

## PRACE ORYGINALNE

Agnieszka Fudali-Czyż, Piotr Francuz

### POZNAWCZE UWARUNKOWANIA ZJAWISKA „PUSTEGO PATRZENIA”. BADANIA FRP<sup>1</sup>

#### COGNITIVE DETERMINANTS OF THE „BLANK STARES” PHENOMENON. FRP STUDIES

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Lublin  
Katedra Psychologii Eksperymentalnej  
John Paul II Catholic University of Lublin, Lublin  
Department of Experimental Psychology

**STRESZCZENIE:** *Dotychczasowe badania pokazały, że zadanie dostrzegania – nawet znacznych – zmian może stać się niezwykle trudne, gdy wprowadzaniu tych zmian towarzyszą chwilowe wzrokowe zakłócenia [23]. Caplovitz i in. [3] wykryli szczególny rodzaj tego zjawiska „ślepoty na zmiany”. Określili oni mianem „pustego patrzenia” przypadki, w których ludzie nie dostrzegają zmian w scenie pomimo fiksowania wzroku bezpośrednio na obszarze zmiany. Celem badań prezentowanych w artykule było przetestowanie wpływu pojemności wzrokowej pamięci roboczej i wiedzy ekspertywnej na wielkość zjawiska „pustego patrzenia”. Ponadto porównano zapis aktywności mózgu towarzyszący zjawisku „pustego patrzenia” z przypadkami detekcji zmiany. Przebadano 87 osób za pomocą metody FRP [27], która łączy analizę EEG z okulografią. Do prezentacji bodźców i pomiaru reakcji zastosowano aplikację napisaną w programie E-Prime. Wykazano, że wielkość zjawiska „pustego patrzenia” zależy od pojemności wzrokowej pamięci roboczej i wiedzy ekspertywnej. Wykazano również istotność interakcji tych dwóch czynników. Na podstawie wyników analizy zapisu FRP stwierdzono, że w próbach zakończonych detekcją zmiany wystąpiła znacznie większa amplituda fali lambda – neuronalnego korelatu*

<sup>1</sup> Badania wykonano w ramach grantu MNiSW nr N N106 167437

uwagi – niż w próbach ze zjawiskiem „pustego patrzenia”. Analizy zapisu FRP dają podstawę by przypuszczać, iż zjawisko „pustego patrzenia” związane jest z chwilowym brakiem koordynacji systemu okulomotorycznego i uwagi wzrokowej

**SŁOWA KLUCZOWE:** „ślepoty na zmiany”, uwaga, pojemność wzrokowej pamięci roboczej, wiedza ekspercka, elektroencefalografia, okulografia

**ABSTRACT:** Previous studies have shown that the task of detecting – even significant changes becomes extremely difficult, when their occurrence is accompanied by a brief visual disruptions [23]. Caplovitz et al. [3] revealed special kind of this ‘change blindness’ phenomenon. Cases of not noticing the change in spite of looking directly at the changing area they called ‘blank stares’. Aim of the study presented in this article was to test an influence of visual working memory capacity and expertise knowledge on the size of ‘blank stares’ phenomenon. Moreover, electroencephalographic record, registered during ‘blank stares’, was compared with the case of change detection. There were 87 subjects participating in the study and examined with FRP method (Fixation-Related Brain Potentials et al. [12]), which combined EEG analysis with oculography. E-Prime application was used to present stimuli and measure reactions. The results showed that the size of ‘blank stares’ phenomenon is dependent on the visual working memory capacity and expertise knowledge. There was also significant interaction between these two factors. On grounds of FRP analysis, it was found that there was significantly higher mean amplitude of lambda wave – neural correlate of visual attention – in trials ended with change detection in comparison to those ended with ‘blank stares’ phenomenon. Analysis of FRP recordings give foundation to assume that ‘blank stares’ phenomenon is connected with the temporal lack of coordination of oculomotoric system and visual attention

**KEY WORDS:** change blindness, attention, working memory capacity, expertise knowledge, electroencephalography, eye-tracking

Nurt badań nad tzw. zjawiskiem „ślepoty na zmiany” (change blindness) pokazuje, iż świadomość wzrokowa jest o wiele bardziej ograniczona niż intuicyjnie się przyjmuje [16,21]. Termin „ślepoty na zmiany” stanowi metaforyczne określenie trudności w dostrzeganiu zmian w oglądanej scenie, gdy wprowadzaniu tych zmian towarzyszą chwilowe wzrokowe zakłócenia [23]. Zjawisko to występuje nawet wtedy, gdy zmiany są duże, powtarzające się i oczekiwane [21].

Badania okulograficzne wykazały, że wzrokowe zakłócenia prowadzące do „ślepoty na zmiany” mogą być tożsame z mrugnięciami oczu [17], a także z ruchami sakkadowymi oczu [2,10]. Na przykład w eksperymencie Hendersona i Hollingwortha [10] zastępowano oryginalną wersję naturalnej sceny jej zmienioną wersją podczas

ruchu sakkadowego oczu. Badacze stwierdzili m.in., że prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska „ślepoty na zmiany” zależy od kierunku sakkad. Osoby badane częściej spostrzegały zmiany wprowadzane do oglądanej sceny, wtedy gdy obszar zmiany stanowił cel ruchu sakkadowego oczu, niż gdy w rezultacie ruchu sakkadowego przestawały patrzeć na ten obszar.

Rensink i in. [23] udowodnili, że zjawisko „ślepoty na zmiany” może być wywołane nie tylko przez aktywność systemu okulomotorycznego, ale również przez brak ciągłości percepcji, wywołanej sposobem prezentacji obrazu. Badacze Ci zaproponowali prosty sposób indukowania zjawiska „ślepoty na zmiany” za pomocą tzw. zadania z migotaniem (flicker task). Zadanie to polega na wielokrotnym prezentowaniu sekwencji par obrazów: oryginalnego i zmienionego, które rozdzielone są pustą planszą. Wszystkie bodźce są eksponowane krótkotrwale, co powoduje efekt migotania. Ekspozycja par obrazów prezentowana jest do momentu, gdy badany wykryje zachodzącą między nimi zmianę. W zadaniu tym badani są świadomi, że zmiany wystąpią, jednak często potrzebują wielu powtórzeń, aby je dostrzec.

Caplovitz i in. [3] wykryli szczególny rodzaj zjawiska „ślepoty na zmiany”, który nazwali „pustym patrzeniem” (‘blank stares’). W swoim eksperymencie wykorzystali zadanie z migotaniem [22,24,25]. Badacze pokazywali osobom badanym pary zdjęć naturalnych scen o niejednorodnej tematyce (np. samolot na lotnisku, domek na wsi), które różniły się zawsze jednym elementem (np. w scenie z samolotem zniknął jeden z jego silników). Ekspozycja par zdjęć trwała 1250 ms. Natomiast rozdzielająca je pusta plansza była eksponowana przez 250 ms. Analizując wyniki eksperymentu, wzięto pod uwagę tylko te próby, w których osoby badane rzeczywiście patrzyły na obszar zmiany. Badacze analizowali więc próby, w których wystąpiły pary fiksacji wzroku na obszarze zmiany, zarówno w czasie ekspozycji oryginalnej, jak i zmienionej wersji sceny. Akceptowano tylko te fiksacje wzroku, które trwały co najmniej 200 ms i były zarejestrowane bezpośrednio na obszarze zmiany lub do 0,75 stopnia kąta widzenia wokół obszaru zmiany. Okazało się, iż badani nie zauważali zmian w ponad 40,5% wyselekcjonowanych prób.

Zakłada się, że zjawisko „ślepoty na zmiany” spowodowane jest brakiem alokacji uwagi na obszarze zmiany [22,25,32]. Jednocześnie wielu badaczy twierdzi, iż w sytuacji, gdy osoba może swobodnie poruszać oczami, to ruchom oczu w danym kierunku towarzyszą przesunięcia uwagi [7,9,11,15]. Na przykład Pannasch i in. [18] uważają, iż fiksacje wzroku generowane podczas oglądania scen statycznych, których czas trwania jest dłuższy niż 140-200 ms są już związane z dokładną, uwagową obróbką informacji wzrokowych. Jednak pomimo, że w badaniach Caplovitza i in. [3] został spełniony ten podstawowy warunek szczegółowej analizy obszaru zmiany, to osoby badane nadal często ulegały zjawisku „pustego patrzenia”.

„Puste patrzenie” jako szczególny rodzaj zjawiska „ślepoty na zmiany” nawiązuje do wciąż nierozstrzygniętego problemu relacji „patrzeć – widzieć”, a także relacji między fiksacją wzroku a uwagą wzrokową. Obecnie dyskutowane są w literaturze różne hipotezy dotyczące relacji uwagi i systemu okulomotorycznego. Wright i Ward [31] zaproponowali hipotezę głoszącą, że uwaga i system okulomotoryczny korzystają ze wspólnej puli zasobów mentalnych (interdependent system proposal). Kok [14] zdefiniował zasoby mentalne jako „energetyczny” lub nadzorujący system, który ma za zadanie regulować poszczególne etapy przetwarzania informacji. Istnieją próby

interpretowania wielkości amplitudy potencjałów wywołanych (tj. P100, N100, P300, N400) jako wskaźnika wielkości zasobów przydzielanych na poszczególnych etapach przetwarzania informacji [14].

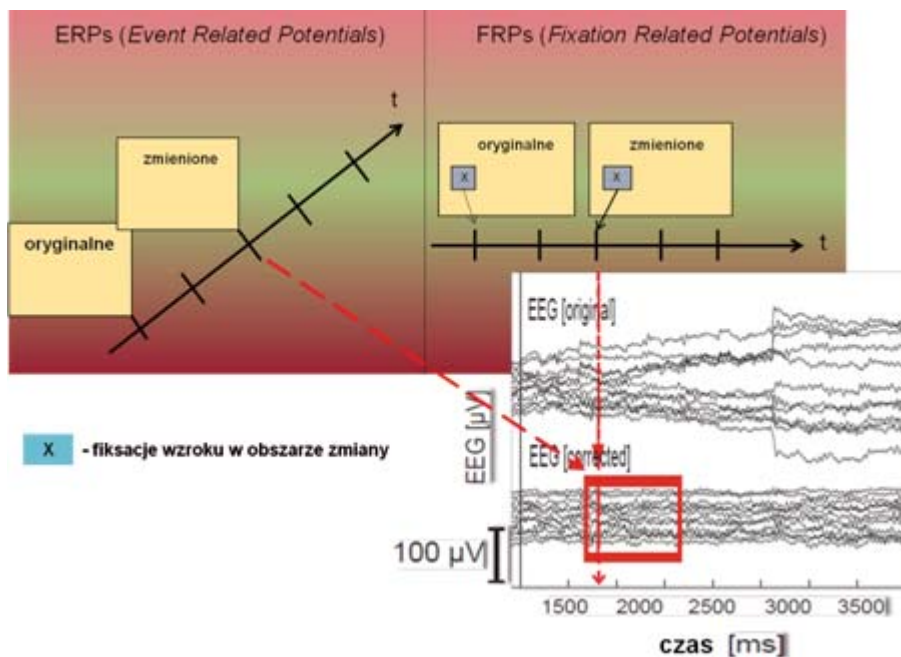
Wydaje się, iż wysoki poziom trudności zadania percepcyjnego może prowadzić do rywalizacji o zasoby mentalne pomiędzy uwagą i systemem okulomotorycznym. Z kolei ta rywalizacja może skutkować chwilowym brakiem koordynacji uwagi i systemu okulomotorycznego, których przejawem jest „puste patrzenie”.

To samo zadanie percepcyjne może być odbierane przez jednych jako łatwe, a przez innych jako bardzo trudne. Caplovitz i in. [3] nie kontrolowali czynników, które mogły znacząco wpłynąć na subiektywny poziom trudności zadania wykrywania zmian, takich jak cechy osób badanych. Generalnie w dotychczasowych badaniach nad zjawiskiem „ślepoty na zmiany” niewiele uwagi poświęcano kwestii różnic indywidualnych [26].

Nie testowano jak dotąd wpływu różnic indywidualnych w zakresie pojemności wzrokowej pamięci roboczej na wielkość zjawiska „pustego patrzenia”. Tymczasem Rensink [21] uważa, że jego badania nad zjawiskiem „ślepoty na zmiany” pokazują, iż uwaga i pamięć robocza to dwa aspekty jednego procesu, gdzie reprezentacje obiektów są przechowywane jako koherentne struktury, ale tylko w warunkach zogniskowanej uwagi. Według Rensinka [21] uwaga pozwala budować reprezentacje obiektów, natomiast pamięć robocza przechowuje je, dając im czasową trwałość. Dzięki temu obiekty zachowują ciągłość w czasie wzrokowego zakłócenia, które nie skutkuje już zjawiskiem „ślepoty na zmiany”, ponieważ dostrzegana jest transformacja obiektu przed zmianą i po niej. We współczesnych teoriach zaciera się granica między uwagą i pamięcią roboczą [6,21]. Conway i Engle [5] uważają, że osoby o wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej charakteryzują się większymi zasobami uwagi niż osoby o niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej. Postawiono więc hipotezę, że osoby o niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej będą częściej doświadczać zjawiska „pustego patrzenia” niż osoby o wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej.

W zadaniu z migotaniem uwaga nie jest automatycznie kierowana na obszar zmiany [21]), a zatem poprawne wykonanie zadania detekcji zmiany powinno opierać się raczej na procesach „góra-dół” niż „dół-góra”. Chen i Zelinsky [4] pokazali, że gdy przesunięcia uwagi kontrolowane są przez procesy „góra-dół”, to skutkują bardziej efektywnym przeszukiwaniem pola wzrokowego niż, gdy zawiadują nimi procesy „dół-góra”. Biorąc pod uwagę kierunek procesów przetwarzania danych sensorycznych, można przypuszczać, że wiedza ekspertywna będzie wpływała na wielkość zjawiska „pustego patrzenia”. Werner i Thies [30] testowali zdolność dostrzegania zmian w scenach przedstawiających rozgrywki amerykańskiego futbolu. Okazało się, że eksperci znacznie szybciej dostrzegali zmiany niż laicy. Wydaje się, że w czasie wykrywania zmian wiedza ekspertywna może odgórnie kierować uwagę na specyficzne elementy sceny, redukując zjawisko „ślepoty na zmiany” [30]. W ramach badań testowano zatem hipotezę, że krytyczne fiksacje wzroku (te wpadające w obszar zmiany) będą rzadziej kończyły się brakiem detekcji zmiany w grupie osób posiadających wiedzę ekspertywną niż u laików. Ponadto oczekiwano, że trening dający specjalistyczną wiedzę zmniejszy wpływ pojemności wzrokowej pamięci roboczej na wielkość zjawiska „pustego patrzenia” w porównaniu do sytuacji bez treningu ekspertywnego.

Celem naukowym badań zaprezentowanych w niniejszym artykule było również przetestowanie różnic w aktywności mózgu, począwszy od rozpoczęcia fiksacji wzroku na obszarze zmiany pomiędzy próbami zakończonymi detekcją zmian i próbami z „pustym patrzeniem”. Realizacja tego celu była możliwa dzięki zastosowaniu metody FRP [12], która łączy badanie EEG z okulografią. Podstawowa różnica w analizie danych za pomocą metody FRP i – bardziej rozpowszechnionej - metody ERP (Event-Related Potentials) sprowadza się do punktu w czasie, względem którego uśrednia się fragmenty zapisu EEG (ryc. 1).



Ryc. 1 (a)ERP-y, uśrednione segmenty EEG względem momentu czasowego ekspozycji bodźca, (b) FRP-y, uśrednione segmenty EEG względem fiksacji wzroku w obszarze zmiany (przykładowe fiksacje wzroku zaznaczono krzyżykami).

Fig. 1 (a) ERPs, averaged EEG segments at the time-point of stimulus presentation, (b) FRPs, averaged EEG segments at the time-point at which the changing region was fixating (exemplary eye – fixations indicated by crosses).

W przypadku metody ERP uśrednia się zapisy EEG w oknie czasowym rozpoczynającym się od początku ekspozycji bodźca (np. zmienionej wersji sceny). Natomiast w przypadku metody FRP tym punktem w czasie jest moment fiksacji wzroku w regionie zainteresowania (np. w obszarze zmiany podczas ekspozycji zmienionej wersji sceny).

Dotychczas przeprowadzono wiele badań nad zjawiskiem „ślepoty na zmiany” za pomocą metody ERP [8,13,19]. W metodzie ERP wiarygodność danych zależy w dużym stopniu od wyeliminowania artefaktów związanych z ruchami oczu. Z tego względu osoby proszone są – przez cały czas trwania badania – o utrzymywanie

nieruchomo wzroku na centralnie położonym punkcie fiksacji. Metoda ERP nie umożliwia, więc porównania amplitudy uśrednionych odpowiedzi EEG pomiędzy próbami z „pustymi” i „efektywnymi” spojrzeniami przy spontanicznym patrzeniu. Sytuacja wymuszonego utrzymywania fiksacji wzroku w jednym miejscu – w przypadku metody ERP – prowadzi do przeniesienia uwagi poza miejsce fiksacji, gdy cel znajduje się w obszarze okołocentralnym. Takie warunki zadania mogą zmniejszać naturalną korelację występującą między miejscem fiksacji wzroku i uwagą wzrokową.

Uśrednienie aktywności mózgu w oknie czasowym, rozpoczynającym się od momentu fiksacji wzroku na interesującym bodźcu, pozwala uzyskać specyficzne komponenty mózgowie nazywane FRP-ami [33]. Zapisy FRP, podobnie jak zapisy ERP, zmieniają się pod wpływem czynników psychologicznych [34]. Fala lambda jest jedną z najbardziej znanych odpowiedzi FRP. To pozytywny komponent mózgu rejestrowany z tylnych elektrod, który pojawia się ok. 100 ms po rozpoczęciu fiksacji wzroku na bodźcu [28,35]. Wyniki eksperymentów przeprowadzonych przez Yagi'ego in. [35] oraz Takedę i in. [28] wskazują na to, że amplituda fali lambda jest pozytywnie skorelowana z koncentracją uwagi na zadaniu. W ramach badań postawiono więc hipotezę, że wystąpi większa amplituda fali lambda w czasie fiksowania wzroku na obszarze zmiany, gdy zmiana zostanie dostrzeżona niż, gdy wystąpi zjawisko „pustego patrzenia”.

## METODA

### **Osoby badane**

Na podstawie badania selekcyjnego, w którym wzięło udział 300 osób, wybrano do badania właściwego dwie grupy osób, o wysokiej i niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej, które liczyły łącznie 87 osób. Rozpiętość wieku osób badanych wyniosła 19 - 28 lat ( $M = 20,69$ ,  $SD = 1,91$ ). Połowa wyselekcjonowanych wcześniej osób ( $N = 44$ ) poddana została autorskiemu treningowi, który dawał im wiedzę ekspercką z zakresu zasad BHP (tab. 1).

W pierwszej części analizy statystycznej nie uwzględniono danych dotyczących 10 osób badanych. Było to spowodowane trudnościami technicznymi (problemy z kalibracją oczu lub zapisem danych). Zatem ostatecznie analizy przeprowadzono na danych pochodzących od 77 osób (37 kobiet i 40 mężczyzn) o rozpiętości wieku 19-26 lat.

Do drugiej części analizy statystycznej zaakceptowano wyniki 21 osób badanych o rozpiętości wieku 19-23 lat. Selekcja wyników poszczególnych osób do analiz FRP była dwuetapowa. W pierwszym etapie wyselekcjonowano do analiz 33 osoby z 77 osób, u których zjawisko „pustego patrzenia” wystąpiło w połowie lub ponad połowie par zdjęć. W drugim etapie dokonano ostatecznej selekcji wyników do analiz FRP, po wstępnej analizie artefaktów. Analiza ta wskazywała, ile segmentów powstałych po uśrednieniu zapisu FRP należałoby odrzucić. W rezultacie zaakceptowano wyniki 21 osób, w przypadku których analiza artefaktów wskazała trzydziestoprocentowy poziom odrzutu segmentów w analizowanych kategoriach wydarzeń: „puste patrzenie” vs. detekcja zmiany.

Tab. 1. Poszczególne grupy eksperymentalne wyróżnione na podstawie poziomów zmiennych niezależnych głównych wraz z liczbą osób badanych oraz średnimi i odchyleniami standardowymi wieku respondentów

Tab. 1. Experimental groups distinguished with regard to the levels of the main independent variables including the number of subjects and the means and standard deviations of respondents age

Pojemność pamięci roboczej	Wysoka				Niska			
	Kobiety		Mężczyźni		Kobiety		Mężczyźni	
Płeć								
Ekspertywna wiedza	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	Nie
Numer grupy eksperymentalne	1	2	3	4	5	6	7	8
N osób	11	10	11	11	11	11	11	11
M wieku	19,55	19,88	20,91	20,45	20,08	20,09	20,36	20,37
SD wieku	1,21	1,65	2,77	2,03	1,98	1,76	1,96	1,57

### Aparatura i narzędzia badawcze

Aparaturę badawczą w badaniach selekcyjnych i w trakcie treningu ekspertywnego stanowiło sześć komputerów z monitorami LCD o rozdzielczości 1024 na 768 pikseli oraz programowalnymi klawiaturami ze zmiennym układem przycisków. Do badania pojemności wzrokowej pamięci roboczej wykorzystano komputerową wersję testu OSPAN (Automated Symmetry Span Task ver. 2.0). Natomiast trening ekspertywny został napisany w programie komputerowym E-Prime ver. 2.0.

Badania miały charakter indywidualny. Podczas testowania uwarunkowań wielkości zjawiska „pustego patrzenia” wykorzystano następującą aparaturę badawczą: 1. okulograf (SMI iView X Hi Speed), 2. elektroencefalograf, wykorzystany do badań jako metoda ERP (model Geodesic EEG system 300 firmy EGI zaopatrzony w HydroCel Geodesic Sensor Net:128 – elektrodowy czepki EEG i w Net Amps 300), 3. cztery komputery (jeden do prezentacji bodźców i zapisu danych o efektywności wykonywania zadania, drugi do zapisu danych o ruchach oczu, trzeci do rejestracji danych o przebiegu aktywności mózgu i czwarty zawierający program synchronizujący w czasie systemy okulografu i elektroencefalografu), 4. cztery monitory LCD (monitor do prezentacji bodźców eksperymentalnych miał 17 cali i rozdzielczość 1280 na 1024 pikseli) oraz 5. trzy zwykłe klawiatury wraz z trzema myszkami i jeden specjalny panel odpowiedzi (wchodzący w skład wyposażenia elektroencefalografu).

W ramach adoptowanej metody FRP<sup>2</sup> zostały zsynchronizowane trzy programy: program do ekspozycji bodźców (E - Prime ver. 2.0), program zbierający informacje o ruchach oczu (iView X w okulografie) oraz program zapisujący aktywność mózgu (Net - Station w elektroencefalografie). Dzięki temu program iView X otwierał w okulografie region zainteresowania jednocześnie z ekspozycją zdjęcia przez program

<sup>2</sup> Metoda FRP została adoptowana przez Pawła Augustynowicza, specjalistę naukowo-technicznego laboratorium Psycho-Neuro-Fizjologicznego przy Katedrze Psychologii Eksperymentalnej KUL, w oparciu o aparaturę pomiarową dostępną w laboratorium.

E-Prime ver. 2.0. Ponadto za każdym razem, gdy osoba badana fiksowała wzrok w regionie zainteresowania (czyli w obszarze zmiany), informacja o tym wysyłana była do programu Net-Station w elektroencefalografii, jako znacznik na linii czasu zapisu aktywności mózgu. Dokładne zsynchronizowanie w czasie poszczególnych składowych metody pomiaru ustalono w szeregu testów i w badaniu pilotażowym za pomocą metody FRP, które dały satysfakcjonujące wyniki.

Region zainteresowania (AOI, Area Of Interest) obejmował obszar zdjęcia zajmowany przez ulegający zmianie obiekt powiększony o 2 stopnie kątowe pola widzenia wokół tego obiektu. Na rycinie nr 2 zaprezentowano przykładowe zdjęcie z utworzonym regionem zainteresowania. Region zainteresowania był zawsze taki sam dla oryginalnej i zmienionej wersji danej pary zdjęć.



Ryc. 2. Przykład oryginalnej wersji zdjęcia z zaznaczonym regionem zainteresowania, zawierającym obszar zmiany (w zmienionej wersji tego zdjęcia dentystka nie ma okularów ochronnych).

Fig. 2. An example of the original version of the picture with marked region of interest, containing an area of change (in the modified version of this picture dentist does not have protective glasses).

Do przygotowania bodźców eksperymentalnych wykorzystano program Adobe Photoshop CS3. W programie Excel (2007) scalono ze sobą dane z programu BeGaze, który umożliwia wizualizację oraz obróbkę zapisu ruchu oczu, wraz z danymi z programu E-Prime (które zawierały poprawności i czasy wykonania zadania detekcji zmian). Dodatkowo w programie Excel (2007) obrabiano dane z programu Net-Station, zawierające informacje o tym, czy w danym bloku eksperymentalnym wystąpiły fiksacje wzroku w obszarze zmiany wraz z informacjami o detekcji/ braku detekcji zmian. Następnie te dane i dane o aktywności mózgu, pochodzące z pro-



gramu Net-Station, eksportowano do programu MATLAB o rozszerzeniu EEGLAB/ERPLAB. Analizy statystyczne wykonano za pomocą pakietów STATISTICA ver. 8.0 oraz SPSS ver. 11.5.

## **Zmienne**

Do pierwszej części analizy wyników badań wprowadzono dwie zmienne niezależne główne, międzygrupowe: pojemność wzrokowej pamięci roboczej (zmienną selekcyjną) i wiedzę ekspertywną (zmienną manipulacyjną).

Selekcjonując osoby do grup o niskiej i wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej, brano pod uwagę wynik ogólny uzyskany w komputerowej wersji testu OSPAN (Ospan Total). Za dolną i górną granicę podziału do grup o wysokiej i niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej przyjęto średni wynik ogólny plus/minus jedno odchylenie standardowe ( $M \pm 1 SD$ ). Badanie selekcyjne ujawniło występowanie istotnych różnic pomiędzy kobietami ( $M = 23,43, SD = 7,17$ ) i mężczyznami ( $M = 27,71, SD = 6,19$ ) pod względem pojemności wzrokowej pamięci roboczej ( $t(265) = -5,22, p = 0,001, d = 0,65$ ). Z tego względu wykonano selekcję grup o wysokiej i niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej oddzielnie dla kobiet i mężczyzn. Ze względu na wykryte różnice międzypłciowe pod względem pojemności wzrokowej pamięci roboczej zdecydowano się włączyć zmienną: „płeć” do analizy danych.

Zmienną niezależną – „wiedza ekspertywna” manipulowano za pomocą treningu, który wyposażał połowę osób badanych w specjalistyczną wiedzę z zakresu zasad BHP dla gabinetów dentystycznych.

W pierwszej części analizy wyników zmienną zależną była wielkość zjawiska „pustego patrzenia”. Miarą wielkości zjawiska była liczba bloków eksperymentalnych (par zdjęć), w których osoby co najmniej jeden raz fiksowały wzrok na obszarze zmiany (podczas ekspozycji oryginalnej i zmienionej wersji zdjęcia) jednak nie dostrzegły zmiany.

W drugiej części analizy danych (analizie danych FRP) wzięto pod uwagę trzy zmienne niezależne główne, wewnątrzgrupowe: 1. kategoria wydarzenia: „puste patrzenie” vs. detekcja zmiany, 2. półkula: lewa vs. prawa i 3. obszar mózgu: polityczny vs. ciemieniowy vs. skroniowy vs. centralny vs. czołowy.

Zmienną zależną w drugiej części analizy danych była amplituda zapisu FRP w oknie czasowym 0-180 ms, którego punktem zero był moment rozpoczęcia fiksacji wzroku na obszarze zmiany (odpowiadające oknu czasowemu występowania fali lambda).

## **Bodźce**

Dobór bodźców eksperymentalnych (zdjęć naturalnych scen) podyktowany był potrzebą wprowadzania zmian modyfikujących znaczenie scen, ze względu na manipulowanie zmienną niezależną „wiedza ekspertywna”. Zdecydowano się na ujednoczenie tematyczne bodźców. Wybrano specjalistyczną dziedzinę wiedzy, a mianowicie zasady BHP dla gabinetów dentystycznych. Pary zdjęć stanowiły ujęcia gabinetów dentystycznych. Zebrano materiał bodźcowy w postaci 80 par zdjęć. Następnie wyselekcjonowano do badania właściwego 40 par zdjęć o największej sile indukowania zjawiska „pustego patrzenia”. Każda para zdjęć składała się z oryginal-

nego zdjęcia i jego zmienionej wersji. Zmieniona wersja zdjęcia za każdym razem różniła się tylko jednym szczegółem. Wprowadzenie zmiany miało skutkować tym, że zdjęcie w swojej zmienionej wersji stawało się ilustracją łamania jednej z zasad BHP (poprzez albo usunięcie jakiegoś elementu lub też zamianę jednego elementu wyposażenia gabinetu na inny). Na przykład w zmienionej wersji zdjęcia znikał jednorazowy ślinociąg, który zawsze powinien być przy soplawczce (ryc. 3).



Ryc. 3. Przykład oryginalnej i zmienionej wersji zdjęcia (strzałka wskazuje obszar zmiany, która polegała na usunięciu jednorazowego ślinociągu).

Fig. 3. An example of the original and modified versions of the picture (the arrow indicates the area of change, resulting in the removal of disposable saliva ejector).

### **Procedura badań**

Najpierw przeprowadzono badania selekcyjne pod względem pojemności wzrokowej pamięci roboczej. Następnie połowa wyselekcjonowanych osób przeszła trening, dający im specjalistyczną wiedzę z zakresu zasad BHP dla gabinetów dentystycznych. W ostatnim etapie przeprowadzono indywidualne badania za pomocą metody FRP. Wszystkie badania przeprowadzono w Laboratorium Psycho-Neuro-Fizjologicznym przy Katedrze Psychologii Eksperymentalnej KUL.

Fazę badania selekcyjnego przeprowadzono za pomocą komputerowej wersji testu OSPAN (Automated Symmetry Span Task ver. 2.0), opracowanej przez Engle'a i współpracowników [1]. Komputerowa wersja testu OSPAN ma dobrą wewnętrzną spójność ( $\alpha = 0,78$ ) i wysoką rzetelność typu test-retest (0,83). Ponadto metoda ta koreluje wysoko z innymi testami do pomiaru pojemności wzrokowej pamięci roboczej [29].

Trening eksperywny z zakresu zasad BHP trwał od 25 do 45 min, w zależności od indywidualnego tempa uczenia się. Przed rozpoczęciem treningu informowano osoby, iż wiedza, którą dzięki niemu zdobędą będzie im potrzebna do efektywnego wykonania właściwej fazy badań. Trening bazował na zdjęciach i składał się z dwóch części. Pierwsza, wstępna część treningu pozwalała osobom uzyskać informacje o wyposażeniu gabinetu dentystycznego wraz z niezbędną terminologią. Druga część treningu była jego częścią właściwą. W części właściwej treningu każda z zasad BHP zilustrowana była dwoma zdjęciami. Jedno z tych zdjęć było ilustracją przestrzegania zasad BHP, a drugie ich łamania (ryc. 4). Osoby miały za zadanie zapoznać się uważnie z treścią kolejnych zasad i z ich ilustracjami, przełączając kolejne slajdy za

pomocą klawiatury.

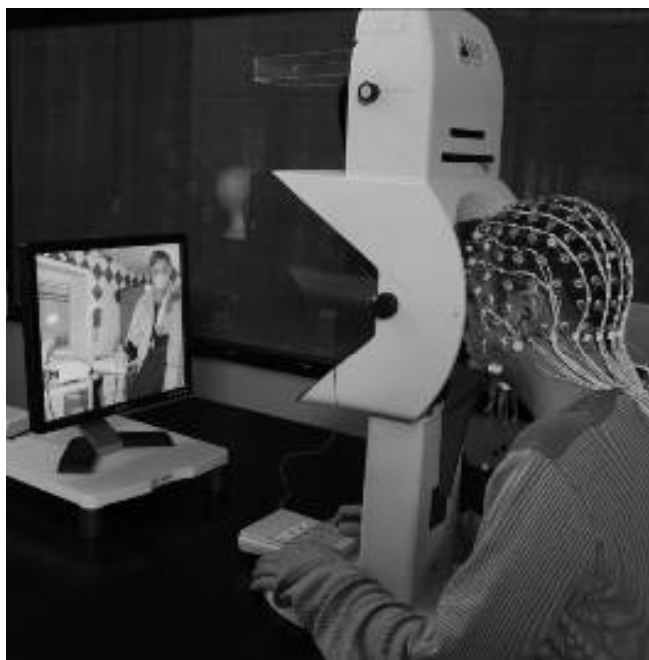


Ryc. 4. Przykład slajdu z II części treningu, który zawiera jedną z zasad BHP dla gabinetów dentystycznych oraz dwa zdjęcia: zdjęcie po prawej stronie jest ilustracją przestrzegania zasad BHP, a zdjęcie po lewej obrazuje łamanie tych zasad (tu: na pozycji nr 1 jest łopatką, a powinno być lusterko)

Fig. 4. An example of the slide from the second part of training, which includes one of the principles of health and safety for dental offices and two images: the image on the right is an illustration of the following principles of health and safety, and the these on the left shows these rules breaking (here: at position No. 1 is the dental blade-bone, and should be the dental mirror)

Aby zakończyć trening ekspertywny, osoby musiały zdać pozytywnie test końcowy. Test składał się z 20 pytań dotyczących albo tego, czy na prezentowanym zdjęciu została złamana zasada BHP dla gabinetów dentystycznych, albo proszono o nazwanie przedstawionego na zdjęciu elementu wyposażenia gabinetu. Za każdym razem po udzieleniu odpowiedzi na ekranie pojawiała się informacja zwrotna odnośnie jej poprawności. Aby zdać pozytywnie test, należało odpowiedzieć poprawnie na 85% pytań. Jeżeli osobie badanej nie udało się osiągnąć wymaganego progu poprawności, wówczas powtarzała ona trening, a po nim test z losowym zestawem pytań.

Fazę badań właściwych stanowiły indywidualne sesje FRP, które trwały średnio 90 minut. Dbano o to, aby przed rozpoczęciem eksperymentu badany zapoznał się z procedurą badawczą i aparaturą. Osoba czytała instrukcję wstępną. W dalszej kolejności eksperymentator pokazywał na swoim przykładzie optymalne ustawienie ciała, głowy i rąk przy stole z konsolą okulografu. Następnie dostosowywał odpowiednio fotel i konsolę okulografu do wzrostu badanego (ryc. 5) tak, aby zapewnić badanemu jak największy komfort.

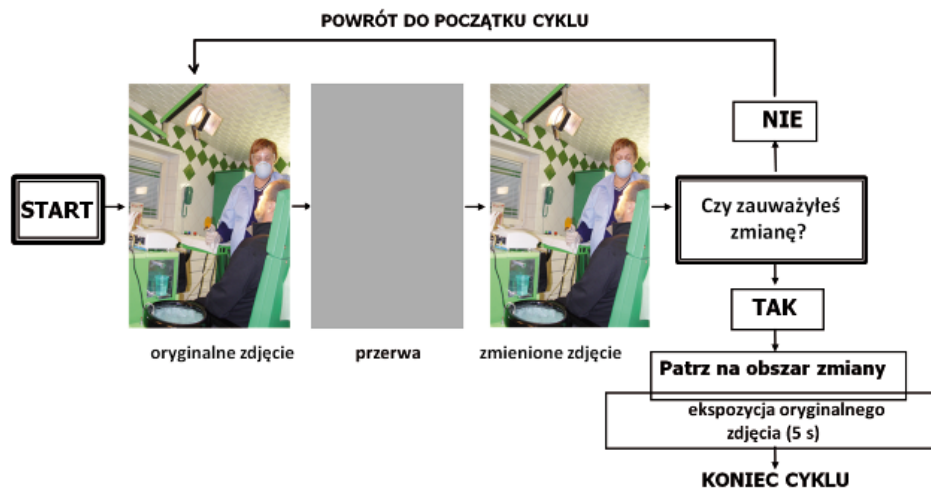


Ryc. 5. Zdjęcie z jednej z indywidualnych sesji FRP.

Fig. 5. Picture of the one of individual FRP sessions.

Eksperyment, polegający na detekcji zmian, składał się z czterech części: treningu i trzech części właściwych, pomiędzy którymi występowały krótkie przerwy. W skład eksperymentu wchodziło łącznie 45 bloków eksperymentalnych, z czego 5 bloków przypadało na trening.

Podczas prezentacji jednej pary zdjęć w jednym bloku eksperymentalnym na ekranie monitora pojawiała się najpierw szara plansza z krzyżykiem w centrum, na którym osoba miała fiksować wzrok przez 1000 ms. Na rycinie nr 6 zilustrowano pozostałe elementy jednego bloku eksperymentalnego, a były to: oryginalna wersja zdjęcia (1250 ms), pusta plansza (250 ms) i zmieniona wersja zdjęcia (dowolny czas oglądania zdjęcia). Każdy blok eksperymentalny stanowił cykl warunkowy, czyli kończył się pod warunkiem, że osoba badana dostrzegła zmianę lub przekroczyła limit powtórzeń (max. 20). Kiedy osoba nacisnęła prawy przycisk, to „informowała program komputerowy”, że dostrzegła zmianę i następowało przerwanie cyklu. Wówczas na ekranie komputera pojawiała się oryginalna wersja zdjęcia i badany wskazywał obszar zmiany poprzez fiksowanie na niego wzrokiem przez 5 s (ryc. 6). Na zakończenie każdej serii osoba badana otrzymywała informację zwrotną w postaci oryginalnej wersji zdjęcia z zaznaczonym obszarem zmiany. Po 15 blokach eksperymentalnych następowała przerwa, po której powtórnie wykonywano kalibrację okulografu.



Ryc. 6. Elementy jednego z bloków eksperymentalnych (z pominięciem szarej planszy z krzyżykiem w centrum).

Fig. 6. The elements of the one of experimental blocks (excluding the gray screen with cross in the center).

## WYNIKI

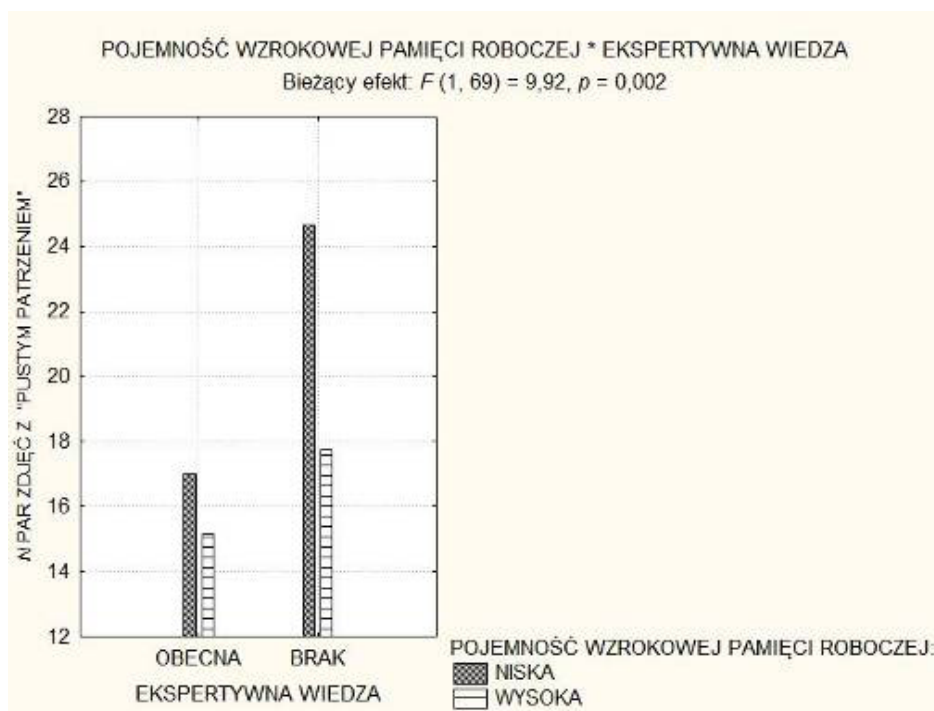
W badanej grupie średnia liczba bloków eksperymentalnych objęta zjawiskiem „pustego patrzenia” wyniosła 18,61 na 40 bloków eksperymentalnych (46,53%). Wielkość zjawiska „pustego patrzenia” w badanej próbie wahała się od 20% (8/40 par zdjęć) do 82,5% (33/40 par zdjęć), przy czym u 33 osób (42,86%) testowane zjawisko wystąpiło w minimum 50% bloków eksperymentalnych.

W celu przetestowania wpływu pojemności wzrokowej pamięci roboczej i wiedzy ekspertywnej na wielkość zjawiska „pustego patrzenia” u kobiet i mężczyzn, zastosowano 3-czynnikową ANOVA („pojemność wzrokowej pamięci roboczej” x „wiedza ekspertywna” x „płeć”).

Analizy wykazały istotność trzech efektów głównych: „pojemność wzrokowej pamięci roboczej” ( $F_{(1,69)} = 29,91, p = 0,001, \eta^2 = 0,30$ ), „wiedza ekspertywna” ( $F_{(1,69)} = 40,54, p = 0,001, \eta^2 = 0,37$ ) oraz „płeć” ( $F_{(1,69)} = 13,84, p = 0,001, \eta^2 = 0,17$ ). Osoby o niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej częściej nie dostrzegały zmiany, pomimo fiksowania wzroku na obszarze zmiany ( $M = 20,90, SD = 5,48$ ), w porównaniu do osób o wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej ( $M = 16,26, SD = 3,86$ ). Ponadto odnotowano istotne zmniejszenie się liczby „pustych spojrzeń” u osób, które przed badaniem przeszły trening wyposażający je w specjalistyczną wiedzę z zakresu tematyki prezentowanych scen ( $M = 15,92, SD = 4,02$ ) w porównaniu do osób, które nie przeszły tego treningu ( $M = 21,37, SD = 4,99$ ). Zjawisko „pustego patrzenia” wystąpiło z większą siłą u kobiet ( $M = 20,30, SD = 5,26$ ) niż u mężczyzn ( $M = 17,05, SD = 4,82$ ).

Analizy wykazały też istotność interakcji: „pojemność wzrokowej pamięci roboczej” x „wiedza ekspertywna” ( $F_{(1,69)} = 9,92, p = 0,002, \eta^2 = 0,13$ , zob. ryc. 7). Tylko w grupie laików wystąpiły istotne różnice pomiędzy osobami o niskiej ( $M = 24,65$ ,

$SD = 4,02$ ) i wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej ( $M = 17,71$ ,  $SD = 3,08$ ) pod względem wielkości zjawiska „pustego patrzenia” ( $p = 0,001$ ). Natomiast w grupie „ekspertów” nie stwierdzono istotnego wpływu pojemności wzrokowej pamięci roboczej na wielkość zjawiska „ślepoty na zmiany”, które występowało pomimo fiksowania wzroku na obszarze zmiany ( $p = 0,104$ ).



Ryc. 7. Rysunek prezentuje wpływ wiedzy ekspertywnej na istotne zmniejszenie się różnicy pomiędzy osobami o niskiej i wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej, biorąc pod uwagę liczbę (N) par zdjęć ze zjawiskiem „pustego patrzenia”.

Fig. 7. The figure shows an influence of the expertise knowledge on a significant reduction in the difference between people with low and high visual working memory capacity, taking into account the number (N) of pairs of pictures with the „blank stares” phenomenon.

Druga część analizy danych służyła weryfikacji hipotezy o występowaniu większej amplitudy fali lambda – neuronalnego korelatu uwagi [28,36] – w próbach zakończonych detekcją zmiany w porównaniu do prób z „pustym patrzeniem”. Analizowano zapis FRP, który uzyskano po uśrednieniu równych segmentów wyciętych z zapisu EEG względem początku fiksacji wzroku na obszarze zmiany. Okno czasowe, z którego analizowano amplitudę fali lambda wyznaczono, opierając się na przeglądzie literatury dotyczącej badań za pomocą metody FRP [36]. Uwzględniono też wzrokową analizę uśrednionego zapisu EEG dla całej grupy badanej (grand average) i dla poszczególnych osób. Wybrano okno czasowe 80-180 ms, biorąc za punkt „zero” moment rozpoczęcia fiksacji wzroku na obszarze zmiany (i tzw. baseline od -100 ms do punktu „zero”). Ograniczono się do testowania średniej amplitudy (mean amplitude) fali lambda, ponieważ w badaniach nad detekcją zmiany również

skupiano się na tej charakterystyce aktywności mózgu. Pourtois i in. [19] uzyskali istotne statystycznie różnice pomiędzy próbami, w których dostrzeżono zmianę, a próbami zakończonymi brakiem detekcji zmiany, tylko odnośnie do średniej amplitudy poszczególnych komponentów, a nie ich latencji.

Do analiz FRP wybierano te bloki eksperymentalne, w których wystąpiła detekcja zmiany. Sygnał EEG został przefiltrowany za pomocą: Butterworth Zero Phase, dolno - przepustowego (0,01 Hz), góro-przepustowego (30 Hz, 12 dB/oct) oraz Notch filter (50 Hz). Następnie przeprowadzono analizę artefaktów okulomotorycznych. Analiza ta wykazała na maksymalnie 30% odrzut segmentów w poszczególnych kategoriach wydarzeń. Potem zastosowano procedurę do korekcji artefaktów ICA (Independent Component Analysis) i skorygowano zapis EEG usuwając komponenty ICA odpowiadające zidentyfikowanym artefaktom okulomotorycznym. Segmenty uśredniano oddzielnie dla każdej osoby badanej, której wyniki zaakceptowano do analizy FRP. Po ostatecznym odrzuceniu segmentów ze względu na artefakty, pozostało do uśrednienia średnio 22,67 segmentów ( $SD = 2,53$ ; rozpiętość: 20-29)<sup>3</sup>. Segmenty uśredniano względem centralnie położonej elektrody referencyjnej.

W celu przetestowania hipotezy o występowaniu większej amplitudy fali lambda w próbach zakończonych detekcją zmiany w porównaniu do prób z „pustym patrzeniem” wykonano analizy statystyczne za pomocą ANOVA z powtarzanym pomiarem. W analizach uwzględniono wyniki testów wielowymiarowych. Wykorzystano do analiz test, który uważany jest za najbardziej odporną statystykę na naruszenie założeń testu wielowymiarowego, czyli Ślad Pillai'a (statystyka  $V$ ). Andrzej Stanisław [27] zaleca obliczanie wielowymiarowych statystyk dla powtarzanych pomiarów, które nie wymagają spełnienia założenia symetrii połączonej i sferyczności i z tego też względu są coraz częściej stosowane do testowania istotności jednowymiarowych czynników powtarzanych pomiarów.

Przeprowadzono analizy zapisu FRP, który zarejestrowano podczas ekspozycji zmienionych wersji zdjęć. Brano pod uwagę trzy zmienne wewnątrzgrupowe: kategoria wydarzenia (detekcja zmiany x zjawisko „pustego patrzenia”), półkula (lewa x prawa), obszar mózgu (potyliczny x ciemieniowy x skroniowy x centralny x czołowy).

Analiza wyników pokazała istotność trzech efektów głównych: „kategoria wydarzenia” ( $V = 0,64$ ,  $F_{(1, 20)} = 35,64$ ,  $p < 0,001$ ), „obszar mózgu” ( $V = 0,96$ ,  $F_{(4, 17)} = 99,23$ ,  $p < 0,001$ ) i „półkula” ( $V = 0,52$ ,  $F_{(1, 20)} = 21,35$ ,  $p < 0,001$ ).

Po wprowadzeniu zmiany, amplituda zapisu FRP była istotnie większa dla prób zakończonych detekcją zmiany ( $M = 2,38 \mu V$ ,  $SD = 0,18 \mu V$ ) niż dla prób z „pustym patrzeniem” ( $M = 0,88 \mu V$ ,  $SD = 0,32 \mu V$ ).

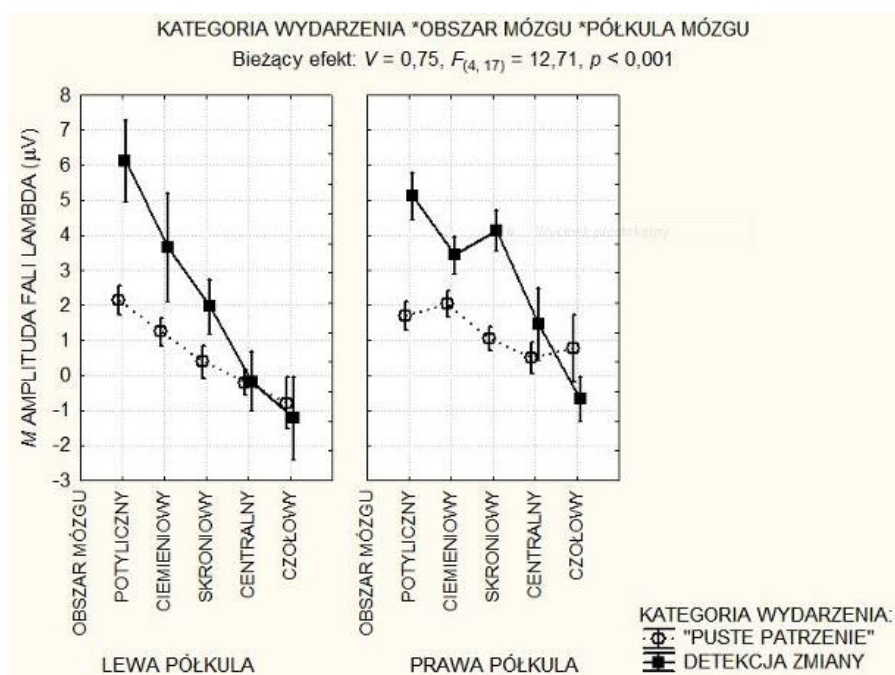
Ponadto wystąpiły istotne różnice odnośnie średniej amplitudy zapisu FRP w oknie czasowym 80-180 ms od rozpoczęcia fiksacji wzroku na obszarze zmiany zarejestrowanym przez elektrody usytuowane nad poszczególnymi obszarami mózgu ( $p = 0,001$ ). Amplituda zapisu FRP malała w następującej kolejności: 1. potyliczny ( $M = 2,89 \mu V$ ,  $SD = 0,19$ ) > 2. ciemieniowy ( $M = 2,25 \mu V$ ,  $SD = 0,19$ ) > 3. skroniowy ( $M = 1,44 \mu V$ ,  $SD = 0,16$ ) > 4. centralny ( $M = 0,29 \mu V$ ,  $SD = 0,19$ ) > 5.

<sup>3</sup> Stosunkowo mała liczba segmentów wiązała się ze specyfiką zadania wykrywania zmian w naturalnych scenach przy swobodnych ruchach oczu. Osoba badana nie знаła położenia obszaru zmiany, więc jej fiksacje wzroku były rozproszone pomiędzy wszystkie obiekty w scenie. Natomiast wybierano do analizy jedynie bloki eksperymentalne, w których wystąpiły fiksacje wzroku w obszarze zmiany zarówno w czasie ekspozycji oryginalnej, jak i zmienionej sceny.



czołowy ( $M = -0,81 \mu V$ ,  $SD = 0,32$ ). Większa amplituda fali lambda zarejestrowana została z elektrod położonych nad prawą półkulą mózgu ( $M = 1,61 \mu V$ ,  $SD = 0,14$ ) w porównaniu do lewej półkuli mózgu ( $M = 0,82 \mu V$ ,  $SD = 0,23$ ;  $p = 0,001$ ).

Druga część analizy danych wykazała dodatkowo istotność trzech interakcji: „kategoria wydarzenia” x „obszar mózgu” ( $V = 0,87$ ,  $F_{(4,17)} = 29,71$ ,  $p < 0,001$ ), „obszar mózgu” x „półkula” ( $V = 0,95$ ,  $F_{(4,17)} = 87,37$ ,  $p < 0,001$ ) oraz „kategoria wydarzenia” x „obszar mózgu” x „półkula” ( $V = 0,75$ ,  $F_{(4,17)} = 12,71$ ,  $p < 0,001$ , zob. ryc. 8). Przeprowadzono analizę średniej amplitudy zapisu FRP w oknie czasowym 80-180 ms, biorąc pod uwagę usytuowanie poszczególnych elektrod, oddzielnie dla trzech kategorii wydarzeń („obszar mózgu” x „kategoria wydarzenia”). Zarówno w przypadku prób z detekcją zmiany, jak i prób z „pustym patrzeniem” wystąpiła istotnie bardziej pozytywna średnia amplituda zapisu FRP dla elektrod usytuowanych nad tylnymi obszarami mózgu w porównaniu z przednimi obszarami mózgu ( $p = 0,030$ ).



Ryc. 8. Rysunek pokazuje wpływ kategorii wydarzenia („puste patrzenie” vs. detekcja zmiany) i położenia elektrod (obszar mózgu x półkula) na średnią amplitudę fali lambda odnotowaną w czasie prezentacji zmienionych wersji zdjęć.

Fig. 8. The figure shows an influence of the category of events („blank stares” vs. change detection) and the localization of electrodes (brain area x hemispheres) on the mean amplitude of lambda wave recorded during the presentation of modified version of pictures.

Czas pojawienia się komponentu, jego ładunek i lokalizacja odpowiadały charakterystyce fali lambda. Największe różnice w średniej amplitudzie fali lambda, jeżeli chodzi o próby zakończone „pustym patrzeniem” i detekcją zmiany wystąpiły w zapisie FRP zarejestrowanym z potylicznych elektrod zlokalizowanych nad lewą półkulą mózgu ( $p = 0,001$ ).



Po wprowadzeniu zmiany odnotowano znacznie większą średnią amplitudę fali lambda dla przypadków dostrzeżenia zmiany ( $M = 6,11 \mu V$ ,  $SD = 0,34$ ) w porównaniu do przypadków ze zjawiskiem „pustego patrzenia” ( $M = 2,14 \mu V$ ,  $SD = 0,26$ ; ryc. 8).

## DYSKUSJA

Wyniki badań Caplovitza i in. (2008) ujawniły występowanie szczególnego rodzaju zjawiska „ślepoty na zmiany”, tzw. „pustego patrzenia”, w którym ludzie nie dostrzegają zmian w scenie pomimo fiksowania wzroku bezpośrednio na obszarze zmiany. Celem badań przedstawionych w niniejszym artykule była weryfikacja hipotez dotyczących uwarunkowań zjawiska „pustego patrzenia”. Realizacja tego celu była możliwa, dzięki zastosowaniu metody FRP. Metoda FRP pozwala na uśrednienie fragmentów zapisu EEG względem fiksacji wzroku na obszarze zmiany.

Indywidualne sesje eksperymentalne za pomocą metody FRP były poprzedzone badaniami grupowymi, które służyły: 1) wyselekcjonowaniu do badań właściwych dwóch grupy osób: o wysokiej i niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej, 2) wyposażeniu połowy wyselekcjonowanych osób w wiedzę eksperytwną.

Przeprowadzone badania pozwoliły potwierdzić hipotezę o znaczeniu różnic indywidualnych w zakresie pojemności wzrokowej pamięci roboczej i wiedzy eksperytwniej dla wielkości zjawiska „pustego patrzenia”. Ponadto zweryfikowano hipotezę odnośnie do różnic w przebiegu aktywności mózgu – począwszy od rozpoczęcia fiksacji wzroku na obszarze zmiany – prowadzącej do wykrycia zmiany i „pustego patrzenia”.

W badaniach za pomocą metody FRP wykryto, że osoby o wysokiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej oraz osoby po treningu eksperytwnym, patrząc na obszar zmiany częściej ją dostrzegają niż osoby o niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej i laicy.

Ponadto okazało się, że wiedza odnośnie znaczenia sceny skutecznie redukuje wpływ pojemności wzrokowej pamięci roboczej na wielkość zjawiska „pustego patrzenia”. U osób o niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej, które zostały poddane treningowi eksperytwnemu w porównaniu do tych, które nie zostały poddane treningowi odnotowano znacznie mniej przypadków „pustego patrzenia”. Pojemność wzrokowej pamięci roboczej jest względnie trwałą cechą. Wyniki niniejszych badań pokazały, jednak że osoby o niskiej pojemności wzrokowej pamięci roboczej mogą osiągnąć podobną skuteczność w wykrywaniu zmian, gdy przejdą odpowiedni trening. Trening taki zalecany byłby, więc dla grup zawodowych, od których wymaga się wysokiej sprawności w zakresie spostrzegawczości, takich jak piloci, pracownicy wież kontrolnych lotów, zawodowi kierowcy, czy policjanci.

W zadaniu z migotaniem, w którym uwaga nie jest automatycznie kierowana na obszar zmiany wiedza eksperytwna może powodować, że proces detekcji zmiany jest bardziej efektywny, ponieważ uwaga jest częściej kierowana przez cel (procesy „górną-dół”) niż przez bodziec (procesy „dół-góra”). Ponadto według Chena i Zelinsky'ego (2006) wiedza eksperytwna sprawia, że obiekty sceny grupowane są w swoiste całości (chunk of information). Dzięki grupowaniu elementów sceny możliwe jest zwalnianie części ograniczonej pojemności magazynu wzrokowej pamięci roboczej

w porównaniu do sytuacji braku grupowania informacji wzrokowych. Prawdopodobnie poprzez grupowanie elementów sceny, osoby posiadające specjalistyczną wiedzę mogą operować w pamięci roboczej większą ilością informacji wzrokowych niż laicy. Na przykład w eksperymencie Reingolda i in. [20] zawodowi szachiści znacznie częściej wykrywali zmiany niż nowicjusze. Działo się tak tylko wtedy, gdy sceny przedstawiały szachownice zawierające znane układy poszczególnych figur. Ekspertywność nie miała już istotnego znaczenia, gdy prezentowano badanym losowy układ szachów.

Dzięki zastosowanej w badaniach metodzie FRP możliwe było przetestowanie relacji uwagi i fiksacji wzroku podczas detekcji zmian od strony aktywności mózgu. Wyniki badań potwierdziły postawioną hipotezę. Okazało się, że większa amplituda fali lambda towarzyszyła fiksacjom wzroku na obszarze zmiany, gdy prowadziły one do detekcji zmiany niż, gdy prowadziły one do zjawiska „pustego patrzenia”. Według eksperymentatorów prowadzących badania za pomocą metody FRP, wzrost amplitudy fali lambda odzwierciedla wzrost poziomu uwagi skupianej na danym obszarze sceny podczas fiksacji wzroku [28,35]. Wyniki analiz FRP dają podstawę do postawienia hipotezy, zgodnie z którą zjawisko „pustego patrzenia” związane jest z chwilowym brakiem koordynacji fiksacji wzroku i uwagi wzrokowej.

### **Piśmiennictwo**

1. Barch, D. M., Berman, M. G., Engle, R. W., Hurdlebrink, J., Jones, J., Jonides, J., MacDonald, A., Nee, D. E., Redick, T. S., Sponheim, S. R. (2009). CNTRICS Final Task Selection: Working Memory. *Schizophrenia Bulletin*, 35 (1), 136-152.
2. Bridgeman, B., Hendry, D., Stark, L. (1975). Failure to detect displacement of the visual world during saccadic eye movements. *Vision Research*, 15, 719-722.
3. Caplovitz, G. P., Fendrich, R., Hughes, H., C. (2008). Failures to see: Attentive blank stares revealed by change blindness. *Consciousness and Cognition*, 17, 877-886.
4. Chen, X., Zelinsky, G. J. (2006). Real - world visual search is dominated by top - down guidance. *Vision Research* November, 46 (24), 4118-4133.
5. Conway, A. R. A., Engle, R. W. (1996). Individual differences in working memory capacity: More evidence for a general capacity theory. *Memory*, 4, 577-590.
6. Cowan, N. (1995). *Attention and memory: an integrated framework*. Oxford Psychology Series (t. 26). New York. Oxford University Press.
7. Deubel, H., Schneider, W. X. (1996). Saccade Target Selection and Object Recognition: Evidence for a Common Attentional Mechanism. *Vision Research*, 36 (12), 1827-1837.
8. Eimer M., Mazza V. (2005). Electrophysiological correlates of change detection. *Psychophysiology*, 42, 328-342.

9. Findlay, J. M., Gilchrist, I. D. (2003). *Active Vision: The Psychology of Looking and Seeing* (s. 220). Oxford: Oxford University Press.
10. Henderson, J. M., Hollingworth, A. (1999). The role of fixation position in detecting scene changes across saccades. *Psychological Science*, 10, 438-443.
11. Hoffman, J. E., Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movement. *Perception and Psychophysics*, 57 (6), 787-795.
12. Hutzler, F., Broun, M., V6, M., Engl, V., Hofmann, M., Dambacher, M., Leder, H., Jacobs, A. M. (2007). Welcome to the real world: Validating fixation - related brain potentials for ecologically valid settings. *Brain Research*, 1172, 124-129.
13. Kimura, M., Katayama, J., Murohashi, H. (2005). Probability - independent and - dependent ERPs reflecting visual change detection. *Psychophysiology*, 43, 180-189.
14. Kok, A. (1997). Event-Related-Potentials (ERP) reflections of mental resources: A review and synthesis. *Biological Psychology*, 45, 19-56.
15. Kowler, E., Anderson, E., Doshier, B., Blaser, E. (1995). The role of attention in the programming of saccades. *Vision Research*, 35, 1897-1916.
16. Levin, D. T., Momen, N., Drivdahl, S. B., Simons, D. J. (2000). Change blindness blindness: the metacognitive error of overestimating change-detection ability. *Visual Cognition*, 7, 397-412
17. O'Regan, J. K., Deubel, H., Clark, J. J., Rensink, R. A. (2000). Picture changes during blinks: Looking without seeing and seeing without looking. *Visual Cognition*, 7 (1/2/3), 191-211.
18. Pannasch, S., Dornhoefer, S. M., Unema, P. J. A., Zapf, S., Velichkovsky, B. M. (2001). Separating ambient and focal fixations. In *Proceedings of the 11th european conference on eye movements* (s. 22-25). Turku, Finland.
19. Pourtois, G., De Pretto, M., Hauert, C - A., Vuilleumier, P. (2006). Time course of brain activity during change blindness and change awareness: Performance is predicted by neural events before change onset. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 18 (12), 2108-2129.
20. Reingold, E. M., Charness, N., Pomplun, M., Stampe, D. M. (2001). Visual span in expert chess players: Evidence from eye movements. *Psychological Science*, 12 (1), 48-55.
21. Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual Review Psychology*, 53, 245-277.
22. Rensink, R. A., O'Regan, J. K., Clark, J. J. (2000). On the failure to detect changes in scenes across brief interruptions. *Visual Cognition*, 7, 127-145.
23. Rensink, R. A., O'Regan, J. K., Clark, J. J. (1997). To see or not to see: the need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, 8, 368-373.

24. Ro, T., Russell, C., Lavie, N. (2001). Changing faces: a detection advantage in the flicker paradigm. *Psychological Science*, 12, 94-99.
25. Scholl, B. J. (2000). Attenuated change blindness for exogenously attended items in a flicker program. *Visual Cognition*, 7, 377-396.
26. Simons, D. J., Ambinder, M. S. (2005). Change blindness: Theory and consequences, *Current Directions in Psychological Science*, 14 (1), 44-48.
27. Stanisław, A. (2007). *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny (t. 2). Modele liniowe i nie liniowe*. Kraków: StatSoft Polska.
28. Takeda, Y., Sugai, M., Yagi, A. (2001). Eye fixation related potentials in a proof reading task. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 181-186.
29. Unsworth, N., Heitz, R. P. C., Schrock, J. C., Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37 (3), 498-505.
30. Werner, S., Thies, B. (2000). Is „change blindness” attenuated by domain - specific expertise? An expert - novices comparison of change detection in football images. *Visual Cognition*, 7, 163-73.
31. Wright, R. D., Ward, L. M. (2008). *Orienting of Attention*. New York: Oxford University Press.
32. Wright, W. (2006). Visual Stuff and Active Vision. *Philosophical Psychology*, 19 (2), 129-149.
33. Yagi, A. (1979). Saccade size lambda complex in man. *Physiological Psychology*, 7, 370-376.
34. Yagi, A. (1996). Application of eye fixation related potentials in ergonomics, W: C. Ogura, Y. Koga, M. Shimokouchi (red.), *Recent Advances in Event - Related Brain Potential Research*. Elsevier, Tokyo, 586-592.
35. Yagi, A., Imanishi, S., Akashi, Y., Kanaya, S. (1998). Brain potentials associated with eye fixations during visual tasks under different lighting systems. *Ergonomics*, 41, 670-677.
36. Yagi, A., Sakamaki, E., Takeda, Y. (1997). Psychophysiological measurement of attention in a computer graphic task. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Scientific Conference on Work With Display Units*, 203-204.