

Wytyczne dotyczące doboru barwy światła w celu poprawy sprawności psychofizycznej człowieka o skrajnych chronotypach na podstawie badań fMRI

Prezentują mgr inż. Bartosz Kossowski oraz dr hab. Artur Marchewka, prof. IBD

Pracownia Obrazowania Mózgu,

Centrum Neurobiologii

Instytut Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego

Polska Akademia Nauk

<http://lobi.nencki.gov.pl/>

CIOP PIB



CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY
- PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



Wyszukiwanie zaawansowane

O instytucje



A-Z



O Instytucje

Działalność naukowa

Problematyka

Wydarzenia

OFERTA

Edukacja i szkolenia

System BHP

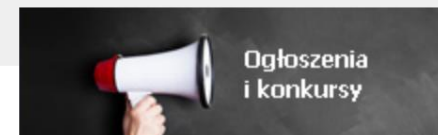
Przepisy BHP

Narzędzia on-line

BHP Info

Serwisy

Tu jesteś: .. / O Instytucje



O Instytucje

Informacje podstawowe

- Rys historyczny
- Kierownictwo
- Rada naukowa
- Lokalizacja i KONTAKT



W wyniku kompleksowej oceny jakości działalności naukowej i badawczo-rozwojowej jednostek naukowych Minister właściwy do spraw nauki przyznał Centralnemu Instytutowi Ochrony Pracy - Państwowemu Instytutowi Badawczego **kategorię A**

● INFORMACJE PODSTAWOWE

Instytut jest podstawową placówką naukowo-badawczą w Polsce zajmującą się kompleksowo problematyką kształtowania warunków pracy zgodnie z psychofizycznymi możliwościami człowieka.

Przedmiotem działania Instytutu jest prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych prowadzących do nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych w zakresie ochrony pracy w dziedzinie bezpieczeństwa, higieny pracy i ergonomii oraz wykonywanie innych zadań szczególnie ważnych dla osiągnięcia celów polityki społeczno-gospodarczej państwa w tej dziedzinie.



Struktura organizacyjna Instytutu

- ZAKŁADY NAUKOWO-BADAWCZE
- OŚRODKI
- ZESPOŁY LABORATORIÓW
- INNE KOMÓRKI ORGANIZACYJNE



PROGRAM WIELOLETNI

„Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”- IV etap (2017-2019)

Etap IV programu wieloletniego stanowi kontynuację programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, którego etap I został ustanowiony uchwałą nr 117/2007 Rady Ministrów z dnia 3 lipca 2007 r. do realizacji w latach 2008-2010, etap II uchwałą nr 154/2010 Rady Ministrów z dnia 21 września 2010 r. do realizacji w latach 2011-2013, a etap III uchwałą nr 126/2013 Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2013 r. do realizacji w latach 2014-2016.

Cel główny

Celem głównym Programu jest opracowanie innowacyjnych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, ukierunkowanych na rozwój zasobów ludzkich oraz nowych wyrobów, technologii, metod i systemów zarządzania, których wykorzystanie przyczyni się do znaczącego ograniczenia liczby osób zatrudnionych w warunkach narażenia na czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe oraz ograniczenia związanych z nimi wypadków przy pracy, chorób zawodowych i wynikających z tego strat ekonomicznych i społecznych.

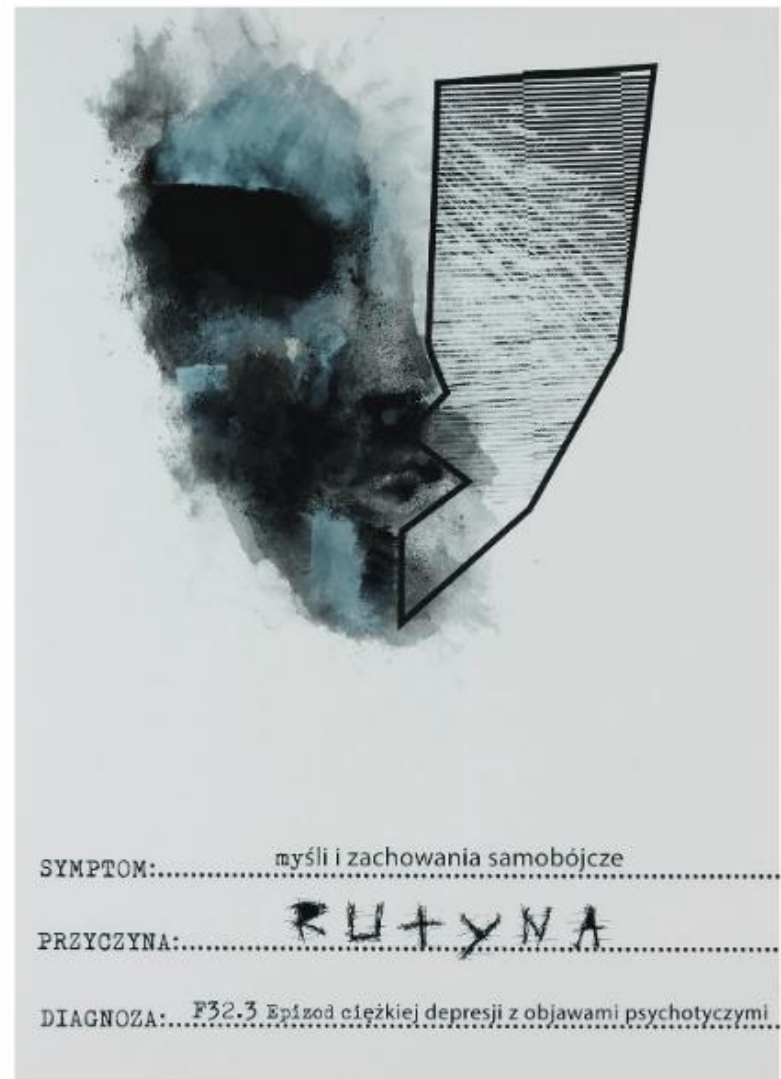
Wykonawcy programu:

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Lekarski, I Katedra i Klinika Kardiologii
Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN w Warszawie
Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi
Instytut Medycyny Wsi im. Witolda Chodźki w Lublinie
Instytut Psychiatrii i Neurologii w Warszawie
Instytut Technologii Bezpieczeństwa MORATEX w Łodzi
Instytut Włókiennictwa w Łodzi
Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów w Warszawie
SWPS Uniwersytet Humanistycznospołeczny, Wydział Psychologii w Warszawie



Marek Osman

Roman Pieńkowski



Marek Osman

Jakub Pozowski

Plan prezentacji

- Wprowadzenie do teorii światła i barwy
- Charakterystyka techniczna urządzeń wykorzystanych w projekcie
- Charakterystyka zastosowanych barw światła - niebieska, czerwona, zielono-niebieska, światło wygaszone
- Schemat badania
- Zadania eksperymentalne (n-wstecz, hamowanie reakcji)
- Wyniki badań behawioralnych i fMRI
- Wytyczne doboru barwy światła w celu poprawy sprawności psychofizycznej człowieka

Projekt został przeprowadzony we współpracy z Centralnym Instytutem Ochrony Pracy - Państwowym Instytutem Badawczym (CIOP-PIB) w ramach Programu Wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” IV etap (2017-2019) – numer projektu II.N.04.B tytuł: **„Wpływ barwy światła na sprawność psychofizyczną człowieka o skrajnych chronotypach z wykorzystaniem metody funkcjonalnego rezonansu magnetycznego”**

Zespół projektowy



Dr hab. Artur Marchewka,
prof. IBD



Mgr inż. Bartosz Kossowski
IBD



Dr Marek Wypych
IBD



Dawid Droździel
IBD



Katarzyna Rode
Studentka/stażystka



Dr hab. inż. Agnieszka Wolska,
prof. CIOP-PIB



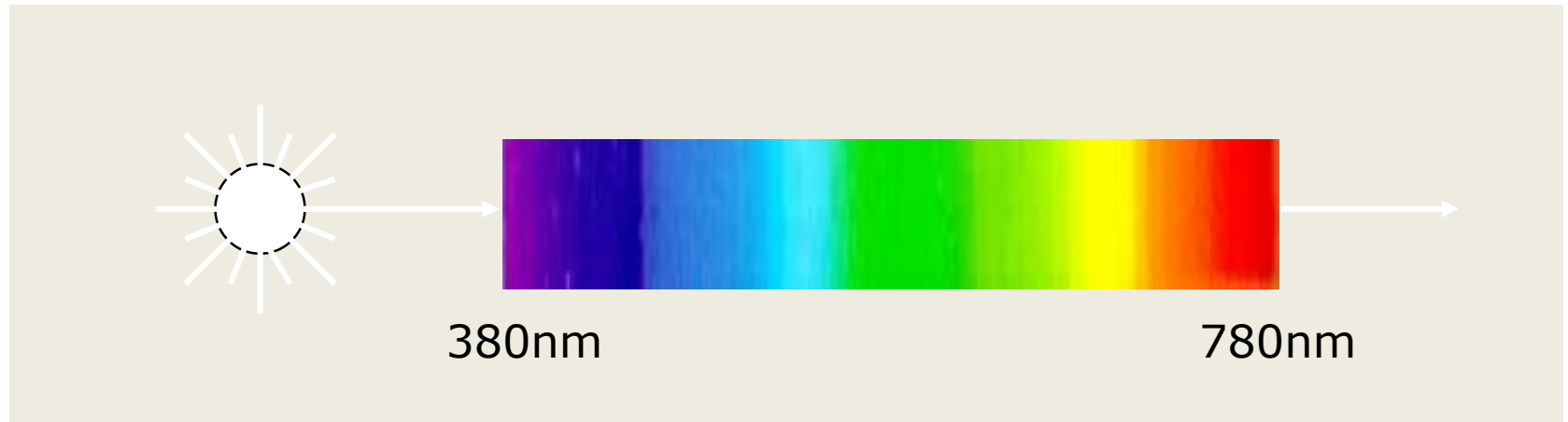
Dr Konrad Jankowski
Wydział Psychologii UW
Zakład Psychometrii i
Diagnozy Psychologicznej



Dr hab. Jarosław Michałowski
Prof. SWPS
Kierownik Laboratorium Psychologii
Eksperymentalnej i Psychofizjologii

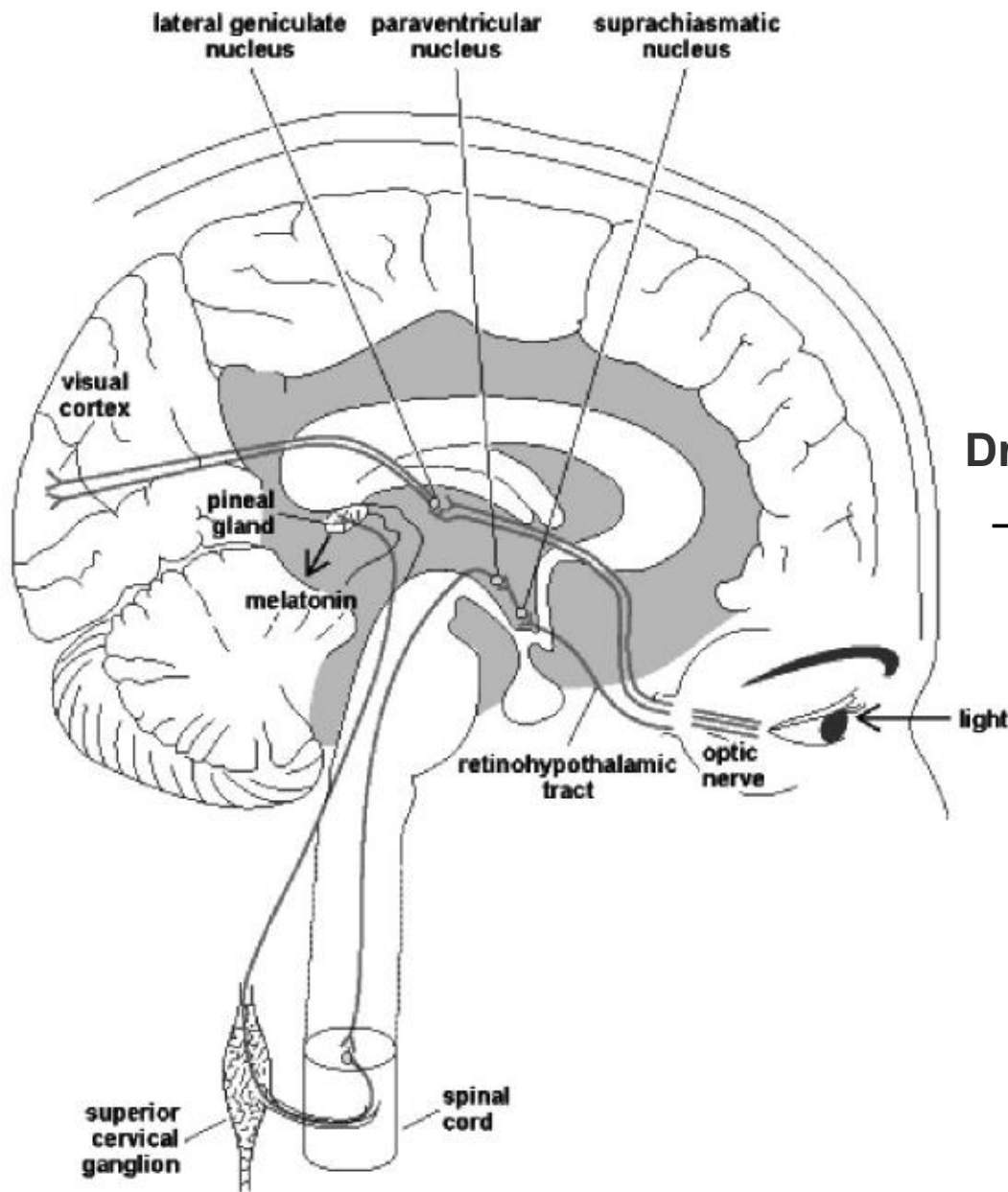


Światło (promieniowanie widzialne)



fiolet - **niebieski** - **cyan** - **zielony** - **żółty** - **pomarańczowy** - **czerwony**

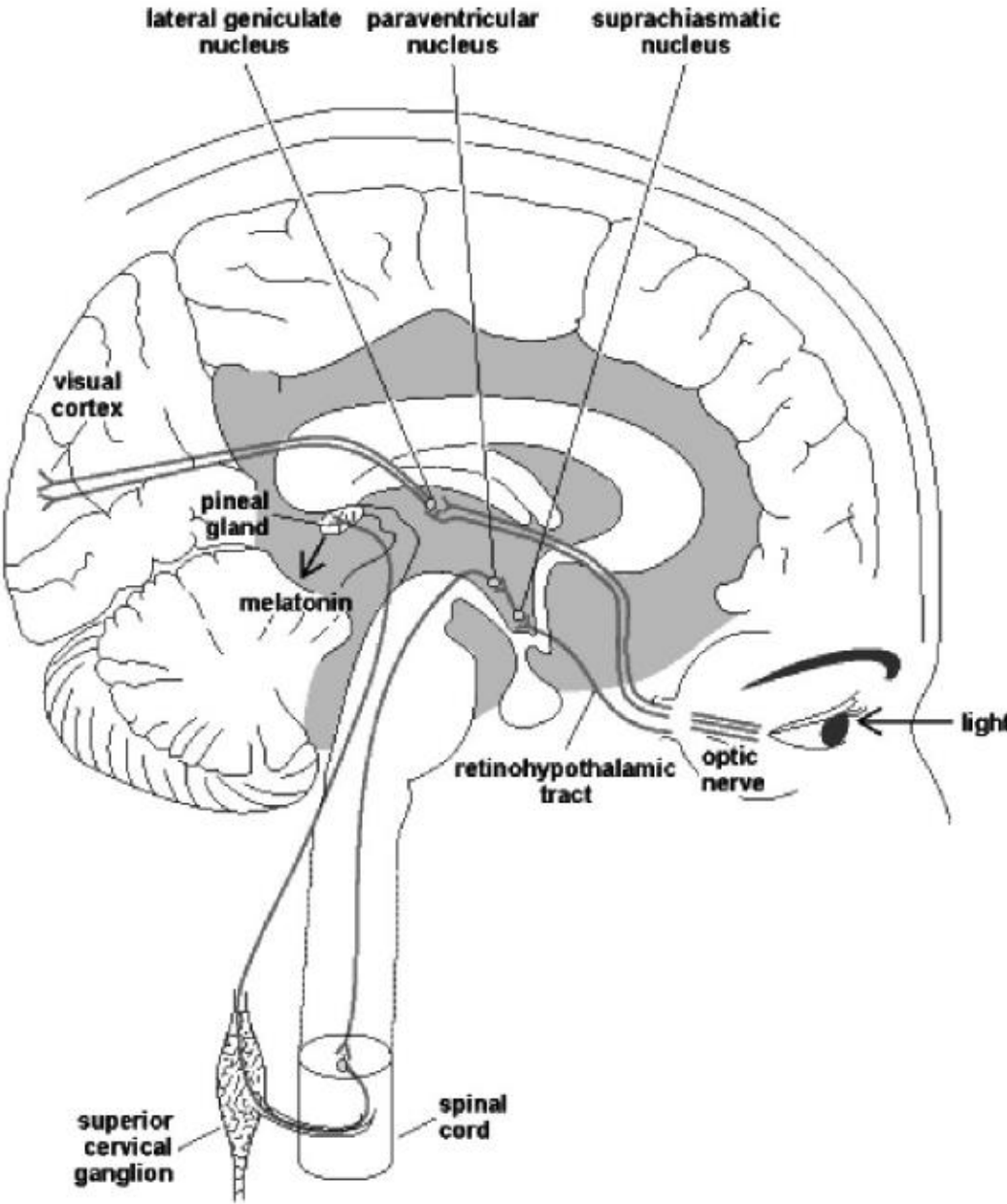
Światło jest to promieniowanie widzialne z zakresu 380 nm ÷ 780 nm.
Każdej długości fali odpowiada inna barwa światła.



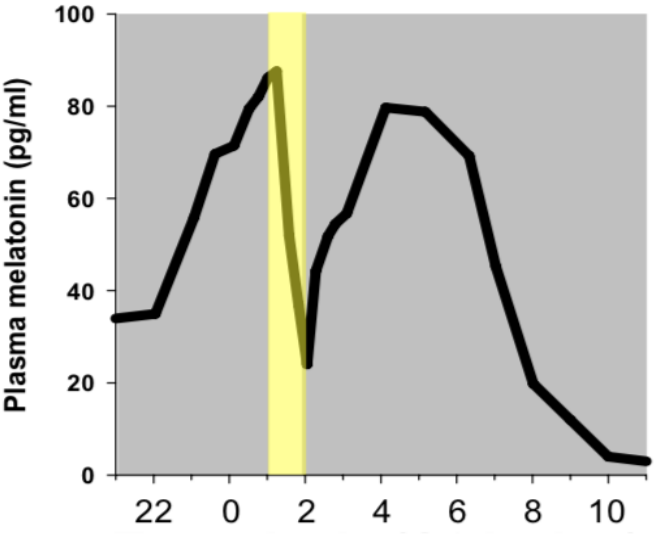
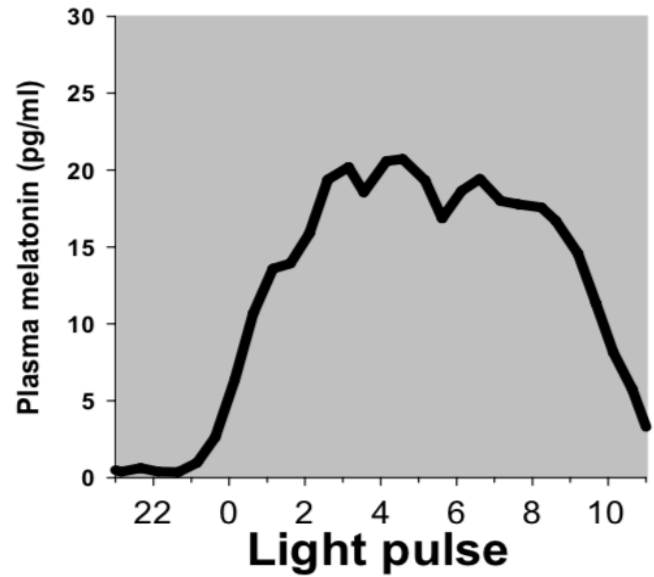
Siatkówka – ciało kolankowate boczne – kora wzrokowa

**Droga siatkówkowo-podwzgórzowa
→ Światłoczułe komórki zwojowe (ipRGC)**

Pineal melatonin response

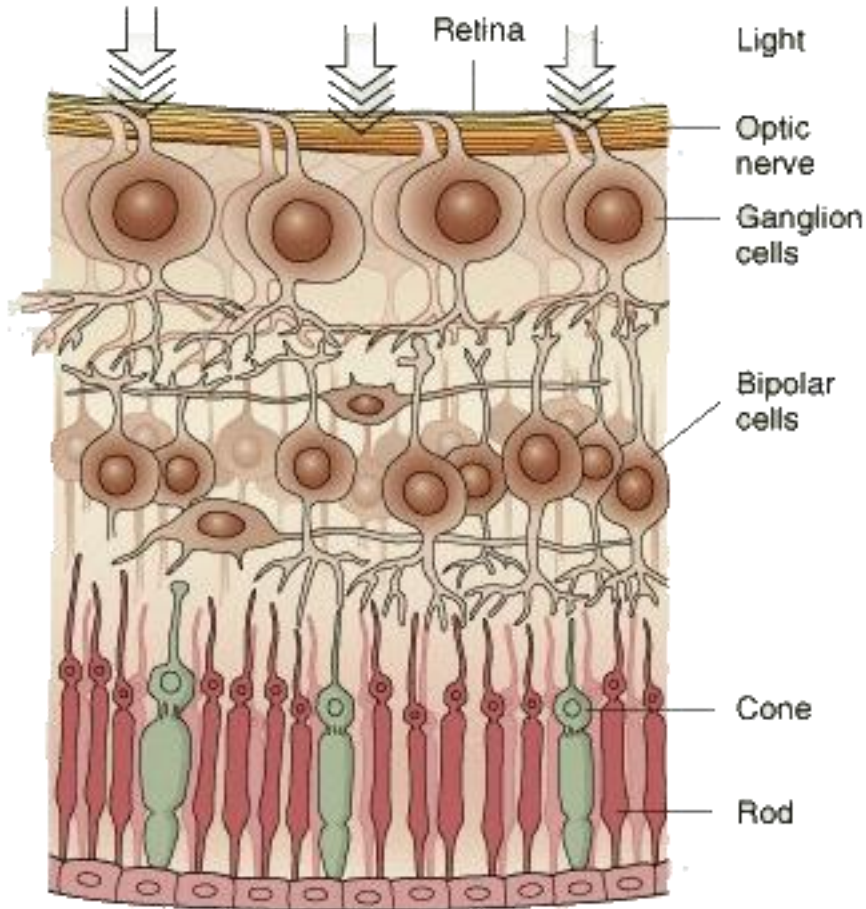


Continuous darkness



Melatonin, its agonists in pain modulation: Clinical application - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/Regulation-of-Melatonin-Biosynthesis-Two-anatomically-distinct-pathways-which-convey_fig2_235906357 [accessed 12 Nov, 2018]

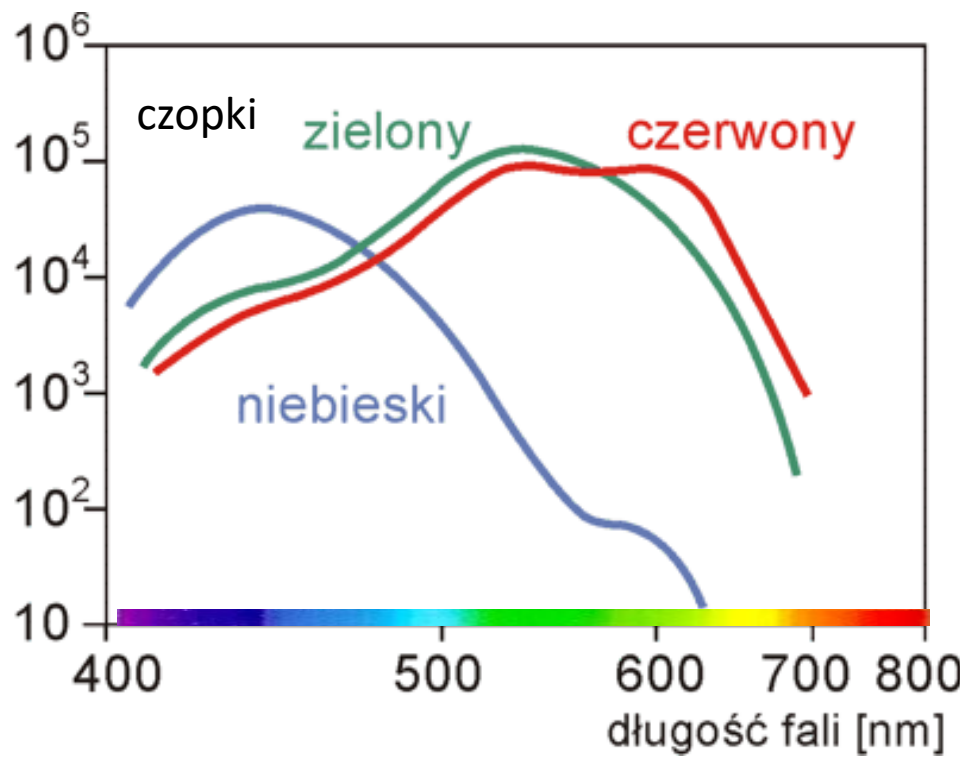
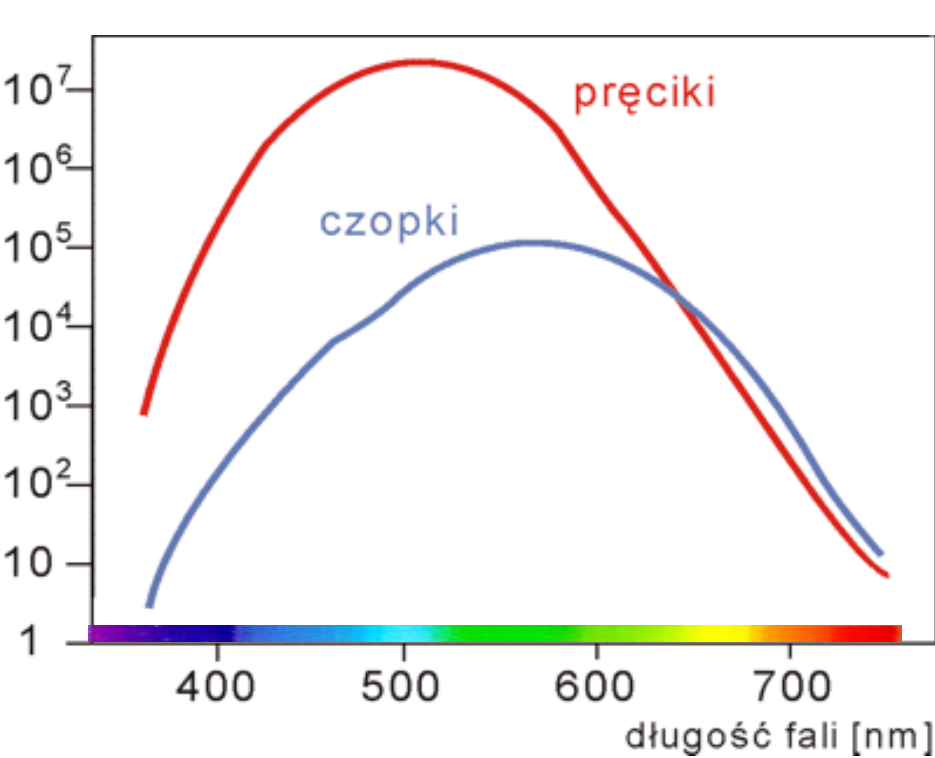
Fotoreceptory



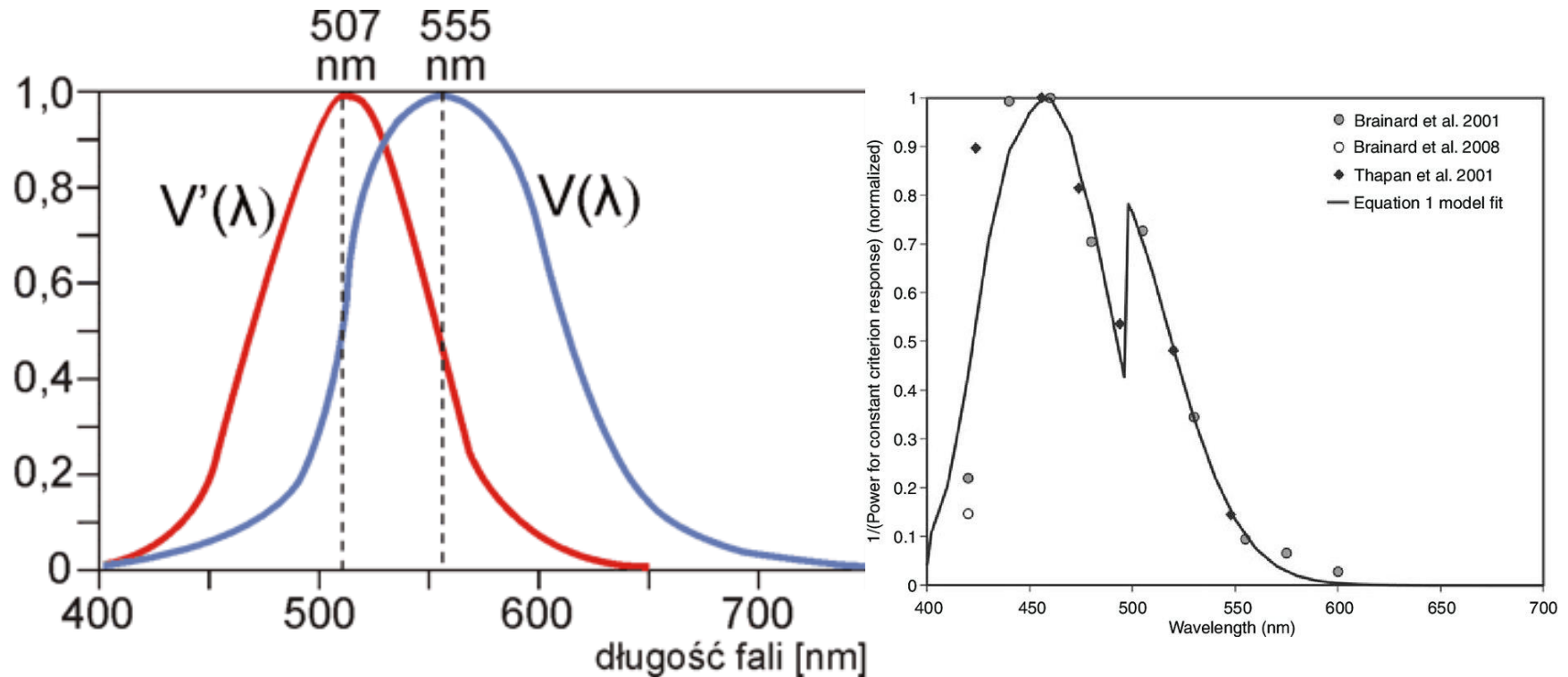
Pręciki i czopki

- Sowy i inne zwierzęta nocne mają jedynie pręciki w swoich siatkówkach
- Ptaki dzienne (np. kury) mają zaś zdecydowaną większość czopków
- W siatkówce człowieka 95% fotoreceptorów to... pręciki
- Pręciki maksimum czułości posiadają dla światła 507 nm i są ok. 100 razy czulsze niż czopki dla światła 555 nm.
- Jednak dla światła czerwonego (>650 nm), czopki są bardziej czułe niż pręciki.

Względna czułość fotoreceptorów



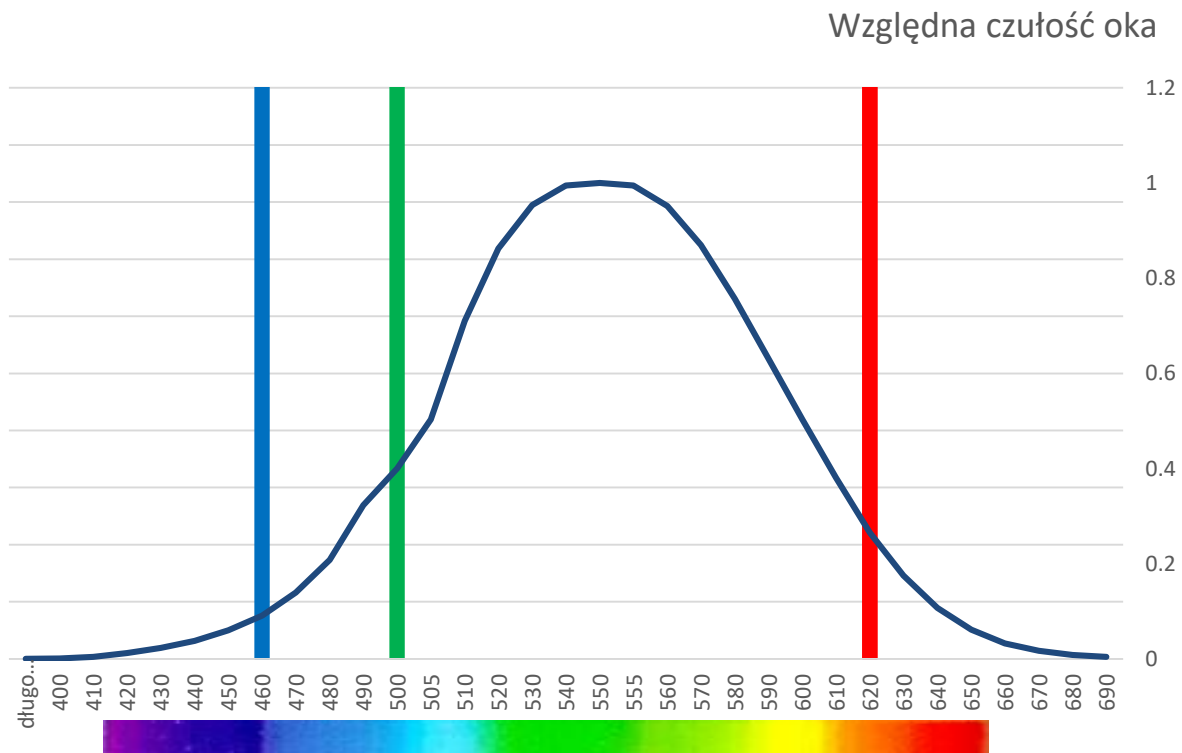
Krzywe czułości oka ludzkiego



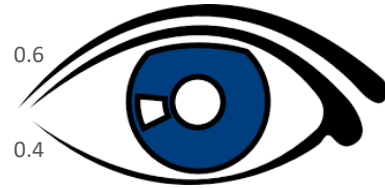
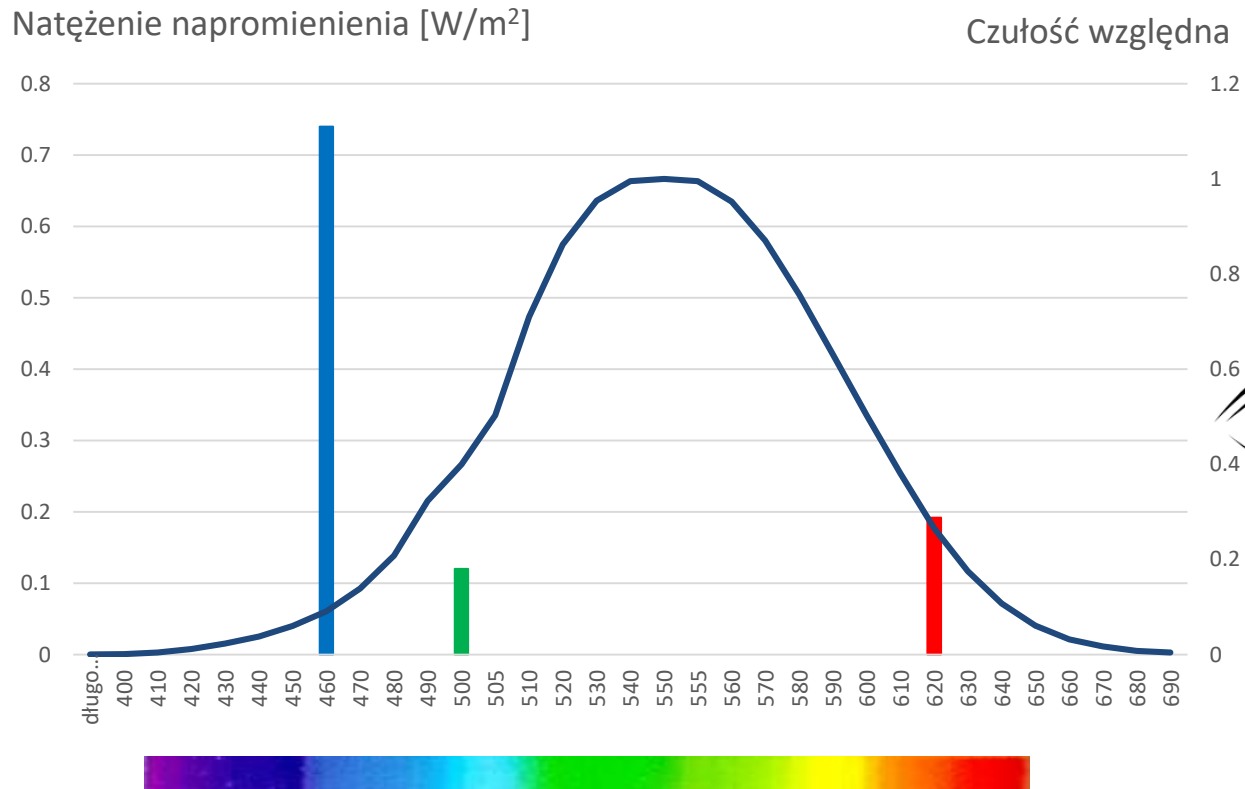
Krzywa czułości względnej oka ludzkiego dla widzenia według CIE:

- *fotopowego $V(\lambda)$ – oświetlenie powyżej 30 lx*
- *skotopowego $V'(\lambda)$ – oświetlenie poniżej 0,01 lx*
- *krzywa hamowania melatoniny wg aktualnej literatury (po prawej)*

Wybór barwy światła

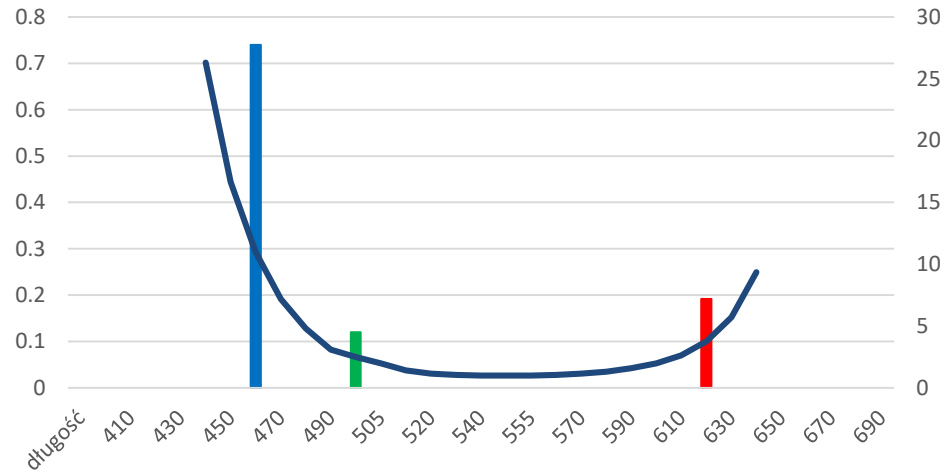


Barwa światła a czułość oka

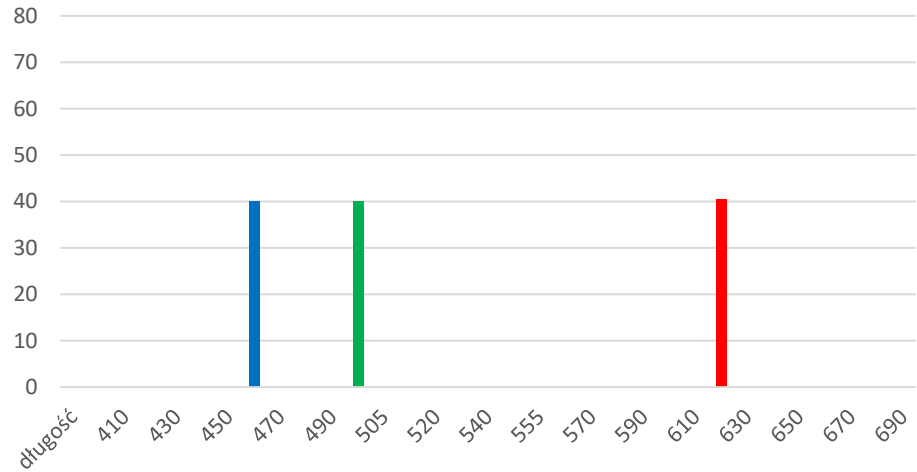


Natężenie napromienienia [W/m²]

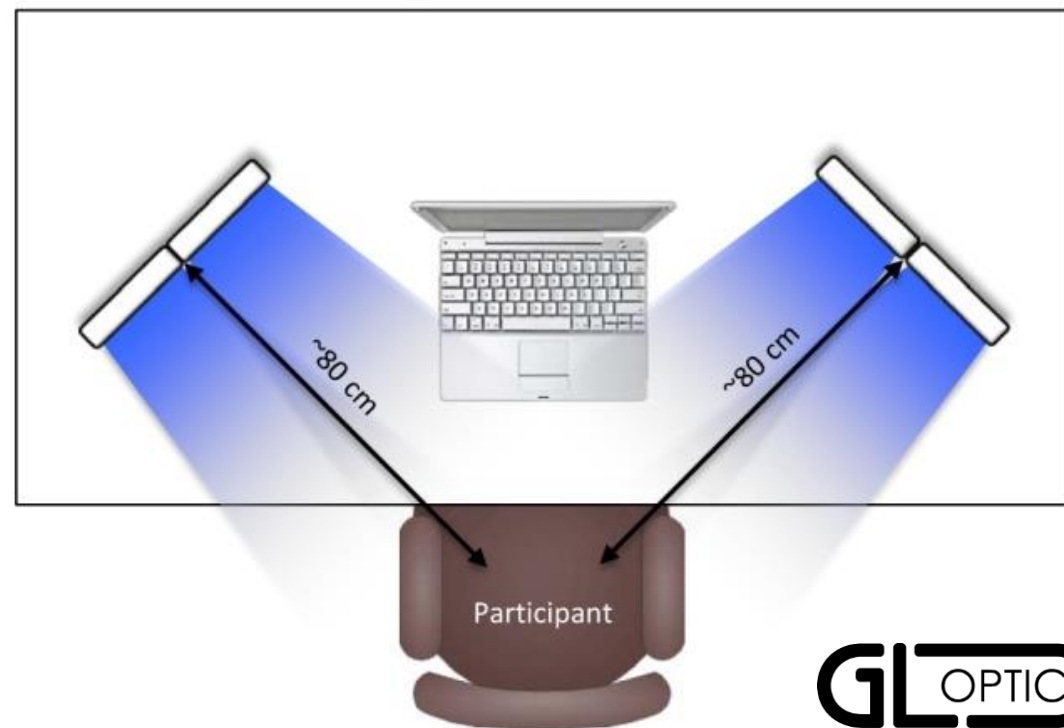
1/czułość



Natężenie oświetlenia [lx]



Kamera eksperymentalna – ekspozycja na światło przed badaniem fMRI



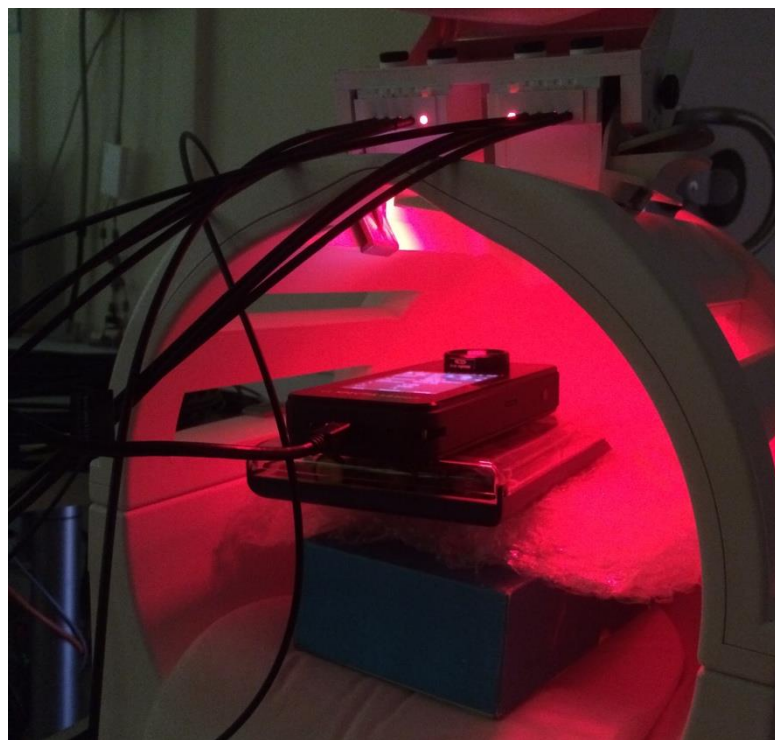
Kamera eksperymentalna – ekspozycja na światło przed badaniem fMRI

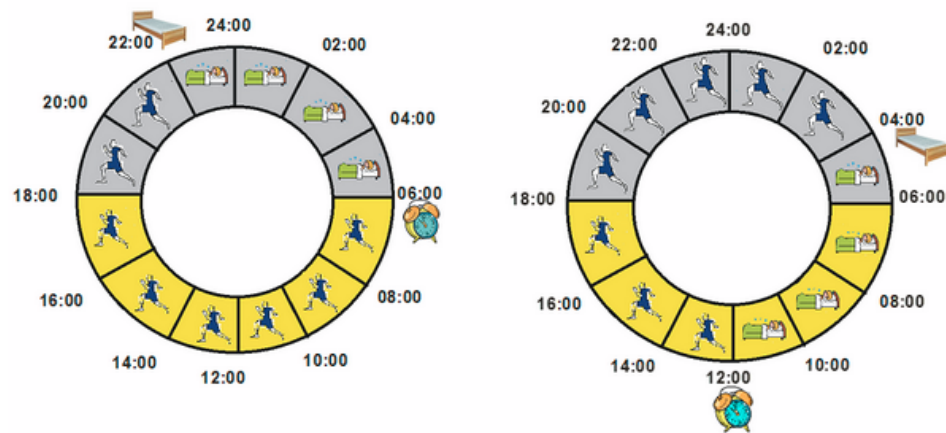
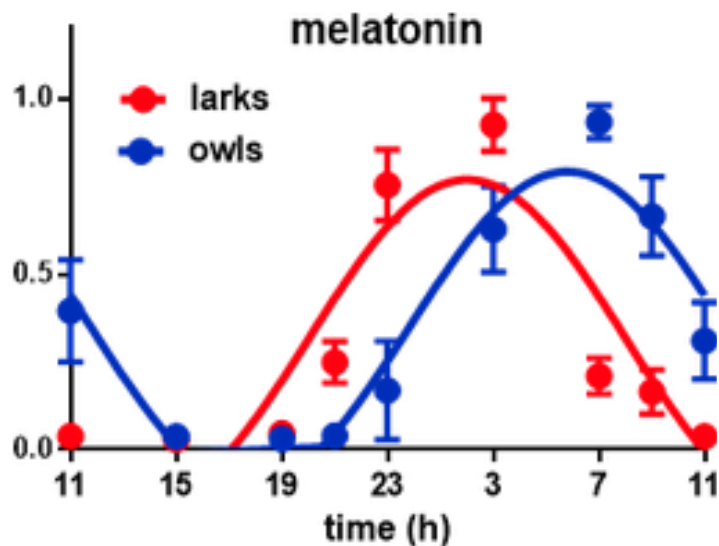
	Niebieski	Czerwony	Zielono-niebieski
Natężenie oświetlenia [lx]	39.9	40,4	40
Natężenia napromienienia [W/m2]	0,74	0,192	0,12



Oświetlenie wewnątrz cewki odbiorczej skanera MR

	Niebieski	Czerwony	Zielono-niebieski
Natężenie oświetlenia [lx]	20	20	20
Natężenie napromienienia [W/m ²]	0,389	0,093	0,066





Although individuals are exposed to the same lighting conditions, they differ in preferred sleep/wake schedule.

The chronotype is influenced both genetically and by the environment, mainly by the light. It is dependent on the central clock located in the hypothalamus. The chronotype affects e.g. the individual tolerance to shift work. Therefore, it is useful to know the individual chronotype to assign the best working schedule. The chronotype can be determined from the timing of sleep and the secretion of melatonin which are controlled by the central clock in the brain. In our study, we found that the individual chronotype also determines the timing of clock gene expression in peripheral clocks in cells acquired by scrubbing the mucosa of the inner cheek. Our study showed that the analysis of clock gene expression in peripheral cells can be used as a novel marker of the phase of the inner clock. This method can be used also in real-life field conditions.

Aktualny stan wiedzy – badania eksperymentalne (światło/funcje wykonawcze/chronotyp/fMRI)

PubMed [Create RSS](#) [Create alert](#) [Advanced](#)

Format: Summary Sort by: Most Recent Per page: 20 [Send to](#)

Search results

Items: 8

[Exposure to Blue Light Increases Subsequent Functional Activation of the Prefrontal Cortex](#)

1. [During Performance of a Working Memory Task](#)

Alkozei A, Smith R, Pisner DA, Vanuk JR, Berryhill SM, Fridman A, Shane BR, Knight SA, Killgore WD. *Sleep*. 2016 Sep 1;39(9):1671-80. doi: 10.5665/sleep.6090.

PMID: 27253770 [Free PMC Article](#)

[Similar articles](#)

[Post-illumination pupil response after blue light: Reliability of optimized melanopsin-based phototransduction assessment](#)

2. [van der Meijden WP, te Lindert BH, Bijlenga D, Coppens JE, Gómez-Herrero G, Bruijel J, Kooij JJ, Cajochen C, Bourgin P, Van Someren EJ.](#)

Exp Eye Res. 2015 Oct;139:73-80. doi: 10.1016/j.exer.2015.07.010. Epub 2015 Jul 23.

PMID: 26209783

[Similar articles](#)

[Aging reduces the stimulating effect of blue light on cognitive brain functions.](#)

3. [Daneault V, Hébert M, Albouy G, Doyon J, Dumont M, Carrier J, Vandewalle G.](#)

Sleep. 2014 Jan 1;37(1):85-98. doi: 10.5665/sleep.3314.

PMID: 24381372 [Free PMC Article](#)

[Similar articles](#)

[Blue light stimulates cognitive brain activity in visually blind individuals.](#)

4. [Vandewalle G, Collignon O, Hull JT, Daneault V, Albouy G, Lepore F, Phillips C, Doyon J, Czeisler CA, Dumont M, Lockley SW, Carrier J.](#)

J Cogn Neurosci. 2013 Dec;25(12):2072-85. doi: 10.1162/jocn_a_00450. Epub 2013 Jul 16.

PMID: 23859643 [Free PMC Article](#)

[Similar articles](#)

[A left-hand superiority for the implicit detection of a rule.](#)

5. [Anagnostopoulos A, Spiegel R, Palmer J, Brugger P.](#)

Cortex. 2013 Feb;49(2):582-90. doi: 10.1016/j.cortex.2011.12.006. Epub 2011 Dec 22.

PMID: 22248918 [Free Article](#)

[Similar articles](#)

[Effects of light on cognitive brain responses depend on circadian phase and sleep](#)

6. [homeostasis.](#)

[Vandewalle G, Archer SN, Wuillaume C, Baiteau E, Degueldre C, Luxen A, Dijk DJ, Maquet P.](#) *J Biol Rhythms*. 2011 Jun;26(3):249-59. doi: 10.1177/0748730411401736.

PMID: 21628552 [Free Article](#)

[Similar articles](#)

[Brain responses to violet, blue, and green monochromatic light exposures in humans:](#)

7. [prominent role of blue light and the brainstem.](#)

[Vandewalle G, Schmidt C, Albouy G, Sterpenich V, Darsaud A, Rauchs G, Berken PY, Baiteau E,](#)

[Degueldre C, Luxen A, Maquet P, Dijk DJ.](#)

PubMed [Create RSS](#) [Create alert](#) [Advanced](#)

Format: Summary Sort by: Most Recent [Send to](#)

Search results

Items: 5

[Genetic Factors Affecting Seasonality, Mood, and the Circadian Clock.](#)

1. [Garbazza C, Benedetti F.](#)

Front Endocrinol (Lausanne). 2018 Aug 23;9:481. doi: 10.3389/fendo.2018.00481. eCollection 2018. Review.

PMID: 30190706 [Free PMC Article](#)

[Similar articles](#)

[Chronotype regulates the neural basis of response inhibition during the daytime.](#)

2. [Song J, Feng P, Zhao X, Xu W, Xiao L, Zhou J, Zheng Y.](#)

Chronobiol Int. 2018 Feb;35(2):208-218. doi: 10.1080/07420528.2017.1392550. Epub 2017 Nov 16.

PMID: 29144173

[Similar articles](#)

[Pushing the Limits: Chronotype and Time of Day Modulate Working Memory-Dependent Cerebral Activity.](#)

[Schmidt C, Collette F, Reichert CF, Maire M, Vandewalle G, Peigneux P, Cajochen C.](#)

Front Neurol. 2015 Sep 25;6:199. doi: 10.3389/fneur.2015.00199. eCollection 2015.

PMID: 26441819 [Free PMC Article](#)

[Similar articles](#)

[fMRI identifies chronotype-specific brain activation associated with attention to motion—why we need to know when subjects go to bed.](#)

4. [Reske M, Rosenberg J, Plapp S, Kellermann T, Shah NJ.](#)

Neuroimage. 2015 May 1;111:602-10. doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.02.013. Epub 2015 Feb 14.

PMID: 25687596

[Similar articles](#)

[Neuroimaging, cognition, light and circadian rhythms.](#)

5. [Gaggioni G, Maquet P, Schmidt C, Dijk DJ, Vandewalle G.](#)

Front Syst Neurosci. 2014 Jul 8;8:126. doi: 10.3389/fnsys.2014.00126. eCollection 2014. Review.

PMID: 25071478 [Free PMC Article](#)

[Similar articles](#)

Expos Prefro

Anna Alkoz

Sara A. Kn

¹*Social, Cog*

Study Obj

A small num

of exposure

exposure (

Methods:

minutes in

Results: P

(DLPFC) a

was correl

Conclusio

performan

with execu

decision-m

Keywords**Citation:** A

N-wstecz (ang. N-back)

0 - back



1 -back



2 -back



subsequent functional activation of the prefrontal cortex during performance of a working memory task. *SLEEP* 2016;39(9):1671–1680.

Significance

This study shows that exposure to thirty minutes of blue wavelength light in the morning subsequently leads to faster response times on a cognitive working memory task and greater functional brain responses within the prefrontal cortex than comparable exposure to amber light. This is the first study to show that a short, single exposure to blue light during the daytime can lead to enduring measurable changes in brain activation and speed of performance during subsequent completion of a cognitively challenging task. While these findings may have important implications for using blue light in occupational settings, future research will be necessary to establish whether these findings generalize to naturalistic settings.

Table 2—Mean accuracy and reaction times for the *N*-back task.

	Accuracy (SD) in %	Total Reaction Time (SD) in milliseconds	Reaction Time for Correct Responses (SD) in milliseconds
Zero-back			
Blue	96.05 (0.39)	410.72 (97.04)	407.81 (91.55)
Amber	97.43 (0.25)	457.05 (94.07)	458.64 (93.03)
One-back			
Blue	87.31 (0.71)	485.09 (133.81) ^a	485.09 (133.81) ^c
Amber	88.49 (0.82)	601.97 (168.77) ^a	601.97 (168.77) ^c
Two-back			
Blue	88.60 (0.91)	556.00 (196.87) ^b	553.00 (192.05) [†]
Amber	88.74 (1.03)	691.01 (205.59) ^b	682.62 (204.16) [†]

^a, ^b, and ^c, denote groups that significantly differ at $P < 0.05$; [†] marginal difference ($P = 0.06$).

and at 12:

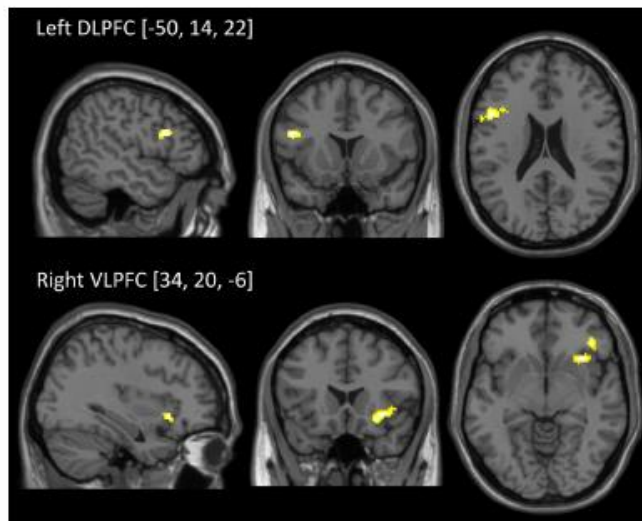


Figure 3—SPM images showing the clusters of significant activation where Blue > Amber for the *N*-Back task (two-back > zero-back). Based on the a priori regions of interest, this comparison revealed that the blue light condition was associated with significantly greater activation within the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) and the right ventrolateral prefrontal cortex (VLPFC) when compared to the amber light condition during complex working memory. Clusters are significant at $P < 0.05$, FWE corrected, but are displayed at $P < 0.005$ for ease of visualization.

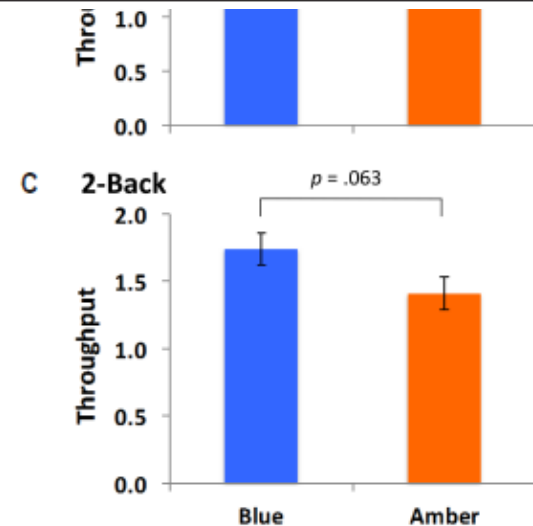


Figure 5—The figure shows group differences in working memory cognitive throughput ($\text{Accuracy} \times [1 / \text{RT}] \times 1,000$), which is a measure of the speed \times accuracy trade-off. (A) There was no difference between the blue and amber groups with regard to throughput performance on the zero-back task. (B) On the one-back task, the blue light group showed significantly enhanced throughput performance compared to the amber control group. (C) On the two-back task, there was a marginally significant trend toward greater throughput for the blue compared to the amber control group.

Pushing the Limits: Chronotype and Time of Day Modulate Working Memory-Dependent Cerebral Activity.

Schmidt C¹, Collette F¹, Reichert CF², Maire M², Vandewalle G¹, Peigneux P³, Cajochen C².

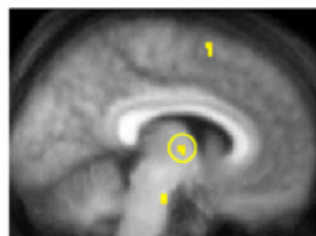
Author information

Abstract

Morning-type individuals experience more difficulties to maintain optimal attentional performance throughout a normal waking day than evening types. However, time-of-day modulations may differ across cognitive domains. Using functional magnetic resonance imaging (fMRI), we investigated how chronotype and time of day interact with working memory at different levels of cognitive load/complexity in a N-back paradigm (N0-, N2-, and N3-back levels). Extreme morning- and evening-type individuals underwent two fMRI sessions during N-back performance, one

At the behavioral impact on perform cerebral activity t exhibited higher l individuals exhibi condition. Our da into account whe complexity leads performance acr

KEYWORDS: BOL



Thalamus
[-12 -10 4]



Middle frontal
[-24 44 10]

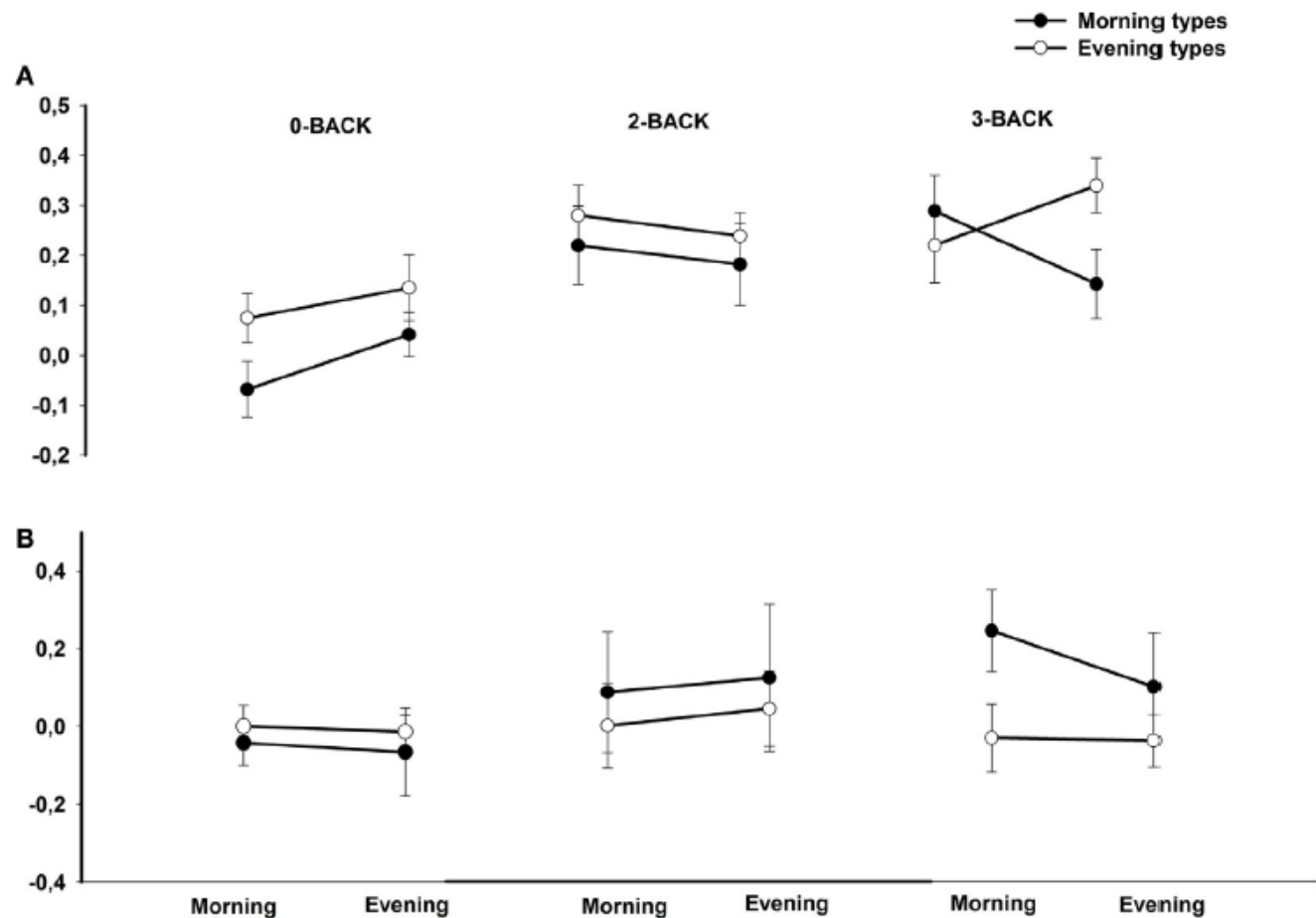
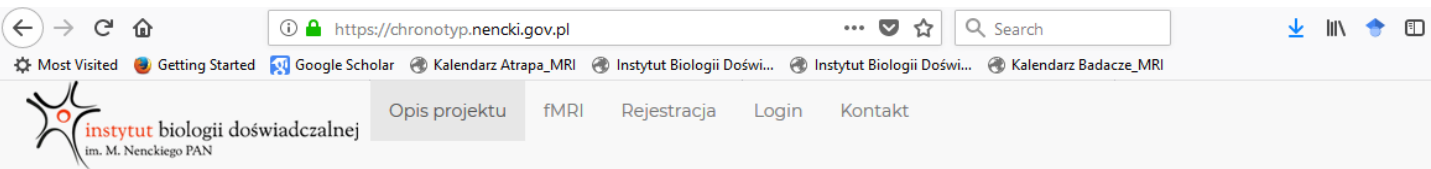


FIGURE 2 | BOLD responses in the thalamus (A) and middle frontal gyrus (B) in morning compared with evening types during subjective morning and evening sessions according to working memory load (N0, N2, N3). Contrasts are displayed at $p < 0.001$, uncorrected threshold, overlaid on the mean normalized structural MR image of the population ($n = 28$). Corresponding parameter estimates are plotted in the right (arbitrary units).

Rekrutacja osób badanych - <https://chronotyp.nencki.gov.pl>



Barwa światła a sprawność psychofizyczna

Projekt: *Wpływ barwy światła na sprawność psychofizyczną człowieka o skrajnych chronotypach z wykorzystaniem metody funkcjonalnego rezonansu magnetycznego* ma na celu ustalenie, jaka barwa światła najbardziej sprzyja osiągnięciu wysokiego poziomu sprawności psychofizycznej podczas pracy zmianowej z uwzględnieniem chronotypu pracownika.

Czym jest chronotyp?

Jest to zmienna z zakresu różnic indywidualnych, określająca preferowane okresy aktywności w ciągu doby. Pozwala określić przedział czasowy największej sprawności psychofizycznej, a z drugiej strony pokazuje optymalny czas odpoczynku. Wyróżniamy trzy podtypy: poranny, pośredni i wieczorny. Osoby poranne potocznie nazywane są „skowronkami”, a osoby wieczorne „sowami”. Osoby o chronotypie porannym nie mają problemu z regularnym budzeniem się w godzinach rannych, często bez budzika, a po przebudzeniu są gotowe do działania. Na osiągając najlepsze wyniki. Odwrotnie osoby o chronotypie wieczornym, które wysiłku intelektualnego i fizycznego osiągają w godzinach wieczornych.

Kogo szukamy?

Do naszych badań poszukujemy zdrowych, praworęcznych mężczyzn, w wiek 18-35 lat. **Przeciwskazaniem do udziału w badaniu jest posiadanie metalowych części stałych leków, a także przebyte urazy głowy.**

Badanie

Pierwszy etap badania polega na wypełnieniu kwestionariuszy online, które czterokrotnie zaproszone do Pracowni Obrazowania Mózgu w Warszawie. Na drugim etapie badania uczestnicy będą poddani badaniu magnetycznym, po ekspozycji na określoną barwę światła. Podczas obrazowania psychofizyczną. Badanie będzie trwało około 2 godzin.

Co zyskujesz?

- Informacje na temat funkcjonowania skrajnych chronotypów i rytmu
- Obraz swojego mózgu na płycie
- Wynagrodzenie za udział w całym badaniu w wysokości 400 zł brutto.

W celu zgłoszenia się do udziału w naszym badaniu prosimy o [zarejestrowanie](#). Serdecznie zapraszamy do współpracy!

zarejestruj się

Rejestracja

Aby wziąć udział w badaniu konieczne jest podanie adresu e-mail. Pod podany adres zostanie wysłana wiadomość z unikatowym kodem, który umożliwi dostęp do obowiązkowych kwestionariuszy.

Dzięki temu uzyskasz dostęp do ankiety wstępnej, kwestionariuszy, które pozwolą określić Twój chronotyp, a po zakwalifikowaniu do badania do dziennika snu.

Zaznaczenie dostępnej opcji „zapamiętaj to urządzenie” sprawi, że przy następnym korzystaniu z kwestionariuszy wystarczy, że wejdiesz na stronę <http://chronotyp.nencki.gov.pl/>. W przeciwnym razie należy użyć linku, który został wysłany na podany adres e-mail lub zalogować się za pomocą wcześniej wygenerowanego hasła.

e-mail

zapamiętaj to urządzenie (*)

(*) Jeśli zaznaczysz tę opcję, to znaczy, że wyrażasz zgodę na zapisanie w twoim urządzeniu pliku cookie. Zostanie on użyty wyłącznie po to, aby zalogować cię automatycznie po otwarciu niniejszej strony. Aby usunąć cookie, kliknij „Logout” w menu na górze strony.

zarejestruj mnie

Kwestionariusze chronotypu CSM

Skala Ranności - polska wersja Composite Scale of Morningness CSM Jankowski, 2015

- skrajnie wieczornym <24 pkt na skali CSM
- skrajnie porannym >42 pkt na skali CSM

Skala ranności-wieczorności dostarcza informacji na temat preferowanych godzin budzenia się i udawania na spoczynek, porach doby subiektywnie uważanych przez osobę badaną za optymalne ze względu na sprawność fizyczną i intelektualną, a także o samopoczuciu osoby badanej o różnych porach w ciągu dnia. Odpowiadając na pytania można uzyskać od 13 do 55 punktów. Wynik od 13 do 24 punktów odcina 10% wyników z dołu skali i wskazuje na osoby o chronotypie skrajnie wieczornym, natomiast punktacja od 42 do 55 odcina 10% wyników z góry skali i wyznacza osoby o chronotypie skrajnie porannym. Wyniki mieszczące się na skali między 25 a 41 punktem oznaczają osoby o chronotypie pośrednim.

Osób które wypełniły kwestionariusze = 141

Osoby poranne = 17

Osoby wieczorne = 20

Kod badanego _____

Wiek w latach _____

SKALA RANNOSCI

W *każdym* pytaniu zaznacz jedną odpowiedź, która najlepiej Cię opisuje.

1. Biorąc pod uwagę jedynie swój rytm samopoczucia, o której godzinie wstawałbyś mogąc całkowicie swobodnie zaplanować swój dzień?

- 5:00-6:30
- 6:30-7:45
- 7:45-9:45
- 9:45-11:00
- 11:00-12:00

2. Biorąc pod uwagę jedynie swój rytm samopoczucia, o której godzinie kładłbyś się spać, mogąc całkowicie dowolnie zaplanować swój wieczór?

- 20:00-21:00
- 21:00-22:15
- 22:15-00:30
- 00:30-1:45
- 1:45-3:00

3. Zakładając normalne okoliczności, jak łatwo jest Ci rano wstawać?

- Wcale nie jest łatwo
- Raczej nie jest łatwo
- Dostyc łatwo
- Bardzo łatwo

4. Na ile czujesz się „przytomny” rano przez pierwsze pół godziny po przebudzeniu?

- Zupełnie nieprzytomny
- Trochę przytomny
- Dostyc przytomny
- Bardzo przytomny

5. Przez pierwsze pół godziny po przebudzeniu rano, na ile czujesz się zmęczony?

- Bardzo zmęczony
- Dostyc zmęczony
- Dostyc wypoczęty
- Bardzo wypoczęty

6. Zdecydowałeś się zaangażować w jakieś ćwiczenia fizyczne. Przyjaciel proponuje Ci dwa razy w tygodniu po godzinie i najbardziej odpowiada mu pora między 7:00 a 8:00 rano. Mając na względzie jedynie własny rytm samopoczucia, jak sądzisz, w jakiej byłbyś formie?

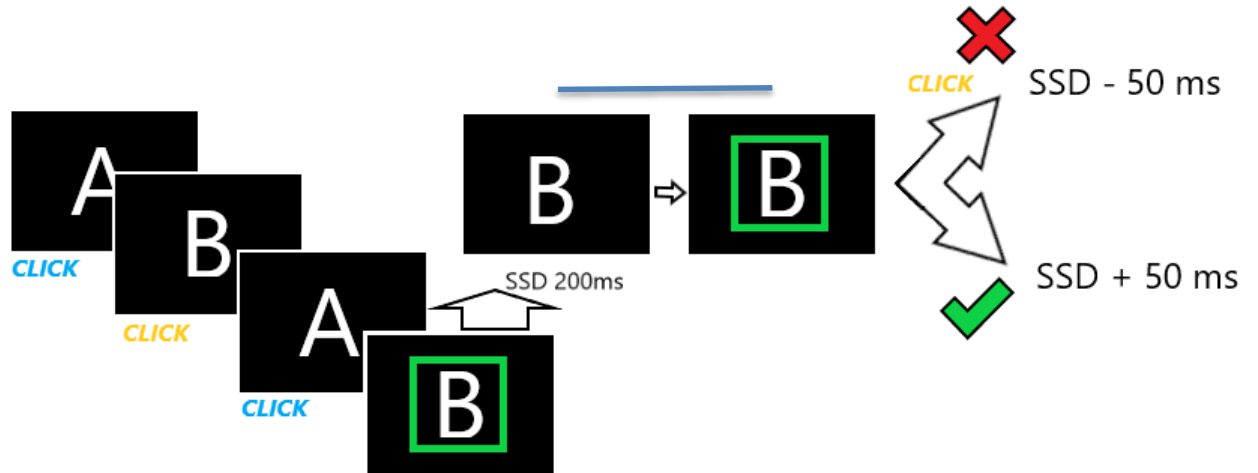
- W dobrej formie
- W umiarkowanej formie
- Byłoby mi trudno
- Byłoby mi bardzo trudno

7. O której godzinie wieczorem jesteś na tyle zmęczony, że odczuwasz potrzebę snu?

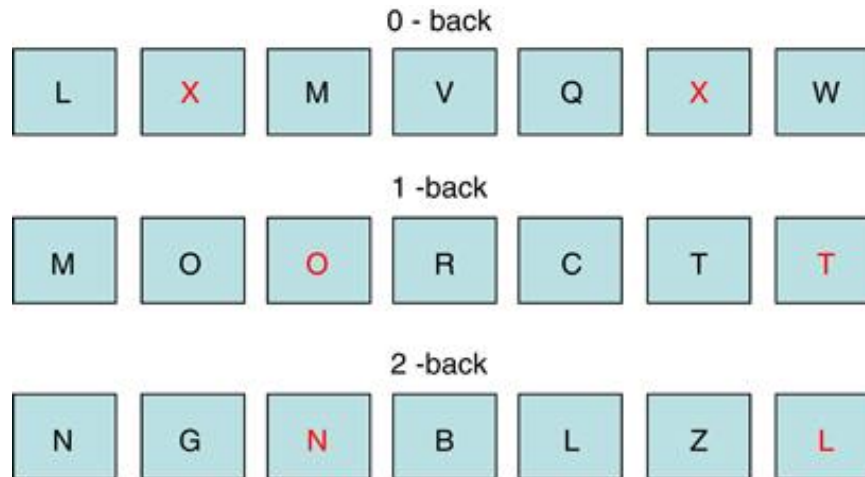
- 20:00-21:00
- 21:00-22:15
- 22:15-00:30
- 00:30-1:45
- 1:45-3:00

Zadania eksperymentalne

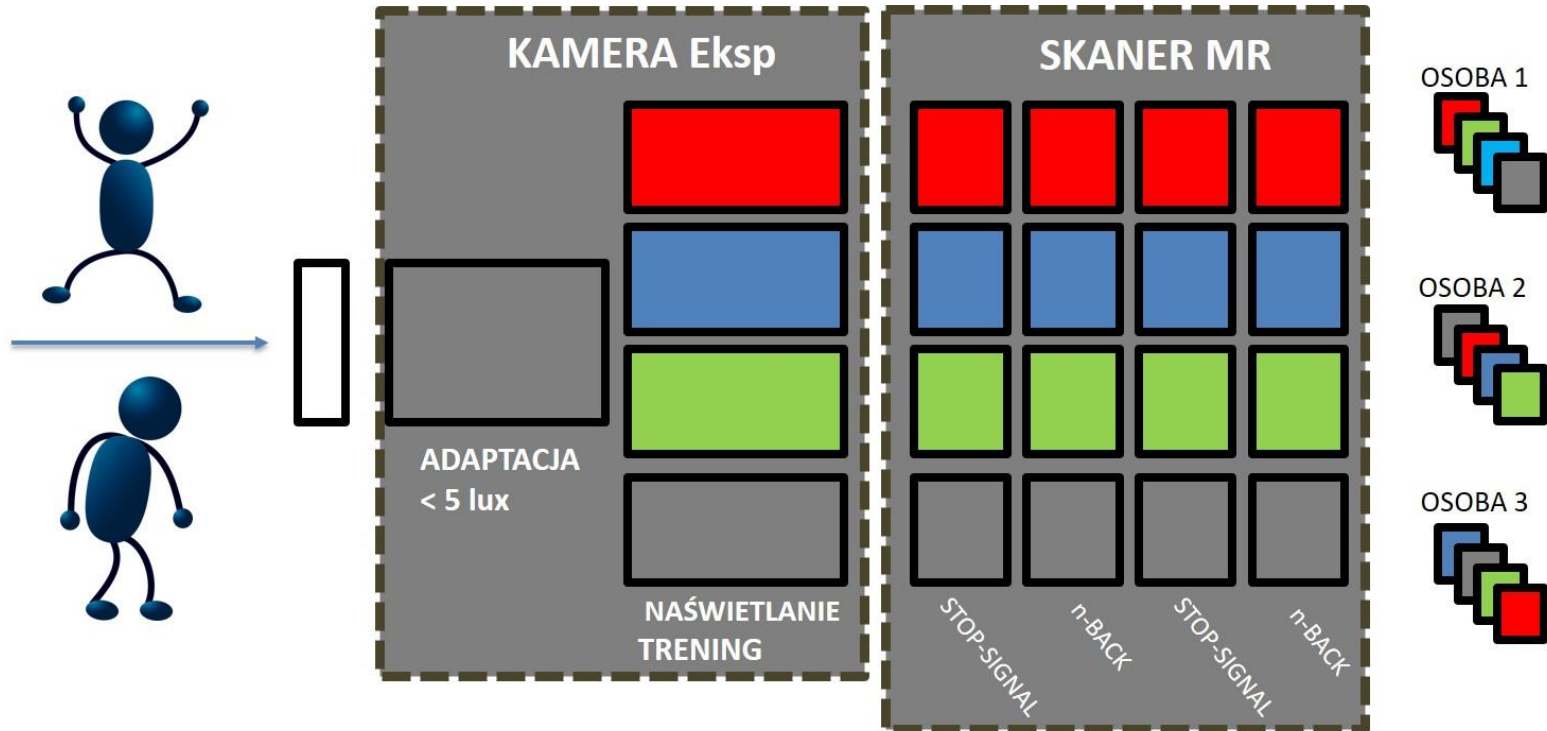
Hamowanie reakcji
(ang. Stop signal task)



N-wstecz
(ang. N-back)



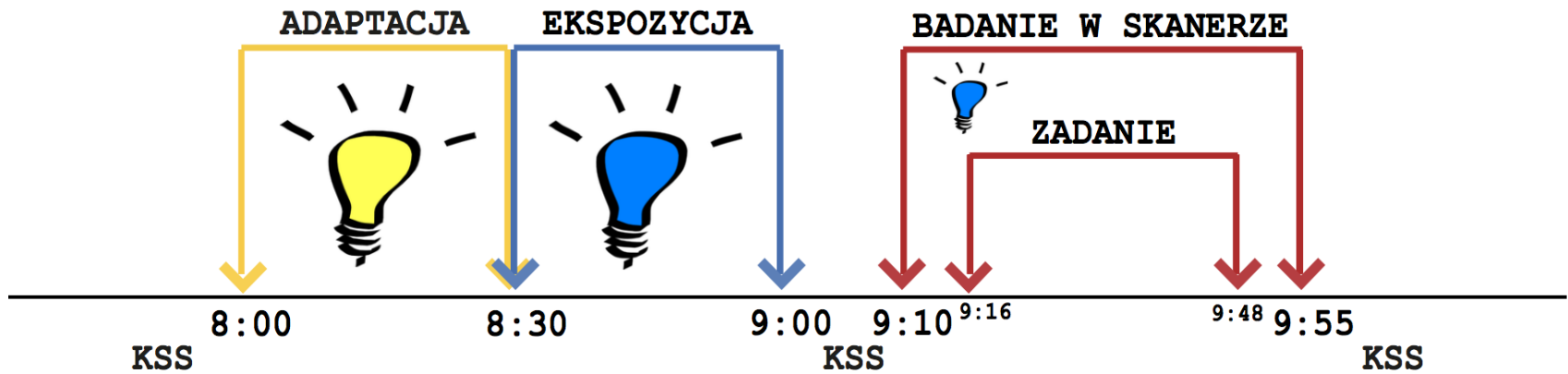
Schemat badania



- Wypełnienie KSS – Karolińskiej Skali Senności
- Adaptacja do światła dim - 30 min.
- Ekspozycja na wybraną długość światła - 30 min.
- W trakcie/trening zadań funkcji poznawczych: N-back w warunku 10 min Stop Signal przez 5 min
- Wypełnienie KSS
- Badanie fMRI (45 min): N-back (8 min) – Stop Signal (8 min) – N-back (8 min) – Stop Signal (8 min)
- Wypełnienie KSS

Grupa ch. poranny – badanie 9:00-11:00, Grupa ch. wieczorny – badanie 10:00-12:00

SCHEMAT BADANIA



Karolińska Skala Senności

Poniżej jest kilka przykładów jak bardzo senny/a lub czujny/a może się Pan/Pani czuć w tej chwili.

Proszę przeczytać je uważnie i **zakreślić cyfrę** najlepiej odpowiadającą Pana/ Pani stanowi senności w tej chwili.

- 1 Niezwykle czujny/a
- 2
- 3 Czujny/a
- 4
- 5 Ani czujny/a, ani senny/a
- 6
- 7 Senny/a, ale bez trudności opieram się senności
- 8
- 9 Niezmiernie senny/a, walczę ze snem



Ostatecznie, przypadku zadania N-wstecz liczebność grupy porannej i wieczornej wynosiła w po 12 osób (średni wiek kolejno 22,25 i 22,92 lat), a przypadku zadania stop-signal 11 osób dla grupy porannej i 12 osób dla grupy wieczornej (średni wiek 23,18 i 23 lata).

Wyniki behawioralne KSS

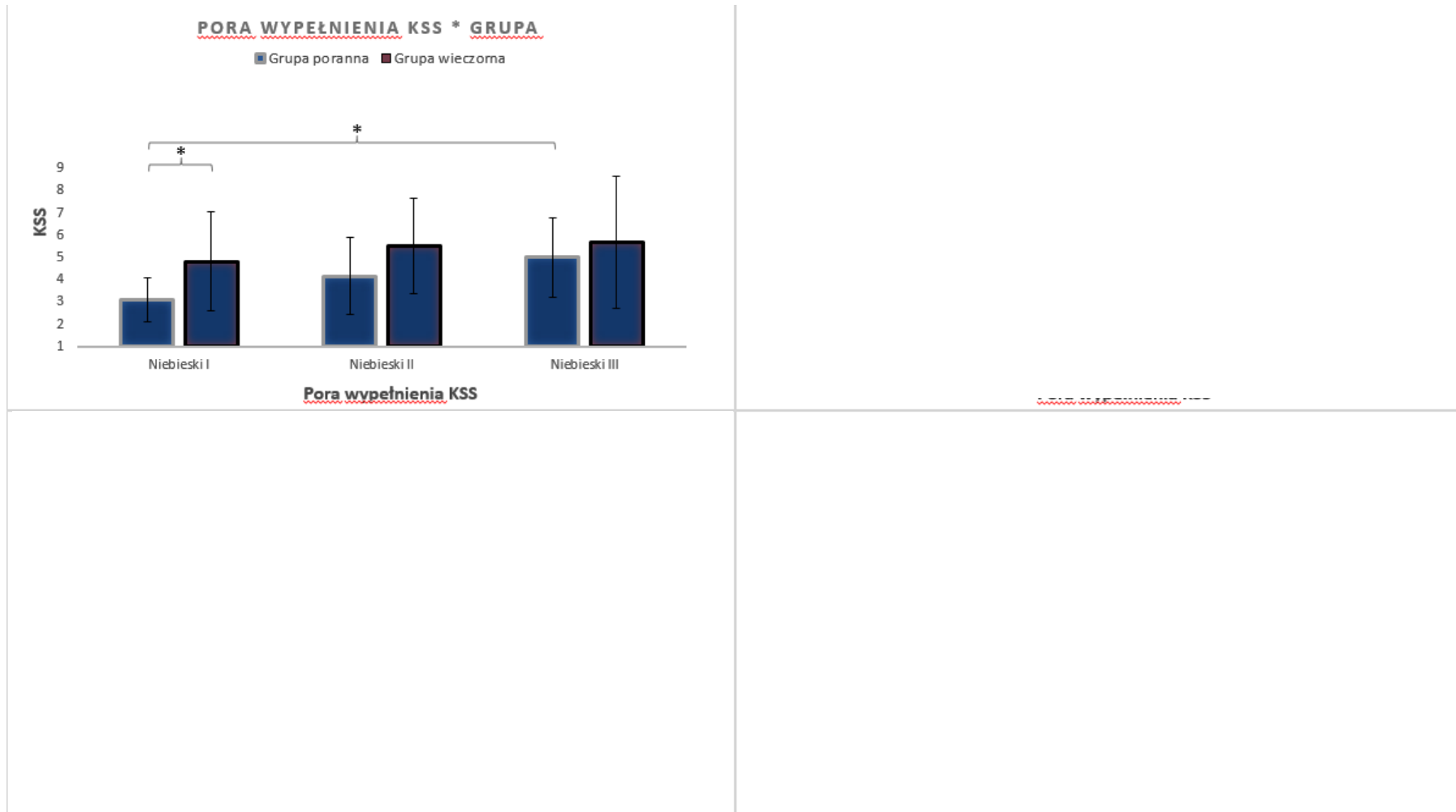


Figura 1. Analizy różnic pomiędzy grupami dla poszczególnych kolorów światła. Klamra z gwiazdką na wykresie oznacza wyniki istotny statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

Wyniki behawioralne KSS

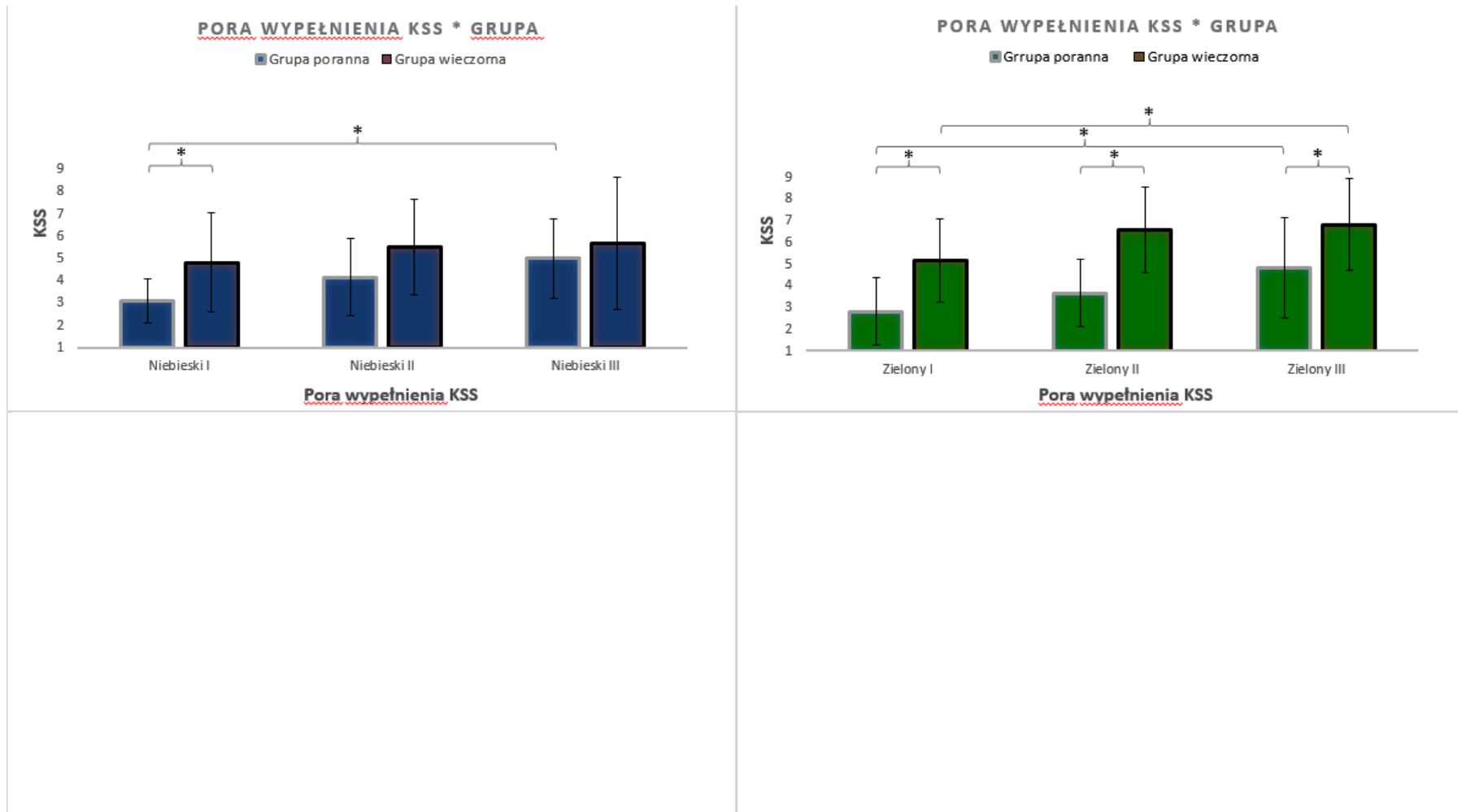


Figura 1. Analizy różnic pomiędzy grupami dla poszczególnych kolorów światła. Klamra z gwiazdką na wykresie oznacza wyniki istotny statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

Wyniki behawioralne KSS

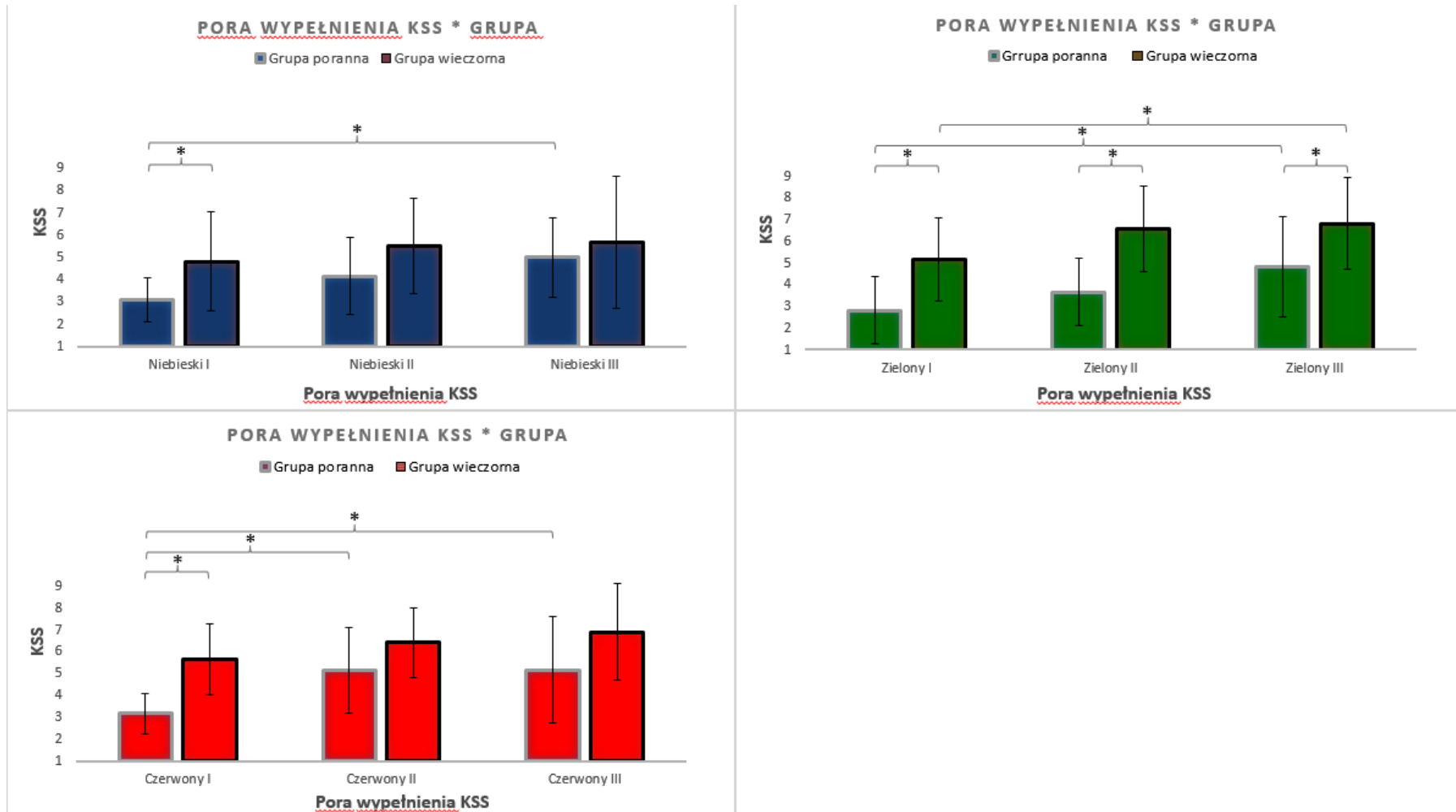


Figura 1. Analizy różnic pomiędzy grupami dla poszczególnych kolorów światła. Klamra z gwiazdką na wykresie oznacza wyniki istotny statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

Wyniki behawioralne KSS

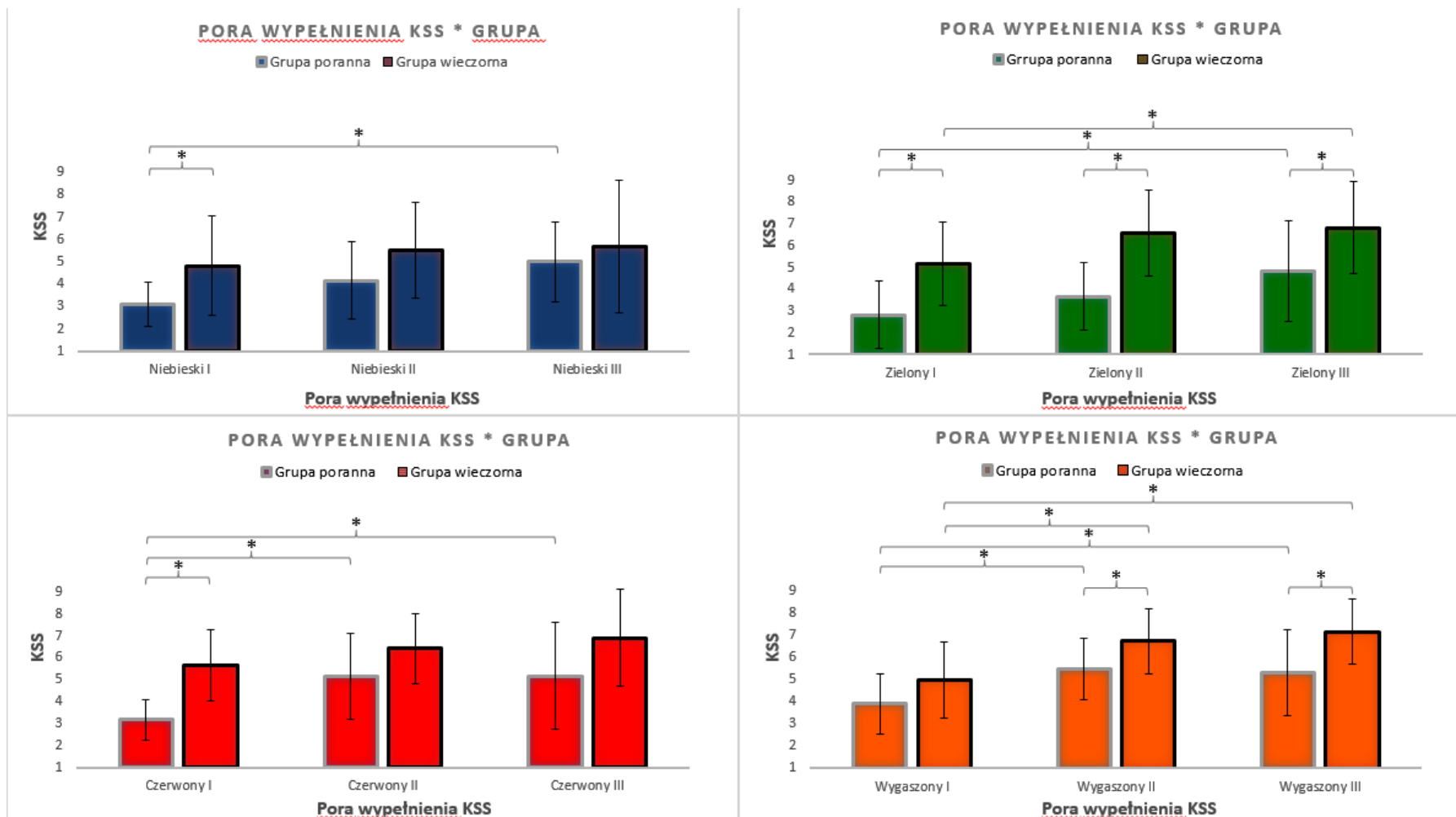


Figura 1. Analizy różnic pomiędzy grupami dla poszczególnych kolorów światła. Klamra z gwiazdką na wykresie oznacza wyniki istotny statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

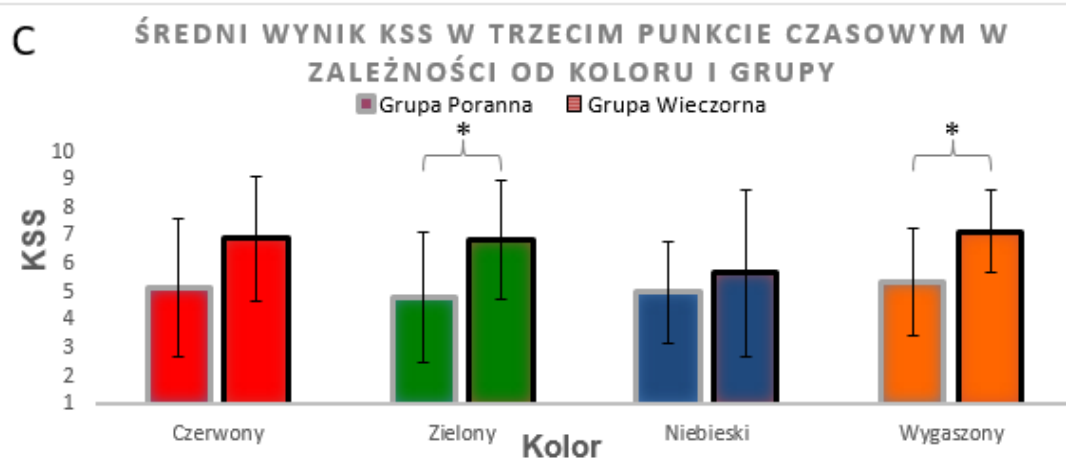
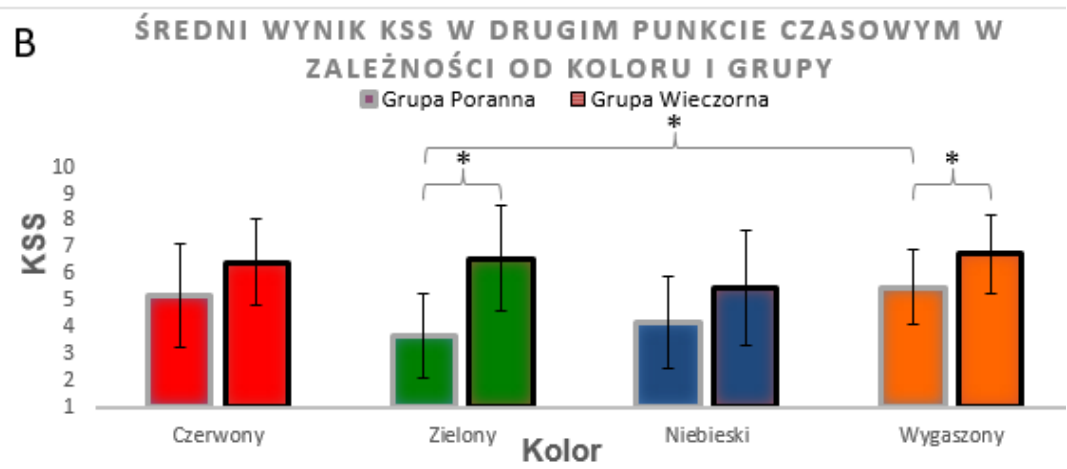
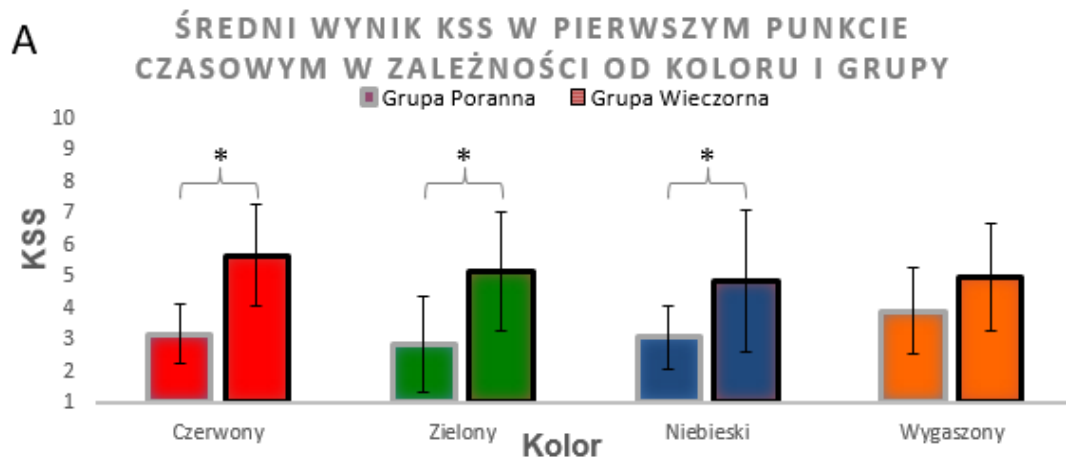
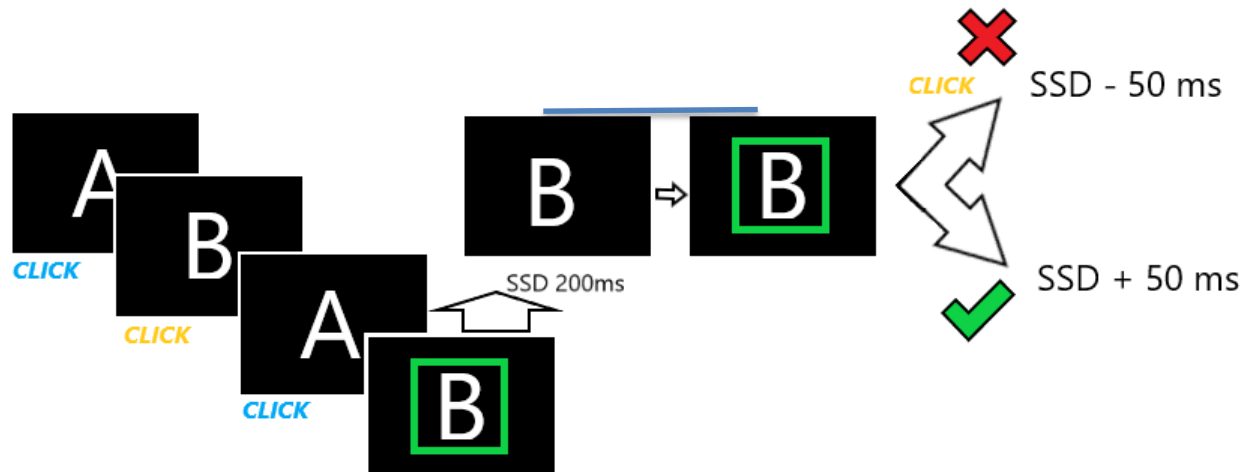


Figura 2. Analiza różnic pomiędzy grupami oraz kolorami dla każdej pory wypełniania KSS (A – pierwsza pora; B – druga; C – trzecia) Klamra z gwiazdką na wykresie oznacza wyniki istotny statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

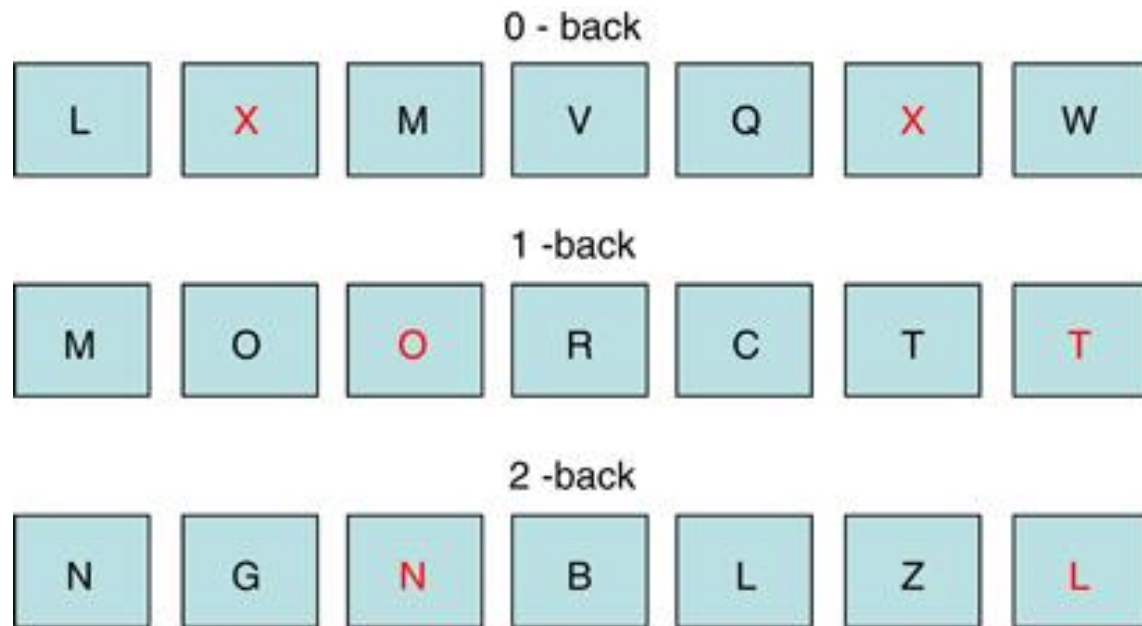
Zadanie hamowania reakcji



- ✓ Czas reakcji na sygnał stop (ang. Stop Signal Reaction Time, SSRT) – estymowany czas, w którym z określonym prawdopodobieństwem nastąpi zahamowanie reakcji na bodziec „go”. Przyjmuje się, że w warunkach badania SSRT jest wartością stałą dla danej osoby.

Grupa		Czerwony			Zielony			Niebieski			Wygaszony		
		Czas reakcji [ms]	SSRT [ms]	Błędy [%]	Czas reakcji [ms]	SSRT [ms]	Błędy [%]	Czas reakcji [ms]	SSRT [ms]	Błędy [%]	Czas reakcji [ms]	SSRT [ms]	Błędy [%]
Poranna	Średnia	<u>616</u>	<u>304.6</u>	<u>5.36</u>	<u>630.5</u>	<u>298.6</u>	<u>3</u>	<u>622.8</u>	<u>309.2</u>	<u>5</u>	<u>615.8</u>	<u>315.8</u>	<u>4.73</u>
	n=11 SD	131	65.2	3.38	95.2	46.4	3.74	115	57.5	5.22	126	55.6	3.64
Wieczorna	Średnia	<u>597.2</u>	<u>290.9</u>	<u>5</u>	<u>578.3</u>	<u>290.8</u>	<u>4.5</u>	<u>577.4</u>	<u>298.3</u>	<u>4.67</u>	<u>589.2</u>	<u>301.7</u>	<u>4.33</u>
	n=12 SD	85.1	45.8	7.71	69.5	48.6	5.25	81.9	46.4	5.19	81.1	23.1	4.08

Wyniki behawioralne N-wstecz



N-wstecz
(ang. N-wstecz)

CZAS REAKCJI W ZADANIU N-WSTECZ W OD BARWY ŚWIATŁA

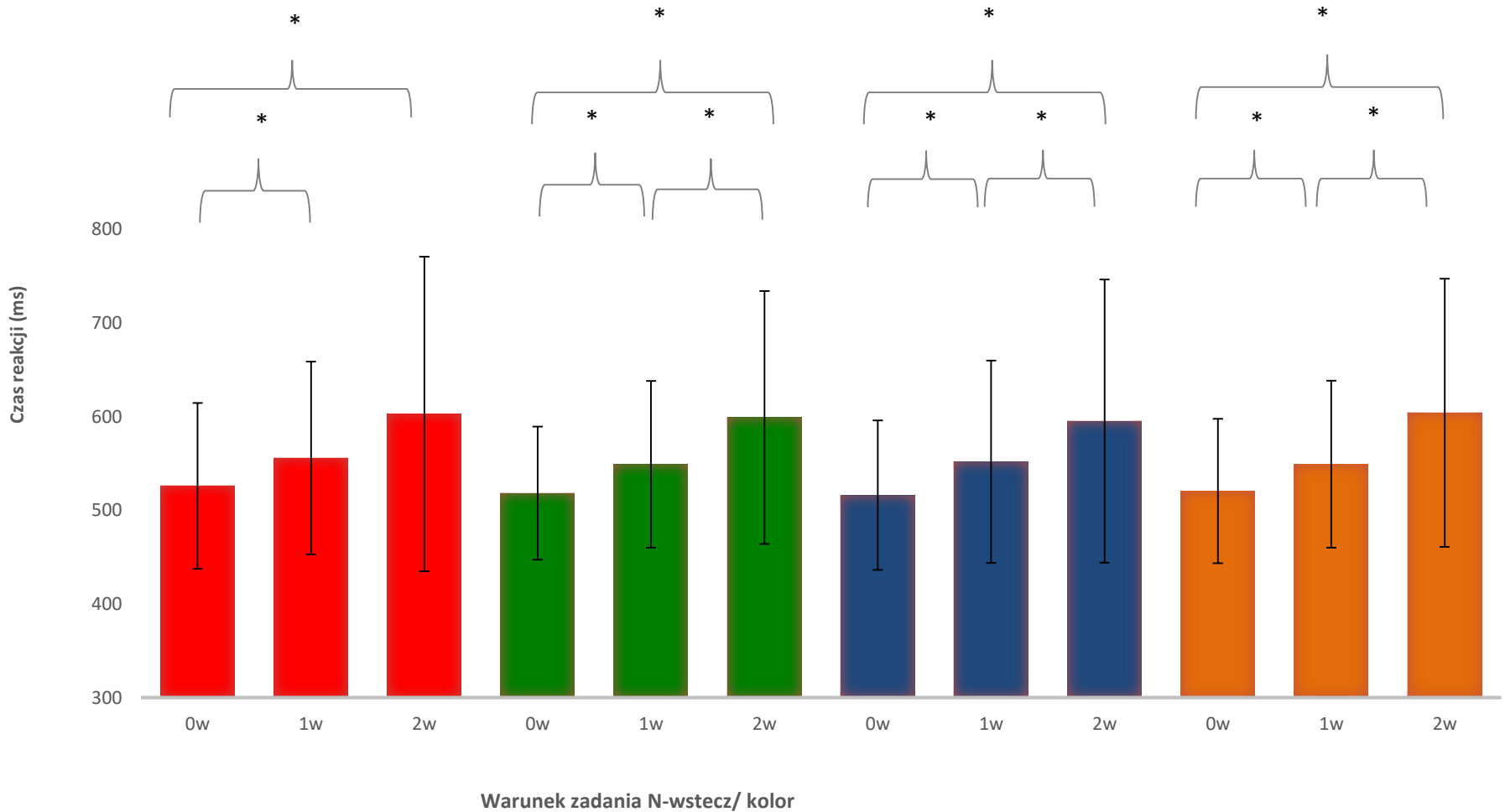


Figura 4. Czas reakcji w zadaniu N-wstecz dla każdego warunku oraz koloru. Klamra z gwiazdką na wykresie oznacza wyniki istotny statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

ŚREDNIA POPRAWNOŚĆ W ZADANIU N-WSTECZ W ZALEŻNOŚCI OD WYBRANEJ BARWY ŚWIATŁA

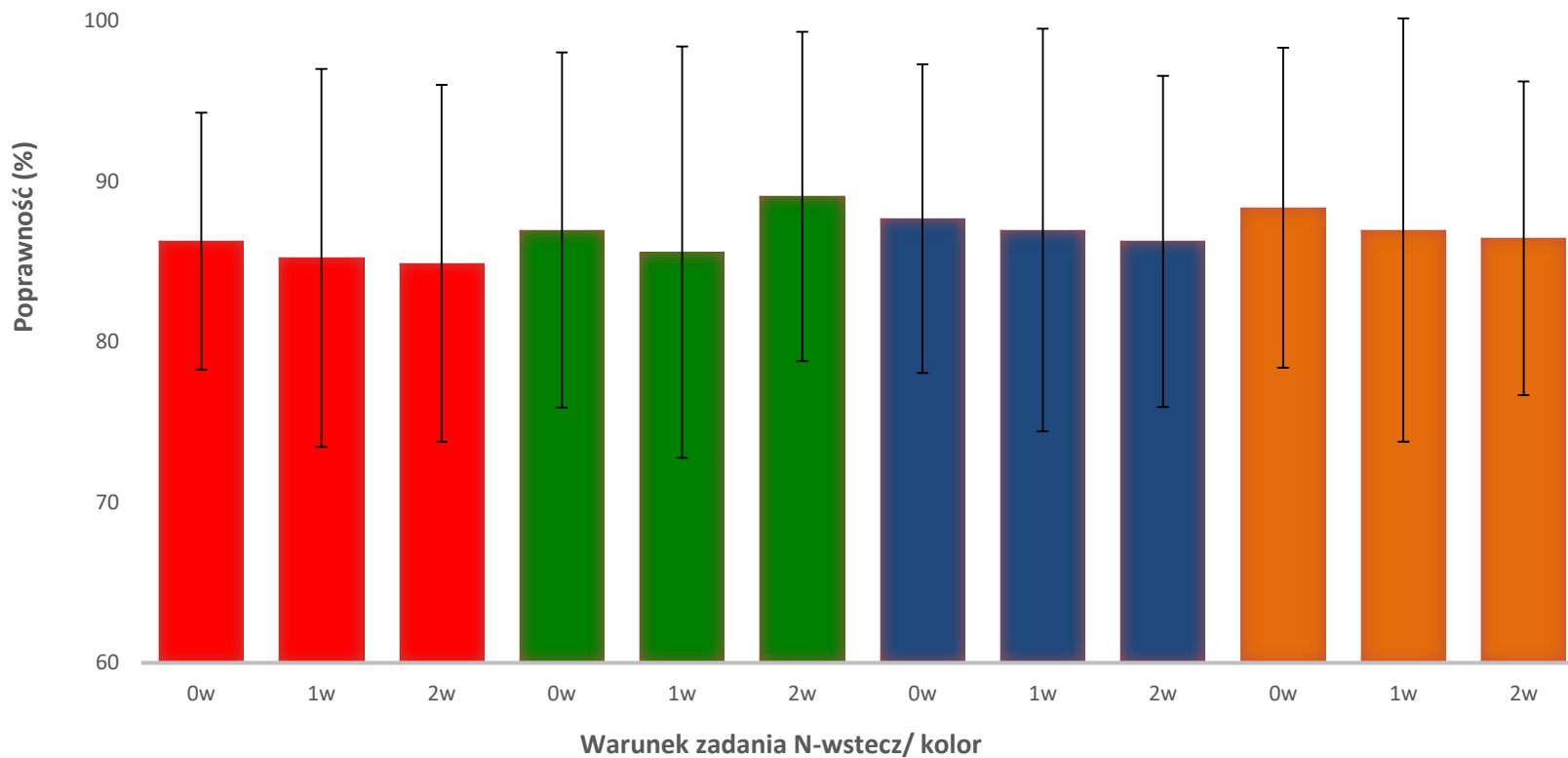


Figura 3. Poziom poprawności wykonania zadania N-wstecz dla każdego warunku oraz koloru. Słupki na wykresie przedstawiają SD.

SLEEP COGNITION AND BEHAVIOR

Exposure to Blue Light Increases Subsequent Functional Activation of the Prefrontal Cortex During Performance of a Working Memory Task

Table 2—Mean accuracy and reaction times for the *N*-back task.

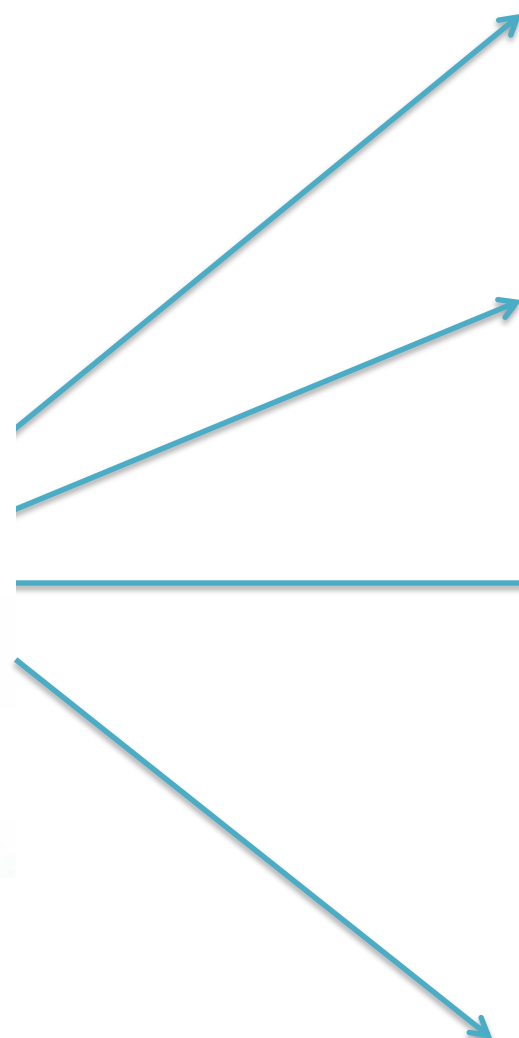
	Accuracy (SD) in %	Total Reaction Time (SD) in milliseconds	Reaction Time for Correct Responses (SD) in milliseconds
Zero-back			
Blue	96.05 (0.39)	410.72 (97.04)	407.81 (91.55)
Amber	97.43 (0.25)	457.05 (94.07)	458.64 (93.03)
One-back			
Blue	87.31 (0.71)	485.09 (133.81) ^a	485.09 (133.81) ^c
Amber	88.49 (0.82)	601.97 (168.77) ^a	601.97 (168.77) ^c
Two-back			
Blue	88.60 (0.91)	556.00 (196.87) ^b	553.00 (192.05) [†]
Amber	88.74 (1.03)	691.01 (205.59) ^b	682.62 (204.16) [†]

^a, ^b, and ^c, denote groups that significantly differ at $P < 0.05$; [†] marginal difference ($P = 0.06$).

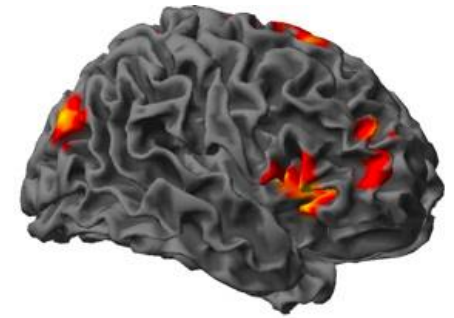
Typowe obrazy rejestrowane w skanerze MRI



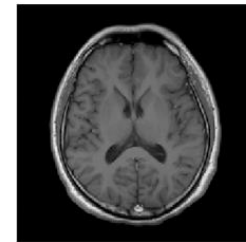
SIEMENS Trio Tim 3T MRI Scanner



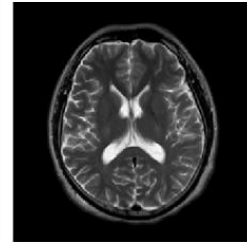
fMRI



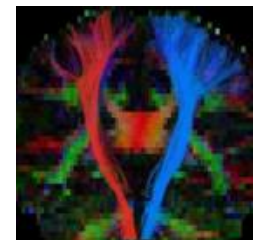
T1



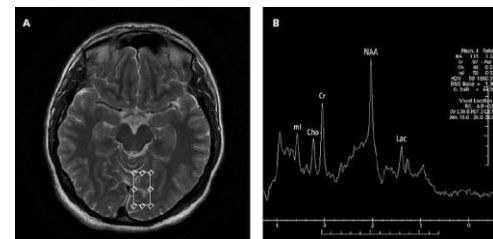
T2



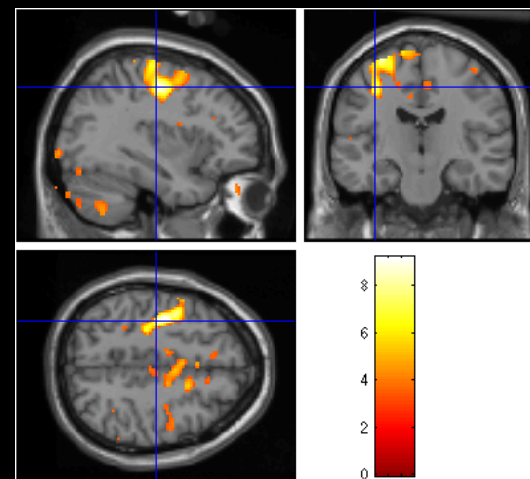
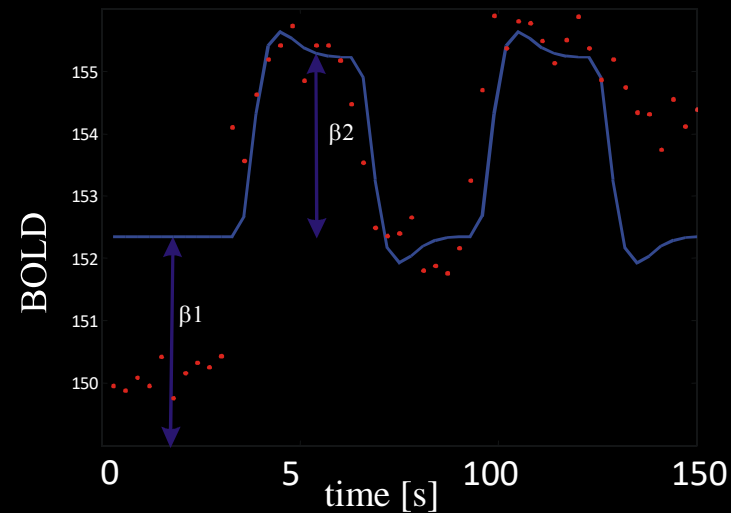
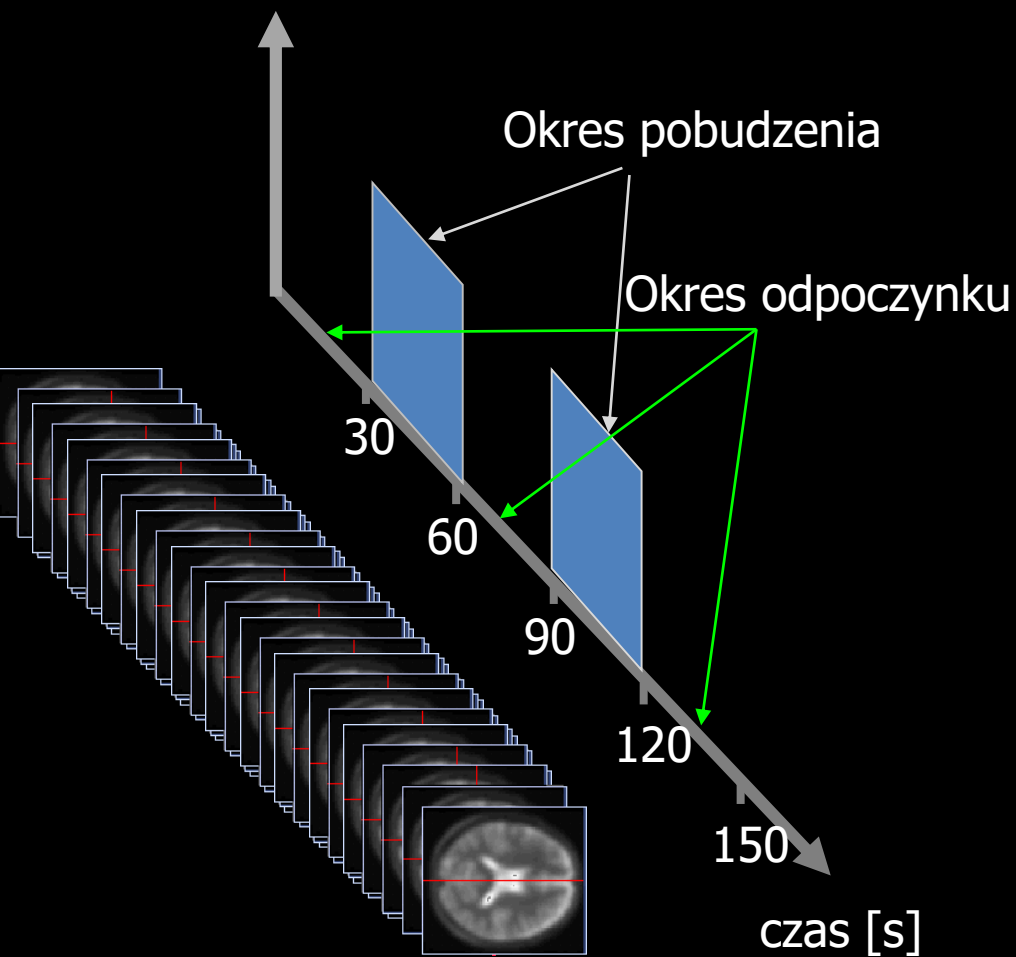
DTI



Spektroskopia

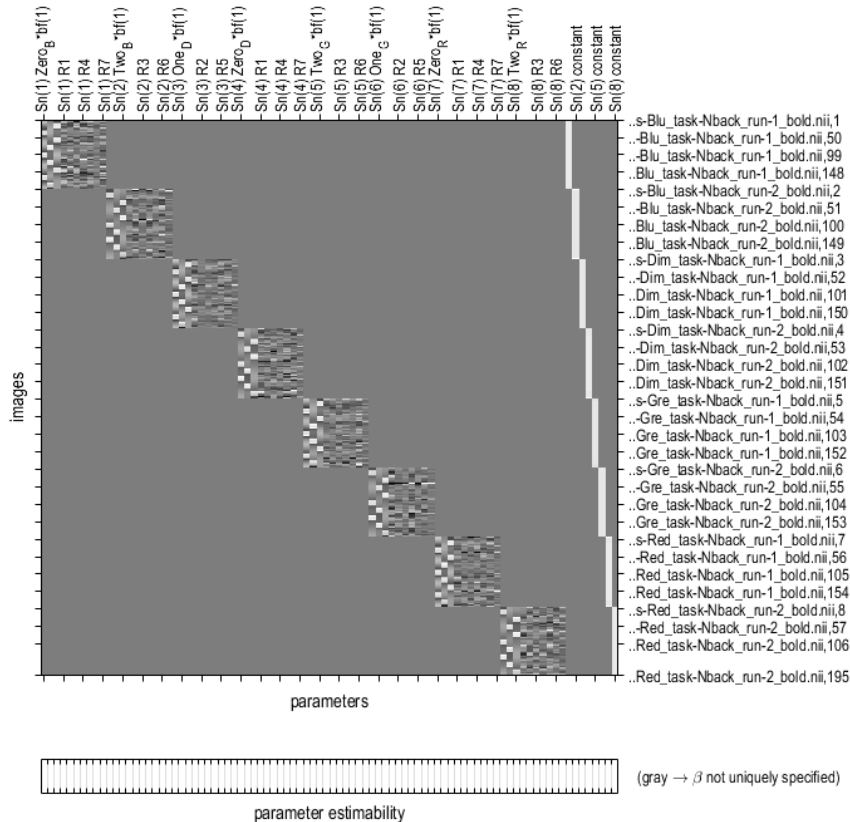


Schemat badania fMRI



Model pierwszego poziomu 4 światła x 2 prezentacje bloku

Statistical analysis: Design

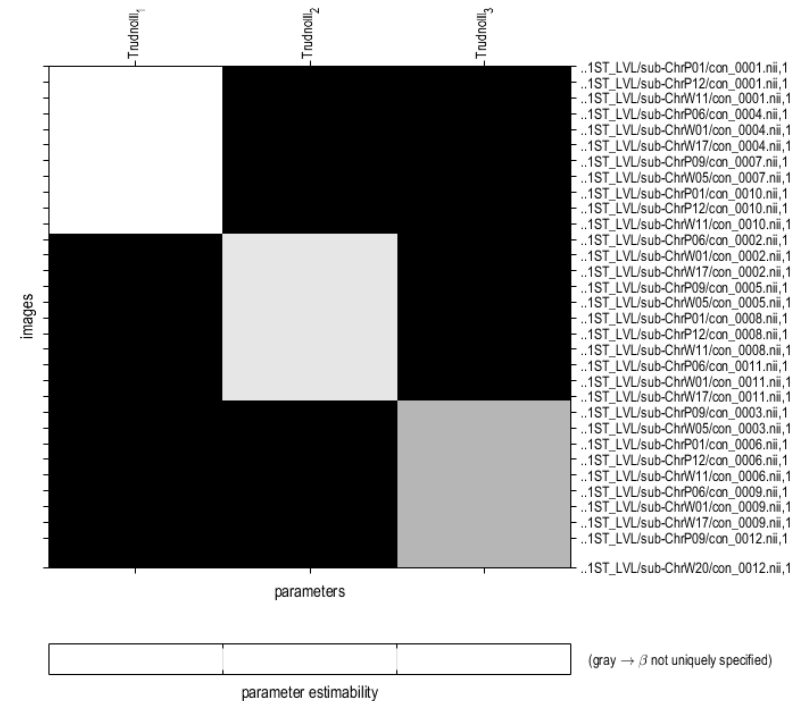


Design description...

Basis functions : hrf
Number of sessions : 8
Trials per session : 3 3 3 3 3 3 3 3
Interscan interval : 2.50 (s)
High pass Filter : [min] Cutoff: 145 (s)
Global calculation : mean voxel value
Grand mean scaling : session specific
Global normalisation : None

Model testowanie trudnosci zadania

Statistical analysis: Design

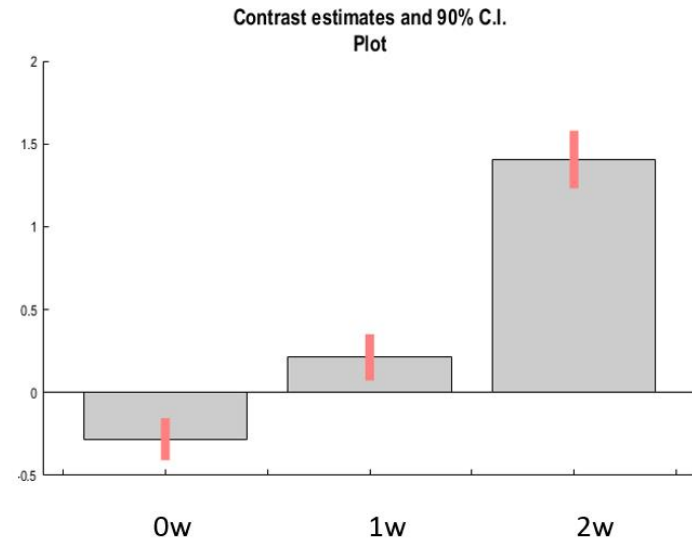
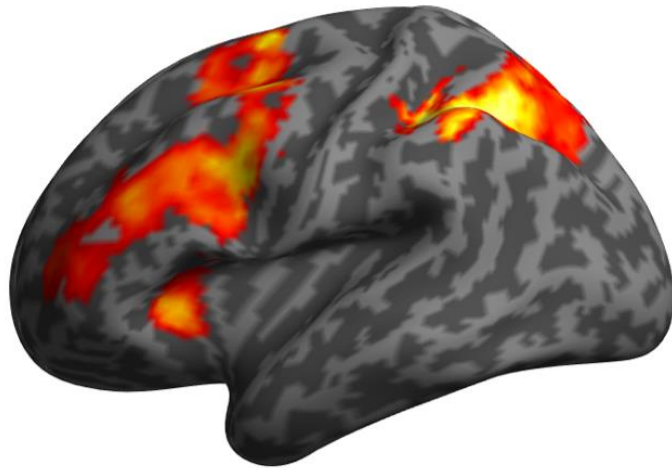


Design description...

Design : Full factorial
Global calculation : omit
Grand mean scaling : <no grand Mean scaling>
Global normalisation : <no global normalisation>
Parameters : 3 condition, +0 covariate, +0 block, +0 nuisance
 3 total, having 3 degrees of freedom
 leaving 285 degrees of freedom from 288 images

Analizy podstawowe wykonano w celu sprawdzenie działania zdania to znaczy efektu trudności. Analizy w modelu ANOVA z trzema poziomami trudności (0w, 1w, 2w) pokazały zgodny z literaturą obraz aktywacji sieci mózgu związanej z obciążeniem pamięci operacyjnej (kora przedczołowa, kora wyspy, klinek/przedklinek).

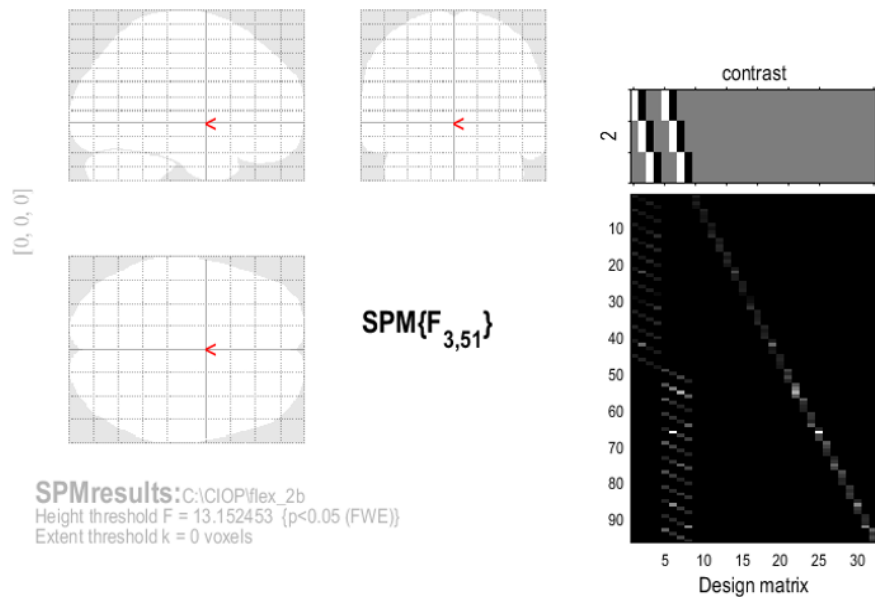
Efekt trudności dla zadania N-wstecz



Wizualizacja sieci mózgu związanej z obciążeniem pamięci operacyjnej oraz wykres reprezentujący poziom aktywacji w zależności od zadania (plot z rejonu kory grzbietowej kory czołowej)

Analizy danych fMRI w schemacie mieszanym (ang. flexible factorial) ze wszystkimi warunkami (grupa 2 poziomy, rodzaj światła 4 poziomy). Analizy nie pokazały istotnych efektów dla koloru oraz interakcji koloru i grupy

Main effect of color

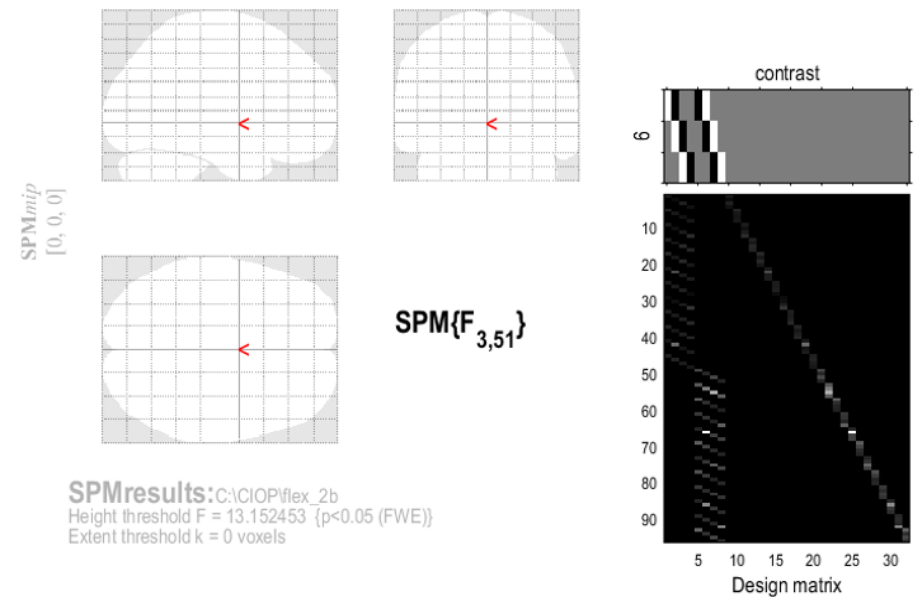


Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			peak-level					mm	mm	mm	
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>q</i> _{FDR-corr}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorr}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>q</i> _{FDR-corr}	<i>F</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorr}			

no suprathreshold clusters

Group x color

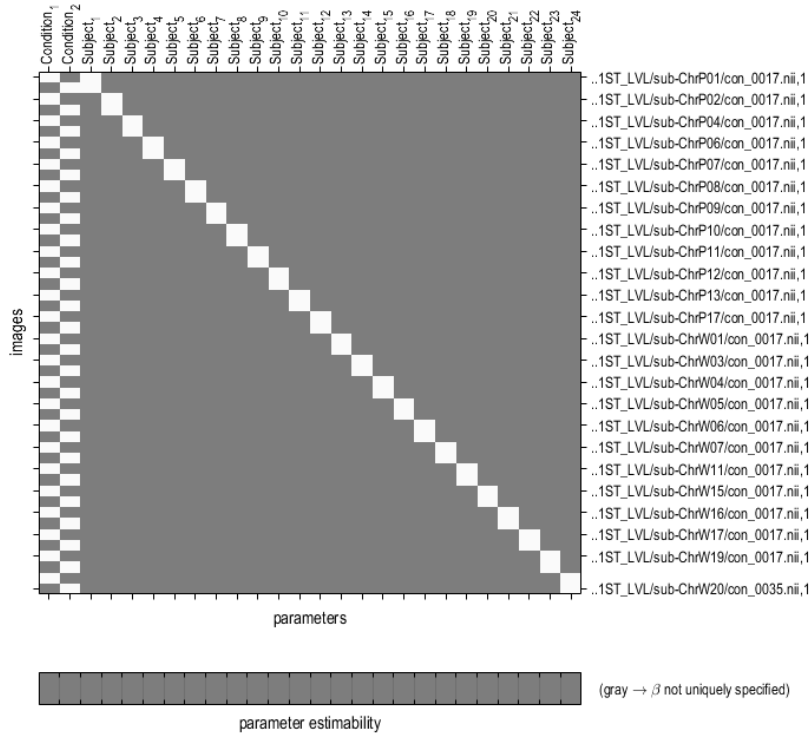


Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level			peak-level					mm	mm	mm	
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>q</i> _{FDR-corr}	<i>k</i> _E	<i>p</i> _{uncorr}	<i>p</i> _{FWE-corr}	<i>q</i> _{FDR-corr}	<i>F</i>	(<i>Z</i> _≡)	<i>p</i> _{uncorr}			

no suprathreshold clusters

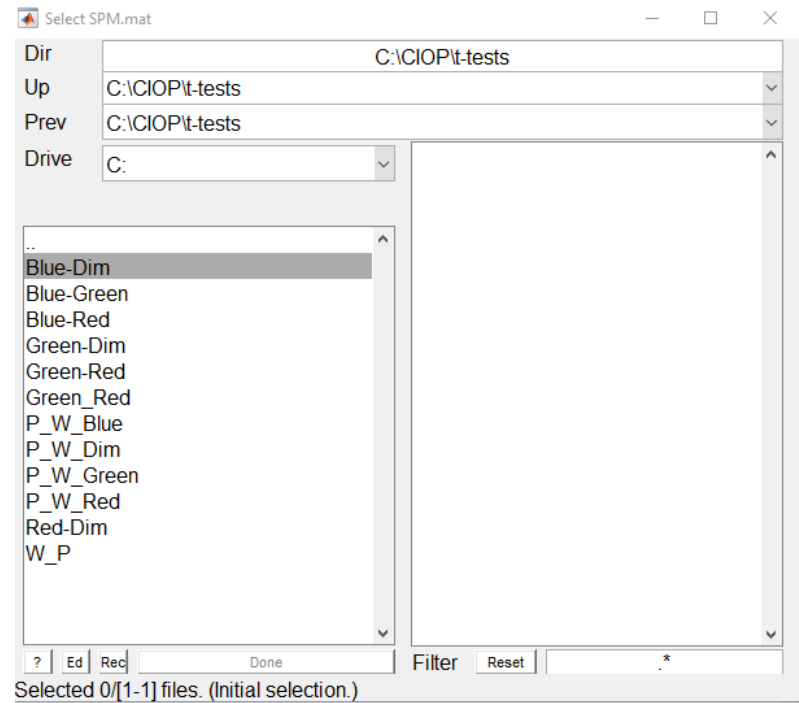
Statistical analysis: Design

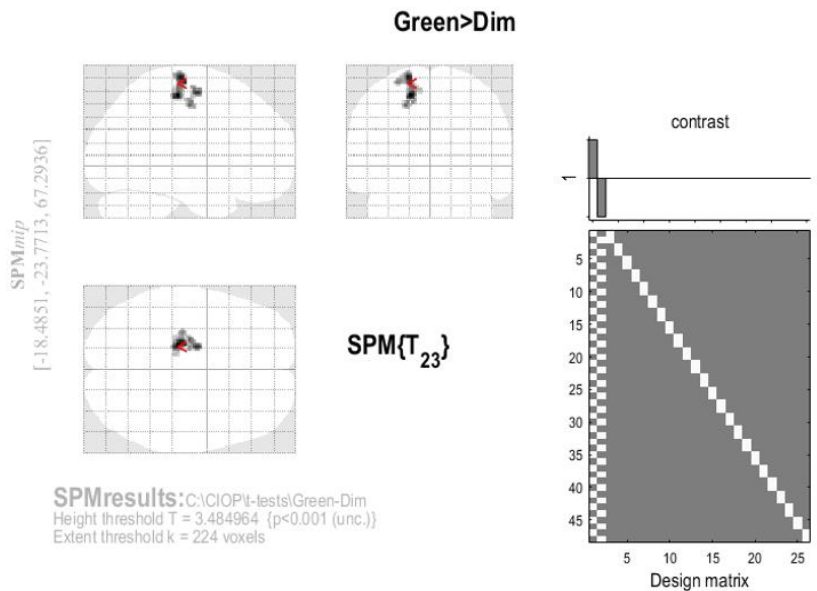
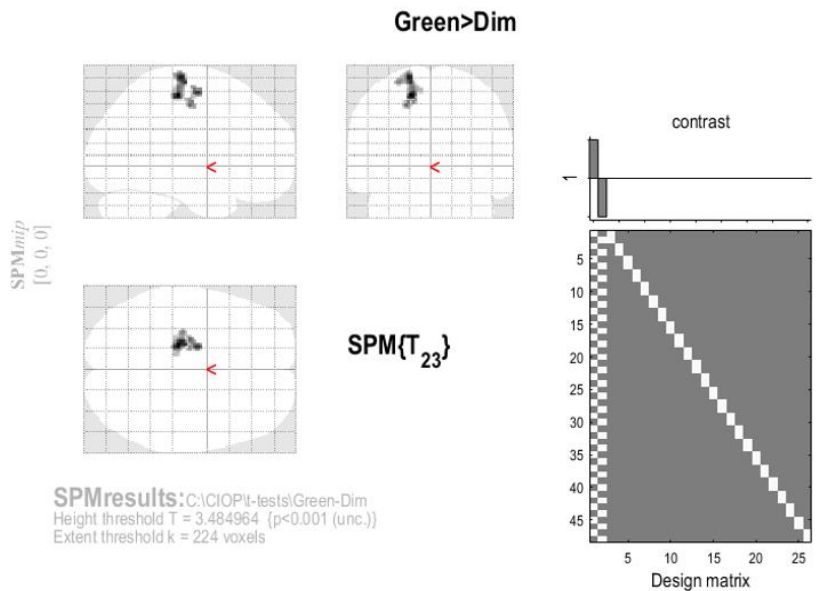


Design description...

Design : Paired t-test
Global calculation : omit
Grand mean scaling : <no grand Mean scaling>
Global normalisation : <no global normalisation>
Parameters : 2 condition, +0 covariate, +24 block, +0 nuisance
 26 total, having 25 degrees of freedom
 leaving 23 degrees of freedom from 48 images

Porównania parami (Paired t-test)
Osobno dla kolorów/grup





Statistics: p-values adjusted for search volume

cluster-level				peak-level					mm mm mm	
$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	k_E	p_{uncorr}	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	T	(Z _{max})	p_{uncorr}		
0.026	0.119	224	0.003	0.612	0.938	4.76	3.93	0.000	-18	-26
				0.757	0.938	4.54	3.80	0.000	-20	-24
				0.837	0.938	4.41	3.72	0.000	-16	-10

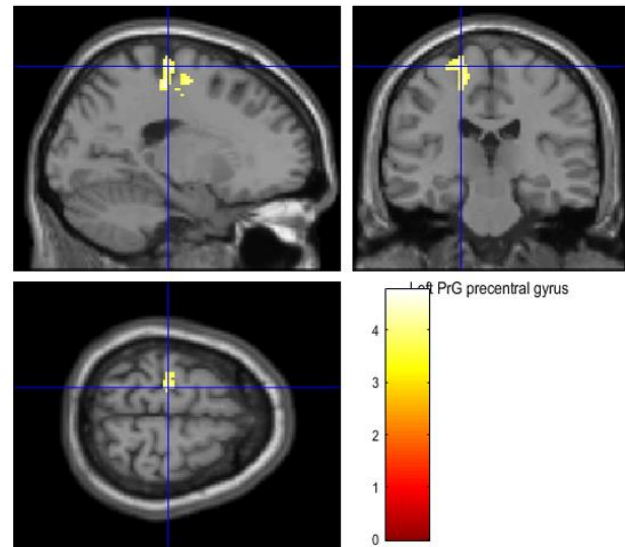
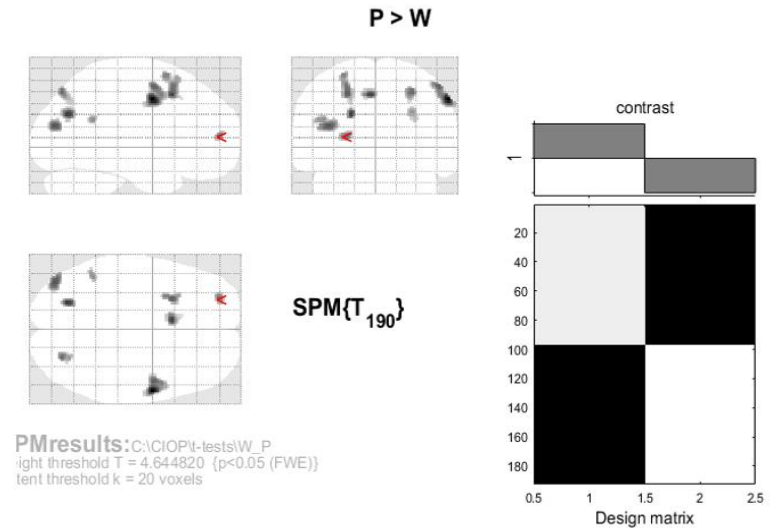
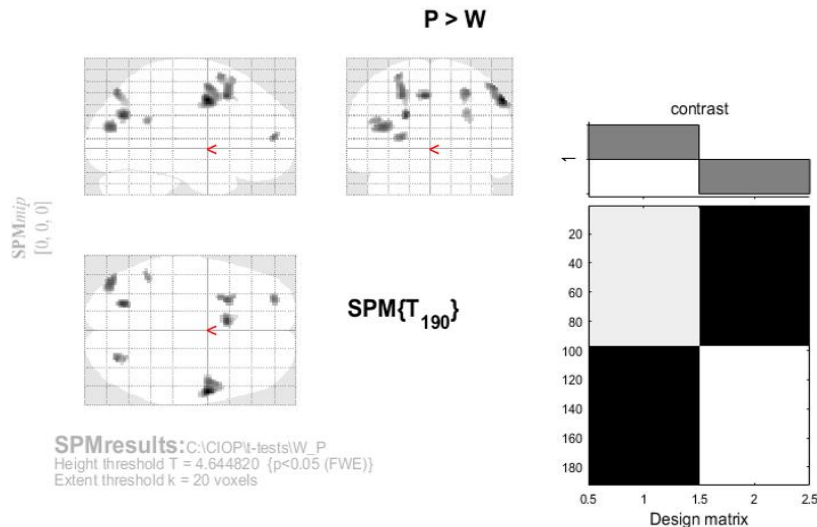


table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 3.48, p = 0.001 (1.000)
Extent threshold: k = 224 voxels, p = 0.003 (0.026)
Expected voxels per cluster, <k> = 21.077
Expected number of clusters, <c> = 0.03
FWEp: 6.282, FDRp: Inf, FWEc: 224, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 23.0]
FWHM = 12.8 12.6 12.3 mm mm mm; 6.4 6.3 6.1 (voxels)
Volume: 1337296 = 167162 voxels = 627.9 resels
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 246.76 voxels)



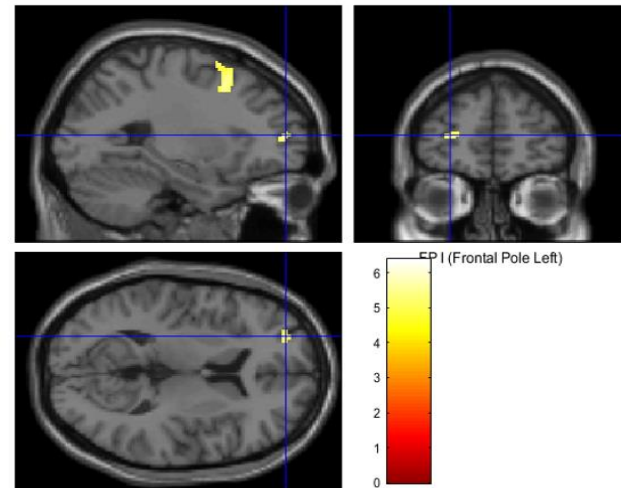
Statistics: p-values adjusted for search volume

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
p	c	p _{FWE-corr}	q _{FDR-corr}	k _E	p _{uncorr}	p _{FWE-corr}	q _{FDR-corr}	T	(Z _{max})	p _{uncorr}			
0.000	10	0.000	0.008	190	0.000	0.000	0.016	6.37	6.06	0.000	58	-2	42
						0.001	0.106	5.58	5.36	0.000	50	-2	54
						0.003	0.159	5.37	5.17	0.000	52	6	46
		0.002	0.145	53	0.035	0.000	0.070	5.83	5.58	0.000	-22	-72	28
		0.001	0.145	57	0.029	0.000	0.070	5.83	5.58	0.000	-6	14	46
		0.000	0.038	102	0.005	0.001	0.106	5.66	5.43	0.000	-40	-82	18
		0.000	0.028	124	0.003	0.001	0.106	5.60	5.38	0.000	-26	14	48
						0.003	0.176	5.32	5.13	0.000	-28	10	64
						0.008	0.286	5.13	4.96	0.000	-28	18	58
		0.002	0.157	47	0.045	0.002	0.130	5.50	5.29	0.000	-28	-76	48
		0.004	0.215	34	0.082	0.002	0.130	5.47	5.26	0.000	-26	52	8
		0.005	0.233	30	0.100	0.005	0.208	5.24	5.06	0.000	-44	-50	24
		0.004	0.215	35	0.078	0.006	0.256	5.17	5.00	0.000	28	-70	30
		0.009	0.362	20	0.172	0.016	0.412	4.95	4.79	0.000	-22	-72	46

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: T = 4.64, p = 0.000 (0.050)
Extent threshold: k = 20 voxels, p = 0.172 (0.009)
Expected voxels per cluster, <k> = 11.411
Expected number of clusters, <c> = 0.01
FWEp: 4.645, FDRp: 6.372, FWEc: 1, FDRc: 102

Degrees of freedom = [1.0, 190.0]
FWHM = 14.0 13.9 13.6 mm mm mm; 7.0 6.9 6.8 (voxels)
Volume: 1337296 = 167162 voxels = 467.0 resels
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 331.81 voxels)



Aktywacja dla grupy porannej (P) w bezpośrednim porównaniu do grupy wieczornej (W) bez względu na rodzaj światła. Bezpośrednie analizy pokazały zwiększoną aktywację dla grupy porannej w sieci mózgu obejmującej korę czołową, zakręt przyśrodkowy oraz korę potyliczną

Pushing the Limits: Chronotype and Time of Day Modulate Working Memory-Dependent Cerebral Activity.

Schmidt C¹, Collette F¹, Reichert CF², Maire M², Vandewalle G¹, Peigneux P³, Cajochen C².

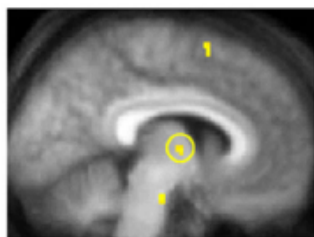
Author information

Abstract

Morning-type individuals experience more difficulties to maintain optimal attentional performance throughout a normal waking day than evening types. However, time-of-day modulations may differ across cognitive domains. Using functional magnetic resonance imaging (fMRI), we investigated how chronotype and time of day interact with working memory at different levels of cognitive load/complexity in a N-back paradigm (N0, N2, and N3 task levels). Extreme morning- and evening-type individuals underwent two fMRI sessions during N-back

performance. At the behavioral level, morning-type individuals exhibited high performance in the evening condition. Our results take into account the impact of time of day and complexity level on performance.

KEYWORDS:



Thalamus
[-12 -10 4]



Middle frontal
[-24 44 10]

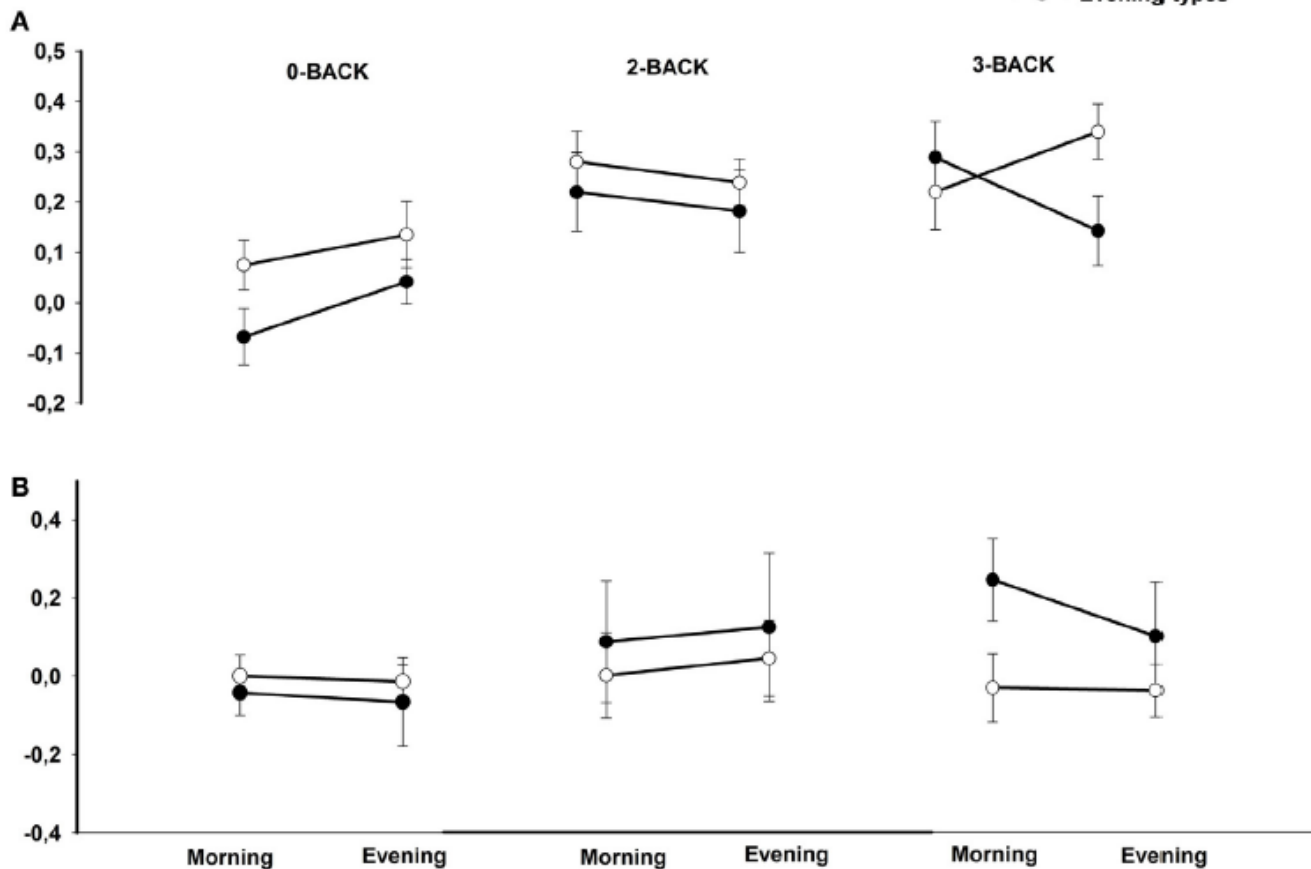
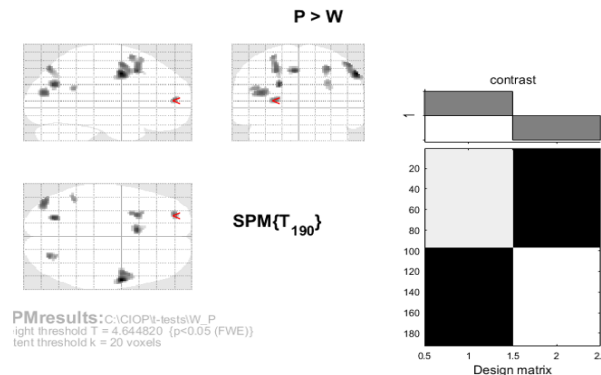
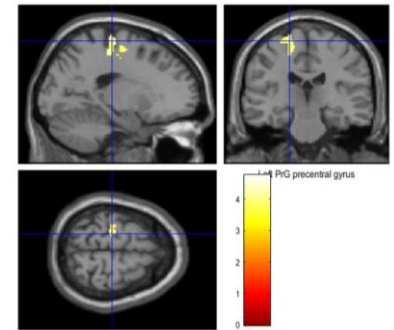
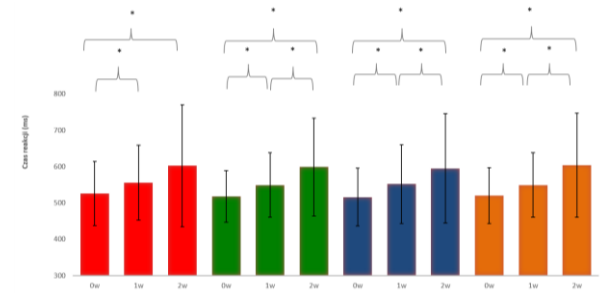
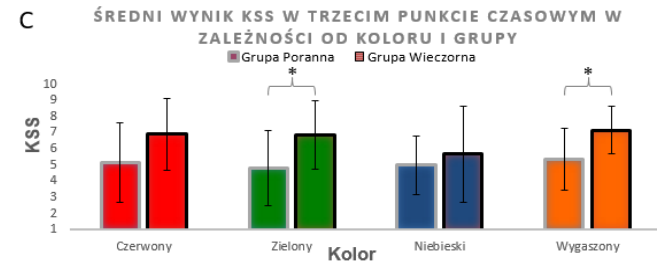


FIGURE 2 | BOLD responses in the thalamus (A) and middle frontal gyrus (B) in morning compared with evening types during subjective morning and evening sessions according to working memory load (N0, N2, N3). Contrasts are displayed at $p < 0.001$, uncorrected threshold, overlaid on the mean normalized structural MR image of the population ($n = 28$). Corresponding parameter estimates are plotted in the right (arbitrary units).

Podsumowanie

- Światło niebieskie oraz czerwone niweluje różnice w zakresie poziomu senności (zielone i wygaszone brak efektów)
- W zadaniu hamowania reakcji nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic w zależności od światła na poziomie behawioralnym oraz neuronalnym
- W zadaniu pamięć operacyjnej N-wtecz nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic pomiędzy kolorami. Istotne efekty dotyczyły głównie różnic w zakresie poziomu trudności. W przypadku koloru czerwonego nie zaobserwowano jednak wszystkich efektów trudności (brak różnic 1w vs 2w)
- Na poziomie neuronalnym istotne różnice zaobserwowano jedynie pomiędzy światłem zielonym a wygaszonym. Wzmoczoną aktywację zaobserwowano w zakręcie przedśrodkowym. Wynik ten może świadczyć o obciążeniu poznawczym wywołanym działaniem światła zielonego
- Najsilniejszy efekt zaobserwowano dla porównania aktywacji mózgu grupy porannej i wieczornej - analizy pokazały zwiększoną aktywację dla grupy porannej w sieci mózgu obejmującej korę czołową, zakręt przyśrodkowy oraz korę potyliczną



Wytyczne

- W nawiązaniu do literatury oraz badań własnych należy przyjąć, że najbardziej optymalną barwą światła do podniesienia (bądź utrzymania) sprawności psychofizycznej pracowników, bez względu na chronotyp, jest światło niebieskie oraz czerwone.
- Światło zielone oraz wygaszone nie jest rekomendowane.
- Aktualne badanie przeprowadzone było jedynie w godzinach porannych, co za tym idzie ogólna rekomendacja stosowania barwy niebieskiej dotyczy zakresu godzin pracy przed południem (godziny 9-12)
- Rekomendacja stosowania niebieskiej barwy światła dotyczy pracy zmianowej, w godzinach przedpołudniowych
- Rekomendacja stosowania barwy czerwonej dotyczy pracy zmianowej, w godzinach wieczornych i nocnych
- Przeprowadzone badanie ukierunkowane były badanie różnic między skrajnymi chronotypami, w zakresie wpływu barwy światła na sprawność psychofizyczną. Stwierdzono, że w godzinach porannych osoby o porannym chronotypie wykazywały większą sprawność psychofizyczną po ekspozycji na barwę niebieską, niż osoby o chronotypie wieczornym, pomimo przesunięcia 2 godzinnego między czasem ich badania.
- Zgodnie z literaturą osoby poranne deklarowały większy poziom czujności. Rekomendowane są jednak dodatkowe badania grupy porannej i wieczornej w czasie wykonywania zadań wieczorem.
- Dodatkowo, na bazie aktualnych badań należy rekomendować zbieranie informacji na temat chronotypu pracowników zmianowych i zgodnie z chronotypem różnicować czas ekspozycji na barwę niebieską w godzinach porannych (przesunięcie co najmniej 2 godzinne) oraz wieczorem na barwę czerwoną (wcześniej ekspozycja u osób o porannym chronotypie)

Dziękujemy za uwagę

