

FUNKCJE POZNAWCZE

OŚWIETLENIE BIOCENTRYCZNE BIOCENTRIC LIGHTING™
A FUNKCJE POZNAWCZE

OŚWIETLENIE BIOCENTRYCZNE BIOCENTRIC LIGHTING™ A FUNKCJE POZNAWCZE

Funkcje poznawcze, zwane też poznaniem, to procesy umysłowe wyższego rzędu, takie jak rozwiązywanie problemów, myślenie, uwaga, pamięć i uczenie się. Utrzymanie wysokiego poziomu sprawności poznawczej jest niezbędne w wielu dziedzinach pracy, w szkolnictwie, czy też podczas prowadzenia samochodu oraz przy innych codziennych czynnościach. Funkcje poznawcze można oceniać za pomocą różnych testów służących np. ocenie uwagi, czasu reakcji czy pamięci roboczej. Szereg badań naukowych wskazuje na rolę światła, zwłaszcza niebieskiego lub rozszerzonego o widmo niebieskie, w zmianach i poprawie czasu i poziomu sprawności poznawczej.

Światło poprawia sprawność poznawczą

W pewnym momencie w ciągu dnia pracy wielu z nas doświadcza „spadku”, to jest osłabienia czujności i uwagi na wykonywanym zadaniu. Powszechnie spotyka się strategie pozwalające utrzymać sprawność poznawczą w trakcie takich epizodów spadkowych — są nimi np. picie kawy, popołudniowa drzemka, czy krótki spacer. Kolejnym elementem, który należy rozpatrzeć, jest oświetlenie w naszym otoczeniu. Otóż wykazano, że światło wpływa na nasze procesy poznawcze zarówno w nocy, jak i w ciągu dnia.

Naukowcy przebadali wpływ światła w porównaniu z innymi popularnymi sposobami poprawy funkcji poznawczych. W teście reakcji wykazano, że jedna godzina niebieskiego światła o natężeniu 40 luksów jest równie skuteczna, co 240 mg kofeiny. Skuteczność światła niebieskiego była większa niż kofeiny w próbie rozpraszania uwagi osoby badanej¹. W przypadku osób preferujących poobiednie drzemki, gdy nie mogą takiej zażyć, skutecznym rozwiązaniem może okazać się pobudzenie światłem.



Słuchacze studiów licencjackich, którzy wystawiani są na światło rozszerzone o widmo niebieskie, mogą — zamiast oddać się typowej dla nich poobiedniej drzemce — doświadczyć poprawy pamięci roboczej w podobnym stopniu, jak po takiej drzemce.

Co więcej, drzemka lub pobudzenie światłem rozszerzonym o widmo niebieskie działa lepiej niż brak drzemki czy przebywanie w normalnym świetle². Nawet jedna minuta ekspozycji na światło niebieskie może wpływać na niektóre aspekty zdolności poznawczych u młodszych osób dorosłych³.

Środowisko, w którym pracujemy lub uczymy się, może mieć duży wpływ na naszą wydolność. W niezależnym duńskim badaniu przeprowadzonym na dzieciach w wieku szkolnym wykorzystano oświetlenie firmy BrainLit do przetestowania oddziaływania niebieskawego światła dynamicznego w porównaniu ze statycznym światłem żółtawo-białym, w połączeniu z dużą i małą krotnością wymiany powietrza wewnątrz pomieszczeń. Uczniowie doświadczyli poprawy szybkości przetwarzania informacji, stopnia koncentracji oraz zdolności matematycznych w wyniku ekspozycji na dynamiczne światło niebieskawe przy dużej krotności wymiany powietrza⁴.



Instalacja oświetlenia biocentrycznego w sali szkolnej w Malmö (Szwecja)

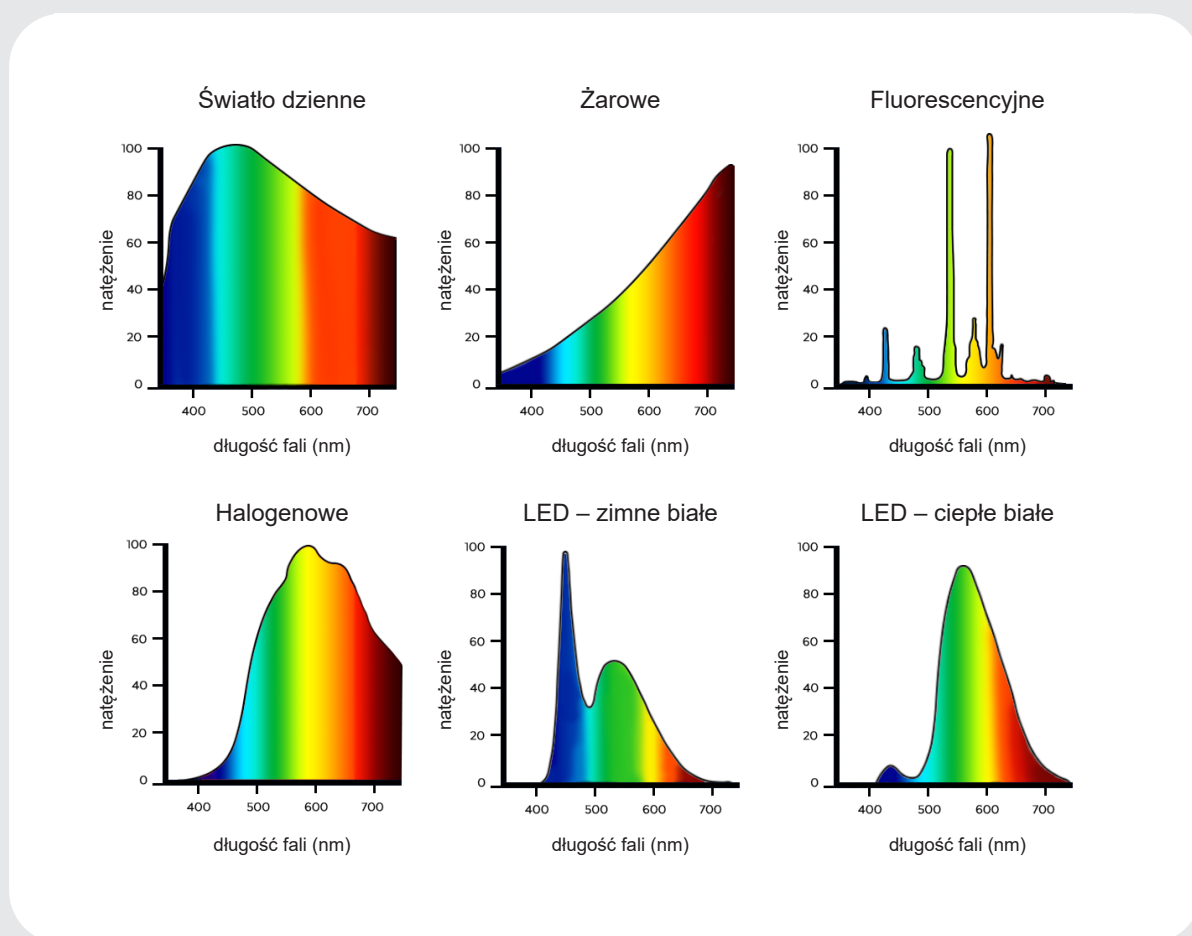
„Środowisko, w którym pracujemy lub uczymy się, może mieć duży wpływ na naszą wydolność”

Naukowcy badają niekiedy pobudzenie pewnych obszarów mózgu — których istotność dla sprawności poznawczej jest znana — na osobach wykonujących zadanie poznawcze. W jednym z takich badań powiązано zadanie wymagające pamięci roboczej z fMRI, metodą pomiaru zmian przepływu krwi na tle czynności mózgu. Uczestnicy naświetlani światłem niebieskim (w porównaniu z naświetlanymi światłem pomarańczowym) radzili sobie z danym zadaniem szybciej, co sugerowało poprawę wydajności pamięci roboczej. Osoby te wykazały również zwiększone pobudzenie w częściach kory przedczołowej, które są związane z funkcjami wykonawczymi⁵.

Niebieskie światło reguluje nasz rytm dobowy

Niebieskie światło wydaje się wpływać na nas w sposób nieosiągalny za pomocą światła o innej długości fal. Dla przykładu, ekspozycja na światło niebieskie poprawia czas reakcji słuchowej w porównaniu z ekspozycją na światło zielone⁶. Niebieskie światło jest również jednym z czynników regulujących nasz rytm dobowy. Jest ono odbierane przez komórki zwojowe siatkówki w tylnej części oka, które zawierają melanopsynę i przekazują sygnały wywołane niebieskim światłem do swoistego „biologicznego zegara głównego”, zwanego jądrem nadskrzyżowaniowym (SCN).

SCN bierze udział w utrzymywaniu ludzkiego rytmu dobowego, powodując, że w nocy śpimy, zaś za dnia czuwamy. Światło wpływa na naszą wydolność poznawczą zarówno bezpośrednio, jak i potencjalnie, ułatwiając nam utrzymać regularny rytm dobowy i dobrze się wysypiać. Światło, które stymuluje nasz zegar biologiczny — innymi słowy światło, które ma znaczny udział fal o długości niebieskiej — jest czasami nazywane światłem o dużym udziale melanopowego równoważnika natężenia oświetlenia dziennego (m-EDI).

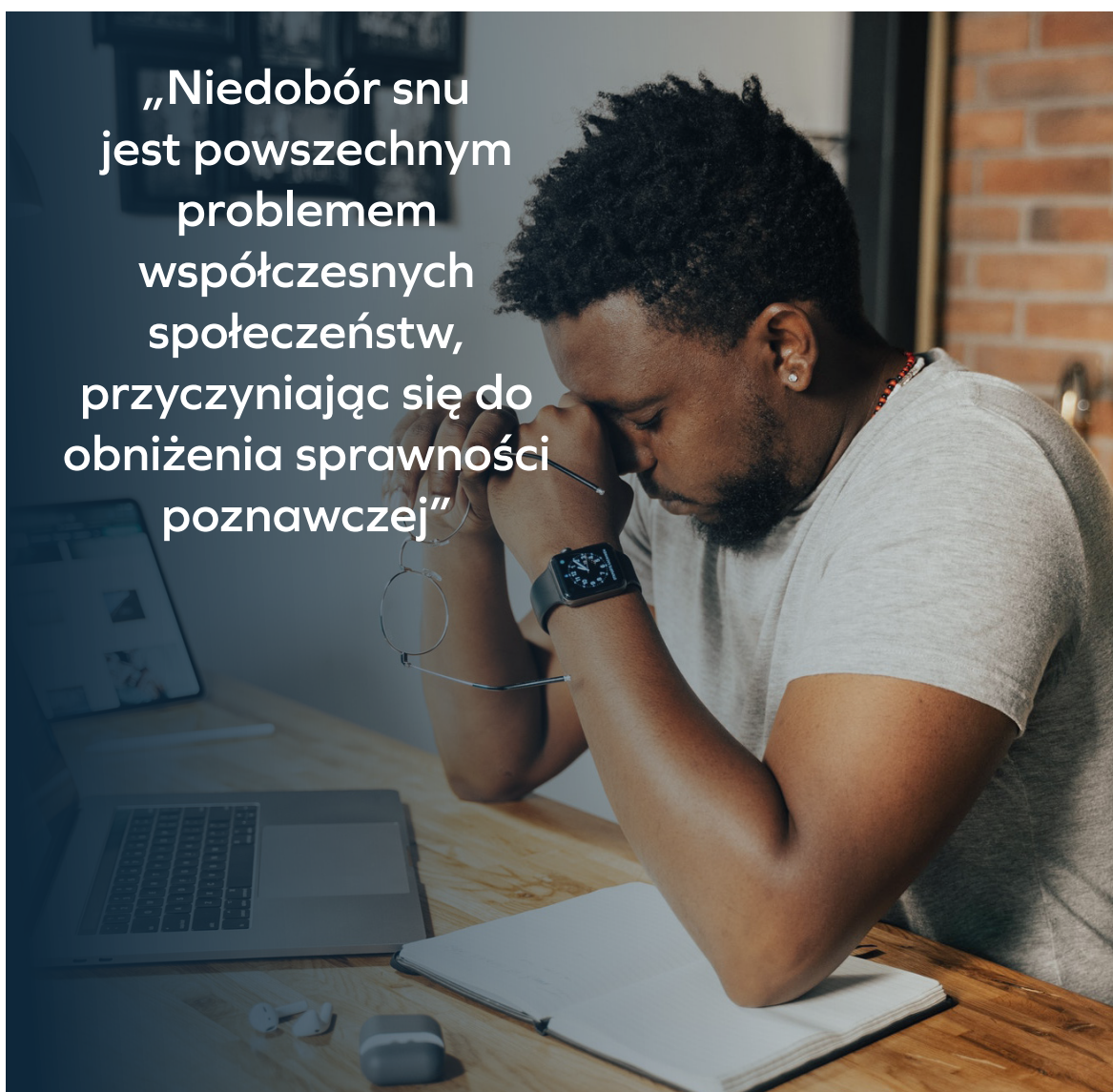


Rys.: Skład widmowy różnych źródeł światła

Światło a deprivacja snu

Regularny rytm snu i czuwania, gdy ilość snu w nocy jest wystarczająca, jest pożądanym ze względu na zdrowie i dobre samopoczucie. Jednakże zobowiązania życiowe wymagają niekiedy innego harmonogramu. Niedobór snu jest powszechnym problemem współczesnych społeczeństw, przyczyniając się do obniżenia sprawności poznawczej⁷. Odpowiednie światło może nam pomóc w sytuacjach, gdy musimy sprawnie funkcjonować pomimo pozbawienia snu. Młode osoby dorosłe cierpiące na niewielki niedobór snu, mogą odczuć korzyści z przebywania w świetle o wysokim melanopowym EDI. W pewnym doświadczeniu wystawiano studentów sy-

pijących krótko na działanie światła zbliżonego do dziennego, o wysokim melanopowym EDI. Badani szybciej wykonywali zadanie uczenia się sekwencji ruchowych w porównaniu z osobami przebywającymi w konwencjonalnym oświetleniu o niskim m-EDI. Innymi słowy, białe światło o wysokim m-EDI sprzyja dużej prędkości przetwarzania informacji, pamięci roboczej i uczenia się proceduralnego w zadaniu sekwencji ruchowej⁸. Co więcej, wykazano, że zarówno jasne, jak i samodzielnie regulowane światło zwiększa sprawność wykonywania trudniejszych zadań poznawczych w porównaniu ze słabym oświetleniem⁹.



„Niedobór snu jest powszechnym problemem współczesnych społeczeństw, przyczyniając się do obniżenia sprawności poznawczej”

Światło podczas pracy zmianowej

Jasne światło rozszerzone o widmo niebieskie może pomóc w zachowaniu czujności i uwagi w godzinach, w których normalnie śpimy. Może być zatem skutecznym środkiem tymczasowej poprawy wydolności podczas pracy zmianowej. Korzystanie z wyświetlacza z podświetleniem LED podczas pracy wieczorową porą może poprawić trwałą uwagę, pamięć roboczą i pamięć deklaratywną w porównaniu z efektami pracy z białym wyświetlaczem bez podświetlenia LED¹⁰. W analogiczny sposób światło rozszerzone o widmo niebieskie może poprawić trwałą uwagę i zmniejszyć liczbę błędów wśród pracowników zmianowych w porównaniu ze zwykłymi źródłami światła¹¹.

„Światło może służyć do zachowania sprawności w godzinach porannych, po całkowicie bezsennej nocy.”

Wykazano, że czterogodzinna ekspozycja na jasne światło podczas zmiany nocnej poprawia sprawność w symulowanym po przebywaniu w świetle zadaniu pracy na linii montażowej w godzinach nocnych. Zjawiska takiego nie zaobserwowano w przypadku krótszej, dwugodzinnej ekspozycji na światło. Poprawa sprawności po długim przebywaniu w jasnym świetle może być wynikiem opóźnienia faz dobowego rytmu senności i czujności¹².

Oświetlenie integracyjne o wyższym m-EDI niż oświetlenie standardowe może przyczynić się do poprawy koncentracji i skrócenia czasu reakcji u pracowników zmianowych podczas porannej zmiany¹³. Podobnie wykazano, że oświetlenie dynamiczne o maksymalnym natężeniu i temperaturze barwowej wyższych niż w przypadku oświetlenia standardowego również zwiększa

wydajność pracy wśród pracowników na rannej zmianie podczas zimy¹⁴. Jasne światło może być również skutecznym narzędziem służącym do zapobiegania incydentom i wypadkom podczas jazdy do domu po zakończeniu nocnej zmiany¹⁵. Światło może służyć do zachowania sprawności w godzinach porannych, po całkowicie bezsennej nocy. Wykazano, że jasne światło lub światło rozszerzone o widmo niebieskie w godzinach porannych ogranicza negatywny wpływ braku snu na uwagę i czas reakcji¹⁶. Przebudzenie się w świetle odpowiadającym światłu świtu, którego natężenie stopniowo rośnie od 0 do 250 luksów w ciągu trzydziestu minut przed planową godziną pobudki może także zwiększyć dzienną sprawność poznawczą zależną od uwagi¹⁷.

O ile światło może znacząco wpływać na naszą sprawność poznawczą w nocy lub w razie depriacji snu, zaleca się ostrożność. Światło używane w nocy celem poprawy wydajności pracy może skutkować jej spadkiem kolejnego dnia. Przykładem jest wystawienie na jasne światło przed pójściem spać – takie oddziaływanie może upośledzić pobudzenie prawego płatu czołowego oraz skutkować hamowaniem reakcji następnego poranka¹⁸. Nawet słabe światło (10 luksów) w nocy może ograniczyć pobudzenie niektórych obszarów mózgu podczas wykonywania zadań wymagających dla funkcji poznawczych kolejnego dnia¹⁹.

Możliwym rozwiązaniem jest światło w widmie czerwonym, które pozwala uzyskać korzystne oddziaływanie oświetlenia w porze nocnej bez szkodliwych skutków działania światła. Wykazano, że zarówno czerwone, jak i białe światło poprawiają niektóre aspekty sprawności poznawczej, na przykład czas reakcji w godzinach nocnych. Czerwone światło różni się od białego tym, że nie tłumi poziomu melatoniny, a tym samym nie sygnalizuje błędnie mózgowi, że dzień wciąż trwa, pomimo nocnej pory²⁰.

Różnice osobnicze

Sposób, w jaki każdy z nas reaguje na światło, zależy od wieku, naszej „historii światła” (dotychczasowego sposobu i czasu przebywania w oświetleniu oraz rodzajów takiego światła), jak również innych czynników. Wykazano, że poziomy czułości przed wystawieniem na działanie światła wpływają na sposób, w jaki światło oddziałuje na naszą sprawność poznawczą. Osoby z wyższym podstawowym poziomem czułości odniosły większe korzyści ze światła rozszerzonego o widmo niebieskie w zadaniu oceny czasu reakcji²¹.

Światło wpływa na naszą sprawność poznawczą już od najmłodszych lat. Badanie przeprowadzone na dzieciach w wieku przedszkolnym wykazało, że oświetlenie diodami LED o wyższych temperaturach barwowych wiązało się z poprawą wyników tych dzieci w teście przełączania się między zadaniami, co sugeruje, że światło ma związek z funkcjami wykonawczymi na wczesnym etapie rozwoju poznawczego²².

Zaćma jest powszechną chorobą oczu wśród osób starszych. Polega na zmętnieniu soczewki oka, co prowadzi do spadku ilości światła docierającego do siatkówki. Leczenie wymaga zabiegu chirurgicznej wymiany naturalnej soczewki oka na sztuczną soczewkę wewnątrzgałkową. Większa ilość światła wpadającego do oka przez sztuczną soczewkę wewnątrzgałkową związana jest się z poprawą czasu reakcji osoby tak leczonej²³.

Niektóre osoby wzrokowo niewidome zachowują niewizualną czynność oka dzięki światłoczułym komórkom zwojowym siatkówki, które przekazują informacje o obecności światła do naszego tak zwanego biologicznego zegara głównego. U niektórych takich osób, mniej niż jedna minuta światła może wywołać czynność w obszarach mózgu odpowiadających za czułość i funkcje poznawcze²⁴.

Podsumowanie

- Funkcje poznawcze obejmują procesy umysłowe, takie jak myślenie, uczenie się, uwaga i pamięć.
- Można używać światła jako uzupełnienia kawy, drzemek i innych sposobów unikania spadku czujności w porze poobiedniej (po lunchu)
- Światło może poprawić sprawność poznawczą podczas pracy zmianowej
- Światło rozszerzone o widmo niebieskie pomaga zsynchronizować nasz rytm dobowy, co z kolei może pomóc nam wysypiać się i cieszyć lepszą sprawnością

Zdolności poznawcze są niezbędne w wielu zadaniach zawodowych i codziennych obowiązkach.

Sprawność poznawcza w naturalny sposób zmienia się w ciągu dnia i ulega pogorszeniu na skutek braku snu oraz zaburzenia rytmu dobowego, będących skutkiem pracy zmianowej. Można używać światła jako uzupełnienia lub zamiennika dla kawy, drzemek i innych sposobów chwilowej poprawy czujności i zdolności poznawczych.

Najnowsze badania poszerzają wiedzę o dobroczynnym oddziaływaniu światła na poprawę funkcji poznawczych, a także o sposobach dostosowania światła w otoczeniu wspomagających sprawność poznawczą w chwili potrzeby. System oświetlenia biocentrycznego BioCentric Lighting™ (BCL™) można łatwo dostosować do najnowszych osiągnięć naukowych i specyficznych potrzeb danego miejsca pracy.

Literatura

1. Beaven, C. M. & Ekstrom, J. A comparison of blue light and caffeine effects on cognitive function and alertness in humans. *PLoS One* 8, e76707, doi:10.1371/journal.pone.0076707 (2013).
2. Zhou, Y. et al. Does Bright Light Counteract the Post-lunch Dip in Subjective States and Cognitive Performance Among Undergraduate Students? *Frontiers in Public Health* 9, doi:10.3389/fpubh.2021.652849 (2021).
3. Tonetti, L. & Natale, V. Effects of a single short exposure to blue light on cognitive performance. *Chronobiol Int* 36, 725-732, doi:10.1080/07420528.2019.1593191 (2019).
4. Hviid, C. A. P., C.; Dabelsteen, K. H. A field study of the individual and combined effect of ventilation rate and lighting conditions on pupils' performance. *Building and Environment* 171, 106608, doi:https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106608 (2020).
5. Alkozei, A. et al. Exposure to Blue Light Increases Subsequent Functional Activation of the Prefrontal Cortex During Performance of a Working Memory Task. *Sleep* 39, 1671-1680, doi:10.5665/sleep.6090 (2016).
6. Rahman, S. A. et al. Diurnal spectral sensitivity of the acute alerting effects of light. *Sleep* 37, 271-281, doi:10.5665/sleep.3396 (2014).
7. Killgore, W. D. Effects of sleep deprivation on cognition. *Prog Brain Res* 185, 105-129, doi:10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5 (2010).
8. Grant, L. K. et al. Daytime Exposure to Short Wavelength-Enriched Light Improves Cognitive Performance in Sleep-Restricted College-Aged Adults. *Front Neurol* 12, 624217, doi:10.3389/fneur.2021.624217 (2021).
9. Maierova, L. et al. Diurnal variations of hormonal secretion, alertness and cognition in extreme chronotypes under different lighting conditions. *Sci Rep* 6, 33591, doi:10.1038/srep33591 (2016).
10. Cajochen, C. et al. Evening exposure to a light-emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. *J Appl Physiol* (1985) 110, 1432-1438, doi:10.1152/jappphysiol.00165.2011 (2011).
11. Song, Y. et al. The Effect of Blue-enriched White Light on Cognitive Performances and Sleepiness of Simulated Shift Workers: A Randomized Controlled Trial. *J Occup Environ Med* 63, 752-759, doi:10.1097/JOM.0000000000002241 (2021).
12. Thessing, V. C., Anch, A. M., Muehlbach, M. J., Schweitzer, P. K. & Walsh, J. K. Two- and 4-hour bright-light exposures differentially effect sleepiness and performance the subsequent night. *Sleep* 17, 140-145, doi:10.1093/sleep/17.2.140 (1994).
13. Van de Putte, E. et al. The influence of integrative lighting on sleep and cognitive functioning of shift workers during the morning shift in an assembly plant. *Appl Ergon* 99, 103618, doi:10.1016/j.apergo.2021.103618 (2022).
14. Canazei, M. D., P.; Staggl, S.; Pohl, W. Effects of dynamic ambient lighting on female permanent morning shift workers. *Lighting Res. Technol.* 46, 140-156, doi:https://doi.org/10.1177/1477153513475914 (2014).
15. Weisgerber, D. M., Nikol, M. & Mistlberger, R. E. Driving home from the night shift: a bright light intervention study. *Sleep Med* 30, 171-179, doi:10.1016/j.sleep.2016.09.010 (2017).
16. Comtet, H. et al. Light therapy with boxes or glasses to counteract effects of acute sleep deprivation. *Sci Rep* 9, 18073, doi:10.1038/s41598-019-54311-x (2019).
17. Gabel, V. et al. Dawn simulation light impacts on different cognitive domains under sleep restriction. *Behav Brain Res* 281, 258-266, doi:10.1016/j.bbr.2014.12.043 (2015).
18. Byun, J. I. et al. Bright light exposure before bedtime impairs response inhibition the following morning: a non-randomized crossover study. *Chronobiol Int* 35, 1035-1044, doi:10.1080/07420528.2018.1452030 (2018).
19. Kang, S. G. et al. Decrease in fMRI brain activation during working memory performed after sleeping under 10 lux light. *Sci Rep* 6, 36731, doi:10.1038/srep36731 (2016).
20. Figueiro, M. G., Sahin, L., Wood, B. & Plitnick, B. Light at Night and Measures of Alertness and Performance: Implications for Shift Workers. *Biol Res Nurs* 18, 90-100, doi:10.1177/1099800415572873 (2016).
21. Correa, A., Barba, A. & Padilla, F. Light Effects on Behavioural Performance Depend on the Individual State of Vigilance. *PLoS One* 11, e0164945, doi:10.1371/journal.pone.0164945 (2016).
22. Hartstein, L. E., LeBourgeois, M. K. & Berthier, N. E. Light correlated color temperature and task switching performance in preschool-age children: Preliminary insights. *PLoS One* 13, e0202973, doi:10.1371/journal.pone.0202973 (2018).
23. Schmolz, C. et al. New light for old eyes: comparing melanopsin-mediated non-visual benefits of blue-light and UV-blocking intraocular lenses. *Br J Ophthalmol* 98, 124-128, doi:10.1136/bjophthalmol-2013-304024 (2014).
24. Vandewalle, G. et al. Blue light stimulates cognitive brain activity in visually blind individuals. *J Cogn Neurosci* 25, 2072-2085, doi:10.1162/jocn_a_00450 (2013).

BrainLit AB

Scheelevägen 34
223 63 Lund
SZWECJA
+46 46 37 26 00

BrainLit North America Inc

900 Third Avenue, 29th Floor
New York, NY 10022
USA
+1 800 868-8961

BrainLit Finland Oy

Innovation House
Hämeentie 135 A
00560 Helsinki
FINLANDIA
+358 44 243 4951

