniać do ich rozwoju. W przeprowadzonym w 2016 roku badaniu [25] na tej samej grupie niemowląt i dzieci wykazano, że korzystanie z ekranów dotykowych pomaga we wcześniejszym osiągnięciu drobnych motorycznych kamieni milowych.

W 2014 roku AM. Chang ze współpracownikami [20] postanowili porównać, jaki wpływ na organizm ma czytanie tradycyjnych książek papierowych - przy świetle pochodzącym z lampy, w porównaniu z używaniem czytników elektronicznych - emitujących światło niebieskie. U 12 uczestników badano polisomnograficzne zapisy snu, rytm okołodobowy, poziom melatoniny oraz obiektywne i subiektywne natężenie senności w trakcie wieczornego czytania i następnego dnia rano. Przez 5 kolejnych wieczorów, 4 godziny przed snem, który był zaplanowany na konkretną godzinę, naukowcy prosili o czytanie z elektronicznych czytników przy bardzo słabym świetle, a przez następne 5 dni o czytanie książki drukowanej przy tym samym, słabym świetle. Co godzinę pobierano próbki krwi w celu oznaczenia poziomu melatoniny. Dzięki zapisom polisomnograficznym dokonywano oceny „opóźnienia snu”, czyli czasu od zgaszenia światła do zaśnięcia. Gromadzono dane na temat całkowitego czasu snu oraz jego efektywności - ilości minut spędzonych w łóżku podczas rzeczywistego snu. Analizowano także każdą z faz snu. Naukowcy oceniali również, codziennie rano i wieczorem, poziom senności uczestników za pomocą Karolińskiej Skali Senności. Po 14

dniach badań zebrano informacje oraz poddano je analizie. Czytanie z urządzeń emitujących światło niebieskie wpływało na opóźnianie fazy zegara biologicznego poprzez tłumienie wieczornego wydzielania melatoniny o 55,12% oraz opóźnienie jej wydzielania o ponad 1,5 godziny w dniu następnym, w przeciwieństwie do tradycyjnych książek, które nie miały wpływu na poziom tego hormonu. Jeśli chodzi o latencję pojawienia się snu, użytkowanie eBooków powodowało jego opóźnienie średnio o 10 minut, względem korzystania z książek drukowanych. Co więcej, urządzenia elektroniczne zmniejszały ilość snu w fazie REM- z szybkimi ruchami gałek ocznych. Czytanie książek w formie elektronicznej powodowało zmniejszone odczuwanie senności w porach wieczornych, a zwiększone w godzinach rannych. Samo przebudzenie i osiągnięcie całkowitego poziomu czujności wymagały dłuższego okresu w stosunku do czytania książek tradycyjnych.

Naukowcy zgodnie stwierdzili, że korzystanie z urządzeń elektronicznych z wyświetlaczami cyfrowymi, w niewłaściwych porach czy zwiększonych ilościach, wpływa na liczne aspekty snu. [19,20,21,22,23] Zauważyli, że emitowane przez nie światło zaburza jego prawidłowy przebieg. [21] Szukając mechanizmów za to odpowiadających, wskazano związek emitowanego przez wyświetlacze światła z zakresu widma światła niebieskiego na supresję wydzielania melatoniny [19,20,21,22,23]- najsilniejszego endogennego modulatora rytmu dobowego. [28] Badacze wysunęli również dodatkowe hipotezy na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzonych przez nich badań. Zaproponowali oni mechanizm tzw. „wypierania snu”. [21,22,23] Brak restrykcyjnie ustalonych godzin oraz długości użytkowania m.in. smartfonów mogą powodować przesunięcie snu w czasie. [26] Naukowcy sugerowali, że ma to szczególne znaczenie dla istniejących zaburzeń snu wśród dzieci i młodzieży. [21] Druga proponowana teoria wykazywała związek pomiędzy zaburzeniami snu, a docierającymi przez ekrany wiadomościami i obrazami, często zawierającymi przemoc oraz treści seksualne. [19,22,23] Może powodować to zwiększenie pobudzenia, pojawienie się strachu czy stresu [27] - wszystko to ma negatywny wpływ na zasypianie i w konsekwencji pogarsza jakość snu. [19]

W związku z rosnącą świadomością wpływu użytkowania ekranów na jakość snu, ważne jest zastosowanie środków mogących zmniejszyć nasilenie negatywnych skutków wynikających

z nowych przyzwyczajzeń społeczeństwa. Jedną z możliwości wydaje się być stosowanie okularów ze specjalnymi szklami, które odfiltrowują fale o krótkiej długości- w części zakresu widma światła niebieskiego. [29] W roku 2009 Bukhart i współpracownicy przeprowadzili randomizowane badanie, w którym oceniali wpływ soczewek bursztynowych na poprawę jakości snu. [30] Losowo przyporządkowanych do dwóch grup, 20 uczestników badania miało nosić okulary blokujące światło niebieskie, tzw. „bursztynowe okulary” lub okulary zabarwione na żółto- blokujące jedynie promienie UV, przez 3 godziny przed snem. Badane osoby były proszone o uzupełnienie ankiet dotyczących subiektywnych odczuć związanych z ogólną jakością snu oraz wpływu okularów noszonych podczas badania na sen. Po analizie danych wykazano, że u dorosłych noszących „bursztynowe okulary” znacząco poprawiła się jakość snu oraz nastrój względem grupy kontrolnej. Innym badaniem, skonstruowanym przez Esakiego i współpracowników, było randomizowane podwójnie ślepe badanie [28] , w którym przez 4 tygodnie badano wpływ okularów blokujących światło niebieskie u osób cierpiących na zaburzenia snu. Dziewięciu uczestników mających trudności w zasypianiu proszonych było, aby codziennie przez 2 tygodnie, o stałej porze, zakładali specjalne okulary bursztynowe - blokujące światło niebieskie. Mierzono początek wydzielania melatoniny w słabym świetle. Uczestnicy noszący bursztynowe soczewki wykazywali szybsze wydzielanie melatoniny w słabym świetle średnio o 78 minut. Poprawił się również parametr czasu zasypiania - badani zasypiali szybciej średnio o 132 minuty względem okresu przed noszeniem okularów blokujących światło niebieskie. Także w 2017 roku, w randomizowanej kontrolnej próbie badawczej, Schechter ze współpracownikami weryfikowali, czy stosowanie okularów z bursztynowymi soczewkami może pomóc osobom cierpiącym na bezsenność. [1] Czternastu uczestników z zaburzeniami snu i objawami bezsenności nosiło okulary z soczewkami blokującymi światło niebieskie lub przezroczyste soczewki placebo. Dane dotyczące snu były gromadzone za pomocą wypełnianej skali PIRS (ang. Pittsburgh Insomnia Rating Scale) i codziennych ankiet oraz aktygrafii. Po zebraniu danych okazało się, że dzięki noszeniu soczewek bursztynowych zgłaszane pory budzenia opóźniły się, całkowita długość snu wydłużyła się, a ogólna jego jakość uległa polepszeniu. Poddane analizie informacje zebrane przez aktygraf wykazały znaczne wydłużenie się całkowitego czasu snu. Tak samo, jak we wcześniej przytoczonych badaniach, naukowcy stwierdzili, że użytkowanie urządzeń cyfrowych bezpośrednio przed snem może wpływać na jego zaburzenia. Za główny mechanizm odpowiedzialny za to zjawisko uznali tłumienie przez światło niebieskie melatoniny. W 2018 roku Algorta razem ze współpracownikami badali 13 studentów pierwszego roku, którzy cierpieli z powodu zaburzeń snu. [31]

Naukowcy przez 2 tygodnie analizowali ich sen, zaopatrując część studentów w okulary blokujące światło niebieskie, pozostałych w okulary nieposiadających takich soczewek. Dane wykazały, że osoby noszące specjalne okulary spały dłużej i miały mniej przebudzeń, w porównaniu z drugą grupą. Wyniki badań przeprowadzonych przez Schectera i wsp., Esakiego i wsp. oraz Algortę i wsp. skłoniły ich do postawienia tezy, że okulary posiadające specjalne bursztynowe soczewki mogą stanowić bezpieczną, skuteczną, prostą i niedrogą metodę na zmniejszenie negatywnego wpływu wyświetlaczy urządzeń cyfrowych na sen.

W dzisiejszych czasach korzystanie z technologii cyfrowych przed snem stało się zjawiskiem powszechnym wśród społeczeństwa. [19,32,33,34,35] Analizy licznych badań pokazują, że używanie elektronicznych wyświetlaczy o niewłaściwych porach czy w nadmiernych ilościach, wpływa na skrócenie i pogorszenie jakości snu, późniejsze pory zasypiania, pogłębianie odczucia niedoboru snu i zwiększone zmęczenie. [19,20,21,22,23] Naukowcy są zgodni, że w związku z coraz szybszym trybem życia i rozwojem technologii, zależność między urządzeniami emitującymi światło niebieskie, a zaburzeniami snu powinna być stale monitorowana. [19,20,22] Na chwilę obecną, są ostrożni, co do znaczenia klinicznego dotychczas zebranych wyników. [19] Naukowcy zaznaczają jednak, że należy prowadzić dalsze obserwacje w celu zebrania danych mogących pozwolić na zminimalizowanie potencjalnych negatywnych skutków na sen. [19,22] Od lat wiadomo, że „lepiej zapobiegać, niż leczyć”, dlatego też niezbędna jest profilaktyka pierwotna. [21] Ważną kwestią jest stworzenie nowych zaleceń korzystania z urządzeń elektronicznych, dostosowanych do różnych grup wiekowych, które będą pozwalały na użytkowanie ich bez narażania na negatywne konsekwencje. [36] Należy pamiętać, że wpływ światła niebieskiego wykracza poza oddziaływanie tylko na sen człowieka - dotyka również innych, licznych aspektów zdrowia. [5,17,33]

Podsumowując, choć mogłoby się wydawać, że związek między urządzeniami cyfrowymi, a zaburzeniami snu, jest niewielki, to dotychczas zebrane dane skłaniają do innych wniosków. Oddziaływanie to wydaje się być znacznie silniejsze, a jego efektów nie należy bagatelizować. [19] Długofalowe skutki narażenia na światło niebieskie w nadmiernej ilości i o nieodpowiednich porach mogą mieć znacznie poważniejsze znaczenie, niż wcześniej przypuszczano. [20] Rozważne korzystanie z najnowszych udogodnień techniki, tak by nie

pogarszać jakości snu, a co za tym idzie wydajności i jakości życia, powinno stać się priorytetem. [35]

Literatura/ References:

1. Shechter A, Kim EW, St-Onge MP, Westwood AJ. Blocking nocturnal blue light for insomnia: A randomized controlled trial. *J Psychiatr Res.* 2018 Jan;96:196-202. doi: 10.1016/j.jpsychires.2017.10.015. Epub 2017 Oct 21. PMID: 29101797; PMCID: PMC5703049.
2. 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 Aug 15;8(8):e10282. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10282. PMID: 36042717; PMCID: PMC9420367.
3. Stevens RG, Zhu Y. Electric light, particularly at night, disrupts human circadian rhythmicity: is that a problem? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2015 May 5;370(1667):20140120. doi: 10.1098/rstb.2014.0120. PMID: 25780233; PMCID: PMC4375361.
4. Bauer M, Glenn T, Monteith S, Gottlieb JF, Ritter PS, Geddes J, Whybrow PC. The potential influence of LED lighting on mental illness. *World J Biol Psychiatry.* 2018 Feb;19(1):59-73. doi: 10.1080/15622975.2017.1417639. Epub 2018 Jan 11. PMID: 29251065.
5. Reddy S, Reddy V, Sharma S. Physiology, Circadian Rhythm. 2022 May 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 30137792.
6. Czeisler CA, Duffy JF, Shanahan TL, Brown EN, Mitchell JF, Rimmer DW, Ronda JM, Silva EJ, Allan JS, Emens JS, Dijk DJ, Kronauer RE. Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science.* 1999 Jun 25;284(5423):2177-81. doi: 10.1126/science.284.5423.2177. PMID: 10381883.
7. Münch M, Bromundt V. Light and chronobiology: implications for health and disease. *Dialogues Clin Neurosci.* 2012 Dec;14(4):448-53. doi: 10.31887/DCNS.2012.14.4/mmuench. PMID: 23393421; PMCID: PMC3553574.
8. Krishnan B, Sanjeev RK, Latti RG. Quality of Sleep Among Bedtime Smartphone Users. *Int J Prev Med.* 2020 Aug 6;11:114. doi: 10.4103/ijpvm.IJPVM_266_19. PMID: 33088442; PMCID: PMC7554597.
9. Mure LS. Intrinsically Photosensitive Retinal Ganglion Cells of the Human Retina. *Front Neurol.* 2021 Mar 25;12:636330. doi: 10.3389/fneur.2021.636330. PMID: 33841306; PMCID: PMC8027232.
10. Mure LS. Intrinsically Photosensitive Retinal Ganglion Cells of the Human Retina. *Front Neurol.* 2021 Mar 25;12:636330. doi: 10.3389/fneur.2021.636330. PMID: 33841306; PMCID: PMC8027232.

11. Berson DM, Dunn FA, Takao M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science*. 2002 Feb 8;295(5557):1070-3. doi: 10.1126/science.1067262. PMID: 11834835.
12. Wood B, Rea MS, Plitnick B, Figueiro MG. Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression. *Appl Ergon*. 2013 Mar;44(2):237-40. doi: 10.1016/j.apergo.2012.07.008. Epub 2012 Jul 31. PMID: 22850476.
13. Wahl S, Engelhardt M, Schaupp P, Lappe C, Ivanov IV. The inner clock-Blue light sets the human rhythm. *J Biophotonics*. 2019 Dec;12(12):e201900102. doi: 10.1002/jbio.201900102. Epub 2019 Sep 2. PMID: 31433569; PMCID: PMC7065627.
14. Kumari J, Das K, Babaei M, Rokni GR, Goldust M. The impact of blue light and digital screens on the skin. *J Cosmet Dermatol*. 2023 Apr;22(4):1185-1190. doi: 10.1111/jocd.15576. Epub 2023 Jan 3. PMID: 36594795.
15. Gabel V, Maire M, Reichert CF, Chellappa SL, Schmidt C, Hommes V, Viola AU, Cajochen C. Effects of artificial dawn and morning blue light on daytime cognitive performance, well-being, cortisol and melatonin levels. *Chronobiol Int*. 2013 Oct;30(8):988-97. doi: 10.3109/07420528.2013.793196. Epub 2013 Jul 10. PMID: 23841684.
16. Chinoy ED, Duffy JF, Czeisler CA. Unrestricted evening use of light-emitting tablet computers delays self-selected bedtime and disrupts circadian timing and alertness. *Physiol Rep*. 2018 May;6(10):e13692. doi: 10.14814/phy2.13692. PMID: 29845764; PMCID: PMC5974725.
17. Medic G, Wille M, Hemels ME. Short- and long-term health consequences of sleep disruption. *Nat Sci Sleep*. 2017 May 19;9:151-161. doi: 10.2147/NSS.S134864. PMID: 28579842; PMCID: PMC5449130.
18. AlShareef SM. The impact of bedtime technology use on sleep quality and excessive daytime sleepiness in adults. *Sleep Sci*. 2022 Apr-Jun;15(Spec 2):318-327. doi: 10.5935/1984-0063.20200128. PMID: 35371396; PMCID: PMC8906383.
19. Exelmans L, Van den Bulck J. Bedtime mobile phone use and sleep in adults. *Soc Sci Med*. 2016 Jan;148:93-101. doi: 10.1016/j.socscimed.2015.11.037. Epub 2015 Dec 2. PMID: 26688552.
20. 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 U S A*. 2015 Jan 27;112(4):1232-7. doi: 10.1073/pnas.1418490112. Epub 2014 Dec 22. PMID: 25535358; PMCID: PMC4313820.
21. Hysing M, Pallesen S, Stormark KM, Jakobsen R, Lundervold AJ, Sivertsen B. Sleep and use of electronic devices in adolescence: results from a large population-based study. *BMJ Open*. 2015 Feb 2;5(1):e006748. doi: 10.1136/bmjopen-2014-006748. PMID: 25643702; PMCID: PMC4316480.

22. Orzech KM, Grandner MA, Roane BM, Carskadon MA. Digital media use in the 2 h before bedtime is associated with sleep variables in university students. *Comput Human Behav.* 2016 Feb;55(A):43-50. doi: 10.1016/j.chb.2015.08.049. Epub 2015 Sep 14. PMID: 28163362; PMCID: PMC5279707.
23. Cheung CH, Bedford R, Saez De Urabain IR, Karmiloff-Smith A, Smith TJ. Daily touchscreen use in infants and toddlers is associated with reduced sleep and delayed sleep onset. *Sci Rep.* 2017 Apr 13;7:46104. doi: 10.1038/srep46104. PMID: 28406474; PMCID: PMC5390665.
24. Davis KF, Parker KP, Montgomery GL. Sleep in infants and young children: Part one: normal sleep. *J Pediatr Health Care.* 2004 Mar-Apr;18(2):65-71. doi: 10.1016/s0891-5245(03)00149-4. PMID: 15007289.
25. Bedford R, Saez de Urabain IR, Cheung CH, Karmiloff-Smith A, Smith TJ. Toddlers' Fine Motor Milestone Achievement Is Associated with Early Touchscreen Scrolling. *Front Psychol.* 2016 Aug 2;7:1108. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01108. PMID: 27531985; PMCID: PMC4969291.
26. Van den Bulck J. Television viewing, computer game playing, and Internet use and self-reported time to bed and time out of bed in secondary-school children. *Sleep.* 2004 Feb 1;27(1):101-4. doi: 10.1093/sleep/27.1.101. PMID: 14998244.
27. van der Molen JH, Bushman BJ. Children's direct fright and worry reactions to violence in fiction and news television programs. *J Pediatr.* 2008 Sep;153(3):420-4. doi: 10.1016/j.jpeds.2008.03.036. Epub 2008 Apr 28. PMID: 18534207.
28. Esaki Y, Takeuchi I, Tsuboi S, Fujita K, Iwata N, Kitajima T. A double-blind, randomized, placebo-controlled trial of adjunctive blue-blocking glasses for the treatment of sleep and circadian rhythm in patients with bipolar disorder. *Bipolar Disord.* 2020 Nov;22(7):739-748. doi: 10.1111/bdi.12912. Epub 2020 Apr 20. PMID: 32276301.
29. van der Lely S, Frey S, Garbazza C, Wirz-Justice A, Jenni OG, Steiner R, Wolf S, Cajochen C, Bromundt V, Schmidt C. Blue blocker glasses as a countermeasure for alerting effects of evening light-emitting diode screen exposure in male teenagers. *J Adolesc Health.* 2015 Jan;56(1):113-9. doi: 10.1016/j.jadohealth.2014.08.002. Epub 2014 Oct 3. PMID: 25287985.
30. Burkhart K, Phelps JR. Amber lenses to block blue light and improve sleep: a randomized trial. *Chronobiol Int.* 2009 Dec;26(8):1602-12. doi: 10.3109/07420520903523719. PMID: 20030543.
31. Perez Algorta G, Van Meter A, Dubicka B, Jones S, Youngstrom E, Lobban F. Blue blocking glasses worn at night in first year higher education students with sleep complaints: a feasibility study. *Pilot Feasibility Stud.* 2018 Nov 1;4:166. doi: 10.1186/s40814-018-0360-y. PMID: 30410784; PMCID: PMC6211454.

32. Gradisar M, Wolfson AR, Harvey AG, Hale L, Rosenberg R, Czeisler CA. The sleep and technology use of Americans: findings from the National Sleep Foundation's 2011 Sleep in America poll. *J Clin Sleep Med*. 2013 Dec 15;9(12):1291-9. doi: 10.5664/jcsm.3272. PMID: 24340291; PMCID: PMC3836340.
33. Mao Y, Xie B, Chen B, Cai Y, Wu J, Zhang J, Shao R, Li Y. Mediating Effect of Sleep Quality on the Relationship Between Electronic Screen Media Use and Academic Performance Among College Students. *Nat Sci Sleep*. 2022 Feb 27;14:323-334. doi: 10.2147/NSS.S346851. PMID: 35250321; PMCID: PMC8893155.
34. Johansson AE, Petrisko MA, Chasens ER. Adolescent Sleep and the Impact of Technology Use Before Sleep on Daytime Function. *J Pediatr Nurs*. 2016 Sep-Oct;31(5):498-504. doi: 10.1016/j.pedn.2016.04.004. Epub 2016 May 13. PMID: 27184356; PMCID: PMC5026973.
35. Pham HT, Chuang HL, Kuo CP, Yeh TP, Liao WC. Electronic Device Use before Bedtime and Sleep Quality among University Students. *Healthcare (Basel)*. 2021 Aug 24;9(9):1091. doi: 10.3390/healthcare9091091. PMID: 34574865; PMCID: PMC8466496.
36. Cain N, Gradisar M. Electronic media use and sleep in school-aged children and adolescents: A review. *Sleep Med*. 2010 Sep;11(8):735-42. doi: 10.1016/j.sleep.2010.02.006. Epub 2010 Jul 29. PMID: 20673649.