PODPIS ZAUFANY
ŁUKASZ
MICHALCZYK
04.09.2025 14:46:02 [GMT+2]
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Załącznik nr 3
Dr Łukasz Michalczyk
Instytut Psychologii
Uniwersytet Ignatianum w Krakowie
Email: lukasz.michalczyk@ignatianum.edu.pl

Autoreferat

1. **Imię i nazwisko:** **Łukasz Michalczyk**

2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.**

Magister psychologii

Uniwersytet Jagielloński, Instytut Psychologii, 2007

Tytuł pracy: *Adaptacja pryzmatyczna a uwaga w przestrzeni bliższej i dalszej*

Promotor: dr hab. Piotr Wolski, prof. UJ.

Recenzent: Prof. dr hab. Władysław Łosiak

Doktor nauk humanistycznych w zakresie psychologii

Uniwersytet Jagielloński, Wydział Filozoficzny, 2012

Tytuł rozprawy: *Mechanizm orientacji uwagi przestrzennej a procesy motoryczne na przykładzie związku pomiędzy programowaniem ruchu gałek ocznych a procesem Hamowania Powrotu Uwagi (IOR)*

Promotor: dr hab. Piotr Wolski, prof. UJ.

Recenzent: Prof. dr hab. Edward Nęcka, Prof. dr hab. Alina Kolańczyk

3. **Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.**

2014 - obecnie: adiunkt, Uniwersytet Ignatianum w Krakowie, Instytut Psychologii

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

Sensoryczne i premotoryczne mechanizmy selekcji uwagowej.

b) lista publikacji ujętych w merytorycznym omówieniu wraz z określonym wkładem własnym w ich powstawanie:

1. **Michalczyk, Ł.** (2025). Fixation offset decreases manual inhibition of return (IOR) in detection and discrimination tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *78*(3), 594-603. Wydawnictwo: Sage. **IF w roku publikacji: 1.5; Aktualny 5-letni IF: 1.79; Aktualna pkt. MNiSW: 100.**

   W tej pracy samodzielnie zaprojektowałem i przeprowadziłem badanie. Byłem odpowiedzialny za wszystkie etapy procesu badawczego, w tym opracowanie procedur, zbieranie danych, analizę statystyczną oraz interpretację wyników. Manuskrypt został w pełni przygotowany i zrewidowany wyłącznie przeze mnie.

2. Bielas, J., Przybycień, D., & **Michalczyk, Ł.** (2024). Temperament Affected Visuospatial Orienting on Discrimination Tasks. *Perceptual and Motor Skills*, *131*(2), 333-347. Wydawnictwo: Sage. **Impact Factor w roku publikacji: 1.4; Aktualny 5-letni IF: 1.9; Aktualna pkt. MNiSW: 40.**

   Mój udział w powstaniu tej publikacji obejmował wsparcie na każdym etapie realizacji badania. Brałem udział w kształtowaniu problemu badawczego oraz uzasadnianiu jego znaczenia dla badań nad mechanizmami selekcji uwagowej. Ze szczególnym zaangażowaniem uczestniczyłem w opracowaniu procedury eksperymentalnej, planowaniu zmiennych i wykonaniu analiz statystycznych. Brałem również udział w gromadzeniu danych. W procesie redakcji manuskryptu wnosiłem uwagi i rekomendacje dotyczące aspektów metodologicznych oraz interpretacji wyników. Uczestniczyłem aktywnie w przygotowywaniu odpowiedzi na uwagi recenzentów, koncentrując się na zagadnieniach związanych z analizą danych i strukturą procedury badawczej. Szacowany procentowy udział w pracy: 10%.

3. **Michalczyk, Ł.** (2023). Fixation offset decreases pupillary inhibition of return. *Brain and Cognition*, 170, artykuł: 106058. Wydawnictwo: Elsevier. **IF w roku publikacji: 2.2; Aktualny 5-letni IF: 2.8; Aktualna pkt. MNiSW: 100.**

   W tej pracy samodzielnie przeprowadziłem cały proces badawczy, obejmujący konceptualizację i zaplanowanie eksperymentu, opracowanie procedury badawczej, zbieranie danych, analizę statystyczną oraz interpretację wyników. Ostateczny manuskrypt został przygotowany i dopracowany przeze mnie w całości, w tym rewizje w odpowiedzi na recenzje.

4. Bielas, J., **Michalczyk, Ł.**, & Przybycień, D. (2021). Does temperament have a differential effect on Inhibition of Return (IOR)? *Acta Psychologica*, 221, artykuł: 103439. Wydawnictwo: Elsevier. **Impact Factor w roku publikacji: 1.98; Aktualny 5-letni IF: 1.9; Aktualna punktacja MNiSW: 70 pkt.**

   Mój wkład w powstanie tej publikacji obejmował wsparcie na etapie planowania badania, w tym również współudział w definiowaniu problematyki badawczej i uzasadnianiu jej znaczenia w kontekście badań nad mechanizmami selekcji uwagowej. Uczestniczyłem w opracowaniu procedury eksperymentalnej, byłem odpowiedzialny za przeprowadzenie analiz statystycznych i współuczestniczyłem w interpretacji wyników. Brałem także udział w przygotowaniu wybranych fragmentów manuskryptu oraz w pracach redakcyjnych związanych z rewizją tekstu po recenzjach. Szacowany procentowy udział w pracy: 20%.

5. **Michalczyk, Ł.**, Bielas, J., & Schab, A. (2020). Preparation of saccade sequences and eye programming affect endogenous covert attention. *European Journal of Neuroscience*, 52(5), 3419-3433. Wydawnictwo: Wiley. **Impact Factor w roku publikacji: 3.38; Aktualny 5-letni IF: 3.2; Aktualna punktacja MNiSW: 100.**

   Mój udział w powstaniu tej publikacji obejmował wszystkie kluczowe etapy procesu badawczego. Opracowałem koncepcję teoretyczną oraz zaplanowałem projekt eksperymentalny, uwzględniając rozróżnienie między przygotowaniem a programowaniem ruchu sakkady w kontekście endogennej orientacji uwagi. Samodzielnie zaprojektowałem procedurę badawczą, dobrałem zmienne eksperymentalne oraz parametry rejestracji reakcji sakkadowych. Byłem odpowiedzialny za analizę statystyczną i interpretację uzyskanych wyników. Przygotowałem manuskrypt we wszystkich jego częściach oraz koordynowałem proces redakcji i opracowania odpowiedzi na uwagi recenzentów. Szacowany procentowy udział w pracy: 70%

6. **Michalczyk, Ł.**, & Bielas, J. (2019). The gap effect reduces both manual and saccadic inhibition of return (IOR). *Experimental Brain Research*, 237(7), 1643-1653. Wydawnictwo: Springer. **Impact Factor w roku publikacji: 1.59; Aktualny 5-letni IF: 1.8; Aktualna punktacja MNiSW: 70pkt.**

   Mój udział w powstaniu powyższej publikacji obejmował wszystkie zasadnicze etapy procesu badawczego i redakcyjnego. Byłem odpowiedzialny za sformułowanie problemu badawczego oraz opracowanie koncepcji eksperymentu. Samodzielnie zaprojektowałem procedurę eksperymentalną, w tym dobór zmiennych zależnych i niezależnych, sposób prezentacji bodźców oraz parametry rejestracji reakcji sakkadowych i manualnych. Przeprowadziłem samodzielnie pomiary empiryczne, nadzorując proces gromadzenia danych i zapewniając ich jakość. Wykonałem pełną analizę statystyczną, w tym przetwarzanie danych surowych, kontrolę założeń analizy oraz interpretację wyników w kontekście teorii uwagi i istniejącej literatury. Odpowiadałem również za napisanie manuskryptu we wszystkich jego częściach, a także za przygotowanie odpowiedzi na uwagi recenzentów i dostosowanie tekstu do wymogów czasopisma. Koordynowałem cały proces rewizyjny i zatwierdzałem ostateczną wersję artykułu przed wysyłką do druku. Szacowany procentowy udział w pracy: 70%

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Na wstępie chciałbym zaznaczyć, że w niniejszym autoreferacie stosuję polskie odpowiedniki terminów naukowych, a dla większej przejrzystości oryginalne brzmienie kluczowych pojęć (w języku angielskim) podaję w nawiasach kursywą.

Zasadniczym przedmiotem moich badań są mechanizmy wzrokowej selekcji uwagowej, rozumianej jako proces umożliwiający wybiórcze przetwarzanie informacji w polu widzenia. Praca przedstawia cykl badań empirycznych, obejmujących trzy powiązane ze sobą zagadnienia:

1. mechanizm egzogennej kontroli uwagi (rozdział 4.1),
2. mechanizm endogennej kontroli uwagi (rozdział 4.2),
3. związek reaktywności emocjonalnej z egzogenną orientacją uwagi (rozdział 4.3).

We wszystkich przedstawionych badaniach przyjąłem perspektywę teoretyczną, zgodnie z którą selekcja uwagowa nie jest realizowana przez autonomiczny system poznawczy, lecz wyłania się z aktywności systemów sensorycznych i premotorycznych.

Metodologiczną podstawą wszystkich eksperymentów był zmodyfikowany wariant klasycznego zadania wskazywania (*cuing task*; Posner, 1980). Paradygmat ten umożliwia analizę mechanizmów uwagi na podstawie pomiaru zysków (facylitacji) i kosztów (inhibicji) w przetwarzaniu bodźców prezentowanych w miejscach uprzednio wskazanych przez wskazówkę (*cue*). W typowej procedurze wskazówka poprzedza bodziec-cel (*target*), na który badany odpowiada ruchem oka (jawna orientacja uwagi) lub – przy utrzymaniu fiksacji – odpowiedzią manualną bądź reakcją źreniczną (niejawna orientacja uwagi). W przypadku egzogennej orientacji uwagi, krótkie odstępy czasowe między peryferyjną wskazówką a bodźcem-celem (*stimulus onset asynchrony*, SOA) prowadzą do facylitacji uwagowej – szybszej reakcji na bodziec pojawiający się w lokalizacji wskazywanej, w porównaniu do lokalizacji przeciwnej względem punktu fiksacji. Przy dłuższych SOA występuje natomiast efekt hamowania powrotu (*inhibition of return*, IOR), polegający na spowolnieniu reakcji na bodziec prezentowany w uprzednio wskazanym miejscu. W orientacji endogennej, inicjowanej przez wskazówkę symboliczną, prezentowaną centralnie w punkcie fiksacji, facylitacja uwagowa pojawia się zazwyczaj dopiero przy dłuższych SOA. Efekt IOR nie jest tu typowy, choć w niektórych warunkach również bywa obserwowany (por. Lupiáñez, Martín-Arévalo & Chica, 2013).

Kluczową rolę we wszystkich eksperymentach pełniła okulografia, która umożliwiała zarówno kontrolę przebiegu badania, jak i analizę aktywności okoruchowej oraz pomiar odruchu źrenicznego - traktowanego jako fizjologiczny wskaźnik procesów uwagowych. Procedury różnicowano pod względem typu orientacji uwagi (egzogenna vs endogenna), poziomu przetwarzania (detekcja vs dyskryminacja) oraz rodzaju oczekiwanej reakcji na bodziec (manualnej, sakkadowej lub źrenicznej), która stanowiła podstawę wyznaczenia wskaźników uwagowych.

W pierwszych dwóch częściach autoreferatu (rozdziały 4.1 i 4.2) przedstawiłem wyniki badań dotyczących mechanizmów odpowiedzialnych za orientację uwagi – egzogenną i endogenną. W badaniach nad uwagą egzogenną kluczowym przedmiotem analizy był efekt IOR (Michalczyk & Bielas, 2019; Michalczyk, 2025), choć uwzględniono również poprzedzającą go w czasie fazę facylitacji (Michalczyk, 2023). Wyniki tych badań sugerują, że udział mechanizmów premotorycznych w uwadze egzogennej może zależeć od poziomu

przetwarzania bodźców, przy czym może być większy w zadaniach dyskryminacji niż w zadaniach detekcji bodźca (Michalczyk, 2025).

W przypadku orientacji endogennej analizowałem wpływ przygotowania i programowania sekwencji ruchów sakkadowych na uwagową selekcję sensoryczną (Michalczyk, Bielas, & Schab, 2020). Ważnym rezultatem tych badań było empiryczne i teoretyczne uzasadnienie funkcjonalnego rozróżnienia dwóch faz aktywności okoruchowej: przygotowania i programowania ruchu sakkad – podziału dotąd rzadko uwzględnianego w ramach premotorycznej teorii uwagi, choć, jak sugerują nasze wyniki, istotnego dla mechanizmów uwagi endogennej. W ramach tych analiz badaliśmy także sakkadowy i uwagowy efekt meridianu, których współwystępowanie dodatkowo wskazuje na istotny udział procesów programowania ruchów oka w selekcji sensorycznej bodźców.

Zbiorczo, uzyskane wyniki wskazują, że zarówno egzogenna, jak i endogenna selekcja uwagowa mają istotne komponenty premotoryczne – nawet w sytuacjach niewymagających jawnych ruchów oka. Nie wyklucza to jednak znaczenia innych procesów, w szczególności sensorycznych.

W trzeciej części programu badawczego (rozdział 4.3) analizę mechanizmów orientacji uwagi uzupełniono o perspektywę psychologii różnic indywidualnych. Zakładając, że procesy uwagowe wyłaniają się z aktywności sensorycznej i premotorycznej, celem tej części badań było sprawdzenie, czy reaktywność emocjonalna – jako jedna z cech temperamentu – może modulować mechanizmy egzogennej orientacji uwagi. W badaniach przeprowadzonych przez nasz zespół, opartych na zadaniach detekcji (Bielas, Michalczyk & Przybycień, 2021) i dyskryminacji (Bielas, Przybycień & Michalczyk, 2024) z użyciem bodźców neutralnych emocjonalnie, wykazaliśmy istotną zależność między poziomem reaktywności emocjonalnej a nasileniem efektu IOR. Choć uzyskane wyniki nie pozwalają jeszcze na jednoznaczne wyodrębnienie sensorycznych i premotorycznych komponentów tej zależności – a tym samym na pełniejsze zrozumienie jej charakteru – stanowią istotny punkt wyjścia dla dalszych badań nad temperamentalnymi uwarunkowaniami mechanizmów uwagi egzogennej.

Opisane zagadnienia rozwijam w kolejnych rozdziałach referatu (4.1–4.3), gdzie przedstawiam szczegółową analizę wyników badań własnych, ich interpretację oraz odniesienie do aktualnego stanu wiedzy. Rozdziały te poprzedza część teoretyczna, w której syntetycznie przedstawiam założenia kluczowych modeli mechanizmu orientacji uwagi, tworząc spójny kontekst dla prezentowanego cyklu badań.

4.1. Mechanizmy egzogennej kontroli uwagi: przenoszenie uwagi i hamowanie powrotu (IOR).

Publikacje:

Michalczyk, Ł., & Bielas, J. (2019). The gap effect reduces both manual and saccadic inhibition of return (IOR). *Experimental Brain Research*, 237(7), 1643-1653. Wydawnictwo: Springer.

Michalczyk, Ł. (2023). Fixation offset decreases pupillary inhibition of return. *Brain and Cognition*, 170, artykuł: 106058. Wydawnictwo: Elsevier.

Michalczyk, Ł. (2025). Fixation offset decreases manual inhibition of return (IOR) in detection and discrimination tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *78*(3), 594-603. Wydawnictwo: Sage

Pierwszy obszar moich badań, obejmujący trzy publikacje (Michalczyk & Bielas, 2019; Michalczyk, 2023; Michalczyk, 2025), dotyczył mechanizmów egzogennej orientacji uwagi - zarówno automatycznego przenoszenia uwagi, jak i związanego z nim procesu IOR. Zagadnienie IOR stało się przedmiotem mojego szczególnego zainteresowania ze względu na możliwość empirycznego rozróżnienia konkurencyjnych hipotez dotyczących mechanizmów leżących u podstaw tego efektu (Posner & Cohen, 1984; Tassinari i in., 1987; Taylor & Klein, 2000; Lupiáñez i in., 2013).

Egzogenna orientacja uwagi to mimowolny mechanizm selektywnego przetwarzania informacji sensorycznych, inicjowany przez bodźce o wysokiej wartości sygnałowej. Charakteryzuje się początkowym wzrostem efektywności przetwarzania bodźców pojawiających się w lokalizacji, do której została skierowana uwaga (efekt facylitacji), a następnie – odwróceniem tego efektu w postaci hamowania powrotu (IOR), przejawiającego się obniżoną skutecznością przetwarzania bodźców pojawiających się ponownie w tej samej lokalizacji. Dwufazowość egzogennej orientacji uwagi (facylitacja, a następnie inhibicja/IOR) traktowana jest jako mechanizm adaptacyjny – wspomaga przeszukiwanie pola widzenia i ogranicza powracanie uwagi do miejsc uprzednio przetworzonych (Klein, 2000).

Efekt IOR, opisany po raz pierwszy przez Posnera i Cohena (1984), przez kolejne dekady pozostawał przedmiotem intensywnych badań i licznych reinterpretacji teoretycznych. We wczesnym ujęciu, rozwijanym w ramach koncepcji systemu orientacji uwagi (Petersen & Posner, 2012), interpretowano go jako mechanizm hamujący ponowne zaangażowanie uwagi w lokalizacji, z której została uprzednio odangażowana (Posner & Cohen, 1984; Klein, 2000).

Sam termin – efekt hamowania powrotu – zawierał tym samym implicite założenie o mechanizmie odpowiedzialnym za jego powstawanie, a więc czasowe wstrzymanie reorientacji uwagi do lokalizacji wcześniej objętej przetwarzaniem uwagowym. Próby wprowadzenia alternatywnych, teoretycznie neutralnych określeń – takich jak zaproponowany przez Hilcheya, Kleina i Satela (2014) termin hamującego efektu wskazywania (*inhibitory cuing effect*, ICE) – nie przyjęły się szerzej w literaturze przedmiotu. Współcześnie pierwotna nazwa efektu pozostaje w użyciu, a interpretację Posnera (Posner & Cohen, 1984; Petersen & Posner, 2012) określa się jako hipotezę reorientacji uwagi (Lupiáñez i in., 2013; Zu i in., 2025), odrębną wobec alternatywnych wyjaśnień mechanizmu IOR.

Alternatywne wyjaśnienie zaproponowali niedługo później Tassinari i współpracownicy (1987), opierając się na założeniach premotorycznej teorii uwagi (Rizzolatti i in., 1987). Według tego ujęcia efekt IOR wynika z hamowania ponownego programowania ruchu oka do lokalizacji, która była wcześniej celem planowanego ruchu. Również w tej perspektywie dochodzi do opóźnienia detekcji bodźca, lecz przyczyna zjawiska zostaje umiejscowiona w systemie ruchowym, a nie uwagowym.

Współczesne podejścia wskazują, że efekt IOR nie jest jednorodny i może mieć zarówno komponenty sensoryczne, jak i motoryczne (Taylor & Klein, 2000; Lupiáñez, 2010; Lupiáñez i in., 2013). Taylor i Klein (2000) zaproponowali dwusystemowy model IOR, w którym wyróżniono sensoryczny (*input-based*) i motoryczny (*output-based*) komponent efektu. Oba mechanizmy funkcjonują niezależnie i operują na odmiennych etapach przetwarzania: sensoryczny IOR wiąże się z selekcją percepcyjną, prowadząc do obniżenia efektywności przetwarzania bodźców w lokalizacji uprzednio objętej uwagą; motoryczny IOR manifestuje się opóźnieniem inicjacji reakcji ruchowej do tej samej lokalizacji, wynikającym z wcześniejszej aktywacji programu ruchowego. Motoryczny komponent IOR uznaje się za bezpośrednią konsekwencję działania mechanizmów premotorycznych – przygotowania ruchu oka w kierunku poprzednio wskazanego miejsca. Nie obejmuje on jednak selekcji sensorycznej – odnosi się wyłącznie do etapu wykonania reakcji i nie wpływa na przetwarzanie bodźców pojawiających się w tej lokalizacji. W przypadku komponentu sensorycznego autorzy modelu nie wskazują jednak konkretnego mechanizmu, który miałby odpowiadać za jego powstawanie. W istocie sensoryczny IOR opisywany jest w kategoriach definicji ekskluzywnej: autorzy wskazują przede wszystkim, czym ten efekt nie jest – nie wynika z przygotowania ani wykonania reakcji przestrzennej – przy czym nie precyzują, jaki mechanizm odpowiada za jego powstawanie. Zamiast tego definiują go poprzez jego funkcję – modulację dystynktywności

bodźców (*saliency,* por. Klein & Redden, 2018; Satel, Wilson, & Klein, 2019) pojawiających się w lokalizacji wcześniej stymulowanej.

Zgodnie z założeniami Taylor i Kleina (2000), charakter efektu IOR – sensoryczny lub motoryczny – zależy od warunków eksperymentalnych, a w szczególności od aktywacji systemu okoruchowego w trakcie realizacji zadania. Autorzy zakładają, że w sytuacji, gdy procedura wymaga stałego utrzymywania fiksacji i nie przewiduje wykonania sakkady, dochodzi do aktywnej, całkowitej supresji systemu okoruchowego. W takich warunkach efekt IOR powinien być generowany wyłącznie przez mechanizmy sensoryczne, niezależne od procesów przygotowania czy programowania ruchu (Klein & Hilchey, 2011; Klein & Redden, 2018), i jako taki stanowić przejaw tzw. sensorycznego IOR. Jednym z kluczowych argumentów empirycznych wspierających to rozróżnienie są badania Hunt i Kingstone'a (2003a), wykorzystujące zadanie ze wskazówką oraz manipulację znikania punktu fiksacji (tzw. *gap paradigm*). Uzyskane przez autorów wyniki stanowią istotny punkt odniesienia w rozróżnianiu komponentów IOR i zostaną szczegółowo omówione w podrozdziale 4.1.1, stanowiąc bezpośredni kontekst dla przeprowadzonej przeze mnie serii trzech badań poświęconych temu zagadnieniu.

Rozróżnienie między sensorycznym a motorycznym IOR (Taylor & Klein, 2000) pozostaje w sprzeczności z podstawowym założeniem premotorycznej teorii uwagi, zgodnie z którym przygotowanie ruchu oka nieodłącznie wiąże się z selekcją sensoryczną (Rizzolatti i in., 1987; Rizzolatti, Riggio & Sheliga, 1994). Klein i współpracownicy (Klein & Hilchey, 2011; Klein & Redden, 2018) zakładają, że w warunkach wymagających utrzymywania fiksacji dochodzi do zahamowania nie tylko wykonania, lecz również przygotowania ruchu sakkady. Brakuje jednak bezpośrednich dowodów neurofizjologicznych potwierdzających istnienie takiego mechanizmu supresji. Przeciwną interpretację reprezentuje szereg autorów, którzy podkreślają, że aktywacja przygotowania ruchu sakkady zachodzi mimowolnie, nawet jeśli wykonanie ruchu zostaje powstrzymane (np. Rizzolatti i in., 1994; Belopolsky & Theeuwes, 2012). W tym ujęciu zahamowanie programu ruchowego oka miałoby charakter wtórny – następujący dopiero po jego uprzedniej aktywacji. Zgodnie z założeniami teorii premotorycznej, przygotowanie ruchu oka prowadzi do wzrostu wrażliwości sensorycznej w lokalizacji docelowej, nawet jeśli nie dochodzi do wykonania ruchu. Tym samym, także w zadaniach niewymagających wykonania sakkady, aktywacja systemu okoruchowego na poziomie przygotowania może wpływać na selekcję bodźców wzrokowych. Jeżeli to założenie jest trafne, wówczas sensoryczny IOR – choć definiowany jako niezależny od aktywności motorycznej – może zawierać komponent premotoryczny, związany z przygotowaniem, a nie wykonaniem ruchu.

Alternatywną koncepcję mechanizmu sensorycznego IOR – niezależną zarówno od podejścia Taylor i Kleina (2000), jak i od premotorycznej teorii uwagi (Rizzolatti i in., 1994) – zaproponował Lupiáñez wraz ze współpracownikami (Lupiáñez, 2010; Lupiáñez i in., 2013). W odróżnieniu od modelu Taylor i Kleina (2000), podejście to nie wyklucza udziału procesów premotorycznych w selekcji sensorycznej. Jednocześnie wskazuje ono konkretny mechanizm odpowiedzialny za występowanie efektu IOR o charakterze sensorycznym – niezależny od przygotowania czy programowania reakcji okoruchowej. Kluczowe znaczenie przypisuje się tu redukcji kosztu sensorycznego (ułatwienie detekcji bodźca) lub wzrostowi kosztu percepcyjnego (utrudnienie dyskryminacji), wynikającemu z konieczności rozpoznania bodźca-celu jako nowego zdarzenia w lokalizacji uprzednio zajmowanej przez wskazówkę. W zadaniach dyskryminacji bodźca mechanizm ten opiera się na segregacji reprezentacji percepcyjnych, zgodnie z teorią pliku obiektowego (*object files theory*; Kahneman, Treisman & Gibbs, 1992; zob. też Badio, 2011). Przy dostatecznie długim odstępie czasowym między wskazówką a bodźcem-celem reprezentacje te ulegają rozdzieleniu. Identyfikacja bodźca-celu wymaga wówczas ponownego zaangażowania zasobów uwagi i prowadzi do opóźnienia dyskryminacji, które przejawia się jako efekt IOR.

Zgodnie z modelem Lupiáñeza i współpracowników (2013), w zadaniu wskazywania istotnym czynnikiem modulującym wielkość efektu IOR jest obecność zdarzenia pośredniego (*intervening event*), czyli bodźca pojawiającego się w miejscu fiksacji między wskazówką a bodźcem-celem. Wcześniejsze interpretacje, zgodne z hipotezą reorientacji uwagi, traktowały takie zdarzenie – określane jako wskazówka powrotu (*cue back*) – jako element przyspieszający odangażowanie uwagi z lokalizacji wskazówki, tym samym inicjujący efekt IOR (por. Chica i in., 2014). Lupiáñez i współpracownicy (2013) zaproponowali jednak inne ujęcie: zdarzenie pośrednie zakłóca proces integracji reprezentacji bodźców i prowadzi do ich segregacji. W zadaniach dyskryminacji bodźca taka segregacja zwiększa koszt percepcyjny i nasila efekt IOR. W zadaniach detekcji ten sam mechanizm reorganizuje reprezentację sensoryczną, ułatwiając rozpoznanie bodźca-celu jako nowego zdarzenia i uruchamiając automatyczne przyciąganie uwagi (*capture attention*). W konsekwencji efekt IOR może ulec osłabieniu.

Koncepcja Lupiáñeza i współpracowników (2013) nie tylko opisuje mechanizm leżący u podstaw sensorycznego IOR, ale również formułuje konkretne przewidywania dotyczące wpływu zdarzenia pośredniego na jego przebieg. W zadaniu dyskryminacji jego obecność prowadzić ma do nasilania efektu IOR, natomiast w zadaniu detekcji bodźca – do jego redukcji. Ta interpretacja stanowi spójną alternatywę wobec hipotezy hamowania reorientacji uwagi (Posner & Cohen, 1984; Petersen & Posner, 2012) oraz teorii premotorycznej (Rizzolatti i in.,

1987; Rizzolatti i in., 1994), akcentując autonomiczną rolę mechanizmów segregacji reprezentacji sensorycznych i percepcyjnych w modulowaniu siły efektu IOR.

W cyklu trzech publikacji użyłem paradygmat znikającego punktu fiksacji w celu sprawdzenia, w jakim stopniu efekt IOR jest zależny od aktywności okoruchowej, a w jakim stopniu jego występowanie może być wyjaśniane mechanizmami o charakterze sensorycznym, zarówno w rozumieniu Taylor i Kleina (2000) jak i Lupiáñeza i współpracowników (2013). Realizując ten cel, uwzględniłem zarówno sensoryczny poziom przetwarzania danych, badając IOR w zadaniu detekcji bodźców (Michalczyk & Bielas, 2019; Michalczyk, 2023; Michalczyk, 2025), jak i bardziej złożony, percepcyjny poziom przetwarzania, analizując efekt IOR w kontekście dyskryminacji bodźców wzrokowych (Michalczyk, 2025). Ponadto, w jednym z przeprowadzonych badań (Michalczyk, 2023), obok pomiaru reakcji manualnej, służącego do oceny efektu IOR, dokonałem równoczesnego pomiaru reakcji źrenicznej. Reakcja źreniczna posłużyła jako wskaźnik zarówno procesu przenoszenia uwagi, jak i hamowania powrotu. Jak zostanie szczegółowo omówione w rozdziale 4.1.2, dotychczasowe badania (Mathôt i in., 2014) nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, czy pupilometryczne wskaźniki uwagi mają charakter sensoryczny, czy premotoryczny. Opracowanie wariantu procedury eksperymentalnej, który umożliwia pomiar wpływu efektu zaniku punktu fiksacji na pupilometryczne wskaźniki uwagi, stwarza możliwość bardziej precyzyjnego określenia charakteru tych wskaźników oraz rozróżnienia między ich sensorycznym a premotorycznym pochodzeniem.

4.1.1. Wpływ zaniku punktu fiksacji na hamowanie powrotu (IOR) w zadaniach detekcji i dyskryminacji bodźca.

Celem pierwszego badania (Michalczyk & Bielas, 2019) było sprawdzenie, czy zanik punktu fiksacji osłabia nie tylko IOR w zadaniach sakkadowych, lecz również manualny IOR – w porównaniu do warunku, w którym punkt fiksacji był widoczny do końca próby. Wynik taki podważałby przyjęte przez Taylor i Kleina (2000) założenie o wyłącznie sensorycznym charakterze IOR w zadaniach z reakcją manualną przy braku ruchu oczu. W kolejnej pracy (Michalczyk, 2025) skoncentrowałem się na weryfikacji hipotezy segregacji/integracji Lupiáñeza i współpracowników (Lupiáñez, 2010; Lupiáñez i in., 2013). Badanie miało ustalić, czy zanik punktu fiksacji można traktować jako zdarzenie pośrednie, które – zgodnie z założeniami tego modelu – powinno prowadzić do osłabienia IOR w zadaniu detekcji oraz do jego nasilenia w zadaniu dyskryminacji bodźca. Premotoryczna teoria uwagi przewiduje natomiast, że zanik punktu fiksacji powinien osłabiać IOR niezależnie od typu reakcji (sakkada lub odpowiedź manualna) oraz poziomu przetwarzania (detekcja lub dyskryminacja).

Zastosowany przez nas paradygmat badawczy odwoływał się do klasycznych badań nad efektem luki (*gap effect*), zgodnie z którymi czas reakcji sakkady skraca się, gdy punkt fiksacji znika tuż przed pojawieniem się bodźca-celu. Efekt luki wyjaśniany jest jako rezultat interakcji dwóch konkurencyjnych procesów okoruchowych: utrzymywania fiksacji oraz przygotowania ruchu oczu. Zniknięcie punktu fiksacji prowadzi do dezaktywacji mechanizmów podtrzymujących fiksację, ułatwiając przygotowanie ruchu sakkady i przyspieszając jej inicjację (Dorris & Munoz, 1995; Findlay & Walker, 1999). Choć początkowo efekt ten interpretowano wyłącznie jako mechanizm okoruchowy, późniejsze badania sugerują, że może on również modulować procesy selekcji uwagowej (Mackeben & Nakayama, 1993; Pratt & Nghiem, 2000; Hunt & Kingstone, 2003a).

W pierwszym z przeprowadzonych badań (Michalczyk & Bielas, 2019) wykorzystaliśmy klasyczny paradygmat Posnera z peryferyczną wskazówką, realizowany w dwóch warunkach eksperymentalnych. W pierwszym warunku punkt fiksacji pozostawał widoczny na ekranie przez cały czas trwania próby, a bodziec-cel poprzedzony był jedynie wskazówką. W drugim warunku punkt fiksacji znikał – albo równocześnie z pojawieniem się bodźca-celu (tzw. luka 0 ms), albo 200 ms przed jego prezentacją (luka 200 ms).

Wcześniejsze prace wykorzystywały ten paradygmat do badania tzw. ekspresowego przeniesienia uwagi (*express attentional shift*), czyli przyspieszenia orientacji uwagi w odpowiedzi na zanik punktu fiksacji. Zjawisko to zaobserwowano jedynie w zadaniu dyskryminacji bodźca (Mackeben & Nakayama, 1993; Pratt & Nghiem, 2000), natomiast nie występowało w zadaniu detekcji bodźca (Pratt & Nghiem, 2000). W kolejnych badaniach paradygmat ten wykorzystywano również do analizy efektu IOR, którego wyniki stały się istotnym punktem odniesienia dla naszych własnych badań. Szczególnie istotne okazało się porównanie naszych wyników (Michalczyk & Bielas, 2019) z wynikami uzyskanymi przez Hunt i Kingstone'a (2003a), którzy wykazali, że zanik punktu fiksacji redukuje efekt IOR wyłącznie wtedy, gdy badani wykonują sakkadę do bodźca-celu. W zadaniu manualnym, przy utrzymanej fiksacji, zanik punktu fiksacji nie wpływał na wielkość efektu IOR. Uzyskane wyniki wspierają model Taylor i Kleina (2000), zgodnie z którym motoryczny IOR ulega modulacji przez układ okoruchowy, natomiast sensoryczny IOR pozostaje od niego niezależny.

W badaniach własnych (Michalczyk & Bielas, 2019) uzyskaliśmy jednak odmienne wyniki. Zniknięcie punktu fiksacji prowadziło do osłabienia IOR zarówno w warunku sakkadowym, jak i manualnym. Wynik ten wskazuje na aktywność systemu okoruchowego również w sytuacji ścisłej kontroli ruchów oczu i sugeruje, że nawet manualny IOR może mieć komponent motoryczny. Tym samym rezultat ten pozostaje w sprzeczności z koncepcją Taylor i Kleina

(2000), według której dezaktywacja procesu fiksacji wpływa wyłącznie na ruchy oczu, nie modulując procesów odpowiedzialnych za selekcję sensoryczną. Jednocześnie pozostaje on zgodny z przewidywaniami premotorycznej teorii uwagi. Zanik punktu fiksacji automatycznie inicjuje przygotowanie ruchu sakkady w miejsce pojawienia się wskazówki. To z kolei ułatwia sensoryczne przetwarzanie bodźca-celu i prowadzi do osłabienia obserwowanego efektu IOR – niezależnie od tego, czy reakcja ma charakter manualny, czy okulomotoryczny.

Rozbieżność pomiędzy wynikami naszych badań (Michalczyk & Bielas, 2019) a wcześniejszymi ustaleniami Hunt i Kingstone'a (2003a) może wynikać z istotnych różnic proceduralnych. W szczególności, w badaniu Hunt i Kingstone'a bodźce prezentowano jako wyraźnie jaśniejsze (białe na czarnym tle), podczas gdy w badaniach własnych zastosowaliśmy bodźce szare, mniej kontrastowe względem ciemnego tła. Zwiększona luminancja mogła obniżyć próg detekcji bodźca i przyspieszyć reakcje manualne, zmniejszając tym samym wrażliwość procedury na subtelne efekty sensoryczne modulowane przez aktywność systemu okoruchowego. Ewentualne różnice czasowe między warunkiem z utrzymaną fiksacją a warunkiem jej zaniku mogły w takiej sytuacji ulec zatarciu. Dodatkowo, Hunt i Kingstone wykorzystali zadanie wymagające reakcji wyboru (*choice response*), w którym uczestnik wskazywał, który z dwóch możliwych przycisków należy nacisnąć. W naszym zaś badaniu zastosowaliśmy prostą reakcję na obecność bodźca (*simple keypress response*). Choć oba typy reakcji zalicza się do kategorii reakcji manualnych, zadania wymagające wyboru angażują dodatkowe procesy decyzyjne, które mogą wpływać na czas reakcji i maskować efekty wynikające z automatycznego przygotowania ruchów oka. W warunku prostej reakcji manualnej odpowiedź przypomina reakcję odruchową. Taka konfiguracja zwiększa czułość procedury na zależność między zanikiem punktu fiksacji a wielkością efektu IOR.

Wyniki naszego badania (Michalczyk & Bielas, 2019) zostały przywołane w kilku publikacjach analizujących mechanizmy leżące u podstaw efektu IOR, m.in. przez Reddena, MacInnesa i Kleina (2021), Malevich i współpracowników (2020) oraz Zu i współpracowników (2025). W pierwszym z tych opracowań przywołano je jako przykład rozbieżności z tezą autorów o pełnej niezależności manualnego IOR od aktywności systemu okoruchowego, choć nie zostały one szerzej omówione. Wskazuje to na potrzebę dalszych badań, które poddadzą weryfikacji znaczenie mechanizmów premotorycznych dla efektu IOR w modalności manualnej. Badania takie przeprowadziłem w kolejnych pracach, które zostaną przedstawione w dalszej części autoreferatu (Michalczyk, 2023; Michalczyk, 2025). W artykule Malevich i współpracowników (2020) nasze wyniki zostały natomiast przywołane jako jedno z istotnych źródeł danych empirycznych przemawiających przeciwko założeniu o istnieniu

dwóch odrębnych mechanizmów IOR – manualnego i sakkadowego, spójne z uzyskanymi przez nich wynikami i wspierające postulat istnienia jednorodnego mechanizmu przestrzennego. Autorzy ci skoncentrowali się na analizie sposobu reprezentacji przestrzennej lokalizacji bodźca i wykazali, że niezależnie od modalności reakcji (manualnej lub sakkadowej), efekt IOR nie zawiera niezależnego komponentu retinotopowego, lecz ujawnia się wyłącznie w przestrzennym układzie odniesienia. Badania nad właściwościami dwóch typów IOR (Satel i in., 2012; Hilchey, i in., 2014; Klein & Redden, 2018), których rozróżnienie zaproponowali pierwotnie Taylor i Klein (2000), sugerują, że efekt IOR generowany w warunkach bez zaangażowania reakcji przestrzennej (sensoryczny IOR), powinien być zakotwiczony w układzie retinotopowym, natomiast IOR występujący w sytuacjach wymagających przygotowania lub wykonania reakcji przestrzennej (motoryczny IOR) powinien opierać się na reprezentacji pozycji bodźca względem otoczenia a nie siatkówki. Wyniki uzyskane przez Malevich i współpracownicy (2020) sugerują istnienie jednorodnego mechanizmu hamowania, działającego w jednolitej, przestrzennej reprezentacji lokalizacji bodźca – np. poprzez tłumienie całej połowy pola widzenia lub rozciąganie efektu na obszary sąsiadujące z miejscem stymulacji. Tym samym zarówno ich badania, jak i nasze, stanowią argumenty przemawiające za potrzebą rewizji klasycznego podziału na dwa niezależne mechanizmy IOR, zaproponowanego przez Taylor i Kleina (2000). Nasze wyniki (Michalczyk & Bielas, 2019) wskazują, że niezależnie od modalności odpowiedzi, efekt IOR może mieć charakter premotoryczny; ich wyniki (Malevich i in., 2020) zaś sugerują, że również kodowanie przestrzeni nie różnicuje tych modalności, a ramą odniesienia pozostaje spójny, przestrzenny układ współrzędnych. W ostatnim czasie nasze wyniki zostały również przywołane przez Zu i współpracowników (2025), którzy w swoim badaniu empirycznym dokonali rozdzielenia między efektami orientacji uwagi a efektem IOR. W zastosowanym wariancie zadania wskazywania, peryferyjna wskazówka wywoływała klasyczny efekt IOR, natomiast centralnie prezentowana, nieprzewidywalna strzałka – mimo swojego symbolicznego znaczenia – indukowała automatyczną, mimowolną orientację uwagi, co przejawiało się facylitacją reakcji na bodziec-cel pojawiający się we wskazanej lokalizacji. Jednocześnie efekt IOR utrzymywał się niezależnie od lokalizacji wskazywanej przez strzałkę. Wynik ten sugeruje, że jego występowanie nie zależało ani od odangażowania, ani od powrotu uwagi, a zatem było niezgodne z hipotezą reorientacji uwagi (Posner & Cohen, 1984; Klein, 2000). Autorzy interpretują swoje wyniki w świetle hipotezy segregacji i integracji reprezentacji percepcyjnych (Lupiáñez i in., 2013), zgodnie z którą efekt IOR może wynikać z kosztów detekcji związanych z przetwarzaniem powtarzających się w tej samej lokalizacji bodźców (wskazówki i bodźca-

celu). Jednocześnie przywołują nasze badanie (Michalczyk & Bielas, 2019) jako alternatywne ujęcie, zgodnie z którym inhibicja powrotu może być efektem aktywacji mechanizmów premotorycznych, związanych z przygotowaniem ruchu oka. Tym samym dopuszczają możliwość współistnienia dwóch typów mechanizmów — sensorycznych i motorycznych — prowadzących do powstania efektu IOR.

Przedstawione powyżej rozważania Zu i współpracowników (2025) wskazują, że efekt IOR może wynikać z działania mechanizmów sensorycznych, premotorycznych lub ich współdziałania. Wyniki naszych badań (Michalczyk & Bielas, 2019), choć zgodne z przewidywaniami premotorycznej teorii uwagi, również nie wykluczają interpretacji zgodnej z modelem segregacji/integracji Lupiáñeza i współpracowników (Lupiáñez, 2010; Lupiáñez i in., 2013). Problem ten został podjęty w kolejnym badaniu (Michalczyk, 2025), w którym rozszerzyłem wcześniejszą procedurę eksperymentalną, tworząc układ umożliwiający rozróżnienie między komponentami premotorycznymi a sensoryczno-percepcyjnymi. Zrealizowałem dwa eksperymenty: jeden oparty na zadaniu detekcji, drugi – na zadaniu dyskryminacji bodźców wzrokowych. W obu manipulowano niezależnie zanikiem punktu fiksacji oraz obecnością dodatkowego zdarzenia pośredniego w postaci wskazówki centralnej. Celem było ustalenie, czy zanik punktu fiksacji pełni funkcję zdarzenia pośredniego, którego wpływ zależy od poziomu przetwarzania bodźca (detekcja vs dyskryminacja) – zgodnie z hipotezą Lupiáñeza i współpracowników (2013) – czy też uruchamia procesy premotoryczne, prowadząc do osłabienia efektu niezależnie od rodzaju zadania.

W przypadku zadania detekcji uzyskane wyniki nie pozwalają jednoznacznie określić, który z mechanizmów – sensoryczny czy premotoryczny – odpowiada za redukcję efektu IOR. Zarówno zanik punktu fiksacji, jak i pojawienie się wskazówki centralnej prowadziły do osłabienia efektu IOR, jednak ich współwystępowanie nie skutkowało sumowaniem się tych wpływów. Nie można jednak na tej podstawie rozstrzygnąć, czy odpowiada za to pojedynczy mechanizm, dwa odrębne, czy ich interakcja. Możliwe również, że zanik punktu fiksacji i wskazówka centralna oddziałują na różne etapy przetwarzania – odpowiednio: premotoryczne i sensoryczne. Status zaniku punktu fiksacji jako czynnika modulującego IOR w warunkach detekcji pozostaje więc niejednoznaczny. Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem wydaje się hipoteza zakładająca współdziałanie procesów sensorycznych i premotorycznych. Nawet jeśli przyjąć, że wskazówka centralna osłabia IOR poprzez mechanizmy sensoryczne, dane neurofizjologiczne wskazują, iż zanik punktu fiksacji powoduje dezinhibicję struktur zaangażowanych w przygotowanie ruchu oka (Dorris & Munoz, 1995; Findlay & Walker, 1999), przemawiając tym samym za udziałem także mechanizmu premotorycznego.

Współdziałanie to nie musi mieć jednak charakteru addytywnego. Brak sumowania wpływów obu czynników może wynikać z efektu podłogowego – efekt IOR został już istotnie zmniejszony przez jeden z czynników, uniemożliwiając dalsze jego obniżenie przez drugi. Alternatywnie, interakcja ta może mieć charakter nieliniowy – wpływy sensoryczne i premotoryczne mogą wzajemnie się modulować, ale nie kumulować. Obie interpretacje pozostają hipotezami roboczymi i wymagają dalszej weryfikacji w badaniach ukierunkowanych na precyzyjne rozdzielenie komponentów sensorycznych i premotorycznych.

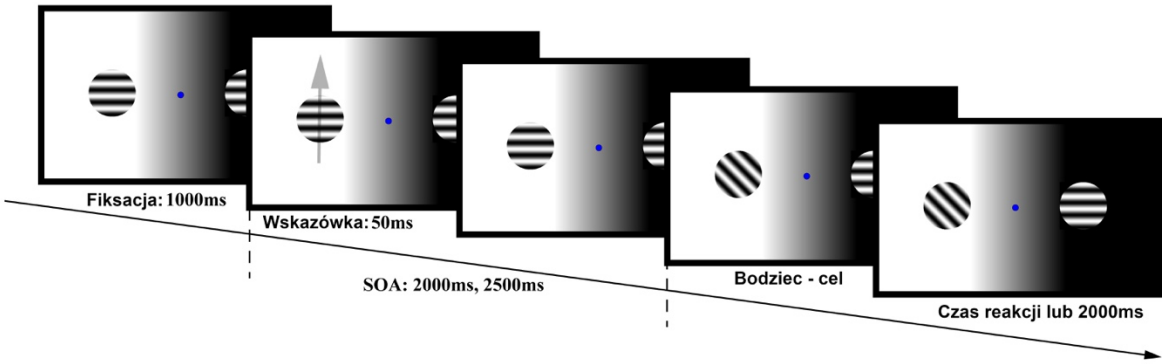
W przypadku zadania dyskryminacji bodźca uzyskano natomiast inny wzorzec wyników: obecność wskazówki centralnej nie wpływała istotnie na wielkość efektu IOR, natomiast zanik punktu fiksacji nadal prowadził do jego osłabienia. Taki wynik wyraźniej wspiera interpretację premotoryczną. Gdyby zanik punktu fiksacji działał wyłącznie jako zdarzenie pośrednie, zgodnie z hipotezą segregacji/integracji (Lupiáñez i in., 2013), należałoby oczekiwać wzrostu efektu IOR – nie zaś jego redukcji.

Zbiorczo, wyniki uzyskane w moim badaniu (Michalczyk, 2025) sugerują, że znaczenie procesów premotorycznych i sensorycznych może być zróżnicowane w zależności od poziomu przetwarzania bodźca. W zadaniach dyskryminacji dominującą rolę wydają się odgrywać procesy premotoryczne. W zadaniach detekcji ich wpływ może współwystępować z działaniem mechanizmów sensorycznych. Taki rozkład wpływów może odzwierciedlać etapową organizację selekcji uwagowej i będzie przedmiotem moich dalszych prac badawczych.

4.1.2. Zniknięcie punktu fiksacji osłabia pupilometryczny wskaźnik IOR, ale nie pupilometryczny wskaźnik facylitacji.

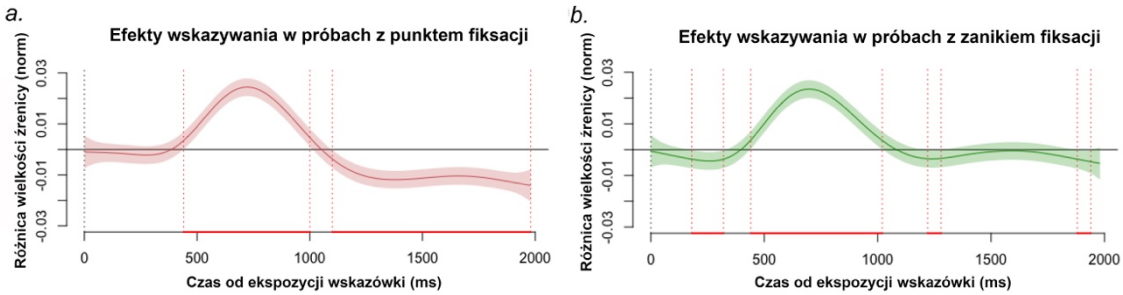
W innym badaniu (Michalczyk, 2023) wykorzystałem metodę pupilometrii, aby sprawdzić, czy zanik punktu fiksacji – manipulacja wpływająca na aktywność systemu okoruchowego – osłabia również źreniczny (fizjologiczny) wskaźnik efektu IOR, analogicznie do efektów zaobserwowanych w pomiarach behawioralnych, opisanych wcześniej (latencja sakkady i czas reakcji manualnej; por. Michalczyk & Bielas, 2019; Michalczyk, 2025). Dodatkowo metoda pupilometryczna pozwala zbadać dwufazową naturę uwagi egzogennej: nie tylko efekt IOR, ale także wcześniejszą fazę facylitacji.

W przeprowadzonym badaniu wykorzystałem procedurę pupilometryczną opracowaną przez Mathôta i współpracowników (2014) – zmodyfikowaną wersję klasycznego zadania wskazywania Posnera (1980) – w której modulacja odruchu źrenicznego na światło (*pupillary light response.* PLR) umożliwia śledzenie orientacji uwagi (zob. rys. 1).



Rysunek 1. Sekwencja zdarzeń w pojedynczej próbie eksperymentu pupilometrycznego (Michalczyk, 2023). Ekran monitora podzielono na trzy strefy jasności: jasną, centralną (szarość) i ciemną. Badany utrzymywał wzrok na punkcie fiksacji (niebieska kropka) umieszczonym w strefie szarości, obserwując jednocześnie dwie peryferyjne figury Gabora. Po 1000 ms fiksacji prezentowano 50-ms wskazówkę – zmianę fazy jednej z figur, wywołującą złudzenie ruchu (strzałka dodana poglądowo). Po czasie SOA równym 2000 ms lub 2500 ms następowała krótkotrwała rotacja jednej z figur o 45°, stanowiąca bodziec-cel, na który należało zareagować naciśnięciem spacji. Reakcję źreniczną rejestrowano przez 2000 ms od momentu pojawienia się wskazówki. Okulograf monitorował położenie oczu i detekcję mrugnięć; próby z mrugnięciami usuwano z analizy, a próby z utratą fiksacji powtarzano. W części warunków punkt fiksacji znikał jednocześnie z pojawieniem się wskazówki.

Procedura ta opiera się na ustaleniach wcześniejszych badań (m.in. Binda, Pereverzeva & Murray, 2013), które wykazały, że zmiany wielkości źrenicy zależą od jasności obszaru objętego uwagą, a nie od fizycznych cech bodźców. Niejawne przeniesienie uwagi w miejsce o wyższej jasności prowadzi do mniejszego rozszerzenia źrenicy niż orientacja uwagi do lokalizacji o niższej jasności. Dzięki temu możliwe jest obserwowanie pupilometrycznego efektu facylitacji (relatywnie mniejsze rozszerzenie źrenicy przy orientacji uwagi na jasny obszar niż ciemny) oraz efektu pupilometrycznego IOR (odwrócenie tego wzorca po dłuższym odstępie czasowym). Oba efekty zostały potwierdzone w moim badaniu (wyk. 1a) i były pierwszą replikacją tych efektów uwagowych, uzyskanych wcześniej przez Mathôta i współpracowników (2014). Zasadniczym rezultatem było jednak to, że zniknięcie punktu fiksacji osłabiało pupilometryczny wskaźnik IOR, ale nie miało wpływu na efekt facylitacji (wyk. 1b).



Wykres 1. Pupilometryczne efekty wskazywania w funkcji czasu od momentu pojawienia się wskazówki. Krzywe przedstawiają różnicę wielkości źrenicy pomiędzy próbami, w których wskazówka pojawiła się po stronie ciemnej i jasnej ekranu: **a.** próby z punktem fiksacji (linia czerwona), **b.** próby z zanikiem punktu fiksacji (linia zielona). Czas t = 0 ms (pionowa czarna linia przerywana) odpowiada momentowi prezentacji wskazówki. Zmiany wielkości źrenicy przedstawiono względem poziomu bazowego (średnia z 500 ms przed wskazówką). Wartości dodatnie na osi Y wskazują na pupilometryczny efekt facylitacji, natomiast wartości ujemne – na pupilometryczny efekt IOR. Istotne różnice oznaczono pionowymi czerwonymi liniami przerywanymi i poziomymi odcinkami na osi czasu. Cieniowanie wokół krzywych przedstawia błąd standardowy średniej.

Wynik znacznego osłabienia efektu IOR na skutek zniknięcia punktu fiksacji jest sprzeczny z interpretacją pupilometrycznego IOR jako markera sensorycznego, opartego wyłącznie na habituacji sensorycznej (Satel i in., 2012; Mathôt i in., 2014). Według koncepcji sensorycznego IOR (Taylor & Klein, 2000), manipulacje angażujące system okoruchowy nie powinny modyfikować wskaźników sensorycznych. Tymczasem moje wyniki sugerują istotny udział procesów premotorycznych: usunięcie punktu fiksacji, przez odhamowanie przygotowania ruchu oka, mogło prowadzić do osłabienia pupilometrycznego efektu IOR. Rezultat ten jest spójny z wcześniej omawianymi badaniami behawioralnymi (Michalczyk & Bielas, 2019; Michalczyk, 2025), w których wykazałem rolę mechanizmów premotorycznych również w manualnym IOR.

Brak wpływu zaniku punktu fiksacji na pupilometryczny wskaźnik facylitacji wskazuje natomiast, że początkowa faza egzogennej orientacji uwagi, w odróżnieniu od efektu IOR, może być niezależna od procesów premotorycznych i opierać się raczej na mechanizmach sensorycznych (Mathôt i in., 2014). Uzyskany rezultat pozostaje zgodny z innymi wynikami badań behawioralnych. Pratt i Nghiem (2000) wykazali, że wpływ zaniku punktu fiksacji na facylitację uwagi pojawia się jedynie w zadaniach dyskryminacji bodźca, natomiast w zadaniach detekcji pozostaje nieobecny. Wyniki te wspierają interpretację, zgodnie z którą podstawowe procesy detekcji i wczesnej orientacji uwagi egzogennej mogą być determinowane przez mechanizmy inne niż premotoryczne (m.in. Lupiáñez i in., 2013).

Choć alternatywnie można interpretować osłabienie pupilometrycznego wskaźnika IOR jako wynik procesu segregacji reprezentacji sensorycznych (Lupiáñeza i in., 2013), to jednak wystąpienie efektu osłabienia IOR przy braku wpływu zaniku punktu fiksacji na pupilometryczny wskaźnik facylitacji osłabia tę interpretację. Gdyby zanik punktu fiksacji działał jako zdarzenie pośrednie, prowadzące do segregacji reprezentacji bodźców, należałoby oczekiwać, że wpłynie on zarówno na późniejsze hamowanie powrotu (IOR), jak i na wcześniejszy efekt facylitacji. Uzyskany wzorzec – osłabienie IOR przy niezmienionej facylitacji – sugeruje, że mechanizm odpowiedzialny za redukcję efektu nie dotyczy procesów sensorycznych wspólnych dla obu faz wskazywania. Możliwe jednak, że znikający punkt fiksacji nie wpłynął na procesy sensoryczne, ponieważ nie jest zdarzeniem pośrednim w rozumieniu Lupiáñeza i wsp. (2013). Weryfikacja hipotezy segregacji reprezentacji sensorycznych wymagałaby dalszych badań, w których procedura eksperymentalna wykorzystywałaby klasyczne zdarzenie pośrednie, takie jak wskazówka centralna, pojawiająca się pomiędzy wskazówką peryferyjną a bodźcem-celem. Wzrost pupilometrycznego efektu facylitacji w takim eksperymencie potwierdziłby sensoryczną interpretację facylitacji, natomiast brak wpływu tej manipulacji na pupilometryczny wskaźnik IOR byłby zgodny z uzyskanymi przeze mnie wynikami i wzmacniałby premotoryczną interpretację pupilometrycznego efektu IOR.

Podsumowując, moje wyniki wskazują, że w zadaniu detekcji bodźca pupilometryczny wskaźnik IOR może mieć podłoże premotoryczne, natomiast wskaźnik facylitacji może być związany głównie z mechanizmami sensorycznymi. Precyzyjne określenie tych zależności wymaga jednak dalszych badań, uwzględniających starannie dobraną manipulację zdarzeniami pośrednimi i szczegółowy pomiar reakcji źrenicznych. Problem ten stanowi przedmiot moich aktualnych prac badawczych.

4.2. Mechanizm endogennej kontroli uwagi: wieloogniskowość uwagi i efekt meridianu.

Publikacja:

Michalczyk, Ł., Bielas, J., & Schab, A. (2020). Preparation of saccade sequences and eye programming affect endogenous covert attention. *European Journal of Neuroscience*, 52(5), 3419-3433. Wydawnictwo: Wiley.

W niniejszej części omówione zostanie badanie, którego celem było, w dwóch eksperymentach, określenie, w jaki sposób planowanie sekwencji ruchów gałek ocznych wpływa na selekcję uwagową oraz czy procesy programowania ruchu sakkad mogą wpływać na zasoby uwagi. W przeciwieństwie do wcześniejszej sekcji (4.1.), w której analizowano mechanizmy uwagi egzogennej, tutaj skupiam się na uwadze endogennej.

4.2.1. Wprowadzenie w problematykę badań

Orientacja uwagi może przebiegać w reakcji na bodźce zewnętrzne (egzogenna) lub być efektem wewnętrznych mechanizmów selekcyjnych (endogenna). Jak wskazują badania, są to odrębne procesy poznawcze o specyficznych mechanizmach kontroli i różnych korelatach neuronalnych (Corbetta & Shulman, 2002; Shulman & Corbetta, 2012). O ile poprzedni rozdział dotyczył uwagi egzogennej, niniejsze badania koncentrują się na uwadze endogennej (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020).

W literaturze dominują dwa główne stanowiska wyjaśniające mechanizm orientacji uwagi endogennej. Zgodnie z modelem Posnera (Petersen & Posner, 2012; Posner, 2016), uwaga endogenna, podobnie jak egzogenna, opiera się na działaniu autonomicznego systemu poznawczego, niezależnego od procesów sensorycznych i motorycznych. Zgodnie z tym podejściem, mechanizmy egzogennej i endogennej orientacji uwagi mają mieć własne podstawy neuronalne, zlokalizowane w dwóch sieciach korowych: grzbietowej i brzusznej (Corbetta & Shulman, 2002). Z kolei premotoryczna teoria uwagi (Rizzolatti i wsp., 1994) zakłada, że zarówno uwaga egzogenna, jak i endogenna wynikają z aktywności neuronalnej związanej z przygotowaniem ruchów oczu. Tę koncepcję wspierają wyniki badań z wykorzystaniem metod neuroobrazowania, które wskazują na przestrzenną zbieżność aktywacji obszarów korowych zaangażowanych w niejawne przesunięcia uwagi i przygotowanie ruchu sakkad (Corbetta & Shulman, 2002).

Alternatywną propozycję przedstawili Smith i współpracownicy (Smith & Schenk, 2012; Casteau & Smith, 2019) według których jedynie orientacja egzogenna może bezpośrednio

angażować system motoryczny, natomiast uwaga endogenna wyłania się ze współdziałania wielu procesów poznawczych – takich jak pamięć robocza, reprezentacje celu działania czy zgodnie z modelem rywalizacji o przewagę (*biased competition*; Desimone & Duncan, 1995), mechanizmu selekcji konkurencyjnych strumieni przetwarzania – a nie z aktywności jednego wyspecjalizowanego modułu. W tym ujęciu mechanizmy uwagi endogennej nie tworzą odrębnego systemu, lecz pełnią funkcję modulacyjną, wspierającą selekcję reprezentacji obiektów, lokalizacji lub cech istotnych w danym kontekście zadaniowym. Autorzy przyjmują tym samym radykalne stanowisko o pełnej niezależności orientacji endogennej od systemu okoruchowego, a zarazem kwestionują potrzebę postulowania autonomicznego systemu orientacji uwagi.

Jeszcze inną koncepcję uwagi endogennej przedstawili Belopolsky i Theeuwes (2009, 2012), którzy rozróżniają dwa, występujące po sobie etapy funkcjonowania orientacji uwagi: przesunięcie (*shifting*) oraz utrzymanie (*maintenance*) ogniska uwagi. Ich zdaniem każde przesunięcie uwagi – także endogenne – jest tożsame z procesem przygotowania ruchu sakkady, natomiast samo utrzymanie uwagi, po zakończeniu przesunięcia, może być niezależne od systemu okoruchowego. Krytycznie odnoszą się do badań sugerujących dysocjację między uwagą endogenną a aktywnością premotoryczną (Klein, 1980; Klein & Pontefract, 1994; Hunt & Kingstone, 2003b), wykazując empirycznie, że obserwowana w tych badaniach niezależność wynikała prawdopodobnie ze specyfiki procedur eksperymentalnych (Belopolsky & Theeuwes, 2012). Szerzej tę krytykę przedstawię w dalszej części pracy.

Powyższa analiza pokazuje, że związek uwagi endogennej z systemem okoruchowym pozostaje przedmiotem dyskusji, której rozstrzygnięcie jest kluczowe dla zrozumienia mechanizmu uwagi endogennej. Przedstawione wyżej stanowiska różnią się przede wszystkim w zakresie postulowanego stopnia autonomii mechanizmów uwagi wobec aktywności premotorycznej. Pomimo istnienia badań empirycznych wskazujących na ich funkcjonalną dysocjację (Klein, 1980; Klein & Pontefract, 1994; Hunt & Kingstone, 2003b), reinterpretacja wyników tych badań (Belopolsky & Theeuwes, 2009, 2012; Casteau & Smith, 2019) wskazuje, że obserwowane efekty mogą być specyficzne dla zastosowanych procedur eksperymentalnych, a nie odzwierciedlać faktyczną, pełną niezależność obu procesów. Tym samym, kluczowym pozostaje pytanie, czy istnieją empiryczne argumenty bezpośrednio wspierające tezę przeciwną, a więc o ścisłym związku między endogenną orientacją uwagi a mechanizmami okoruchowymi. Tej problematyki dotyczyło właśnie nasze badanie (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020), w którym analizowaliśmy dwa kluczowe efekty przemawiające na rzecz premotorycznej teorii uwagi.

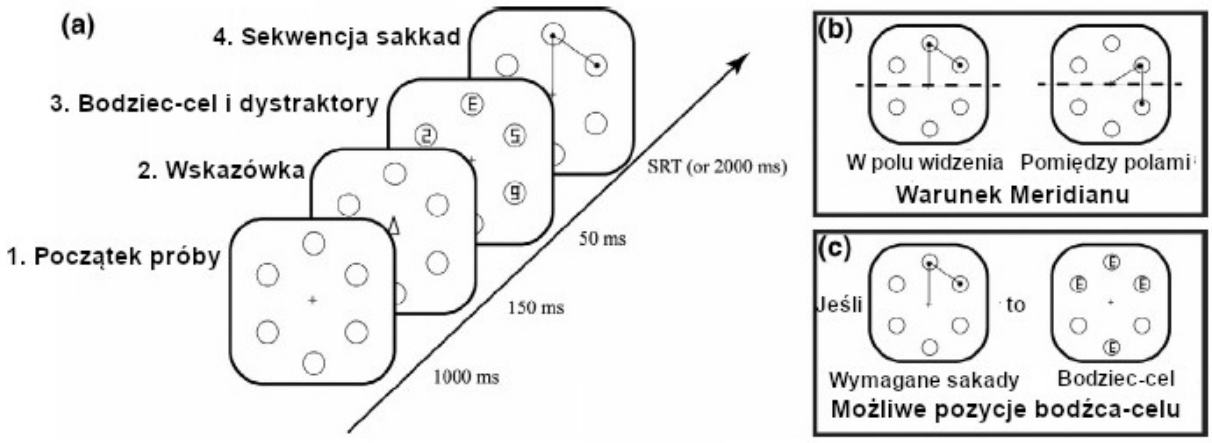
Pierwszym zjawiskiem jest efekt wieloogniskowej alokacji uwagi (Godijn & Theeuwes, 2003; Baldauf & Deubel, 2008), wskazujący, że uwaga może koncentrować się równocześnie w kilku miejscach, odpowiadających zaplanowanej sekwencji ruchów oka. Drugim jest efekt meridianu (Rizzolatti i wsp., 1987), który ujawnia trudność przenoszenia uwagi przez linię podziału między połówkami pola widzenia w porównaniu z przenoszeniem jej w obrębie jednej połowy pola. Zjawisko to sugeruje związek między uwagą endogenną a kontrolą okoruchową, ponieważ granica meridianu jest istotna z punktu widzenia programowanych ruchów oka, lecz nie z perspektywy przetwarzania sensorycznego. Efektu tego nie sposób łatwo wyjaśnić w ramach modelu zakładającego ponadmodalny, autonomiczny system orientacji uwagi (Petersen & Posner, 2012; Posner, 2016). Pozostaje on również w sprzeczności z poglądem Smitha i Schenka (2012) oraz nowszą propozycją Casteau i Smitha (2019), zgodnie z którymi orientacja endogenna przebiega całkowicie niezależnie od aktywności systemu okoruchowego.

Celem naszych badań było określenie dynamiki związków między uwagą endogenną a mechanizmami kontroli ruchów oka poprzez istotne rozróżnienie między etapami przygotowania i programowania ruchów sakkadowych. Wyniki tych badań potwierdzają, że uwaga endogenna pozostaje powiązana z aktywnością premotoryczną, a jej charakter zależy właśnie od dynamiki tych premotorycznych procesów. Szerzej zostaną przedstawione w następnej części autoreferatu.

4.2.2. Szczegółowe omówienie badania własnego: metodologia – wyniki – dyskusja.

W badaniu wykorzystano zmodyfikowaną wersję posnerowskiego zadania wskazywania, w której bodźce prezentowano w jednej z sześciu pozycji rozmieszczonych symetrycznie wokół centralnego punktu fiksacji (rys. 2). Lokalizacje te rozplanowano tak, aby w każdej połowie pola widzenia – wyznaczonej przez poziomy meridian (poziomą linię dzielącą pole widzenia na górną i dolną część) – znajdowały się trzy okręgi. Okręgi te stanowiły zarówno potencjalne miejsca pojawienia się bodźców, jak i docelowe lokalizacje ruchów sakkadowych. Procedura obejmowała dwa zadania. Pierwsze polegało na wykonaniu sekwencji dwóch ruchów sakkadowych: najpierw do lokalizacji wskazanej przez strzałkę, następnie do kolejnej zgodnej z ruchem wskazówek zegara. W drugim zadaniu uczestnicy mieli dokonać identyfikacji bodźca-celu („E” lub „H”), który był prezentowany krótko (50 ms) w jednej z sześciu lokalizacji przed wykonaniem pierwszej (eksperyment 1) lub drugiej (eksperyment 2) sakkady. Po zakończeniu próby badany podejmował decyzję, którą literę widział (bez presji czasowej). Mierzono zarówno latencję wykonania każdej sakkady, jak i poprawność dyskryminacji bodźca. Zadanie realizowano przy użyciu okulografu, dzięki czemu możliwa była bieżąca

kontrola poprawności wykonywanych ruchów oczu. W przypadku błędów, takich jak niepoprawne oderwanie wzroku od punktu fiksacji lub nieprawidłowe wykonanie sakkady, próbę przerywano i powtarzano ją później. Układ prób zaprojektowano w sposób umożliwiający pojawienie się bodźca-celu w różnych lokalizacjach względem zaplanowanej sekwencji ruchów sakkadowych: w pozycji pierwszego ruchu oczu, w miejscu drugiego ruchu lub w lokalizacjach niezwiązanych bezpośrednio z planem ruchowym (tj. sąsiadujących z pierwszą pozycją lub położonych naprzeciw niej).



Rysunek 2. Przykładowy przebieg procedury w eksperymencie 1. Panel **(a)** przedstawia schemat przebiegu pojedynczej próby: na początku prezentowana była wskazówka w postaci trójkątnego grotu strzałki, wskazująca jeden z sześciu sektorów pola widzenia. Następnie pojawiał się układ bodźców, zawierający bodziec-cel oraz dystraktory. Zaznaczona na rysunku sekwencja sakkad (linie ciągłe zakończone punktami symbolizującymi fiksacje) ma charakter poglądowy – nie była prezentowana badanym na ekranie, lecz odzwierciedlała wymaganą trajektorię ruchów oczu w odpowiedzi na pojawiającą się wcześniej wskazówkę. W eksperymencie 1 układ bodźców pojawiał się przed rozpoczęciem wykonania sekwencji ruchów, natomiast w eksperymencie 2 – po zakończeniu pierwszej sakkady, ale przed wykonaniem drugiej. Panel **(b)** ilustruje warunek meridianu, w którym wymagana była sekwencja dwóch sakkad: obie mogły zostać wykonane w obrębie jednej połowy pola widzenia (próba w polu widzenia) lub każda w innej (próba pomiędzy polami). W tym drugim przypadku druga sakkada przekraczała linię meridianu (pozioma przerywana linia symbolizuje granicę między połówkami pola widzenia), prowadząc do fiksacji w lokalizacji po przeciwnej stronie pola widzenia. Panel **(c)** przedstawia relację między kierunkiem zaplanowanej sekwencji dwóch sakkad a możliwymi lokalizacjami bodźca-celu: bodziec mógł pojawić się w pozycji zgodnej z docelowym punktem fiksacji pierwszej lub drugiej sakkady albo w lokalizacji niespójnej z tą sekwencją ruchową.

W przeprowadzonym przez nas dwóch eksperymentach uzyskano dwa wyniki o istotnym znaczeniu teoretycznym. Pierwszy z nich dotyczy zasobów uwagowych w kontekście uwagi wieloogniskowej, drugi zaś odnosi się do efektu meridianu. Dla zachowania przejrzystości wywodu, oba zagadnienia zostaną omówione oddzielnie. Wspólnym mianownikiem ich interpretacji jest założenie, że rozróżnienie pomiędzy przygotowaniem a programowaniem ruchu oka może stanowić użyteczne narzędzie teoretyczne w opisie procesów selekcji uwagowej.

Zgodnie z oczekiwaniami, identyfikacja bodźców była dokładniejsza w lokalizacjach docelowych zaplanowanych sakkad niż w miejscach nieuwzględnionych w sekwencji ruchów oka. W pierwszym eksperymencie, w którym bodźce prezentowano jeszcze przed wykonaniem pierwszego ruchu oka, najwyższą trafność uzyskano w lokalizacji odpowiadającej celowi pierwszej sakkady. W drugim eksperymencie bodziec-cel pojawiał się po wykonaniu pierwszego ruchu oka, ale przed wykonaniem drugiego – i to właśnie w lokalizacji drugiej sakkady odnotowano istotny wzrost trafności względem eksperymentu pierwszego (ddiff Cohena = 0,45). Co istotne, trafność ta osiągnęła poziom porównywalny z identyfikacją bodźców pojawiających się bezpośrednio w miejscu aktualnej fiksacji oka.

Wyniki te wskazują, że choć samo przygotowanie ruchu oka może wystarczyć do selekcji uwagowej, pełna maksymalizacja efektywności przetwarzania następuje dopiero wtedy, gdy ruch jest również w pełni zaprogramowany – to znaczy, gdy system motoryczny osiąga stan gotowości obejmujący wybór kierunku, docelowej lokalizacji oraz konfiguracji mięśni oka, lecz jeszcze przed inicjacją samego ruchu. Z perspektywy tego rozróżnienia uzyskany wzorzec trafności można wyjaśnić następująco: wysoka skuteczność identyfikacji bodźca-celu występowała zawsze wtedy, gdy jego lokalizacja była objęta zarówno przygotowaniem, jak i programowaniem ruchu sakkady – niezależnie od miejsca tej lokalizacji w sekwencji ruchów oka.

Rozróżnienie między przygotowaniem a programowaniem ruchu oka ma istotne znaczenie teoretyczne, gdyż w literaturze terminy te często stosowano zamiennie (Rizzolatti i in., 1987, Rizzolatti i in., 1994; Belopolsky & Theeuwes, 2012; Smith & Schenk, 2012). Tymczasem wyniki niektórych badań empirycznych wskazują, że ich rozróżnienie może mieć znaczenie funkcjonalne (Born, Mottet & Kerzel, 2014; Khan i in., 2015). Born i współpracownicy (2014), stosując paradygmat z sygnałem stop, wykazali, że identyfikacja bodźca w lokalizacji docelowej sakkady ulega pogorszeniu, gdy wcześniej zaprogramowany ruch oka zostaje skutecznie zatrzymany. Efekt facylitacji percepcyjnej utrzymywał się natomiast w próbach, w których sakkada została mimo wszystko wykonana – to znaczy wówczas, gdy uczestnicy nie

zdążyli zareagować na sygnał zatrzymania. Wyniki te sugerują, że przerwanie procesu programowania ruchu sakkady osłabia selekcję uwagową, która normalnie towarzyszy w pełni przygotowanemu i zaprogramowanemu ruchowi oka. W połączeniu z wynikami naszych badań (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020), wspierają one pogląd, że programowanie ruchu sakkady – choć niekoniecznie warunkuje samo wystąpienie selekcji uwagowej – może modulować jej skuteczność: wzmacniać ją, gdy program pozostaje aktywny (nasze badanie), lub osłabiać, gdy zostaje zatrzymany (Born i in., 2014).

Wnioski te znajdują również potwierdzenie w danych neurofizjologicznych. Przygotowanie ruchu sakkady wiąże się z aktywacją neuronów wzrokowo-motorycznych w obszarach takich jak wzgórki górne (SC), czołowe pole okoruchowe (FEF) oraz pole śródciemieniowe boczne (LIP), tworzących tzw. pragmatyczne mapy przestrzenne kodujące potencjalne cele działania (por. Rizzolatti i in., 1994). Programowanie ruchu oka, będące bardziej zaawansowanym etapem, obejmuje dodatkowo rekrutację neuronów stricte motorycznych w pniu mózgu, odpowiedzialnych za inicjację i precyzyjne sterowanie aktywnością mięśni okoruchowych (Yanoff & Duker, 2009). Taka sekwencyjna aktywacja odzwierciedla funkcjonalne różnicowanie obu procesów premotorycznych, a zarazem dostarcza anatomicznych podstaw dla ich potencjalnie zróżnicowanego wpływu na selekcję uwagową.

Wprowadzenie rozróżnienia między przygotowaniem a programowaniem ruchu sakkady umożliwia również reinterpretację wyników badań wskazujących na dysocjację między selekcją uwagi a ruchem oka (Klein, 1980; Klein & Pontefract, 1994; Hunt & Kingstone, 2003b). W badaniach tych wykorzystywano procedurę dwuzadaniową (*dual-task*), gdzie uczestnicy mieli za zadanie albo przygotować ruch oka, albo dokonać niejawnej orientacji uwagi w oczekiwaniu na bodziec. Zaobserwowano wówczas, że przygotowanie ruchu oka nie poprawiało detekcji bodźca-celu (mierzonej poprzez pomiar czasu reakcji na naciśnięcie przycisku na klawiaturze), podobnie jak utrzymywanie uwagi endogennej nie ułatwiało wykonania okazjonalnych sakkad do wskazanej lokalizacji. Na podstawie tych wyników wyciągano wniosek o funkcjonalnej niezależności systemów uwagi endogennej i przygotowania ruchu oka, interpretując brak efektów jako dowód całkowitej supresji aktywności premotorycznej w zadaniach niewymagających wykonania sakkady (Klein, 1980; Klein & Pontefract, 1994; Hunt & Kingstone, 2003b).

Belopolsky i Theeuwes (2012) tłumaczyli te wyniki różnicą między przenoszeniem uwagi (*shifting,* aktywującym przygotowanie ruchu oczu) a jej utrzymaniem (*maintenance,* niezależnym od dalszej aktywacji ruchowej). Ich zdaniem niski odsetek prób, w których przygotowanie ruchu sakkady kończyło się rzeczywistym ruchem oka (58% – Klein &

Pontefract, 1994; 70% – Hunt & Kingstone, 2003b), mógł prowadzić do przyjęcia przez uczestników badania strategii szybkiego, wtórnego hamowania przygotowania ruchu sakkady zaraz po jego aktywacji. W tej interpretacji brak efektu szybszego ruchu sakadowego w miejscu zogniskowania uwagi był wynikiem szybkiej supresji przygotowanego wcześniej ruchu oka, które może występować w warunkach ogólnego, niskiego prawdopodobieństwa wykonania ruchu. Dysocjacja obserwowana w tych warunkach nie musi zatem świadczyć o faktycznej niezależności procesów uwagowych od premotorycznych, lecz może odzwierciedlać specyficzne wymagania zadania. Dalsze badania empiryczne przeprowadzone przez autorów potwierdziły te przypuszczenia i wykazały, że efekt facylitacji ruchu oczu zależy od prawdopodobieństwa tego czy planowany ruch zostanie wykonany (Belopolsky & Theeuwes, 2012).

W naszym podejściu proponujemy rozróżnienie funkcjonalne – przygotowanie versus programowanie ruchu sakkady. Zakładamy, że przygotowanie ruchu wystarcza do selekcji uwagowej, zarówno na poziomie sensorycznym jak i motorycznym, natomiast etap programowania moduluje jej intensywność, zależnie od prawdopodobieństwa wykonania ruchu. Stanowisko to znajduje potwierdzenie zarówno w wynikach badań własnych, jak i w danych przedstawionych przez innych autorów. Jak wykazaliśmy w naszym badaniu (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020) wysoka aktywacja programowania ruchu oka sprzyja maksymalizacji efektywności sensorycznego przetwarzania bodźców. Inne badania (Klein, 1980; Klein & Pontefract, 1994; Hunt & Kingstone, 2003b) wskazują, że przy niższym prawdopodobieństwie realizacji ruchu oka może występować hamowanie programu motorycznego, a nie przygotowania ruchu oka, wyrażające się w wydłużeniu latencji wykonania sakkady przy jednoczesnym zachowaniu efektów selekcji sensorycznej. Gdy zaś programowanie zostaje nagle przerwane, tuż przed wykonaniem ruchu oka, zanika również efekt selekcji sensorycznej (Born i in., 2014; Khan i in., 2015).

Przedstawiona rozróżnienie na proces przygotowania i programowania ruchu oka nie jest konkurencyjna wobec koncepcji Belopolsky'ego i Theeuwesa (2012), lecz raczej komplementarna – reformułuje ich koncepcję w neurofizjologicznej perspektywie. Opisany przez nich proces „przeniesienia uwagi" odpowiadałby przygotowaniu ruchu sakkady, natomiast „utrzymywanie uwagi" interpretowane byłoby jako stan aktywnego podtrzymywania przygotowania ruchu, bez przechodzenia do pełnego programowania. Co istotne, Belopolsky i Theeuwes (2012) nie precyzują, na jakim poziomie neuronalnym zachodzi proces „utrzymywania uwagi", pozostawiając otwartą kwestię jego charakteru – sensorycznego, poznawczego lub premotorycznego. W tym sensie moja propozycja może być uznana jako

propozycja uzupełnienia i doprecyzowania ich stanowiska poprzez wskazanie mechanizmu, za pomocą którego utrzymanie selekcji uwagowej może odbywać się nadal w ramach aktywnych pragmatycznych map ruchowych (Rizzolatti i in., 1994), choć bez konieczności aktywizacji konkretnego programu ruchowego.

Omawiane rozróżnienie między przygotowaniem a programowaniem ruchu sakkady znajduje również zastosowanie w analizie innych zjawisk zależnych od aktywności premotorycznej, takich jak efekt meridianu. W omawianym badaniu własnym (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020) badaliśmy ten efekt zarówno we wskaźniku latencji sakkady (sakkadowy efekt meridianu), jak i w poziomie identyfikacji bodźca (uwagowy efekt meridianu). Obserwowane wyniki wspierają powyżej przedstawioną tezę o znaczeniu rozróżnienia dwóch etapów aktywności premotorycznej – przygotowania i programowania ruchu oka.

Sakkadowy efekt meridianu polegał na wydłużeniu latencji drugiej sakkady w sytuacjach, gdy jej trajektoria przekraczała poziomy meridianu – umowną granicę dzielącą pole widzenia na część górną i dolną. Wydłużenie to obserwowano w porównaniu z próbami, w których oba ruchy wykonywane były w obrębie tej samej połowy pola widzenia. Jednocześnie czas latencji pierwszej sakkady pozostawał porównywalny w obu typach prób, niezależnie od planowanego przekroczenia meridianu. Wynik ten jest szczególnie istotny w świetle wcześniejszych badań wskazujących, że przestrzenne przygotowanie sekwencji dwóch sakkad następuje jeszcze przed wykonaniem pierwszego ruchu (Godijn & Theeuwes, 2003; Baldauf & Deubel, 2008). Oznacza to, że granica meridianu nie wpływa na etap przygotowania sekwencji ruchów, lecz ujawnia się dopiero w fazie programowania drugiego ruchu.

Sakkadowy efekt meridianu można zatem interpretować jako koszt związany z koniecznością przeprogramowania drugiej sakkady. Gdy oba ruchy wykonywane są po tej samej stronie meridianu, programowanie drugiego z nich może opierać się na modyfikacji parametrów aktywowanych już mięśni – np. poprzez zmianę ich napięcia. Natomiast przekroczenie meridianu wymaga pełnej rekonfiguracji układu motorycznego: wyboru innego zestawu mięśni oraz określenia ich parametrów działania. Taka interpretacja jest zgodna z klasycznym ujęciem efektu meridianu zaproponowanym przez Rizzolattiego i współpracowników (1987). Choć w ich badaniu analizowano efekt meridianu w kontekście odpowiedzi manualnych, autorzy postulowali podobny mechanizm – koszt reprogramowania ruchu po przekroczeniu granicy meridianu. Zastosowany w naszym badaniu paradygmat sekwencji sakkadowych, w połączeniu z okulograficznym pomiarem latencji sakkady, pozwala

doprecyzować tę interpretację, wskazując, że dodatkowy koszt przetwarzania pojawia się nie na etapie przygotowania, lecz podczas programowania konkretnego ruchu oka.

Uwagowy efekt meridianu polegał na obniżeniu skuteczności identyfikacji bodźca w lokalizacji odpowiadającej drugiemu punktowi fiksacji, gdy ruch oka wymagał przekroczenia meridianu. Trafność identyfikacji była znacząco wyższa ($d_{diff} = 0{,}66$), gdy bodziec pojawiał się po tej samej stronie pola widzenia, po której wykonano pierwszy ruch oka. Efekt ten stanowi wskaźnik niejawnej orientacji uwagi związanej z aktywnością systemu premotorycznego. Jak wskazywali Rizzolatti i współpracownicy (1987), ponadmodalny system orientacji uwagi (Petersen & Posner, 2012) – ze względu na swoją niezależność od organizacji motorycznej – nie przewiduje żadnych kosztów związanych z przekraczaniem granicy meridianu. Z tego względu uzyskane wyniki nie wspierają koncepcji niezależnego systemu uwagowego, natomiast są zgodne z modelem uwagi zakładającym jej sprzężenie z systemem przygotowania i programowania ruchów oka.

Interpretacja uzyskanych wyników napotyka jednak istotne ograniczenia metodologiczne. W przeciwieństwie do sakkadowego efektu meridianu, na podstawie danych behawioralnych nie sposób jednoznacznie określić, czy uwagowy efekt meridianu odzwierciedla działanie fazy przygotowania, czy programowania ruchu oka. Odpowiedź na to pytanie wymagałaby bezpośrednich danych neurofizjologicznych. Wyniki naszego badania (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020) dostarczają jedynie pośrednich przesłanek, sugerujących udział fazy programowania. Jeśli bowiem wydłużenie latencji drugiej sakkady – obserwowane w warunku przekroczenia meridianu – jest skutkiem konieczności reprogramowania ruchu, można przypuszczać, że analogiczny koszt obciąża również mechanizmy selekcji uwagowej. Takie ujęcie pozostaje zgodne z propozycją Rizzolattiego i współpracowników (1987), którzy również interpretowali koszt uwagowy jako konsekwencję przeprogramowania ruchów oka. Uwagowy efekt meridianu może zatem stanowić dodatkowy wskaźnik roli fazy programowania sakkady w modulowaniu selekcji uwagowej.

Uzyskane wyniki wskazują na istotny udział mechanizmów premotorycznych w endogennej selekcji uwagowej, a konkretnie na powiązaniu przestrzennej orientacji z procesami przygotowania i programowania ruchu oka. Selekcja uwagowa okazywała się najbardziej efektywna w lokalizacjach odpowiadających celom zaprogramowanych ruchów sakkad, natomiast wyraźnie słabła w warunkach wymagających przeprogramowania sekwencji ruchów po przekroczeniu osi poziomej (meridianu). Wspiera to stanowisko zakładające zależność selekcji uwagowej od aktywności premotorycznej, pozostając zarazem w sprzeczności z ujęciami postulującymi pełną niezależność tych procesów (Smith & Schenk, 2012; Casteau &

Smith, 2019). Wyniki naszego badania (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020) pozostają tym samym zgodne z założeniami teorii premotorycznej i wskazują na potrzebę jej doprecyzowania poprzez wprowadzenie rozróżnienia dwóch komponentów: przygotowania i programowania ruchu sakkady, z których każdy może w odmienny sposób modulować selekcję bodźców.

Znaczenie uzyskanych wyników znajduje również potwierdzenie w ich późniejszej recepcji. Niedawno wyniki naszego badania (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020) zostały przywołane przez Di Bello i współpracowników (2024) jako przykład empiryczny ilustrujący złożone relacje między uwagą endogenną a systemem okoruchowym. Mimo istotnych różnic metodologicznych – neurofizjologicznej rejestracji aktywności neuronów w korze przedczołowej makaków (Di Bello i in., 2024) oraz behawioralnych pomiarów efektywności dyskryminacji wzrokowej u ludzi (nasze badanie) – obie prace prowadzą do zasadniczo zbieżnych wniosków. W naszych badaniach wykazaliśmy, że przygotowanie i programowanie ruchu sakkady wystarczają do inicjowania i modulowania endogennej selekcji uwagowej. Z kolei Di Bello i współpracownicy (2024) zidentyfikowali jednostki wzrokowo-motoryczne (*visuomotor units*), których aktywność koduje jednocześnie lokalizację uwagi oraz planowanego ruchu. Autorzy interpretują ten wynik jako dowód elastycznego współdzielenia zasobów między systemami uwagi i kontroli motorycznej.

Wyniki Di Bello i współpracowników (2024) wykraczają jednak poza klasyczną teorię premotoryczną (Rizzolatti i in., 1994), wskazując – obok neuronów wzrokowo-motorycznych – na istnienie odrębnej populacji jednostek selektywnych uwagowo (*attention-only units*), funkcjonujących niezależnie od struktur zaangażowanych w przygotowanie ruchu oka. Autorzy interpretują ten wynik jako dowód na współistnienie dwóch mechanizmów selekcji przestrzennej: jednego związanego z aktywnością premotoryczną oraz drugiego – niezależnego od niej. Stanowisko to pozostaje częściowo zgodne z propozycją Casteau i Smitha (2019), którzy zakładają możliwość realizacji uwagi endogennej bez udziału procesów premotorycznych. W świetle tych danych wyniki naszych badań behawioralnych (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020) wskazują na kluczową rolę aktywności premotorycznej w endogennej selekcji przestrzennej. Inne badania sugerują jednak, że – przynajmniej w pewnych warunkach – selekcja przestrzenna może przebiegać również z pominięciem mechanizmów motorycznych.

4.3. Związek reaktywności emocjonalnej z egzogenną orientacją uwagi

W niniejszym rozdziale przedstawiam wyniki dwóch badań empirycznych, których byłem współautorem:

Bielas, J., **Michalczyk, Ł.**, & Przybycień, D. (2021). Does temperament have a differential effect on Inhibition of Return (IOR)? *Acta Psychologica*, 221, 103439. Wydawnictwo: Elsevier.

Bielas, J., Przybycień, D., & **Michalczyk, Ł.** (2024). Temperament Affected Visuospatial Orienting on Discrimination Tasks. *Perceptual and Motor Skills*, *131*(2), 333-347. Wydawnictwo: Sage

W obu badaniach analizowaliśmy wpływ reaktywności emocjonalnej – rozumianej jako temperamentalnie uwarunkowana wrażliwość na stymulację – na dynamikę procesów egzogennej orientacji uwagi. Podstawą teoretyczną interpretacji naszych wyników była Regulacyjna Teoria Temperamentu (RTT) Jana Strelaua (2002), zgodnie z którą temperament stanowi zespół konstytucjonalnie uwarunkowanych cech formalnych zachowania, zakorzenionych we właściwościach neurofizjologicznych jednostki. Przedmiotem analizy była reaktywność emocjonalna – cecha o kluczowym znaczeniu w RTT, a zarazem uznawana za podstawowy komponent systemu samoregulacji w innych podejściach teoretycznych do temperamentu (Calkins & Fox, 2002; Rothbart & Bates, 2006; Bell & Calkins, 2012). W ujęciu RTT reaktywność emocjonalna definiowana jest jako dyspozycja do intensywnego reagowania na bodźce, przejawiająca się wysoką wrażliwością emocjonalną oraz niską odpornością na stymulację. Choć termin ten wskazuje na kontekst emocjonalny, sama cecha – zgodnie z założeniami teorii – odnosi się do formalnych parametrów reakcji, takich jak ich siła i czas trwania, i może być rozpatrywana niezależnie od emocjonalnego znaczenia bodźca. W podobny sposób rozumiana jest w literaturze anglosaskiej, gdzie traktuje się ją jako wczesny, biologicznie uwarunkowany komponent systemu samoregulacji, obecny już w niemowlęctwie i ściśle powiązany z rozwojem kontroli uwagi i emocji (Calkins & Fox, 2002; Rothbart & Bates, 2006).

Z perspektywy funkcjonowania poznawczego, wysoka reaktywność emocjonalna – podobnie jak cechy takie jak wrażliwość sensoryczna czy wytrzymałość – wpływa na przebieg procesów fizjologicznych towarzyszących realizacji zadań poznawczych, modulując efektywność przetwarzania informacji również w warunkach neutralnych emocjonalnie (de Pascalis, Strelau & Zawadzki, 1999). Może to skutkować nasilonym odruchem orientacyjnym

wobec nagłych bodźców, także niespecyficznych afektywnie (Zheng i in., 2010). W tym ujęciu reaktywność emocjonalna staje się istotnym czynnikiem różnicującym działanie mechanizmów selekcji uwagowej, w tym dynamikę efektu IOR, również w zadaniach z wykorzystaniem bodźców o neutralnym ładunku emocjonalnym – jak miało to miejsce w naszych badaniach (Bielas, Michalczyk & Przybycień, 2021; Bielas, Przybycień & Michalczyk, 2024). Wybór RTT jako podstawy teoretycznej naszych badań wynikał z charakteru analizowanego procesu – egzogenna orientacja uwagi zachodzi automatycznie i teoretycznie nie podlega bezpośrednio mechanizmom wykonawczej kontroli poznawczej, które stanowią centralny komponent rozwojowego modelu temperamentu (Rothbart & Derryberry, 1981; Rothbart & Posner, 2007).

W naszych badaniach analizowaliśmy wpływ poziomu reaktywności emocjonalnej – jako wskaźnika neurofizjologicznej wrażliwości jednostki – na czas latencji sakkad w zadaniu wskazywania, mierząc wskaźniki egzogennej uwagi: efekt facylitacji oraz efekt IOR. W pierwszym eksperymencie (Bielas, Michalczyk & Przybycień, 2021) zaobserwowaliśmy, że u osób o wysokiej reaktywności efekt IOR pojawiał się wcześniej i był mniej wyraźny niż u osób niskoreaktywnych. W drugim badaniu (Bielas, Przybycień & Michalczyk, 2024), obejmującym zadanie dyskryminacji bodźców, efekt facylitacji był silniejszy u osób niskoreaktywnych przy krótkich czasach oczekiwania (krótkie SOA). W tym przypadku jednak poziom reaktywności nie modulował istotnie efektu IOR. Wyniki te sugerują, że reaktywność emocjonalna moduluje działanie mechanizmów selekcji bodźców realizowanych w ramach egzogennej orientacji uwagi. Różnice w poziomie reaktywności prowadzą do odmiennych wzorców przetwarzania bodźców wzrokowych, przejawiających się zarówno w efekcie facylitacji, jak i efekcie IOR.

Wyniki naszych badań (Bielas, Michalczyk & Przybycień, 2021; Bielas, Przybycień & Michalczyk, 2024) wskazują, że reaktywność emocjonalna różnicuje przebieg egzogennej orientacji uwagi, mierzonej za pomocą efektów facylitacji i inhibicji powrotu. Choć zależność ta wydaje się istotna, nie jest jasne, na jakim poziomie przetwarzania informacji – sensorycznym, percepcyjnym czy premotorycznym – dochodzi do jej ujawnienia. Dotychczas analizowaliśmy ten mechanizm w kontekście reakcji sakkadowych, jednak nie wiadomo, czy podobne efekty wystąpiłyby przy odpowiedziach manualnych lub w zadaniach opartych wyłącznie na przetwarzaniu sensorycznym, bez aktywnego generowania reakcji motorycznej – na przykład przy pomiarze odruchowej odpowiedzi źrenicznej na pojawienie się, w zadaniach wskazywania, pierwszego z pary bodźców - wskazówki uwagowej. Wątpliwości te wymagają dalszych badań, szczególnie w świetle badań sugerujących zróżnicowanie efektu IOR w zależności od modalności odpowiedzi i kontekstu zadania (Taylor & Klein, 2000; Smith & Schenk, 2012; Lupiáñez i in., 2013; Casteau & Smith, 2019; Posner, 2016).

Punktem wyjścia dla moich dalszych, planowanych projektów badawczych jest założenie, że selekcja uwagowa nie musi być realizowana przez jednorodny, ponadmodalny system (por. Petersen & Posner, 2012), lecz może wynikać z działania zróżnicowanych mechanizmów – sensorycznych, percepcyjnych czy premotorycznych – angażowanych w zależności od wymagań zadania oraz właściwości jednostki. Takie ujęcie, inspirowane wcześniejszymi badaniami nad egzogenną (Michalczyk & Bielas, 2019; Michalczyk, 2023; Michalczyk, 2025) i endogenną orientacją uwagi (Michalczyk, Bielas & Schab, 2020), stanowi alternatywną ramę konceptualną dla analizy związku między temperamentem a selekcją uwagową. W przyszłych badaniach zamierzam wykorzystać metody omówione we wcześniejszych częściach referatu (4.1 i 4.2) – efekt luki, analizę wzorców okoruchowych oraz pomiar reakcji źrenicznych – w celu identyfikacji profilu selekcji uwagowej u osób o zróżnicowanej reaktywności emocjonalnej.

Potencjał przedstawionych wyników do dalszego rozwijania badań nad różnicami indywidualnymi w selekcji uwagowej znajduje potwierdzenie w recepcji naszych prac (Watson, Pearson, & Le Pelley, 2025; Zhang i in., 2025). Przykładowo, Zhang i współpracownicy (2025) badali wpływ wcześniejszych doświadczeń percepcyjnych i motorycznych – ujmowanych jako tzw. historia selekcji – na wyszukiwanie bodźca-celu pośród dystraktorów w zadaniu uwagi torowanej powtórzeniem (*priming-of-pop-out*). Badacze ci założyli, że wybór strategii selekcji bodźców jest determinowany przez dwa podstawowe mechanizmy: torowanie reakcji na cechy uprzednich bodźców-celów (facylitacja) oraz hamowanie reakcji na cechy uprzednich dystraktorów (inhibicja). Na podstawie uzyskanych wyników autorzy wyodrębnili cztery grupy uczestników, różniące się dominującym sposobem selekcji: opartym na facylitacji, inhibicji, strategii zrównoważonej lub niezróżnicowanej. Wyniki te ujawniły istotne różnice indywidualne w przetwarzaniu informacji, nie pozwoliły jednak jednoznacznie określić, jakie czynniki determinują wybór konkretnej strategii. W tym kontekście autorzy odwołali się do naszego badania (Bielas, Michalczyk & Przybycień, 2021), sugerując, że konstytucjonalne cechy temperamentalne – takie jak reaktywność emocjonalna – mogą modulować sposób wykorzystywania mechanizmów facylitacji i inhibicji w badanej przez nich strategii selekcji bodźców. Mimo odmiennych kontekstów badawczych – Zhang i współpracownicy (2025) koncentrowali się na wpływie historii percepcyjnej, my zaś na temperamentalnych uwarunkowaniach egzogennej orientacji uwagi – obie prace wskazują na znaczenie indywidualnych cech mechanizmów uwagowych różnicujących przetwarzanie bodźców. Ukazują przy tym dwie komplementarne perspektywy: jedną, akcentującą wpływ doświadczenia i adaptacji do środowiska (badanie Zhang i in., 2025), oraz drugą –

podkreślającą rolę względnie trwałych, biologicznie uwarunkowanych cech osobowych (nasze badanie). Zestawienie tych dwóch podejść, zaproponowane przez Zhang i współpracowników (2025), otwiera możliwość bardziej złożonego modelowania indywidualnych różnic w selekcji uwagowej.

W szerszej perspektywie przedstawione w tej części autoreferatu publikacje (Bielas, Michalczyk & Przybycień, 2021; Bielas, Przybycień & Michalczyk, 2024) wpisują się w program moich badań nad mechanizmami selekcji uwagowej – zapoczątkowany analizą systemowego i funkcjonalnego zróżnicowania procesów uwagi egzogennej i endogennej (część pierwsza i druga autoreferatu), a obecnie rozwijany o analizę różnic indywidualnych jako wewnętrznego źródła zróżnicowania tych samych mechanizmów.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W mojej działalności naukowej istotną rolę odgrywa współpraca z międzynarodowymi instytucjami i wydawnictwami naukowymi. Przejawia się to w publikacjach w zagranicznych czasopismach oraz zaangażowaniu w procesy recenzyjne.

Publikacje w międzynarodowych czasopismach naukowych

Wszystkie artykuły, których jest autorem lub współautorem i które ukazały się po zdobyciu stopnia doktora zostały opublikowane w czasopismach wydawanych przez międzynarodowe wydawnictwa, takie jak Springer, Sage, Elsevier, czy Wiley. Czasopisma te, dzięki wysokim współczynnikom wpływu (*Impact Factor,* IF), należą do najbardziej uznanych w swoich dziedzinach badawczych. Szczegółowa lista publikacji znajduje się w punktach czwartym i siódmym niniejszego autoreferatu.

Publikacje te są efektem badań realizowanych w ramach własnych projektów naukowych, w tym badań statutowych oraz grantu Narodowego Centrum Nauki Miniatura-2, którego byłem kierownikiem. Przykładowo, wyniki grantu zaowocowały publikacją: Łukasz Michalczyk, Jacek Bielas, Anna Schab (2020). *Preparation of saccade sequences and eye programming affect endogenous covert attention,* European Journal of Neuroscience, 52(5), 3419-3433, Wiley, IF: 3.8.

Działalność recenzencka

Jednym z istotnych elementów mojej aktywności naukowej jest recenzowanie artykułów dla czasopism międzynarodowych, takich jak *Royal Society Open Science* (wydawane przez Królewskie Towarzystwo Naukowe w Wielkiej Brytanii), *Cognitive Science* (Wiley), *Neuroscience Letters* (Elsevier), *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* (Elsevier) oraz *European Journal of Neuroscience* (Wiley). Wszystkie recenzowane przeze mnie artykuły miały charakter prac empirycznych, dlatego moje recenzje obejmowały zarówno krytyczną analizę treści merytorycznych, jak i ocenę zastosowanych metod badawczych oraz przeprowadzonych analiz wyników.

Łącznie wykonałem 11 recenzji dla 8 manuskryptów w latach 2018–2025. Szczegółowe informacje dotyczące tej aktywności, potwierdzone przez system uznawania recenzji naukowych Web of Science (tzw. system rozpoznawania recenzentów), zostały dołączone do dokumentacji habilitacyjnej jako osobny załącznik (poz. 7 w wykazie załączników).

Przykładowe tytuły recenzowanych prac naukowych mieszczących się w obszarze tematycznym zbliżonym do zakresu moich badań:

- *Returning to the Effects of Inhibition of Return on Lexical Decisions,* Royal Society Open Science (2024).
- *For the Longer-term Benefits: When Non-target is Preferentially Selected in Visual Search,* Cognitive Science (2024).
- *A model-based approach to identify robust pupillary correlates of vigilance performance in a 16 week longitudinal study,* European Journal of Neuroscience (2020).

Udział w międzynarodowej konferencji naukowej

W 2017 roku wygłosiłem referat na II Międzynarodowej Konferencji „Starość jak ją widzi psychologia: Siła umysłu w starości", zorganizowanej przez Instytut Psychologii Uniwersytetu Ignatianum w Krakowie. Referat pt. „*Neurofeedback jako metoda usprawniania funkcjonowania poznawczego osób w wieku senioralnym – zarys problematyki*" dotyczył potencjalnych zastosowań metod neurofeedbacku w pracy z osobami starszymi.

Tematyka wystąpienia była związana z realizowanym wówczas projektem empirycznym, którego wyniki zostały opublikowane cztery lata później w czasopiśmie Psychological Reports (Bielas & Michalczyk, 2021). Artykuł pt. *Beta neurofeedback training improves attentional control in the elderly* wpisuje się w rozwijający się nurt badań nad skutecznością neurofeedbacku w zakresie wspomagania funkcji poznawczych u osób starszych i został

odnotowany w międzynarodowej literaturze przedmiotu (np. Ejaz i in., 2025; Jiang i in., 2022; Marlats i in., 2020).

W 2025 roku wystąpiłem jako prelegent na Konferencji Jubileuszowej Instytutu Psychologii Uniwersytetu Ignatianum w Krakowie pt. „Współczesna psychologia: oblicze akademickie i praktyczne". Referat zatytułowany „*Gdzie patrzysz, zanim spojrzysz? Niejawna orientacja uwagi i jej motoryczne podstawy*" stanowił syntetyczne ujęcie wyników moich kluczowych badań empirycznych, w których analizowałem wpływ procesów motorycznych na mechanizmy niejawnej orientacji uwagi.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Osiągnięcia dydaktyczne

Po uzyskaniu stopnia doktora, w latach 2013–2014, zdobywałem doświadczenie dydaktyczne na Uniwersytecie Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie, prowadząc wykłady oraz ćwiczenia dla studentów psychologii z zakresu psychologii klinicznej, w tym psychoterapii i pomocy psychologicznej. Moje kwalifikacje w tym obszarze opierają się m.in. na ukończeniu czteroletniego kursu psychoterapii psychodynamicznej organizowanego przez Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz doświadczeniu klinicznym zdobytym w różnych placówkach pomocy psychologicznej, w tym w Poradni Psychologicznej przy Szpitalu im. J. Babińskiego, gdzie przez dwa lata współprowadziłem psychoterapię grupową jako koterapeuta. Wiedza i doświadczenie zdobyte w pracy klinicznej w istotny sposób wpływały na sposób prowadzenia przeze mnie zajęć dydaktycznych, umożliwiając łączenie perspektywy teoretycznej z praktyką kliniczną.

Po rozpoczęciu pracy na Uniwersytecie Ignatianum w Krakowie w 2014 roku, moja działalność dydaktyczna zaczęła obejmować przedmioty powiązane z moimi zainteresowaniami badawczymi. W latach 2014–2021 prowadziłem zajęcia m.in. z psychometrii, psychologii różnic indywidualnych, biologicznych podstaw zachowania oraz psychologii procesów poznawczych. Od 2021 roku koncentruję się na prowadzeniu dwóch ostatnich przedmiotów, które realizuję także – od 2024 roku – na kierunku Kognitywistyka Informatyczna Uniwersytetu Ignatianum.

Od 2021 roku prowadzę seminaria magisterskie z zakresu psychologii poznawczej. Dotychczas byłem promotorem 35 obronionych prac magisterskich, a obecnie (w 2025 roku) opiekuję się 17 seminarzystami. Przykładowa tematyka realizowanych prac obejmuje m.in.:

- wpływ reaktywności emocjonalnej na przeszukiwanie wzrokowe (2024),
- zdolności przeszukiwania wzrokowego u wspinaczy skałkowych (2024),
- wpływ rodzaju słuchanej muzyki na procesy uwagowe (2023),
- wpływ procesów uwagowych na złudzenia percepcyjne (2023),
- wpływ samoistnej odpowiedzi meridianów czuciowych (ASMR) na zdolności uwagowe (2023).

Pełniłem również rolę recenzenta 7 prac magisterskich z zakresu psychologii poznawczej i klinicznej, m.in. dotyczących:

- związku potrzeby domknięcia poznawczego z radzeniem sobie ze stresem podczas pandemii COVID-19,
- zastosowania magnetostymulacji jako metody usprawniania pamięci roboczej u osób z zespołami otępiennymi,
- temperamentalnych uwarunkowań kontroli uwagowej w emocjonalnym teście Stroopa.

W latach 2021–2025 realizowałem autorski kurs fakultatywny „Psychoanaliza współcześnie", którego celem było zapoznanie studentów z aktualnymi koncepcjami mieszczącymi się w ramach paradygmatu psychodynamicznego. Zajęcia koncentrowały się na zastosowaniach współczesnej psychoanalizy w praktyce psychologicznej oraz jej miejscu w aktualnym dyskursie akademickim. Kurs odnosił się do uznanych, obecnych także w programach organizacji powiązanych z Polskim Towarzystwem Psychologicznym i Polskim Towarzystwem Psychiatrycznym, teorii stosowanych w praktyce klinicznej.

Osiągnięcia organizacyjne i popularyzatorskie

W pierwszych latach funkcjonowania Instytutu Psychologii Uniwersytetu Ignatianum w Krakowie (2014–2017) byłem współodpowiedzialny za jego organizację i rozwój, w tym za przygotowanie i realizację programu studiów psychologicznych. Do moich zadań należało m.in. współtworzenie harmonogramów zajęć, planowanie pensum pracowników oraz rozwijanie oferty dydaktycznej.

Od 2017 roku pełnię funkcję Kierownika Katedry Psychologii Eksperymentalnej, koordynując pracę zespołu naukowo-dydaktycznego oraz wspierając rozwój badań kierunkowych w obszarze psychologii poznawczej i neuropsychologii. Okresowo byłem

członkiem Rady Wydziału, a od 10 lat aktywnie uczestniczę w pracach Rady Instytutu Psychologii.

W ramach działalności popularyzatorskiej brałem udział w kilku edycjach krakowskiego Festiwalu Nauki, podczas których prezentowałem zagadnienia związane z własnymi badaniami empirycznymi, m.in. nad wpływem adaptacji pryzmatycznej na percepcję i kontrolę ruchu. Prezentacje te miały na celu przybliżenie szerszej publiczności relacji między motoryką a funkcjami poznawczymi i cieszyły się dużym zainteresowaniem uczestników.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Publikacje:

Bielas, J.., & **Michalczyk, Ł.** (2017). The view from within the brain: does neurofeedback close the gap? *Journal of Consciousness Studies*, 24(9-10), 133-155.

Michalczyk, Ł., Paszulewicz, J., Bielas, J., & Wolski, P. (2018). Is saccade preparation required for inhibition of return (IOR)? *Neuroscience Letters*, 665, 13-17.

Bielas, J., & **Michalczyk, Ł.** (2019). Is the premotor theory of attention essentially about pre-reflective intentionality? *Theory & Psychology*, 29(6), 757-774.

Bielas, J., & **Michalczyk, Ł.** (2021). Beta neurofeedback training improves attentional control in the elderly. *Psychological Reports*, 124(1), 54-69.

Bielas, J., & **Michalczyk, Ł.** (2024). What does it actually mean that Premotor Theory is about embodied attention? *Philosophical Psychology*, 37(4), 885-903.

Poza publikacjami wymienionymi w punkcie 4, stanowiącymi główne osiągnięcie naukowe i cykl habilitacyjny, byłem współautorem kilku prac empirycznych (Michalczyk, Paszulewicz, Bielas, Wolski, 2018; Bielas & Michalczyk, 2021) oraz teoretycznych (Bielas & Michalczyk, 2017, 2019, 2024).

Spośród nich szczególne znaczenie ma publikacja dotycząca związku między procesami okoruchowymi a efektem hamowania powrotu uwagi (IOR) – Michalczyk, Paszulewicz, Bielas & Wolski (2018). W badaniu tym analizowano, czy wystąpienie efektu IOR zależy od możliwości programowania ruchu sakkadowego. Zastosowano technikę rotacji oka,

ograniczającą wykonanie ruchu w jedną stronę pola widzenia bez wpływu na percepcję bodźców. Zaobserwowano osłabienie efektu IOR w warunku rotacji oka w porównaniu z warunkiem neutralnym (pozycja czołowa).

Wstępnie zinterpretowaliśmy te wyniki jako wsparcie dla hipotezy o motorycznym charakterze IOR. Jednakże późniejsze moje badania, jak również recepcja tej pracy w literaturze przedmiotu, pozwoliły na bardziej zniuansowane ujęcie wyników. Warto wskazać najistotniejsze ograniczenia tej interpretacji.

Po pierwsze, brak kontroli okulograficznej nie pozwalał na jednoznaczne stwierdzenie, czy manipulacja rzeczywiście uniemożliwiała przygotowanie ruchu sakkady. Jak wykazali Boon, Theeuwes i Belopolsky (2017), rotacja oka może jedynie osłabiać, ale nie eliminować całkowicie aktywności okoruchowej. Po drugie, zaobserwowany efekt IOR nie został zniesiony całkowicie, lecz jedynie w niewielkim stopniu zredukowany. Wynik ten wskazuje raczej na częściową zależność IOR od aktywności premotorycznej. Opisane obserwacje pozostają zgodne z ustaleniami późniejszych badań zrealizowanych w ramach mojego cyklu habilitacyjnego. W jednej z prac wykazaliśmy funkcjonalne rozróżnienie pomiędzy przygotowaniem a programowaniem ruchu oka (Michalczyk, Bielas, Schab, 2020). W tym ujęciu można przyjąć, że rotacja oka wpływa na możliwość zaprogramowania ruchu, nie zakłócając jednak etapu jego przygotowania, co mogłoby tłumaczyć niepełne wygaszenie IOR.

Na ograniczoną wykrywalność efektu mogły wpływać również inne elementy zastosowanej procedury. W badaniu nie użyto stałych obiektów w peryferyjnym polu widzenia (*placeholders*), które – jak wskazują Hilchey, Pratt i Christie (2018) – wzmacniają komponent sensoryczny IOR. Dodatkowo, wprowadzono bodziec centralny typu wskazówki powrotu (*cue-back*), pełniący również funkcję zdarzenia pośredniego (Lupiáñez i in., 2013), co mogło wpływać na sposób przetwarzania bodźca docelowego na poziomie sensorycznym. Zastrzeżenia metodologiczne zgłaszają również Casteau i Smith (2019), podkreślając, że rotacja oka może wywoływać zakłócenia proprioceptywne wynikające z napięcia mięśniowego, które wpływają na selekcję uwagową niezależnie od czynników motorycznych.

Wszystkie te czynniki wskazują, że osłabienie IOR w warunku rotacji oka (Michalczyk i in., 2018) nie może być traktowane jako dowód na motoryczne podłoże tego efektu. Możliwe są alternatywne wyjaśnienia, zgodnie z którymi IOR wynika ze złożonej interakcji mechanizmów sensorycznych i premotorycznych, a manipulacja rotacji oka może wpływać na oba te poziomy.

Z powyższych względów publikacja ta, mimo że spełnia kryteria formalne, nie została włączona do cyklu habilitacyjnego. Traktuję ją jako etap eksploracyjny, który odegrał ważną rolę w doprecyzowaniu założeń teoretycznych i metodologicznych rozwijanych później badań.

Poza wspomnianym artykułem byłem współautorem kilku innych publikacji, które – choć nie stanowią części dorobku habilitacyjnego – uzupełniają go na poziomie teoretycznym i empirycznym. Dwie z nich dotyczyły treningu aktywności bioelektrycznej mózgu (*neurofeedback,* NFB). W artykule teoretycznym rozważaliśmy możliwość zastosowania NFB jako narzędzia wspierającego postulaty neurofenomenologii (Bielas & Michalczyk, 2017). Z kolei w badaniu empirycznym analizowaliśmy wpływ NFB na funkcjonowanie poznawcze osób starszych (Bielas & Michalczyk, 2021). W dwóch kolejnych publikacjach (Bielas & Michalczyk, 2019; 2024) podejmowaliśmy próbę reinterpretacji premotorycznej teorii uwagi z perspektywy fenomenologii Merleau-Ponty'ego oraz koncepcji ucieleśnionego poznania.

Wskazane prace nie tworzą zasadniczej części mojego dorobku naukowego, jednak stanowią jego dopełnienie. Rozwijają refleksję teoretyczną dotyczącą relacji między motoryką a funkcjonowaniem psychicznym, wskazując na możliwość integrowania podejść empirycznych z szerszym kontekstem poznawczym i filozoficznym.

Literatura cytowana

Badio, J. (2011). Obiekty uwagi i kodowanie językowe. W Kwiatkowska A.(red.), Przestrzenie kognitywnych poszukiwań, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Baldauf, D., & Deubel, H. (2008). Properties of attentional selection during the preparation of sequential saccades. *Experimental Brain Research*, 184(3), 411–425.

Bell, M. A., & Calkins, S. D. (2012). Attentional control and emotion regulation in early development. W M. I. Posner (red.), *Cognitive neuroscience of attention* (wyd. 2, s. 322–330). The Guilford Press.

Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2009). When are attention and saccade preparation dissociated? *Psychological Science*, 20(11), 1340–1347.

Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). Updating the premotor theory: The allocation of attention is not always accompanied by saccade preparation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(4), 902–914.

Bielas, J.., & Michalczyk, Ł. (2017). The view from within the brain: does neurofeedback close the gap? *Journal of Consciousness Studies*, 24(9-10), 133-155.

Bielas, J., & Michalczyk, Ł. (2019). Is the premotor theory of attention essentially about pre-reflective intentionality? *Theory & Psychology*, 29(6), 757-774.

Bielas, J., & Michalczyk, Ł. (2021). Beta neurofeedback training improves attentional control in the elderly. *Psychological Reports*, 124(1), 54-69.

Bielas, J., Michalczyk, Ł., & Przybycień, D. (2021). Does temperament have a differential effect on Inhibition of Return (IOR)? *Acta Psychologica*, 221, artykuł 103439.

Bielas, J., Przybycień, D., & Michalczyk, Ł. (2024). Temperament Affected Visuospatial Orienting on Discrimination Tasks. *Perceptual and Motor Skills*, *131*(2), 333-347.

Bielas, J., & Michalczyk, Ł. (2024). What does it actually mean that Premotor Theory is about embodied attention? *Philosophical Psychology*, 37(4), 885-903.

Binda, P., Pereverzeva, M., & Murray, S. O. (2013). Attention to bright surfaces enhances the pupillary light reflex. *Journal of Neuroscience*, 33(5), 2199 - 2204.

Boon, P. J., Theeuwes, J., & Belopolsky, A. V. (2017). Eye abduction reduces but does not eliminate competition in the oculomotor system. *Journal of Vision*, 17(5), 1-15.

Born, S., Mottet, I., & Kerzel, D. (2014). Presaccadic perceptual facilitation effects depend on saccade execution: Evidence from the stop-signal paradigm. *Journal of Vision*, 14(3), 1–7.

Calkins, S. D., & Fox, N. A. (2002). Self-regulatory processes in early personality development: A multilevel approach to the study of childhood social withdrawal and aggression. *Development and Psychopathololog*y, 14, 477–498.

Casteau, S., & Smith, D. T. (2019). Associations and Dissociations between Oculomotor Readiness and Covert attention. *Vision*, 3(2), 1–17.

Chica, A. B., Martín-Arévalo, E., Botta, F., & Lupiánez, J. (2014). The spatial orienting paradigm: How to design and interpret spatial attention experiments. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 40, 35–51.

Corbetta, M., Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Neuroscience Reviews*, 3, 201–215.

De Pascalis, V., Strelau, J., & Zawadzki, B. (1999). The effect of temperamental traits on event-related potentials, heart rate and reaction time. *Personality and Individual Differences*, *26*(3), 441-465.

Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18(1), 193-222.

Di Bello, F., Ceccarelli, F., Messinger, A., & Genovesio, A. (2024). Dynamic attentional control through mixed prefrontal cortex resources. *bioRxiv*. https://doi.org/10.1101/2024.10.03.614523

Dorris, M. C., & Munoz, D. P. (1995). A neural correlate for the gap effect on saccadic reaction times in monkey. *Journal of Neurophysiology*, 73, 2558–2562.

Ejaz, O., Hasan, M. A., Raees, F., Hammad, M., & Qazi, S. A. (2025). Assessing the Effectiveness of Audio-Visual vs. Visual Neurofeedback for Attention Enhancement: A Pilot Study with Neurological, Behavioural, and Neuropsychological Measures. *Brain Topography*, 38(1), 7.

Findlay, J. M., & Walker, R. (1999). A model of saccade generation based on parallel processing and competitive inhibition. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(4), 661–674.

Godijn, R., & Theeuwes, J. (2003). Parallel allocation of attention prior to the execution of saccade sequences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29(5), 882–896.

Hilchey, M. D., Klein, R. M., & Satel, J. (2014). Returning to "inhibition of return" by dissociating long-term oculomotor IOR from short-term sensory adaptation. *Attention, Perception, & Psychophysics, 76*(2), 751–767.

Hilchey, M. D., Pratt, J., & Christie, J. (2018). Placeholders dissociate two forms of inhibition of return. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(2), 360-371.

Hunt, A.R., & Kingstone, A. (2003a). Inhibition of return: Dissociating attentional and oculomotor components. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 1068–1074.

Hunt, A. R., & Kingstone, A. (2003b). Covert and overt voluntary attention: Linked or independent? *Cognitive Brain Research*, 18, 102–105.

Jiang, Y., Jessee, W., Hoyng, S., Borhani, S., Liu, Z., Zhao, X., ... & Cerel-Suhl, S. (2022). Sharpening working memory with real-time electrophysiological brain signals: which neurofeedback paradigms work? *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, artykuł: 780817.

Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: Object specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), 175–219.

Khan, A. Z., Blohm, G., Pisella, L., & Munoz, D. P. (2015). Saccade execution suppresses discrimination at distractor locations rather than enhancing the saccade goal location. *European Journal of Neuroscience*, *41*(12), 1624-1634.

Klein, R. M. (1980). Does oculomotor readiness mediate cognitive control of visual attention? W R. S. Nickerson (red.), *Attention and performance,* VIII. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.

Klein, R. M., & Pontefract, A. (1994). Does oculomotor readiness mediate cognitive control of visual-attention - revisited. W C. Umilta` (red*.), Attention and performance* XV (s. 333–350). Cambridge, MA: MIT Press.

Klein, R. M., & Hilchey, M. (2011). Oculomotor inhibition of return. W S. Liversedge, I. Gilchrist & S. Everling (red.), *The Oxford handbook of eye movements* (s. 471–492). Oxford University Press.

Klein, R., M. (2000). Inhibition of Return. *Trend in Cognitive Sciences*, 4, 138 – 147.

Klein, R. M., & Redden, R. S. (2018). Two "inhibitions of return" bias orienting differently. W T. L. Hubbard (red.), *Spatial biases in perception and cognition* (s. 295–306). Cambridge University Press.

Lupiáñez, J. (2010). Inhibition of return. W A. C. Nobre & J. T. Coull (red.), *Attention and time* (s. 17–35). Oxford University Press.

Lupiáñez, J., Martín-Arévalo, E., & Chica, A. B. (2013). Is inhibition of return due to attentional disengagement or to a detection cost? The Detection Cost Theory of IOR. *Psicologica: International Journal of Methodology and Experimental Psychology*, 34(2), 221–252.

Mackeben, M., & Nakayama, K. (1993). Express attentional shifts. *Vision Research*, 33(1), 85-90.

Malevich, T., Buonocore, A., Ptak, R., & Hafed, Z. M. (2020). No evidence for an independent retinotopic reference frame for inhibition of return. *Acta Psychologica, 204*, artykuł 103032.

Marlats, F., Bao, G., Chevallier, S., Boubaya, M., Djabelkhir-Jemmi, L., Wu, Y. H., ... & Azabou, E. (2020). SMR/theta neurofeedback training improves cognitive performance and EEG activity in elderly with mild cognitive impairment: a pilot study. *Frontiers in aging neuroscience*, 12, 147.

Mathôt, S., Dalmaijer, E., Grainger, J., & Van der Stigchel, S. (2014). The pupillary light response reflects exogenous attention and inhibition of return. *Journal of Vision*, 14 (14), 1–9.

Michalczyk, Ł., Paszulewicz, J., Bielas, J., & Wolski, P. (2018). Is saccade preparation required for inhibition of return (IOR)? *Neuroscience Letters*, 665, 13-17.

Michalczyk, Ł, & Bielas, J. (2019). The gap effect reduces both manual and saccadic inhibition of return (IOR). *Experimental Brain Research*, 237(7), 1643–1653.

Michalczyk, Ł., Bielas, J., & Schab, A. (2020). Preparation of saccade sequences and eye programming affect endogenous covert attention. *European Journal of Neuroscience*, 52(5), 3419-3433.

Michalczyk, Ł. (2023). Fixation offset decreases pupillary inhibition of return. *Brain & Cognition*, 170, artykuł 106058.

Michalczyk, Ł. (2025). Fixation offset decreases manual inhibition of return (IOR) in detection and discrimination tasks. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *78*(3), 594-603.

Petersen, S.E., Posner, M.I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35:71–89.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.

Posner, M.I., Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting, *Attention and Performance, X: Control of Language Processes*, 32, 531–556.

Posner, M. I. (2016). Orienting of attention: Then and now. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(10), 1864-1875.

Pratt, J., & Nghiem, T. (2000). Th e role of the gap eff ect in the orienting of attention: Evidence for express attentional shifts. *Visual Cognition*, 7, 629–644.

Redden, R. S., MacInnes, W. J., & Klein, R. M. (2021). Inhibition of return: An information processing theory of its natures and significance. *Cortex*, 135, 30–48.

Rizzolatti, G., Riggio, L., Dascola, I., & Umiltá, C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: Evidence in favor of a premotor theory of attention. *Neuropsychologia*, 25, 31–40.

Rizzolatti, G., Riggio, L., & Sheliga, B. M. (1994). Space and selective attention. *Attention and Performance* XV, 15, 231–265.

Rothbart, M. K., & Bates, J. D. (2006). Temperament. W N. Eisenberg (red.), *Handbook of child psychology* (t. 3, *Social, emotional, and personality development*, s. 99–166). New York: Wiley.

Rothbart, M. K., Posner, M. I. (2007). Educating the human brain. Washington, DC: American Psychological Association.

Rothbart, M. K., & Derryberry, D. (1981). Development of individual differences in temperament. W M. E. Lamb & A. L. Brown (red.), *Advances in developmental psychology* (t. 1, s. 37–86). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Satel, J., Wang, Z., Trappenberg, T. P., & Klein, R. M. (2012). Modeling inhibition of return as short-term depression of early sensory input to the superior colliculus. *Vision Research, 62*, 90–99.

Satel, J., Wilson, N. R., & Klein, R. M. (2019). What neuroscientific studies tell us about inhibition of return. *Vision*, 3(4), 58.

Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2012). Two attentional networks: Identification and function within a larger cognitive architecture. W M. I. Posner (red.), *Cognitive neuroscience of attention* (wyd. 2, s. 113–128). The Guilford Press.

Smith, D. T., & Schenk, T. (2012). The premotor theory of attention: Time to move on? *Neuropsychologia*, 50, 1104–1114.

Strelau, J. (2002). Temperament: A psychological perspective. Kluwer Academic Publishers.

Tassinari, G., Aglioti, S., Chelazzi, L., Marzi, C. A., & Berlucchi, G. (1987). Distribution in the visual field of the costs of voluntarily allocated attention and of the inhibitory after-effects of covert orienting. *Neuropsychologia*, 25, 55–71.

Taylor, T. L., & Klein, R. M. (2000). Visual and motor effects in inhibition of return. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(5), 1639.

Watson, P., Pearson, D., & Le Pelley, M. E. (2025). Isolating delayed attentional disengagement from biased orienting to signals of threat in anxiety–not there yet. *Cognition and Emotion*, 1-26.

Zhang, F., Makwana, M., Heinke, D., & Song, J. H. (2025). Characterizing individual differences in selection history bias manifested in goal-directed reaching movements. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 1-12.

Zheng, Y., Xu, J., Jin, Y., Sheng, W., Ma, Y., Zhang, X., & Shen, H. (2010). The time course of novelty processing in sensation seeking: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology*, *76*(2), 57-63.

Zu, G., Wang, J., Liu, X., Wang, A., & Zhang, M. (2025). The inhibition of return is independent of attentional orienting both within and between modalities. *Cognitive Processing*, 1-11.

Yanoff, M., & Duker, J. S. (red.). (2009). *Ophthalmology* (wyd. 3). Mosby.

……..……..…….
(podpis wnioskodawcy)