

Streszczenie

Niedowidzenie oznacza obniżoną ostrość widzenia (pomimo zastosowania optymalnej korekcji optycznej), przy jednoczesnym braku współistniejących zmian chorobowych w obrębie gałki ocznej lub drogi wzrokowej. Niedowidzenie powstaje w okresie wczesnego dzieciństwa na skutek nieprawidłowej stymulacji układu wzrokowego, szczególnie tej przychodzącej z obszaru centralnego siatkówki. Do najczęstszych czynników ryzyka rozwoju niedowidzenia należą: różno wzroczność (asymetryczna i nieskorygowana wada wzroku) oraz zez (nieprawidłowe ustawienie osi widzenia). W kontekście ruchów oczu, dotychczasowe prace wskazują na zaburzenia ruchów śledzących, niestabilność fiksacji oraz wydłużenie czasu reakcji (latencji) sakkadycznej u osób z niedowidzeniem. W przeprowadzonych badaniach, które stanowią rozprawę doktorską, zajmowałem się oceną wpływu niedowidzenia na parametry ruchów sakkadycznych oka. Badania dotyczyły także opracowania schematu eksperymentu, ukierunkowanego na ocenę różnic w procesie inicjowania ruchów sakkadycznych (sakkad). Różnice takie mogą występować pomiędzy osobami z niedowidzeniem a osobami z grupy kontrolnej z prawidłowym widzeniem obuocznym. W badaniach wykorzystywałem system pomiarowy Sakadometr, który umożliwia ilościową ocenę parametrów sakkad (latencja, czas trwania oraz prędkość szczytowa). System bazuje na nieinwazyjnej metodzie pomiaru ruchu oka metodą bezpośredniej podczerwieni (*ang. Direct Infra-Red Oculography*).

Pierwszym celem moich badań było przygotowanie eksperymentu sakkadycznego, tak aby w proces inicjowania sakkad zaangażowane było głównie przetwarzanie informacji uzyskiwanej za pośrednictwem centralnego obszaru siatkówki, w większym stopniu aniżeli w dotychczasowych pracach z tego zakresu. Do oceny wpływu niedowidzenia na proces inicjowania ruchów sakkadycznych, opracowałem eksperyment wolicjonalnych sakkad opóźnionych (*ang. Delayed saccades*). W eksperymencie tym, reakcja na cel peryferyjny jest uwalniana za pośrednictwem widzenia centralnego (wygaszenie centralnego punktu fiksacji). Jak długo centralny punkt fiksacji jest widoczny, to pomimo zaprogramowania sakkady na cel peryferyjny, reakcja refiksacji sakkadycznej nie może zostać wyzwolona.

Kolejnym celem jaki sobie postawiłem, była ocena wpływu niedowidzenia na procesy decyzyjne w ośrodkowym układzie nerwowym (OUN). W tym celu wykorzystałem model procesu decyzyjnego LATER (Linear Approach to Threshold with Ergodic Rate) opracowany przez Prof. Rogera Carpentera z Cambridge.

Końcowym celem było zbadanie efektu gap u osób z niedowidzeniem. Efekt gap umożliwia ocenę różnic jakościowych w procesie programowania reakcji sakkadycznej i pozwala ocenić, czy niedowidzenie oprócz spowolnienia (wydłużenia czasu latencji), ma także wpływ na sposób programowania reakcji sakkadycznej w eksperymencie typu gap. Efekt gap oceniany jest na podstawie skrócenia czasów latencji sakkadycznej oraz częstości występowania sakkad ekspresowych (reakcje o czasach latencji w przedziale 80 – 120 ms).

W pierwszym etapie mojej pracy, dotyczącym latencji sakkadycznej ocenianej w eksperymencie sakkad opóźnionych, przebadłem 16 osób z niedowidzeniem różno wzrocznym oraz 17 osób stanowiących grupę kontrolną. Następnie, wykonałem badanie na grupie 10 osób z niedowidzeniem zezowym oraz 12 osobowej grupie kontrolnej. U wszystkich ochotników, oprócz pomiaru czasu reakcji (latencji) sakkad opóźnionych, wykonałem badanie optometryczne obejmujące: wywiad, pomiar ostrości widzenia, subiektywne i obiektywne badanie refrakcji oka, badanie widzenia obuocznego oraz ocenę odcinka przedniego oka w lampie szczelinowej. Obejmowało ono także zalecenie i wykonanie korekcji optycznej wady wzroku (okulary) lub dopasowanie soczewek kontaktowych, tak aby zapewnić optymalne warunki obserwacji pobudzeń wzrokowych podczas wykonywania badania ruchów sakkadycznych. W porównaniu do grupy kontrolnej, w odniesieniu do oka niedominującego, występowało wydłużenie czasu reakcji sakkadycznej w oku niedowidzącym. Miało ono miejsce zarówno w grupie osób z niedowidzeniem różnowzrocznym jak i zezowym. Ponadto, w porównaniu do grupy kontrolnej, u osób z niedowidzeniem zezowym, zaobserwowałem (nieoczekiwane) wydłużenie latencji także w

oku dominującym. Wyniki z tej części badań zostały opracowane w formie dwóch artykułów i opublikowane – pozycje [I, II].

W drugim etapie przedmiotem badań było powiązanie zmian czasu latencji sakkadycznej z procesami decyzyjnymi w OUN. Czas latencji sakkadycznej może być rozważany także w kontekście czasu decyzji, jaki ośrodkowy układ nerwowy potrzebuje na wygenerowanie odpowiedzi w postaci sakkady. W celu poznania wpływu niedowidzenia na procesy decyzyjne w OUN, przeprowadziłem analizę parametrów latencji sakkadycznej w oparciu o model LATER, co stanowiło drugi etap moich badań. Wyniki analizy wykazały wolniejsze tempo narastania sygnału decyzyjnego w oku niedowidzącym (zarówno w grupie osób z niedowidzeniem zezowym jak i różnowzrocznym) w porównaniu do oka niedominującego w grupie kontrolnej. Zupełnie nieoczekiwanym efektem było zaobserwowanie, iż w grupie osób z niedowidzeniem zezowym, także oko dominujące wykazywało wolniejsze tempo narastania sygnału decyzyjnego, w porównaniu do oka dominującego w grupie kontrolnej. Wyniki związane z analizą latencji sakkadycznej z wykorzystaniem modelu decyzyjnego LATER uzyskane na grupie ochotników z niedowidzeniem różnowzrocznym, zostały włączone do publikacji: Perdziak et al. (2014) – pozycja [I]. Wyniki dotyczące grupy zezowej zostały opracowane w formie osobnego artykułu: Perdziak et al. (2018) – pozycja [III].

W końcowym etapie prowadzonych badań, opracowałem eksperyment sakkadyczny, ukierunkowany na ocenę wpływu niedowidzenia na efekt fizjologicznego skrócenia czasu latencji sakkadycznej (efekt gap). Efekt ten występuje w sytuacji wygaszenia pobudzenia dla początkowej fiksacji wzroku, tuż przed (zazwyczaj około 200 ms) pojawieniem się w peryferii pobudzenia dla sakkady. Ponadto, oceniałem wpływ niedowidzenia na proces generowania sakkad ekspresowych, tj. sakkad o bardzo krótkich czasach latencji (80 – 120 ms). Badaniem zostało objętych 8 osób z niedowidzeniem zezowym, 8 osób z niedowidzeniem różnowzrocznym oraz 9 osób stanowiących grupę kontrolną z prawidłowym widzeniem centralnym i obuocznym. Przeprowadzone badania wykazały brak różnic w występowaniu efektu gap, pomiędzy grupami osób z niedowidzeniem a osobami z grupy kontrolnej. Pomimo wydłużenia czasu latencji sakkadycznej w oku niedowidzącym, w porównaniu do oka niedominującego w grupie kontrolnej, wartości liczbowe skrócenia czasu latencji w eksperymencie typu gap (efekt gap), były porównywalne pomiędzy grupami i warunkami obserwacji. W odniesieniu do sakkad ekspresowych, nie stwierdzono różnic pomiędzy grupami i warunkami obserwacji. Wyniki z tej części badań zostały opracowane w formie artykułu: Perdziak et al. (2019) – pozycja [IV].

Podsumowując, uzyskane wyniki wskazują na spowolnienie przetwarzania informacji wzrokowej dostarczanej do OUN za pośrednictwem oka niedowidzącego, o czym może świadczyć wydłużenie czasu latencji sakkadycznej. Ponadto, w grupie osób z niedowidzeniem zezowym zaobserwowałem nieoczekiwane wydłużenie latencji sakkadycznej, także w oku dominującym. W odniesieniu do analizy czasów latencji w oparciu o model LATER, można wnioskować, że niedowidzenie spowalnia proces decyzyjny związany z inicjowaniem ruchów sakkadycznych. Jednakże, uzyskane wyniki badania z wykorzystaniem eksperymentu gap, pozwalają wnioskować, iż występowanie niedowidzenia nie doprowadziło do powstania różnic w sposobie programowania reakcji sakkadycznej pomiędzy osobami z niedowidzeniem a osobami z prawidłowym widzeniem obuocznym.