

Reakcja źrenicy jako wskaźnik przetwarzania informacji podczas wykonywania zadania emocjonalny n-back

Sylwia Herej

email: sylviaherej@gmail.com

Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej

Warszawa, 2013

Praca magisterska napisana pod kierunkiem dr Izabeli Krejtz

Słowa kluczowe: pupilometria, pamięć robocza, n-back, reakcja źrenicy, eye tracker, bodźce afektywne.

Key words: pupil dilation, pupillometry, eye tracking, n-back task, cognitive load, emotional stimuli.

Title: Pupil reaction as an indicator of information procession during emotional nback task

Summary: In this research we used pupil dilation to examine cognitive load and emotional reaction during an emotional n-back task. In this task the subjects are sitting in front of the computer and watching series of visual stimuli. Whenever they saw a stimulus similar to the one presented n-trials before the first stimulus - they pressed a proper key. Words with a clearly defined emotional valence (positive or negative valence) were the stimuli. During the whole task subjects pupil dilation was measured and recorded by eye tracker device. Statistically significant results confirmed our hypothesis. There was significantly more correct answers to the positive than negative stimuli. Pupil diameter was positively correlated with the amount of correct answers given. The pupil size is a relevant indicator of working memory overload and also differentiates reactions to positive and negative stimuli. Pupil dilation proved to be an sensitive measure of increasing cognitive effort.

Na początku chciałabym umieścić kilka słów od siebie.

Pragnę podziękować grupie badawczej

biorącej udział w realizacji grantu „*Age differences in the roles of cognitive and psychophysiological processes in shaping reactions to stress and the use of feedback about stress reaction as a clinical intervention*“.

Bardzo dziękuję moim wszystkim przyjaciołom, którzy wspierali mnie w procesie twórczym, wysłuchiwali moich narzekań i pocieszali, gdy było mi tego trzeba.

Przede wszystkim dziękuję jednak dwóm osobom: mojej jedynej Babci,
która cały czas we mnie wierzyła oraz mojej kochanej Mamie – za nocne telefony, kilka
łez, a także śmiechy i chichy, dobre rady oraz obecność, bez których zapewne moje studia
nie dobiegłyby końca, a niniejsza praca magisterska nigdy by nie powstała.

Streszczenie

W niniejszym badaniu postanowiono wykorzystać pomiar rozszerzenia źrenicy do zbadania przeciążenia pamięci roboczej i reakcji emocjonalnej podczas wykonywania zadania emocjonalny n-back. W zadaniu takim osoba badana siedząc przed monitorem obserwuje serie bodźców wzrokowych. Kiedy tylko zobaczy bodziec podobny do prezentowanego n prób przed bodźcem pierwszym – naciska odpowiedni klawisz. Bodźcami były wyrazy o jasno określonej walencji emocjonalnej (negatywnej i pozytywnej), a podczas badania mierzono rozszerzenie źrenic. Istotnie statystycznie wyniki potwierdziły sformułowane hipotezy. Wielkość źrenicy jest istotnym wskaźnikiem przeciążenia pamięci roboczej, jak i różnicuje reakcje na bodźce o walencji pozytywnej i negatywnej. Obecność dystraktora (którym było słowo mające utrudniać podjęcie decyzji badanemu) oraz emocjonalna walencja eksponowanych słów miały wpływ na poprawność odpowiedzi. Dla słów z warunkiem, w którym obecny był dystraktor poprawność odpowiedzi była niższa niż dla słów, po w warunku z facylitatorem (było to słowo, które miało za zadanie ułatwiać badanemu podjęcie decyzji). Dla słów pozytywnych odnotowano wyższą poprawność niż dla słów negatywnych. Wielkość źrenicy okazała się być dodatnio skorelowana ze stopniem poprawności udzielanych odpowiedzi.

Pupilometria

Wstęp teoretyczny

We współczesnym świecie na co dzień spotykamy się z ogromną liczbą otaczających nas bodźców. Szybkie tempo życia, komunikaty perswazyjne i marketingowe, konieczność podejmowania wielu decyzji na raz, wszystko to jest częścią codzienności. Ludzka świadomość nie jest przystosowana do przetwarzania tak dużej ilości bodźców, dlatego część istotnych informacji przetwarzana jest w sposób nieświadomy, a przykładem występowania procesów nieświadomych jest regulacja ciśnienia krwi (Gerrig i Zimbardo, 2006), praca serca lub reakcja źrenic (Harrison, Singer, Rotshtein, Dolan i Critchley, 2006). Te nieświadome procesy cieszą się zainteresowaniem badaczy i są częstym tematem publikacji. Badanie przeprowadzone w niniejszej pracy magisterskiej dotyczy reakcji źrenicy na proces przetwarzania informacji.

Od 50 lat dynamika badań związanych z pupilometrią systematycznie zwiększa się. Badania poświęcone wpływowi bodźców zarówno zewnętrznych jak i wewnętrznych dowodzą, że ludzkie źrenice to obiekt godny uwagi szerszej grupy badaczy. Pupilometria to dziedzina okulografii, zajmująca się pomiarem szerokości źrenicy, która jest odpowiedzią na bodźce psychofizjologiczne (Granholm, 2004).

Skupiając się na czysto fizjologicznych aspektach rozszerzania źrenic można zaobserwować jej podstawową reakcję, czyli reakcję na światło. Stymulowany jest wtedy układ przywspółczulny. Parzyste jądro nerwu okoruchowego daje początek przedzwojowym włóknom przywspółczulnym, te natomiast zaopatrują ciało rzęskowe i zwieracz mięśnia źrenicy, który powoduje jej aktywny skurcz (w reakcji na światło). Również hamowanie układu przywspółczulnego może spowodować znaczące rozszerzenie źrenicy (Hess, 1972). Procesy powodujące reakcję źrenicy mają swój początek nie tylko w czysto fizjologicznej reakcji na światło - mają miejsce również w przypadku innych bodźców. Hess i Polt (1960) przeprowadzili badanie, w którym dorosłym mężczyznom i kobietom prezentowano zdjęcia nagich dorosłych. Zaobserwowano, że u mężczyzn źrenica rozszerza się bardziej podczas oglądania zdjęć nagich kobiet, a u kobiet gdy oglądają zdjęcia nagich mężczyzn. Badanie to jako pierwsze dowiodło, że źrenica rozszerza się nie tylko w reakcji na światło, ale także w reakcji na pobudzenie (Hess i Polt, 1960, za: Andreassi, 2000).

Reakcja źrenic na bodźce afektywne Emocje towarzyszą ludziom już od ich narodzin. Kilka dni po urodzeniu niemowlęta są wystawione na kontakt ze środowiskiem społecznym, w którym muszą nauczyć się rozróżniać poszczególne emocje, czerpać z tych rozróżnień wnioski i uczyć się (Tronick, 1989).

Geangu, Hauf, Bhardwaj i Bentz (2011) przeprowadzili badanie na niemowlętach w wieku 6 i 12 miesięcy, którym prezentowano 3 typy bodźców: nagranie neutralne (niemowlę oglądało film z twarzą i odgłosami innego dziecka wyrażające neutralne emocje), nagranie negatywne (film przedstawiał dziecko płaczące i złe) oraz nagranie pozytywne (dziecko na filmie uśmiechało się i śmiało). Podczas emisji wideo dzieciom mierzono rozszerzenie źrenicy. Największe i najdłuższe rozszerzenie źrenic zaobserwowano podczas oglądania nagrania negatywnego. Podczas prezentacji filmu pozytywnego również zaobserwowano powiększenie źrenicy (w stosunku do warunku zfilmem neutralnym), ale trwało ono znacznie krócej niż podczas oglądania filmu negatywnego. Wnioskować można, że już w wieku niemowlęcym dzieci odpowiadają pobudzeniem na pozytywne bądź negatywne emocje zaobserwowane u innych osób. Jest to zgodne z twierdzeniami psychologii ewolucyjnej, która zakłada, że negatywne bodźce są dla ludzi istotniejsze i niosą więcej informacji, bardziej motywują do działania świadomego, jak i nieświadomego (Lang, Davis i Ohman, 2000).

Libby i Lace (1973) w ramach badań nad emocjami i ruchem źrenicy donieśli, że nieprzyjemne bodźce wzrokowe mają dużo większy wpływ na rozmiar źrenicy (jej średnica powiększa się), niż bodźce przyjemne. Powyższe badania potwierdzają wpływ emocji na zmianę wielkości źrenicy. Emocje to pierwszy z dwóch czynników, który w psychofizjologiczny sposób wpływa na źrenicę. Równie ważna w kwestii badań z dziedziny pupilometrii jest pamięć robocza i związane z nią przeciążenie poznawcze.

Pamięć robocza

Obciążenie pamięci roboczej poprzez wykonywanie zadań pozwala zaobserwować zmiany w źrenicy. Stopień rozszerzenia źrenicy podczas wykonywania zadań poznawczych jest psychofizjologiczną miarą przetwarzania informacji; im większa jest średnica źrenicy, tym większy wysiłek umysłowy i większe przetwarzanie (Beatty, 1982, za: Verney, Granholm i Marshall, 2004).

Zmiana wielkości źrenicy a obciążenie poznawcze Źrenica reaguje na wiele różnych czynników, które omówione zostały w poprzednich rozdziałach pracy. Zmianę w źrenicy może spowodować między innymi aktywacja mózgu związana z wykonywaniem zadania poznawczego. Badanie n-back jako metoda badania przeciążenia pamięci roboczej N-back to badanie, w którym osoba obserwuje serie bodźców wzrokowych, podejmuje decyzję i odpowiada zawsze wtedy, kiedy prezentowany bodziec jest taki sam, jak bodziec prezentowany n prób wcześniej, gdzie n jest określone wcześniej liczbą całkowitą (zazwyczaj 1, 2 lub 3). Zadanie wymaga bieżącego monitorowania, aktualizowania i manipulowania zapamiętanymi informacjami (Owen i in., 2005).

Najbardziej podstawową wersją badania n-back jest wersja, w której osoba badana siedzi przed monitorem i obserwuje serie bodźców wzrokowych. Kiedy tylko zobaczy ten sam bodziec, który był prezentowany n prób przed bodźcem pierwszym – naciska odpowiedni klawisz.

N-back jest jednym z najczęściej używanych testów do pomiaru pamięci roboczej nie tylko w próbach na osobach zdrowych, ale także klinicznych. Doskonale sprawdza się jako narzędzie diagnostyczne w badaniach nad osobami chorymi na zaburzenia dwubiegunowe (Bertocci i in., 2012),.

W związku z powyższymi przesłankami w badaniu do niniejszej pracy magisterskiej zdecydowano się wykorzystać schemat badania n-back, ponieważ jest on jednym z najczęściej stosowanych narzędzi do pomiaru pamięci roboczej i jej przeciążenia używanym nie tylko w populacji osób zdrowych.

Emocjonalny N-back

Badanie w niniejszej pracy magisterskiej odbywało się w ramach grantu dr Izabeli Krejtz „Age differences in the roles of cognitive and psychophysiological processes in shaping reactions to stress and the use of feedback about stress reaction as a clinical intervention”, który składał się z kilku części, a co za tym idzie wielu pomiarów (i różnorodnych zmiennych), w których uczestniczyły osoby badane. Dlatego wybór wersji 2-back był kompromisem między jak najbardziej rzetelnym zebraniem wyników, a racjonalnym podejściem do planowania skomplikowanego badania.

W niniejszym badaniu informacja emocjonalna została połączona z obciążeniem poznawczym, dlatego wyrazami prezentowanymi w n-backu były wyrazy nacechowane emocjonalnie (pozytywnie bądź negatywnie). Zdecydowano się na takie połączenie, ponieważ dla badaczy ważna była reakcja żrenicy na bodźce emocjonalne, jak i przeciążenie poznawcze.

Hipotezy

Na podstawie opisanych we wstępie teoretycznych badań oraz założeń postawiono następujące hipotezy: H1A. Wystąpienie dystraktora po zaprezentowanym słowie, do którego uczestnik badania ma porównać eksponowany bodziec wpływa na stopień poprawności udzielanych odpowiedzi. H1B. Walencja emocjonalna prezentowanego słowa wpływa na stopień poprawności udzielanych odpowiedzi. H2. Istnieje związek między stopniem poprawności udzielanych odpowiedzi a wielkością żrenicy w momencie procesu decyzyjnego oraz w momencie ekspozycji bodźca. Hipotezy zostały zweryfikowane w poniższym badaniu.

Metoda

Uczestnicy badania

Jak wspomniano już wcześniej, niniejsza praca magisterska była realizowana w ramach grantu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej dr Izabeli Krejtz, pt.: "Age differences in the roles of cognitive and psychophysiological processes in shaping reactions to stress and the use of feedback about stress reaction as a clinical intervention".

W badaniu wzięło udział 134 osoby spośród osób badanych, które wzięły udział w grantcie. Po wstępnej analizie rozkładu kluczowych zmiennych zdecydowano się nie brać pod uwagę wyników 10 osób. Ostatecznie poddano analizom statystycznym rezultaty 123 osób – 47 mężczyzn oraz 76 kobiet, których wiek zawierał się w przedziale od 18 do 60 lat ($M = 33,1$; $SD = 11,16$; $Me = 30$). Osoby badane należały do grupy kontrolnej rekrutowane były za pośrednictwem ogłoszeń w serwisach internetowych, a następnie poddani byli wstępnemu wywiadowi telefonicznemu.

Miał on za zadanie wykluczenie osób, które kiedykolwiek korzystały z pomocy psychologicznej lub psychiatrycznej albo stosowały psychofarmakoterapię, a także tych, którzy przechodzili kiedykolwiek operację oczu lub mają poważną wadę wzroku czy choroby oczu. Badani otrzymywali wynagrodzenie pieniężne za udział w badaniu.

Materiały

Emocjonalny n-back

W badaniu informacja emocjonalna została połączona z obciążeniem poznawczym. Uczestnikom badania na ekranie komputera prezentowana była sekwencja słów. Badani mieli za zadanie wskazać czy słowo wyświetlane aktualnie na ekranie komputera posiada ten sam ładunek emocjonalny (pozytywny bądź negatywny), co słowo wyświetlone 2 wyrazy wcześniej. Rysunek 1 Przykładowa sekwencja słów w zadaniu 2-back. Na powyższym rysunku przedstawiony został przykład następującej sekwencji słów: śmiech, wróg, miłość – miłość ma tę samą, pozytywną wartość emocjonalną, jak słowo dwie próby wcześniej – śmiech. Jeżeli wartość emocjonalna wyświetlanego na ekranie słowa była taka sama, jak wartość słowa wyświetlanego 2 wyrazy wcześniej, badany miał za zadanie wcisnąć na klawiaturze klawisz „1”. Jeżeli natomiast wartość emocjonalna słowa różniła się od tego, które wyświetlone było 2 wyrazy wcześniej, to badany wciskał klawisz z numerem 2”. W procedurze zadania były zawarte 4 warunki:

- Pozytywny – pozytywny – pozytywny, gdzie oba porównywane ze sobą wyrazy były pozytywne, o takim samym ładunku emocjonalnym, a bodziec środkowy pełnił rolę facylitatora - miał za zadanie ułatwiać badanemu podjęcie decyzji (np.: wdzięk, uśmiech, miłość);
- Pozytywny – negatywny – pozytywny, gdzie oba porównywane ze sobą wyrazy były pozytywne, o takim samym ładunku emocjonalnym, a bodziec środkowy pełnił rolę dystraktora – miał za zadanie utrudniać badanemu podjęcie decyzji (np.: miłość, śmierć, przyjaciel);
- Negatywny – negatywny – negatywny, gdzie oba porównywane ze sobą wyrazy były negatywne, o takim samym ładunku emocjonalnym, a bodziec środkowy pełnił rolę facylitatora (np.: śmierć, wróg, smutek);
- Negatywny – pozytywny – negatywny, gdzie oba porównywane ze sobą wyrazy były negatywne, o takim samym ładunku emocjonalnym, a bodziec środkowy pełnił rolę dystraktora (np.: ropień, sukces, napaść).

Zadanie składało się z 4 bloków, w każdym po 24 próby. Każdy blok zawierał następujące elementy:

- Instrukcja (bez limitu czasu);
- Opóźnienie (500ms);
- Bodziec (500ms);
- Opóźnienie – czas na odpowiedź (2500ms).

Eye tracker

Wielkość źrenic była mierzona przy pomocy okulografu firmy SMI RED o próbkowaniu 120 Hz. Przed rozpoczęciem nagrania badany wykonywał 9-cio punktową kalibrację, po czym przechodził do dalszej części badania. Na biurku umieszczony był monitor (parametry) oraz okulograf. W zależności od wad wzroku, wzrostu i jakości kalibracji badani siedzieli w różnej odległości od monitora, wahała się ona między ok. 20 cm a ok. 35 cm. W pomieszczeniu zadbano o to, by natężenie oświetlenia było zawsze takie samo. Przed przystąpieniem do kalibracji osoby badane spędzały w pomieszczeniu około minuty, aby ich źrenica przyzwyczała się do panujących w nim warunków, a jej miara była wiarygodna.

Procedura

Badanie było przeprowadzane indywidualnie. Uczestnicy badania, którzy przeszli procedurę rekrutacyjną byli zapraszani na spotkanie w laboratorium Szkoły Wyższej Psychologii Społecznej w Warszawie, gdzie podpisywali zgodę na udział w badaniu. W zgodzie zawarte były informacje o badaniu i jego przebiegu. Była tam również zamieszczona informacja o wynagrodzeniu, a także o tym, że badanie jest całkowicie anonimowe i może w każdej chwili zostać przerwane przez uczestnika badania. Badanie składało się z 3 części:

- 1) psychofizjologii: przy pomocy komputera badani wykonywali zadania, podczas których mierzono mikropotliwość skóry oraz rejestrowano czynności mięśnia sercowego - za pomocą galwanometru i elektrokardiogramu;
- 2) zadań poznawczych wykonywanych za pomocą komputera;
- 3) zadań z wykorzystaniem okulografu: podczas wykonywania zadań przy pomocy komputera osobom badnym rejestrowano ruchy gałek ocznych i rozszerzenie źrenicy za pomocą okulografu.

W niniejszej pracy analizie poddawane są dane osób z trzeciej części badania.

Emocjonalny n-back

W celu sprawdzenia hipotez przeprowadzono procedurę emocjonalny n-back. Badani siadali przed ekranem komputera, do którego zamocowany był eye tracker. Na początku badany przechodził

kalibrację, a następnie był poproszony o przeczytanie instrukcji, którą badacz dodatkowo tłumaczył na głos. Aby przejść dalej, należało wcisnąć klawisz spacji na klawiaturze. Na początku badany przechodził trening, a następnie jednakowo zbudowane 4 bloki zadania. Uczestnikowi badania na ekranie komputera prezentowana była sekwencja słów. Badany miał za zadanie wskazać czy słowo wyświetlane aktualnie na ekranie komputera posiada ten sam ładunek emocjonalny (pozytywny bądź negatywny), co słowo wyświetlone 2 wyrazy wcześniej. Podczas trwania całej procedury rejestrowano również ruch gałek ocznych badanych za pomocą okulo grafu. Badani wykonywali zadanie w czasie od około 8 do około 15 minut.

Wyniki

Analiza poziomu poprawności odpowiedzi w zadaniu 2-back

Po wstępnej analizie rozkładu zmiennych zdecydowano się nie brać pod uwagę wyników 10 osób. Podjęto taką decyzję na podstawie rozkładu zmiennej dotyczącej wielkości źrenicy oraz wieku osób badanych – odrzucono osoby, których wiek znajdował się powyżej dwóch odchyłeń standardowych od średniej w grupie. Podjęto taki krok, bowiem analiza korelacyjna wykazała, że wiek jest istotnie statystycznie powiązany ze wszystkimi zmiennymi mierzącymi poprawność wykonania zawartego w przeprowadzonym eksperymencie. Jedna z osób została z wykluczona z dalszych analiz ze względu na dysfunkcję oka, która to spowodowała, że jej wyniki znacznie odbiegały od wszystkich pozostałych uczestników badania. Ostatecznie poddano statystycznym analizom rezultaty 123 osób – 47 mężczyzn oraz 76 kobiet, których wiek zawierał się w przedziale od 18 do 60 lat ($M = 33,1$; $SD = 11,16$; $Me = 30$).

W przeprowadzonym eksperymencie zmiennym zależnymi były poprawność udzielanych odpowiedzi oraz wielkość źrenicy uczestników badania. Stopień poprawności odpowiedzi w zależności na wpływ poszczególnych czynników oraz poprawność we wszystkich warunkach zawiera następująca tabela.

Tabela 1. Średnie oraz odchylenia standardowe dla stopnia poprawności udzielanych odpowiedzi

<i>poprawność</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
<i>ogólna</i>	0,44	0,14
<i>słowa pozytywne</i>	0,45	0,17
<i>słowa negatywne</i>	0,47	0,15
<i>z dystraktorem</i>	0,41	0,18
<i>z facylitatorem</i>	0,45	0,21

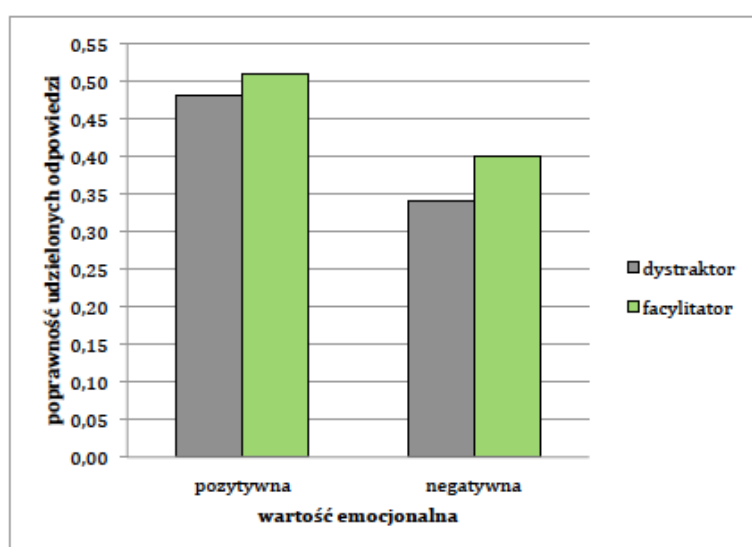
Wielkość źrenicy uczestników badania było mierzona dwukrotnie – w momencie ekspozycji bodźca oraz w momencie podejmowania przez osoby decyzji o reakcji na zaprezentowane słowo.

Hipoteza 1. Obecność dystraktora oraz emocjonalna walencja eksponowanych słów a poprawność odpowiedzi

W celu zweryfikowania pierwszej hipotezy wykonana została analiza wariancji w schemacie z powtarzaniem pomiarem 2 (dystraktor vs facylitator) x 2 (bodziec: pozytywny vs negatywny) poprawności udzielonych odpowiedzi. Zbadano wpływ dwóch czynników na zróżnicowanie otrzymanych rezultatów – obecności dystraktora bądź facylitatora po zaprezentowanym słowie oraz walencji emocjonalnej bodźca. Wykazano istotny statystycznie wpływ pierwszego czynnika na stopień poprawności odpowiedzi, $F(1,122) = 12,09$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,09$. Dla słów, po których wystąpił dystraktor poprawność odpowiedzi była niższa ($M = 0,41$) niż dla słów, po których występował facylitator ($M = 0,46$). Również walencja emocjonalna bodźca okazała się istotnie statystycznie wpływać na poprawność odpowiedzi uczestników badania, $F(1,122) = 63,1$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,34$. Dla słów pozytywnych odnotowano wyższą poprawność ($M = 0,5$) niż dla słów negatywnych ($M = 0,37$). Nie odnotowano natomiast interakcji między analizowanymi czynnikami, $F(1,122) = 1,38$; $p = 0,243$.

Tabela 2. Średni stopień poprawności udzielanych odpowiedzi oraz odchylenia standardowe w zależności od obecności dystraktora oraz walencji emocjonalnej prezentowanych słów

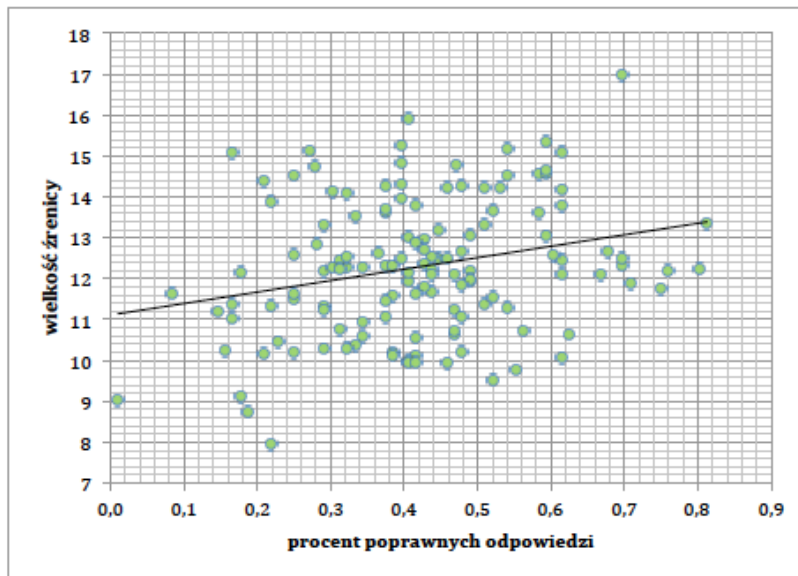
	dystraktor		facylitator	
	M	SD	M	SD
pozytywne	0,48	0,22	0,51	0,23
negatywne	0,34	0,21	0,4	0,25



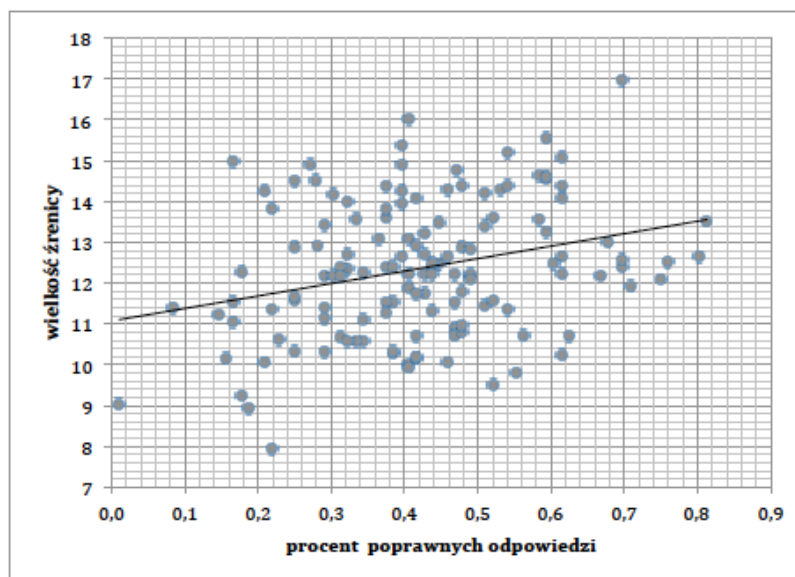
Rysunek 1. Procent poprawnych odpowiedzi w zależności od wartości emocjonalnej prezentowanego słowa oraz wystąpienia dystraktora.

Hipoteza 2. Związek stopnia poprawności udzielanych odpowiedzi z wielkością źrenicy

Wykonana została analiza korelacji r Pearsona, która wykazała, iż na obu etapach zadania – w momencie ekspozycji bodźca oraz w momencie podejmowania decyzji przez uczestników badania wielkość źrenicy jest dodatnio skorelowana ze stopniem poprawności udzielanych odpowiedzi - na pierwszym etapie: $r(123) = 0,21$; $p = 0,019$, a na drugim: $r(123) = 0,24$; $p = 0,008$.



Rysunek 5. Zależność wielkości źrenicy oka oraz poprawności udzielanych odpowiedzi przez uczestników badania w momencie ekspozycji bodźca.



Rysunek 6. Zależność wielkości źrenicy oka oraz poprawności udzielanych odpowiedzi przez uczestników badania w momencie podejmowania decyzji.

Dyskusja wyników

Celem badania było zaobserwowanie zmian w rozszerzeniu źrenicy podczas wykonywania zadania emocjonalny n-back przez osoby badane. Reakcja źrenicy była wskaźnikiem obciążenia pamięci roboczej oraz ekspozycji na bodźce emocjonalne.

Zgodnie z przewidywaniami, dla słów prezentowanych w warunku z dystraktorem poprawność odpowiedzi była niższa, niż dla słów prezentowanych w warunku z facylitatorem. Dystraktor użyty w badaniu, podobnie jak w eksperymencie Verney i in. (2004), utrudniał osobom badanym zadanie, a tym samym obniżał poprawność ich odpowiedzi. Słowo użyte jako facylitator ułatwiało badanym odpowiedź na pytania.

Warunkiem, w którym odpowiedzi były najbardziej poprawne był warunek wystąpienia bodźców w konfiguracji pozytywny-pozytywny-pozytywny (gdzie bodziec pierwszy i ostatni to słowo dotyczące emocji pozytywnej [np.: radość, miłość], a bodziec środkowy to facylitator). Może to świadczyć o najmniejszym przeciążeniu emocjonalnym osób badanych podczas odpowiedzi. Zależność ta dała się zaobserwować także dla wszystkich słów pozytywnych, poprawność odpowiedzi była w ich przypadku istotnie wyższa niż dla słów o walencji negatywnej.

Większa poprawność odpowiedzi przy wystąpieniu bodźców pozytywnych może być związana z teorią psychologii ewolucyjnej, która zakłada, że bodźce negatywne niosą ze sobą więcej informacji, niż bodźce pozytywne (Lang i in., 2000). Bodźce negatywne bardziej niż pozytywne mogą angażować poznawczo osoby badane, zajmować ich zasoby, zawęźać ich uwagę (Olesiński i Marszał, 2009) i utrudniać tym samym poprawność ich odpowiedzi. Okazało się, że najmniejsza poprawność odpowiedzi występuje w warunku bodziec pozytywny-negatywny-pozytywny, ponieważ występujący dystraktor - czyli słowo opisujące emocję negatywną - jest bardziej angażujący, niż dystraktor pozytywny, ponieważ nie powoduje takiej fiksacji badanego. Dla badaczy było również ciekawe czy bardziej obciążające jest podejmowanie przez osobę badaną decyzji czy ekspozycja samego bodźca emocjonalnego. W związku z badaniami Vacchiaco i in. (1968) przewidywano, że silniejsze jest przeciążenie poznawcze w chwili podejmowania decyzji o odpowiedzi, niż sama ekspozycja bodźca. Zgodnie z przewidywaniami badaczy średnica źrenicy osób badanych była większa w chwili podejmowania decyzji o odpowiedzi, niż w momencie ekspozycji bodźca. Ostatnia hipoteza postawiona przez badaczy dotyczyła związku między stopniem poprawności udzielanych odpowiedzi, a wielkością źrenicy (w momencie procesu decyzyjnego oraz w momencie ekspozycji bodźca). W badaniu w niniejszej pracy magisterskiej dowiedziono, że im większa jest średnica źrenicy, tym więcej jest poprawnych odpowiedzi.

Konkluzje

Pomiar rozszerzenia źrenic sprawdza się w badaniach dotyczących przeciążenia poznawczego, dzięki takiemu pomiarowi jesteśmy w stanie wykazać jego występowanie. Uwzględniając w badaniu dodatkową zmienną jaką jest emocjonalna walencja prezentowanych badanym bodźców, zobrazowany został efekt związany z intensywnością przetwarzania poznawczego. Można także wnioskować, że podczas ekspozycji bodźców emocjonalnych i połączenia ich w zadaniu z procesem decyzyjnym, ludzie będą bardziej obciążeni podejmując decyzję, a nie podczas ekspozycji samego bodźca. Podsumowując, źrenica jest wiarygodnym wyznacznikiem przetwarzania informacji. Jej wielkość może być predyktorem poprawności odpowiedzi w zadaniach nie wymagających przywoływania wcześniej zdobytej wiedzy, a także wyznacznikiem zaangażowania w wykonywanie zadania. Jej wielkość może być miarą obciążenia pamięci roboczej.

Bibliografia

1. Andreassi, J. L. (2000). Rozdział 10, Pupillary response and behavior. W N. J. Mahwah, *Psychophysiology: Human Behavior & Physiological Response* (strony 218- 233). Lawrence Erlbaum Association.
2. Beatty, J. (1982). Task-evoked pupillary responses, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological Bulletin*, 91 (2), 276-292.
3. Bertocci, M. A., Bebeko G, M., Langenecker, S. A., Ladouceur, C. D., Almeida, J. R., Phillips, M. L. i inni. (2012). Abnormal anterior cingulate cortical activity during emotional n-back task performance distinguishes bipolar from unipolar depressed females. *Psychological Medicine*, 42 (7), 1417-1428.
4. Gerrig, J. G. i Zimbardo, P. G. (2008). *Psychologia i Życie*. Warszawa: PWN. s.: 210-216.
5. Granholm, E. (2004). Introduction: Pupillometric Measures of Cognitive and Emotional Processes. *International Journal of Psychophysiology*, 52 (1), 1-6.
6. Harrison, N. A., Singer, T., Rotshtein, P., Dolan, R. J. i Critchley, H. D. (2006). Pupillary contagion: central mechanisms engaged in sadness processing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1 (1), 5-17.
7. Hess, E. H. (1972). Pupillometrics: A method of studying mental, emotional, and sensory processes. W N. S. Greenfield i R. A. Sternbach (Redaktorzy), *Handbook of Psychophysiology* (strony 491-531). New York: Holt. Rinehart & Winston.
8. Hess, E. H. i Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132, 349-350.
9. Libby, W. L., Lacey, B. C. i Lacey, I. (1973). Pupillary and cardiac activity during visual attention. *Psychophysiology*, 270-294.
10. Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R. i Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25, 46-59.
11. Verney, S. P., Granholm, E. i Marshall, S. P. (2004). Pupillary responses on the visual backward masking task reflect general cognitive ability. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 23-36.