

Wstęp: Sakady są szybkimi, skokowymi ruchami oczu, których celem jest skierowanie wzroku w pożądanym kierunku. Współcześnie stosowana aparatura badawcza pozwala na ich szybką, precyzyjną oraz nieinwazyjną ocenę. Analiza sakad obejmuje ocenę kilku parametrów, spośród których najważniejszym jest latencja. Uważa się, że parametr ten może odzwierciedlać sprawność funkcjonowania OUN. Jedną z odmian sakad, tzw. antysakady, uważana jest za obiecujące narzędzie w diagnostyce schizofrenii. Między innymi z tego względu obserwuje się rosnącą popularność wykorzystania sakad w badaniach związanych z funkcjonowaniem układu nerwowego.

Ze względu na znaczną precyzję pomiarów latencji, należy uwzględnić czynniki, które mogą wpływać na jej wartość, co wymusza potrzebę standaryzacji protokołów badawczych. Powszechnie stosowane protokoły, takie jak „step”, opierają się na seriach następujących po sobie prób, w których cel sakady pojawia się losowo po stronie prawej lub lewej. W takich warunkach przebieg poprzednich prób wpływa na rezultat próby bieżącej. Odpowiadają za to tzw. mechanizmy sekwencyjne. Pojęcie to obejmuje dwa przeciwstawne procesy: hamowanie powrotu (IOR) oraz torowanie powtórzeń (RP). IOR powoduje wydłużenie latencji, jeśli w analizowanej próbie doszło do powtórzenia pozycji celu. RP powoduje skrócenie latencji w przypadku powtórzenia pozycji celu lub innych elementów zadania. Wpływ IOR i RP wzajemnie się znoszą co utrudnia ich analizę. Wyniki dotychczasowych badań dotyczących mechanizmów sekwencyjnych są niejednoznaczne. Część badaczy wskazuje np., że w powszechnie wykorzystywanych protokołach detekcji (takich jak m.in. protokół „step”) nie występuje zjawisko RP. Rozbieżne wyniki dotyczą również kwestii wpływu mechanizmów sekwencyjnych na testy antysakad.

Mając na uwadze powyższe rozbieżności, zaplanowałem badanie, którego głównym celem była kompleksowa ocena wpływu mechanizmów sekwencyjnych na powszechnie stosowane testy sakad. Podjąłem również próbę oceny, czy mechanizmy sekwencyjne mogą wchodzić w interakcje z innymi czynnikami modulującymi latencję sakad. Kwestia ta może mieć ważne znaczenie praktyczne, bowiem wykazanie takiej zależności oznaczałoby, że mechanizmy sekwencyjne mogą modyfikować wyniki niektórych badań wykorzystujących analizę latencji sakad. W celu oceny takich zależności zastosowałem w badaniu dodatkowy czynnik modulujący latencję sakad jakim jest widzenie jednooczne. Ta modyfikacja pozwoliła dodatkowo na ocenę zjawiska asymetrii nosowo-skroniowych (NTA), opierającego się na założeniu, że obiekty zlokalizowane w skroniowej części pola widzenia analizowane są odmiennie w porównaniu do obiektów w połówce nosowej. Pomimo licznych prac

potwierdzających istnienie tego zjawiska, dotychczas tylko w jednej publikacji udało się opisać NTA w zakresie latencji sakad.

Założeniem pracy była charakterystyka wpływu mechanizmów sekwencyjnych na wyniki testów sakad i antysakad oraz ocena potencjalnego wpływu mechanizmów sekwencyjnych na sposób oddziaływania innych czynników (na przykładzie widzenia jednoocznego).

Cele Pracy:

- Określenie wpływu mechanizmów sekwencyjnych na wyniki testów sakad i antysakad.
- Charakterystyka zależności pomiędzy mechanizmami sekwencyjnymi a widzeniem jednoocznym oraz innymi czynnikami wpływającymi na parametry sakad.
- Wykazanie obecności NTA w zakresie latencji sakad oraz antysakad.
- Próba określenia wpływu widzenia jednoocznego na parametry testów sakad i antysakad.

Grupa badawcza i metodyka: W badaniu wzięło udział trzydziestu zdrowych ochotników. Każda z osób wykonała w sumie ok. 500 prosakad oraz 500 antysakad w warunkach widzenia dwuocznego oraz analogiczną ilość w warunkach widzenia jednoocznego. Protokoły sakad i antysakad zostały opracowane zgodnie z opublikowanymi w 2013r. międzynarodowymi wytycznymi. W sumie zebrano do analizy olbrzymią pulę ponad 50 000 prób. W celu oceny powyższych zagadnień zastosowano zaawansowaną technikę modelowania statystycznego - uogólniony mieszany model liniowy (GLM).

Wyniki: Oba analizowane mechanizmy sekwencyjne (IOR i RP) wywierają znaczący wpływ zarówno na testy sakad jak i antysakad. W przypadku prosakad wykonywanych dwuocześnie całkowity wpływ IOR (wydłużający latencję sakad) równoważył się z wpływem RP (skraccającym latencję sakad). W przypadku pozostałych klas sakad (antysakad oraz sakad wykonywanych jednoocześnie) widoczna była przewaga RP, powodująca skrócenie latencji sakad. Uzyskane wyniki potwierdziły ponadto wcześniejsze przypuszczenia, że stosowana powszechnie metoda wyznaczania siły IOR jest błędna. Udało mi się zaproponować własną metodę szacunkowego wyznaczenia siły IOR.

Mechanizmy sekwencyjne wpływały także na siłę działania innych czynników modulujących latencję sakad. Wpływ widzenia jednoocznego zmniejszał się pod wpływem

działania mechanizmów sekwencyjnych o ok. 25%. Mechanizmy sekwencyjne zmniejszyły też wartość tzw. „kosztu antysakad”, czyli różnicę latencji pomiędzy sakadami a antysakadami. Wyniki te oznaczają, że mechanizmy sekwencyjne mogą wpływać na rezultaty badań oceniających wpływ innych czynników. Z tego względu wpływ mechanizmów sekwencyjnych powinien być monitorowany w przyszłych pracach poświęconych analizie sakad. Warto podkreślić, że podobne wnioski nie zostały dotychczas sformułowane w żadnej pracy. Analiza uzyskanych wyników, poparta doniesieniami z innych publikacji, pozwala na sformułowanie tezy, że siła jednego z mechanizmów sekwencyjnych (RP) jest bezpośrednio związana z trudnością zadania – rośnie w przypadku zadań skomplikowanych i maleje w przypadku zadań prostych. Mechanizmy sekwencyjne wpływają również na ilość błędów popełnianych w testach antysakad, a siła tego oddziaływania uzależniona jest od ilości powtórzeń poprzedzających daną próbę. Również i ta obserwacja nie była dotychczas opisywana w literaturze.

Widzenie jednooczne w sposób znaczący wydłuża latencję sakad. Czynnikiem ten zmniejsza też precyzję prosakad (zmniejszając ich amplitudę). Nieco zaskakujący okazał się wynik oceny wpływu widzenia jednoocznego na antysakady: osoby badane popełniały nieco więcej błędów, a same antysakady były bardziej dokładne. Analiza wpływu NTA na latencję sakad wykazała, że w przypadku celów zlokalizowanych w połówce skroniowej istotnie mniejszy jest koszt antysakad.

Wnioski:

1. Analizowane mechanizmy sekwencyjne: hamowanie powrotu (IOR) oraz torowanie powtórzeń (RP) są obecne w testach prosakad i antysakad, istotnie wpływając na wyniki tych testów.
2. Mechanizmy sekwencyjne zmniejszają wpływ widzenia jednoocznego na latencję sakad oraz wartość kosztu antysakad. Jest to zjawisko o istotnym znaczeniu klinicznym, wskazujące na możliwość wpływu mechanizmów sekwencyjnych na wyniki badań opartych na analizie sakad.
3. Standardowo stosowane metody oceny wpływu mechanizmów sekwencyjnych na wyniki testów typu „cel-cel” nie pozwalają na precyzyjną ocenę ich oddziaływania. Wprowadzenie własnej metody oceny wpływu IOR pozwoliło dokładniej oszacować wpływ tego mechanizmu na latencję sakad.

4. Mechanizmy sekwencyjne mają istotny wpływ na ilość popełnianych błędów. Szansa na popełnienie błędu rośnie wyraźnie wraz z wydłużaniem się sekwencji powtórzeń i zależy od tego, czy w bieżącej próbie pozycja celu zmienia położenie, czy pozostaje niezmienną.
5. Widzenie jednooczne powoduje wyraźny wzrost latencji sakad, pogarsza dokładność prosakad i paradoksalnie poprawia dokładność antysakad. W warunkach widzenia jednoocznego rośnie wartość kumulacji RP oraz spadku RP wraz z upływem czasu, najprawdopodobniej zwiększa się także siła RP.
6. Siła RP zależy w sposób bezpośredni od trudności wykonywanego zadania.
7. W warunkach widzenia jednoocznego badani popełniają istotnie większą ilość błędów.
8. Asymetrie nosowo-skroniowe mają istotny wpływ na latencję oraz prędkość maksymalną sakad, przy czym w przypadku gdy cel znajdował się w połowie skroniowej koszt antysakad był mniejszy, a różnica prędkości maksymalnej prosakad i antysakad była większa.