

**ZASTOSOWANIE TECHNIKI EYE TRACKINGU  
W DIAGNOZIE DZIECI Z ZABURZENIAMI  
ZE SPEKTRUM AUTYZMU**

Uniwersytet Pedagogiczny  
im. Komisji Edukacji Narodowej  
W Krakowie

Prace Monograficzne 960

Jacek J. Bleszyński  
Elżbieta Lubińska-Kościółek  
Jolanta Zielińska

**ZASTOSOWANIE TECHNIKI EYE TRACKINGU  
W DIAGNOZIE DZIECI Z ZABURZENIAMI  
ZE SPEKTRUM AUTYZMU**



WYDAWNICTWO NAUKOWE  
UNIWERSYTETU PEDAGOGICZNEGO ■ KRAKÓW 2019

Recenzenci:

prof. dr hab. Zenon Gajdzica

prof. dr hab. Tadeusz Gałkowski

© Copyright by Wydawnictwo Naukowe UP, Kraków 2019

Redakcja: Urszula Lisowska-Urbańska

Projekt okładki, układ typograficzny, łamanie: Janusz Schneider

ISSN 2450-7865

ISBN 978-83-8084-454-4

e-ISBN 978-83-8084-455-1

DOI 10.24917/9788380844544

Wydawnictwo Naukowe UP

30-084 Kraków, ul. Podchorążych 2

tel./faks: 12 662-63-83, tel.: 12 662-67-56

e-mail: [wydawnictwo@up.krakow.pl](mailto:wydawnictwo@up.krakow.pl)

Zapraszamy na stronę internetową:

<http://www.wydawnictwoup.pl>

Druk i oprawa:

Zespół Poligraficzny WN UP

## Spis treści

|  |    |
|--|----|
| Wstęp  | 7  |
| Rozdział 1. Diagnoza zobiiektywizowana zaburzeń percepcji wzrokowej w spektrum autyzmu   | 9  |
| 1.1. Istota terminu „diagnoza”   | 9  |
| 1.2. Uwarunkowania społeczne, kształtujące model diagnozy  | 11 |
| 1.3. Funkcje diagnozy  | 12 |
| 1.4. Rola terapii jako efektu diagnozy   | 15 |
| 1.5. Diagnoza jako współwystępująca, skonsolidowana systemowo weryfikacja diagnozy i predykatyw kolejnego etapu terapii  | 17 |
| 1.6. Istota badań zmierzających do obiektywizacji diagnozy   | 19 |
| 1.7. Badania zmysłowej deprywacji w zaburzeniach ze spektrum autyzmu   | 21 |
| Rozdział 2. Widzenie – wybrane zagadnienia   | 33 |
| 2.1. Oko w procesie widzenia   | 33 |
| 2.2. Uwaga wzrokowa  | 40 |
| 2.3. Charakterystyka podstawowych ruchów gałki ocznej  | 44 |
| Rozdział 3. Technika eye trackingu – wybrane zagadnienia   | 54 |
| 3.1. Historia techniki eye trackingu   | 54 |
| 3.2. Ogólna charakterystyka techniki eye trackingu   | 55 |
| 3.3. Przykładowe eye trackery oraz oprogramowanie – obszary zastosowań, budowa i zasada działania  | 58 |
| 3.3.1. Platforma Tobii Pro Spectrum  | 60 |
| 3.3.2. Okulary Tobii Pro Glasses 2   | 62 |
| 3.3.3. Oprogramowanie Tobii Pro Lab  | 64 |
| 3.3.4. Charakterystyka systemu myGaze – eye trackera wykorzystanego w badaniach własnych   | 66 |
| 3.3.5. Przykłady zastosowania techniki eye trackingu w badaniu osób ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi, w tym z zaburzeniami ze spektrum autyzmu | 72 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.3.5.1. Wzorce aktywności podstawowych ruchów gałki ocznej u osób z ASD                      | 75  |
| 3.3.5.2. Zastosowanie techniki eye trackingu w badaniach percepcji twarzy                     | 78  |
| 3.3.5.3. Powiązanie badań z innymi aspektami rozwojowymi osób z zaburzeniami spektrum autyzmu | 83  |
| Rozdział 4. Podstawy metodologiczne badań własnych  | 85  |
| 4.1. Cel, przedmiot badań, problemy badawcze i hipotezy robocze                               | 85  |
| 4.2. Zmienne i ich wskaźniki  | 87  |
| 4.3. Charakterystyka badanych osób  | 88  |
| 4.4. Materiał i metoda badawcza   | 90  |
| Rozdział 5. Wyniki badań własnych   | 92  |
| 5.1. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia wolno poruszających się obiektów                  | 92  |
| 5.2. Aktywność okoruchowa podczas obserwacji obiektu poruszającego się ruchem obrotowym       | 102 |
| 5.3. Aktywność okoruchowa w kontekście wieku i wyników poziomu funkcjonowania badanych        | 104 |
| Rozdział 6. Wnioski z badań   | 107 |
| 6.1. Dyskusja wyników badań   | 107 |
| 6.2. Wnioski końcowe  | 111 |
| 6.3. Implikacje dla praktyki  | 112 |
| 6.4. Ograniczenia przeprowadzonych badań  | 113 |
| Bibliografia  | 115 |
| Spis rycin  | 126 |
| Spis wykresów   | 127 |
| Spis tabel  | 127 |

## Wstęp

Jest uznaną prawidłowością, że niektóre dawne koncepcje i teorie muszą być zastępowane innymi, w wyniku nowych badań. Trzeba z ostrożną wnikliwością traktować propozycje starające się wyjaśnić złożone uwarunkowania przyczynowe i naturę spowodowanych przez nie zaburzeń. Naszym nadziejom powinno towarzyszyć także poczucie niewystarczalności wobec tych wszystkich prób wyjaśniania złożonych problemów, które jeszcze nie odpowiadają powszechnym oczekiwaniom i rodzą wątpliwości.

(Gałkowski, 2000: 12)

Zgodnie z klasyfikacją DSM-5 (2013), diagnoza zaburzeń ze spektrum autyzmu (*Autism Spectrum Disorders – ASD*) powinna opierać się na stwierdzeniu współwystępowania dwóch osiowych objawów, obejmujących:

- trwałe deficyty w społecznym komunikowaniu się i interakcjach;
- ograniczone, uporczywe wzorce zachowań, zainteresowań i aktywności.

Zaburzenia te mają charakter neurorozwojowy, a w ich patogenezie mają swój udział nie tylko czynniki genetyczne i metaboliczne, ale również szereg innych czynników ryzyka, określających zróżnicowane profile behawioralne grupy osób, u której występują. Badacze i specjaliści dążący do zobiektywizowania i rozszerzenia diagnozy wykorzystują zatem nie tylko tradycyjne metody pomiaru, ale sięgają po rozwiązania oparte na zaawansowanych technologiach, pozwalających na ocenę i analizę neuronalnych i fizjologicznych wskaźników zaburzenia. W prezentowanych badaniach zastosowano technikę eye trackingu – wykorzystywaną do oceny aktywności okoruchowej, stanowiącej istotny wskaźnik funkcjonowania poznawczego oraz skutecznego działania. Obecnie w badaniach eye trackingowych zwraca się przede wszystkim uwagę na specyficzne wzorce skanowania twarzy przez osoby z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, traktując je jako potencjalny biomarker tych zaburzeń.

Zaprezentowane w niniejszej publikacji wyniki badań, które traktujemy jako wstępne i wymagające dalszych weryfikacji, wskazują

na to, że eye tracking jest narzędziem pomiaru przydatnym także w praktyce pedagogiki specjalnej. Daje bowiem możliwość nie tylko wczesnej, rzetelnej i nieinwazyjnej oceny wzrokowego funkcjonowania dziecka, ale również prowadzenia dostosowanych do jego potrzeb treningów i projektowania aktywności w sposób zapewniający optymalny odbiór informacji wzrokowej.

Monografia składa się z części teoretycznej, w której omówiono szeroko problematykę diagnozy zobiiektywizowanej oraz zagadnienie przetwarzania sensorycznego osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Ważnym, w kontekście interpretacji zebranego materiału empirycznego, elementem tej części są również zagadnienia dotyczące samego procesu widzenia, a zwłaszcza podstawowych ruchów gałki ocznej i ich znaczenia w procesie odbierania informacji z otoczenia. Część teoretyczną wieńczy prezentacja sprzętu oraz przykłady jego zastosowania w diagnozie osób ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.

W części metodologicznej zaprezentowano problematykę badań, hipotezy i ich wskaźniki oraz przyjęte podejście metodologiczne. Część empiryczna składa się z rozdziału poświęconego prezentacji wyników przeprowadzonych badań oraz odrębnego rozdziału, w którym podjęto ich interpretację, odwołując się do wiedzy z różnych dziedzin nauki.

Dziękujemy wszystkim Rodzicom, którzy wyrazili zgodę na przeprowadzenia badania swoich dzieci, Dyrektorom przedszkoli i ośrodków w Toruniu, Krakowie i Nowym Sączu, jak również Nauczycielom i Terapeutom za pomoc, życzliwość i otwartość. Wyrażamy także nadzieję, że publikacja ta zainspiruje przede wszystkim praktyków do podjęcia współpracy ze specjalistami w zakresie treningu widzenia, jak również opracowywania programów terapeutycznych i pomocy przeznaczonych dla dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu.

*Autorzy*

## Rozdział 1.

# Diagnoza zobiiektywizowana zaburzeń percepcji wzrokowej w spektrum autyzmu

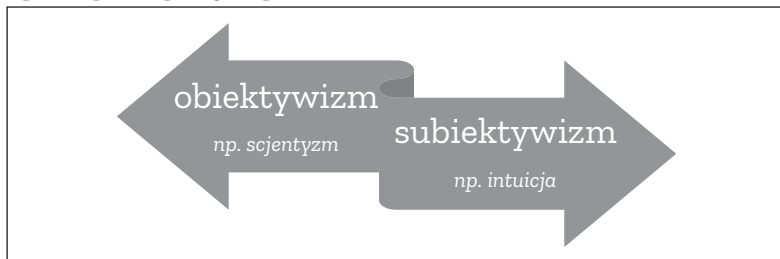
Istotą każdego działania badawczego jest dokonanie analizy wybranego zjawiska i przedstawienie wyników pozwalających na podjęcie dalszych kroków, najczęściej weryfikacji sytuacji, jej oceny lub, a może przede wszystkim, sformułowanie zaleceń. Diagnoza jest więc najczęściej środkiem do uzyskania zamierzonego celu, determinującym podejmowanie kolejnych działań.

### 1.1. Istota terminu „diagnoza”

Diagnoza jest powszechnym zjawiskiem, które określa funkcjonowanie każdego człowieka, każdej istoty. W szeroko rozumianym środowisku – roślin i zwierząt, obserwujemy prowadzenie czynności zmierzających do oceny sytuacji przed podjęciem jakiegoś działania, np. w świecie roślin występuje zdolność habituacji (można określić ją jako **prediagnozę**, wynikającą z reakcji chemicznych czy fizycznych, niebędących czynnościami procesu umysłowego), w świecie zwierząt występują między innymi mechanizmy przystosowawcze, obronne. Diagnoza w powszechnym ujęciu może być oceną dokonywaną każdego dnia, właściwie w każdej sytuacji. W przypadku nauki jest to wysublimowane działanie, oparte na określonych zasadach i regulacjach, z użyciem metod i technik pozwalających na uzyskanie jak najbardziej skategoryzowanej, najczęściej zobiiektywizowanej, wystandaryzowanej wiedzy na temat zagadnienia objętego badaniem.

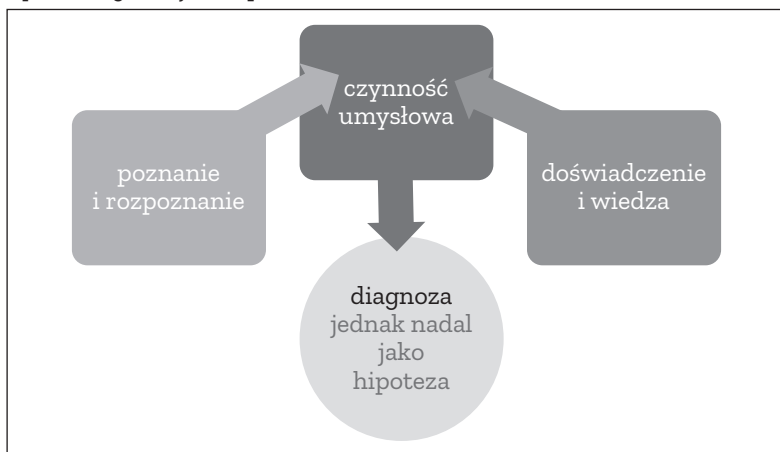
- Słowo „diagnoza” pochodzi z greki i składa się z dwóch członów:
- rdzenia *-gnosis*, oznaczającego ‘poznanie, wiedzę’;
  - przedrostka *dia-*, tłumaczonego jako: ‘przez, pomiędzy, roz-’ (*Encyklopedia PWN*, <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/diagnoza.html>, dostęp: 1.12.2018).

Ryc. 1. Dylematy diagnozy



Źródło: opracowanie własne

Ryc. 2. Diagnoza jako hipoteza



Źródło: opracowanie własne

Diagnozę w ujęciu etymologicznym odczytywać możemy jako: **roz + poznanie, poznanie pomiędzy**, czyli wyprowadzenie wiedzy z doświadczenia, **poznanie przez**, czyli jako analizę zebranych materiałów (zgromadzonego materiału badawczego).

Możemy określić ją jako **czynność umysłową**, będącą wynikiem procesu poznawczego, opartego na wiedzy i doświadczeniu. **To poznanie, rozpoznanie** – jest więc czynnością (poznanie, diagnozowanie) lub efektem podejmowanych działań (wiedza, diagnoza), będących wynikiem procesu intelektualnego – myślenia, prowadzonych analiz, wnioskowania. Diagnoza (dla jej rzetelności, jak i prawidłowego wyniku) powinna się opierać również na zdobytym **doświadczeniu, wiedzy**, które są wyznacznikiem tendencji, probabilistyczności.

W odróżnieniu od powszechnego poznania środowiska dokonywanego przez nas każdego dnia, opartego często na intuicji, osobistym, jednostkowym, subiektywnym doświadczeniu, diagnoza wykorzystywana w procesie naukowym opiera się na ustalonych zasadach zbierania wiedzy na badany temat, z wykorzystaniem wiedzy i doświadczenia prowadzących badania, i zmierza do ustalenia **optymalnej hipotezy** – określanej jako spełniająca wymagania metodologiczne i najbardziej prawdopodobna z wniosków wypływających w procesie badawczym (ryc. 2).

## 1.2. Uwarunkowania społeczne, kształtujące model diagnozy

Samo słowo „diagnoza” powszechnie lokuje się w naukach medycznych. To powoduje, iż inne nauki, tworząc metodologię, metodykę, opierają się na pierwotnym odniesieniu.

Diagnoza jest najczęściej definiowana jako:

- „1. «rozpoznanie choroby» 2. «ocena stanu czegoś przedstawiona na podstawie badań i analiza” (Słownik języka polskiego, <https://sjp.pwn.pl/sjp/diagnoza;2555032>, dostęp: 1.12.2018);
- “[gr. *diágnōsis* ‘rozpoznanie’], med. rozpoznanie rodzaju choroby;
- diagnoza społeczna, ekspertyza społeczna, stwierdzenie częstości występowania określonych zjawisk społ. i zachodzących między nimi zależności” (Encyklopedia PWN, <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/diagnoza.html>, dostęp: 1.12.2018).

Powyższe podejścia dominują w rozumieniu istoty diagnozy, wywodzącej się z nauk medycznych, a tym samym odnoszącej się do stanu zdrowia człowieka – możliwości jego psychosomatycznego, jak i społecznego funkcjonowania w środowisku. Poszerzenie tego podejścia o aspekt społeczny, zgodnie z najnowszymi trendami klasyfikacyjnymi (np. DSM-5, ICF – Diagnoza Funkcjonalna) pozwala na ukazanie istotnego wymiaru funkcjonowania (np. kompetencji) i samooceny (np. jakości życia – dobrostanu, samozadowolenia).

Sama diagnoza, w zależności od potrzeb, może w być podejmowana jako:

- weryfikacja, np. zgodności otrzymanych faktów;
- sprawdzanie, np. wiedzy ucznia;
- kwalifikacja, np. oceny pod względem prawnym;
- ocena postępowania, np. nasilenia zjawiska narkomanii na wybranym terenie;

- rozpoznanie, np. zaburzenia lub choroby, czego przykładem może być nasilenie występowania zaburzeń ze spektrum autyzmu;
- sprawdzanie, np. występowania zjawiska.

Wszystkie powyższe elementy mają przede wszystkim charakter poznawczy, rozpoznawczy, analizujący, ale w pewnej mierze retrospektywny, odnoszący się do wcześniej występujących zjawisk lub sytuacji, zdarzeń, które pozwalają na dokonanie analityczno-syntetycznego oglądu stanu rzeczy. To wgląd w sytuację (stan rzeczy) lub zjawisko (tendencję) na podstawie stanu wiedzy (o prawidłowościach).

Sama diagnoza jest uwarunkowana procesem, w jakim zdobywa się informacje (dane), dokonuje się analizy, co uwarunkowane jest podejściem wynikającym z teorii poznania. Teoria ta obejmuje dwa skrajne podejścia do prowadzenia analiz (ryc. 3).

Ryc. 3. Skrajne podejścia badawcze



Źródło: opracowanie własne

Optymalnym podejściem jest połączenie empiryzmu z racjonalizmem, umożliwiające oparcie się w trakcie prowadzonej diagnozy na istotnych dla danego procesu informacjach, które następnie w procesie racjonalnego opracowania stanowią podstawę wniosko-owania – i tworzenia najbardziej prawdopodobnego założenia. Jest to więc hipoteza, która zostaje wyłoniona z wielu mniej lub bardziej prawdopodobnych wniosków danego procesu badawczego.

### 1.3. Funkcje diagnozy

Niewątpliwie w naukach społecznych, w tym pedagogice specjalnej, diagnoza jest wnioskiem opierającym się na wykonywanych bada-

niach, mających określić poziom rozwoju funkcji, zachowanie danej osoby, zdobyte umiejętności lub odniesienie się do grupy w określonej sytuacji. Takie badania opierają się na analizie zebranych dokumentów (które muszą przejść weryfikację i aktualizację), odnoszących się do wcześniejszych etapów życia (w tym rozwoju występujących i współwystępujących zaburzeń), pozwalając na wyprowadzenie diagnozy optymalnie wyjaśniającej lub ocenę badanego zjawiska. Diagnoza staje się najbardziej wiarygodną i racjonalnie wyprowadzoną hipotezą, ponieważ wyjaśnia z dużym prawdopodobieństwem na podstawie danych zebranych o zjawisku lub sytuacji.

Istotę prowadzonych działań stanowią cel (po co jest ona wykonywana) diagnozy oraz jej funkcja (do czego będzie służyła). W podziale przedstawionym przez Ziemskiego (za: Jarosz, Wysocka; 2006: 19–20) wyróżniono sześć typów diagnozy:

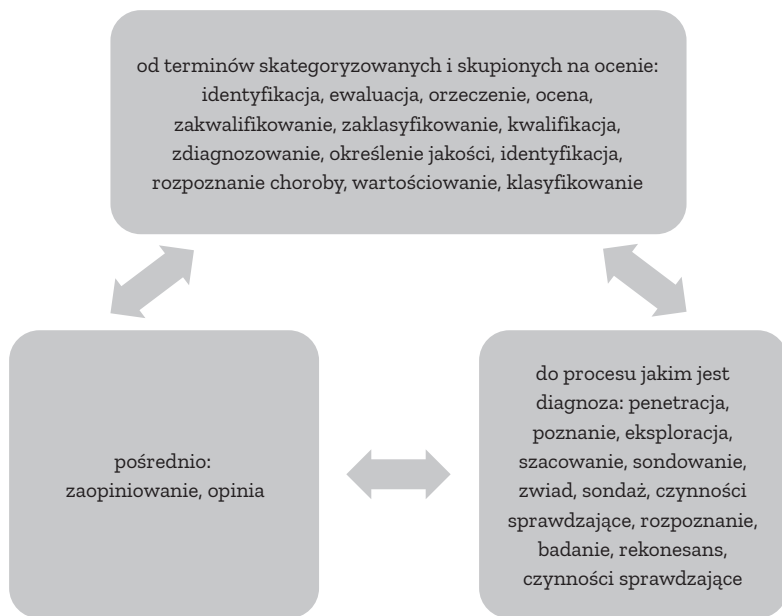
- rozwiniętą – wyjaśniającą szereg problemów badanego stanu rzeczy, badającą przyczyny, ciąg zdarzeń i obecny stan;
- identyfikacyjną – przyporządkowującą, klasyfikującą do określonych struktur;
- genetyczną (kazuálną) – analizowany jest obszar uwarunkowań, zmierzający do określenia czynników inicjujących i mechanizmów rozwoju sytuacji;
- znaczenia – ukazuje rolę badanego zjawiska w ujęciu całościowym, holistycznym;
- fazy – ukazany zostaje aspekt etapowości występującego zjawiska, problemu;
- prognostyczną (rozwojową) – wskazującą przewidywany rozwój i intensywność zjawiska, można uznać, iż jest to typ wieńczący większość diagnoz.

Szerokie ujęcie omawianego terminu odnajdujemy w synonimicznych określeniach, które mogą w zależności od dyscypliny nabrać specyficznego dla niej znaczenia, np. w naukach społecznych, humanistycznych czy ścisłych (ryc. 4).

Reasumując dotychczas przedstawiony materiał, można stwierdzić, iż diagnoza:

- jest **zespołem działań podejmowanych** zgodnie z wyznaczoną procedurą, zmierzających do poddania analizie określonego stanu w wybranych wartościach – najbardziej predysponowanymi będą naukowe;
- to dane, które można uznać za najbardziej prawdopodobną **hipotezę – traktowaną jako pewnik**, w ocenie tego stanu rzeczy (najczęściej badania dotyczą jednostkowego stanu rzeczy).

Ryc. 4. Synonimiczność pojęcia diagnozy



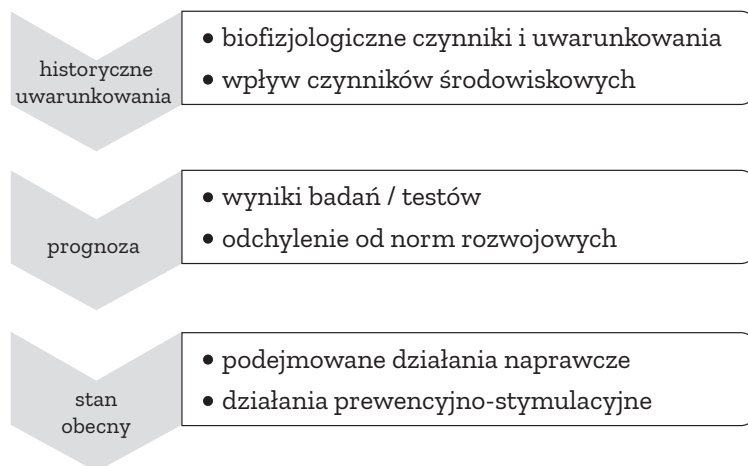
Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem <https://synonim.net>, dostęp: 5.05.2019

Szczególnie w naukach społecznych ważne jest wzięcie pod uwagę trzech aspektów związanych z czasem, który jest wyznacznikiem podejmowanych działań i warunkiem występujących sytuacji oraz zjawisk. Zarówno przeszłość, jak i terażniejszość są czynnikami warunkującymi tworzenie obecnego stanu badanego zjawiska, jak również probabilistycznego **kształtowania** ewentualnych oddziaływań skierowanych ku przyszłości. Tym samym proces diagnozy zakłada rozpatrywanie w trzech płaszczyznach czasowych, tj. od czasu przeszłego, przez terażniejszy, do przyszłości (ryc. 5).

W procesie prowadzenia badań naukowych, zbierania materiału do diagnozy, korzystamy z różnych metod i technik. W przypadku przedstawionych w tej publikacji wyników badań posługiwano się zobiektywizowanym sposobem zbierania wyników. W tym celu wskazane wydaje się egzemplifikowanie specyfiki zdobywania danych, które podzielono ze względu na typ prowadzonych działań diagnostycznych:

- zadaniowe, tj. wykonawcze – gdzie otrzymujemy wyniki wykonanych zadań, które służą do stworzenia informacji, najczęściejj weryfikującej lub oceniającej;

Ryc. 5. Trójczasowe podejście do diagnozy



Źródło: opracowanie własne

- sczytujące, można by je określić mianem „impulsometrii” – zbieranie informacji będących reakcją na impuls, elementem oceny wydolności, najczęściej neurofizjologicznej, organizmu badanej osoby;
- zadaniowo-sczytujące, tj. badanie i interpretacja uzyskiwanych wyników wykonanych zadań, jak i sczytywanie impulsów pozwalających jednocześnie na stymulowanie i weryfikowanie podejmowanych oddziaływań terapeutycznych. W tym przypadku możliwe jest jednoczesne badanie i opracowywanie odpowiedniego działania wspomagającego lub prostującego (jako działania typowo terapeutycznego).

#### 1.4. Rola terapii jako efektu diagnozy

W naukach społecznych za szczególną i główną rolę diagnozy uważa się nie tyle stwierdzenie faktu, co podejmowanie działań, najczęściej prewencyjnych lub naprawczych, ich cel, jak również zakres. Ponieważ wcześniej przedstawione zostały cele diagnostyczne (Błęszyński, 2012a: 33), co ma doprowadzić do uzyskania odpowiedzi, po co jest podejmowane to działanie, stwarza to możliwości podejścia do zakresu podejmowanego badania w kilku aspektach. Można je przedstawić jako sytuacje, w których:

- **nie są podejmowane interwencje**, tym samym diagnoza może posiadać określone walory, np.: naukowości (dla celów badawczych – przedstawienia stanu rzeczywistego), przesiewowy (odnotowania stanu rozwoju), stwierdzenia prawidłowości w aktualnym stanie (brak stwierdzenia odchyłeń od tzw. normy), działania najczęściej mogą ograniczyć się do pedagogizacji środowiska opiekuńczo-wychowawczego;
- **wymagane jest podjęcie działania wspomagającego**, np.: wsparcia w przechodzeniu poszczególnych etapów (okresów) rozwoju, zapobiegania mogącym wystąpić trudnościom (prewencja);
- **wymagane jest podjęcie terapii**, np.: kiedy stan wymaga interwencji specjalistów, utrudnia lub uniemożliwia prawidłowe funkcjonowanie (zarówno indywidualne, jak i społeczne), bez wsparcia i udzielanej planowo terapii oraz zachowania specyficznego podejścia terapeutycznego (jako działania) dana osoba nie jest w stanie sama pokonać trudności, występuje konieczność zastosowania specjalistycznego, często długoterminowego oddziaływania naprawczego – zmierzającego do usunięcia, zmniejszenia lub ograniczenia nasilenia występującej trudności (Błęszyński, 2014: 58–59).

Jak wielokrotnie wskazywał Błęszyński (2014), diagnoza służy nie tylko ustaleniu celów terapii, ale przede wszystkim dążeniu do zakładanych osiągnięć. Działania te mogą przybierać różne formy, w zależności od spodziewanych rezultatów, jak również stanowić drogę przechodzenia w terapii stopni wynikających z poprawy funkcjonowania uczestniczących w niej osób. Autor wyróżnia cztery istotne elementy działań podejmowanych w terapii. Są to **zmniejszenie** nasilenia występującego zjawiska, co pozwala na lepsze funkcjonowanie w środowisku; **ograniczenie**, mimo występowania zaburzenia, nie powoduje ono dotkliwych trudności; **zniesienie**, charakteryzujące się ograniczeniem nasilenia zjawiska, które mimo występowania, nie powoduje nadmiernych trudności, oraz **usunięcie**, brak występowania danego zaburzenia, które uniemożliwiało w pełni prawidłowe funkcjonowanie danej osoby. Oprócz wymienianych celów działania terapeuty powinno skupić się przede wszystkim na dążeniu do **optymalnych efektów terapii** (które uznajemy za dostosowane do potrzeb i możliwości osoby poddawanej oddziaływaniu), wynikających z wielu czynników, m.in. fizjologicznych (czyli zdrowotnych, funkcjonalnych, wynikających z neurofizjologii), społecznych (bliższe i dalsze środowisko), jak również psychicznych (przede wszystkim uwarunkowania motywacyjne, osobowościowe).

## 1.5. Diagnoza jako współwystępująca, skonsolidowana systemowo weryfikacja diagnozy i predykatyw kolejnego etapu terapii

Zdaniem Bleszyńskiego (2014), jedynym z istotnych założeń, jakie powinniśmy uwzględnić, jest hipotetyczność diagnozy – założenia, jakie powinno być opcjonalne, ale i weryfikowalne. Weryfikatorem podjętych działań związanych z diagnozą są działania praktyczne, które wynikają z jednej strony z prowadzonej diagnozy, z drugiej z wyprowadzonych wniosków i zaleceń. W tym celu są prowadzone działania weryfikacyjne, mające charakter: **formalny** (sprawdzenie uzyskanych wniosków, jak również prawidłowości orzeczniczej); **funkcjonalny** (wybór właściwych form i metod terapii oraz odpowiedniego motywowania); **osobowościowy** (dobór terapeuty do prowadzonych zajęć zarówno pod względem kwalifikacji, jak również personalnym); **rzeczowy** (sprawdzenie zasadności wykorzystania zaproponowanych działań, użycia określonej aparatury itp.).

Proces diagnozy z założenia ma za zadanie pomóc dobrać wdrażane działania do możliwości, potrzeb, jak również indywidualnych predyspozycji podmiotu, tak by wprowadzić w sposób optymalny założenia diagnozy. Ich rezultatem są podejmowane działania prewencyjne, terapeutyczne (naprawcze) i prewencyjno-terapeutyczne. Ossowski (1999) wspomina o konieczności obejmowania oddziaływaniami również funkcji niedotkniętych zaburzeniem, chorobą.

W trakcie prowadzonych już działań terapeutycznych spotykamy się z koniecznością dokonywania weryfikacji diagnozy, dostosowywaniem jej do potrzeb indywidualnych danej osoby, terapeuty, jak również środowiska rodzinnego i lokalnego (dostępności specjalistów, jak również sprzętu itp.).

Działania diagnostyczno-terapeutyczne stają się w tym ujęciu działaniami następującymi po sobie, spójnymi i komplementarnymi. Mimo iż mają swoje cele, to uzupełniają się nawzajem i są ukierunkowane na osiągnięcie korzyści w rozwoju funkcjonalnym, jakie można określić optymalnymi – rozumiane jako dostosowane do potrzeb i możliwości osoby poddawanej oddziaływaniom. Takie działanie można przedstawić w formie schematu (ryc. 6).

Modyfikacja podejścia do przedstawionego modelu diagnozy kazuistycznej wynika z odejścia od diagnozy statycznej na rzecz diagnozy dynamicznej. Ma to związek z koniecznością uwzględnienia zmieniających się uwarunkowań wynikających z rozwoju osoby poddawanej badaniom, jak również środowiska i możliwości terapeu-

Ryc. 6. Diagnoza jako wyznacznik terapii



Źródło: opracowanie własne

Ryc. 7. Postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne jako działanie współuczestniczące



Źródło: opracowanie własne

tycznych. Dodatkowym argumentem za zmianą podejścia do diagnozy w przypadku wykorzystania przedstawionej w niniejszej książce techniki eye trackingu jest nie tylko możliwość prowadzenia badań i analiz, ale także równoczesnego oddziaływania wspomagająco-terapeutycznego. Obecnie możemy stosować wiele metod wykorzystujących w trakcie podejmowanych oddziaływań napływające informacje, dzięki temu możliwa jest modyfikacja zalecanych i podejmowanych oddziaływań. Tak ujęta diagnoza dynamiczna staje się diagnozą ewaluującą, ukierunkowaną na efekt, jakim jest powodzenie terapii, a tym samym uzyskanie pozytywnych osiągnięć.

Proces ten jednak ulega ciągłej ewolucji, diagnoza pierwotna staje się diagnozą kierunkową (stwierdzającą występujące zaburzenie oraz wyznaczającą zręby, zarys działań), a w trakcie prowadzonych działań terapeutycznych ulega modyfikacjom. Podejście takie wymaga wprowadzenia diagnoz weryfikujących, będących uzupełnieniem diagnozy pierwotnej – kierunkowej, jak również doprecyzowania i dopasowania podejmowanych działań.

Do ważnych elementów warunkujących prowadzenie efektywnego oddziaływania terapeutycznego można zaliczyć: dobór metody terapii, jak również (a może przede wszystkim) zaakceptowanie i włączenie w proces terapii podmiotu, czyli osoby, której udzielana jest pomoc, oraz zapewnienie wsparcia dla samego zainteresowanego, a także opiekującego się nim środowiska. Istotne wydaje się tu wskazanie na podmiotowość osoby poddawanej oddziaływaniom, jako świadomej i pełnoprawnej – mającej prawo współdecydowania i organizowania systemu wsparcia i prowadzonych terapii (ryc. 7).

## 1.6. Istota badań zmierzających do obiektywizacji diagnozy

W przypadku badań prowadzonych nad autyzmem i zaburzeniami ze spektrum autyzmu (ASD) opieramy się na analizie zachowań, jest to więc typowa analiza behawioralna. Brak etiologii tego zaburzenia, jak również jednoznacznych, obiektywnie mierzalnych objawów, powoduje, iż samo zaburzenie nie jest jednorodne zarówno pod względem czasu wystąpienia, objawów, jak też ich nasilenia. Innym problemem diagnostycznym są możliwości współwystępowania ASD z innymi zaburzeniami i chorobami, co dodatkowo często utrudnia dokonywanie diagnoz.

Od Kanner'a podejmowane były próby uściślenia pojęcia autyzmu / autyzmu wczesnodziecięcego: „Dotarliśmy do punktu, w którym lekarz [...] może z całą szczerością stwierdzić: pacjent jest schizofreni-

kiem, ponieważ według mojego programu muszę go tak nazwać. Inny lekarz może tak samo stwierdzić: pacjent nie jest schizofrenikiem, ponieważ według mojego planu nie mogę go tak nazwać” (Kanner, 1965; za: Silberman, 2017: 332). W tym celu Wing w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, opisując autyzm w ujęciu Kannera oraz zespół Aspergera, wprowadziła szerszy termin – **spektrum autyzmu** (Wing, 1988).

Do dnia dzisiejszego pozostajemy przy diagnozie ograniczonej do analiz jakościowych, które wyłaniają się z obrazu wywiadu prowadzonego przede wszystkim z matką (jako osobą spędzającą najwięcej czasu z dzieckiem), analizy dokumentów (medycznych, psychologicznych, pedagogicznych i in.), jak również obserwacji i prób zadaniowych badanego. Brakuje nadal jednoznacznych cech, jakie byłyby charakterystyczne dla autyzmu i odróżniających go od innych zaburzeń (badane zachowania występują zarówno u prawidłowo rozwijających się dzieci / rówieśników, jak również mogą występować w innych zaburzeniach i chorobach – np. brak kontaktu wzrokowe czy echolalia, ale już nie **mowa echolaliczna** (por. Błęszyński, 2011)). Brak etiologii (zarówno czynnika, jak i miejsca uszkodzenia) powoduje, iż nie mamy również narzędzi diagnostycznych. Dotychczasowe opracowania służą jedynie do nakreślenia istoty problemów, które wynikają z analiz zachowania (analiza behawioralna), nie pozwalając w pełni na zobiektywizowanie diagnozy. Dlatego diagnoza ASD jest działaniem zespołowym, opartym na współdziałaniu specjalistów z różnych dziedzin nauk społecznych (przede wszystkim psycholog kliniczny, rozwojowy; pedagog specjalny, w szczególności oligofrenopedagog; czy z pogranicza – logopeda, w szczególności neurologopeda lub logopeda korekcyjny, kliniczny; medycyny: psychiatra, pediatra, neurolog, ale również np. audiolog). Interdyscyplinarna diagnoza i podejście do możliwości i ograniczeń badanej osoby pozwalają najbardziej zobiektywizować i nakreślić w optymalny sposób zakres jej wspomagania i prowadzenia terapii, najczęściej wielokierunkowej.

Istotnym problemem jest brak zobiektywizowanych technik diagnostycznych, które pozwalałyby wysublimować samo zaburzenie, jakim jest ASD, jak i jego nasilenie – szczególnie w przypadku współwystępowania z innymi zaburzeniami i chorobami. Ma to szczególne znaczenie we wprowadzonej i obowiązującej obecnie w większości krajów klasyfikacji DSM-5, w której w sposób istotny poszerzono zakres zarówno możliwości występowania objawów, jak również czasu, w jakim powinny się one ujawnić. Ten problem od lat determinuje badania nad możliwością zobiektywizowania diagnozy ASD.

Samo wyjaśnienie etiologii byłoby niezmiernie pomocne dla zrozumienia mechanizmu powstawania zaburzenia, jego uwarunkowań, jak również pozwoliłoby na poprawę rokowań dotyczących jakości życia społecznego. To działanie nie przyczynia się jednak do prac nad wyeliminowaniem choroby / zaburzenia, jak również zapewnienia wyleczalności. Przykładem może być w tym przypadku zespół Downa, którego etiologię poznaliśmy, ale nadal nie mamy możliwości zapobiegania mu (możemy mówić jedynie o ograniczaniu ewentualnych czynników ryzyka), jak również wyleczenia (nie posiadamy na razie odpowiedniej terapii genowej).

Działanie to jednak pozwoliłoby na polepszenie diagnostyki, to jest precyzyjności i obiektywności w diagnostyce, jak również ewentualnej prognozy i podejmowanych działaniach prewencyjno-wspomagająco-terapeutycznych dotyczących samego badanego, jak również środowiska, jakie się nim opiekuje.

Badania nad obiektywizacją i parametryzacją w pedagogice specjalnej były od zawsze jej domeną. Należy w tym kontekście wspomnieć chociażby Józefę Joteyko (Sedlaczek, 1928), która sprowadziła do Polski całą pracownię eksperymentalną do prowadzenia badań psychologicznych, czy też Marię Montessori, wykorzystującą w swojej praktyce wiedzę medyczną. To podejście jest obecnie kontynuowane na wielu polskich uczelniach, między innymi Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu (prace Siemienickiego i in.) oraz Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie (publikacje Zielińskiej, 2004; 2015a; 2016, 2018 i in.).

## 1.7. Badania zmysłowej deprivacji w zaburzeniach ze spektrum autyzmu

Istnieje wiele podejść w zakresie samej diagnostyki charakterystycznych objawów. Kanner wyodrębnił ogólne cechy autyzmu. Bender, chcąc uporządkować symptomatykę tego zaburzenia, wskazała dziewięć jego elementów:

1. Poważne i trwałe osłabienie relacji emocjonalnych z innymi ludźmi.
2. Pozorny brak świadomości własnej tożsamości w stopniu typowym dla wieku.
3. Patologiczne zainteresowanie przedmiotami lub ich cechami bez zwracania uwagi na prawdziwe przeznaczenie tych przedmiotów.
4. Trwały opór wobec zmian w otoczeniu, dążenie do utrzymania lub przywrócenia jednakowości.

5. Anormalna percepcja (przy braku widocznych anomalii organicznych).
6. Ostry, nadmierny i pozornie nielogiczny lęk występujący z dużą częstotliwością.
7. Zanik zdolności mowy lub brak nabycia tej umiejętności, albo nieumiejętność rozwinięcia jej poza poziom adekwatny do wcześniejszego przedziału wiekowego.
8. Zaburzenie schematów motorycznych.
9. Ogólne poważne opóźnienie w rozwoju z możliwymi obszarami normalnej, prawie normalnej lub wyjątkowej czynności intelektualnej (za: Silberman, 2017: 332–333).

Mimo wielu prób nie udało się w sposób jednoznaczny wyodrębnić charakterystycznych jedynie dla tego zaburzenia specyficznych zachowań lub ograniczeń. Takie założenie między innymi przyświecało Wing, kiedy przygotowywała poszerzenie obrazu klinicznego autyzmu Kanner'a i włączenia z zespołem Aspergera do określenia **spektrum autyzmu** – jako wielozespołowego i niejednorodnego (Wing, 1979; 1991).

Istotnym elementem wszystkim opisów autyzmu jest wskazywanie na odmienny u dotkniętych nim osób w stosunku do prawidłowo rozwijających się rówieśników przebieg procesu percepcji zmysłowej. Dotyczy on wszystkich siedmiu zmysłów (wzroku, słuchu, smaku, węchu, dotyku, równowagi i propriocepcji). Delacato, który był pionierem w badaniu percepcji zmysłowej dzieci z autyzmem, w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku zwrócił uwagę, iż w przypadku autyzmu u 98% badanych występuje zaburzenie odbioru informacji sensorycznej związane z uszkodzeniem centralnego układu nerwowego (Delacato, 1978). Opisał swoje spostrzeżenia w wydanej również w Polsce książce *Dziwne i niepojęte. Autystyczne dziecko*, wskazując na trzy typy nieprawidłowości:

- **nadwrażliwość**, charakteryzującą się niskim poziomem percepcji impulsu, powodującym wysoką wrażliwość dotkniętych nią osób na bodźce – można je określić jako przeczulone, reagujące nieadekwatnie na bodźce powszechnie uznawane za dopuszczalne, nieinwazyjne;
- **niedowrażliwość**, charakteryzującą się wysokim poziomem percepcji impulsu, powodującym niską wrażliwość na bodźce – tym samym dotknięte nią osoby posiadają niski poziom percepcji, przez co poszukują bardziej intensywnych bodźców;
- **biały szum**, będący wewnętrznym zakłóceniem sensorycznym, brakiem adekwatnego reagowania na te same bodźce, który moż-

na również odbierać jako niejednorodność reakcji na ten sam bodziec (tamże)<sup>1</sup>.

Z kolei Ayers (za: Wasilewski, 2015) stwierdziła, że nieprawidłowości występujące w obrębie procesów integracji sensorycznej u osób z autyzmem dotyczą zarazem odbioru, jak i przetwarzania informacji sensorycznej, mają charakter uogólniony i często odznaczają się dużą zmiennością. Zaburzenia związane z rejestracją bodźców, zdaniem Ayers, u osób z autyzmem dotyczą głównie informacji wzrokowej, słuchowej, natomiast zaburzenia modulacji sensorycznej odnoszą się przede wszystkim do systemu przedsiolkowo-proprioceptywnego i dotykowego.

Badania prowadzone wspólnie nad procesami przetwarzania sensorycznego<sup>2</sup> u osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu potwierdzają, że wskaźnik dotyczących go nieprawidłowości jest w tej grupie wysoki, ponieważ problem ujawnia się u około 90% populacji (np. Baranek i in., 2006; Baker i in., 2008).

Dokonując przeglądu teorii wyjaśniających przebieg procesów przetwarzania sensorycznego u osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, Krzysztofik (2016) wyodrębniła kilka odmiennych podejść do tej kwestii:

- nieprawidłowości w opracowywaniu bodźców sensorycznych traktowane są jako towarzyszące zaburzeniu, niepozostające jednak w związku z innymi nieprawidłowościami w funkcjonowaniu badanej osoby. Taki pogląd charakterystyczny był dla pierwszych badaczy autyzmu: Kanner i Aspergera;
- zaburzenia w obrębie procesu przetwarzania sensorycznego ujmowane są jako dopełniające opis funkcjonowania osoby. Podejście to widoczne jest zwłaszcza w relacjach autobiograficznych oraz niektórych publikacjach wskazujących na specyficzne cechy funkcjonowania w sferze sensorycznej osób z autyzmem;
- zaburzenia występujące w sferze przetwarzania sensorycznego łączone są bezpośrednio z zachowaniami problemowymi;
- nieprawidłowości definiowane są w kontekście kategorii diagnostycznych teorii integracji sensorycznej – i tu najczęściej wymienia się zaburzenia modulacji sensorycznej, jak również dysprak-

---

<sup>1</sup> Tę typologię można uzupełnić jeszcze o **prawidłową percepcję** jako adekwatną do przyjętej w danej grupie społecznej, uznawanej za naturalną i adekwatną do bodźca oraz kontekstu, w jakim on występuje.

<sup>2</sup> Termin ten odnosi się do odbioru, modulacji, integracji i organizacji bodźców sensorycznych, jak również reakcji na nie, widocznych w zachowaniach osoby z ASD (Miller i in., 2007).

sję, zaburzenia postrzalne oraz zaburzenia różnicowania sensorycznego jako charakterystyczne dla omawianej grupy;

- zaburzenia ujmowane są w odniesieniu do profilu sensorycznego, a więc pewnego rozkładu szczegółowych cech związanych z tą sferą i występujących częściej w grupie osób z ASD niż w przypadku innych populacji. Przeprowadzone analizy wskazują na występowanie w tej grupie przede wszystkim problemów z różnicowaniem bodźców słuchowych, przedsionkowych, smakowych i zapachowych, jak również trudności dotyczące bodźców ruchowych;
- zaburzenia rozpatrywane są z perspektywy ich przyczyn. Ten kierunek reprezentuje Ayers, ale również i wielu współczesnych badaczy, którzy starają się rozpatrywać nieprawidłowości, odwołując się do badania aktywności bioelektrycznej mózgu, jak również pracy i budowy jego poszczególnych struktur.

Dzięki zastosowaniu zaawansowanych technologii ustalono między innymi związek pomiędzy zaburzeniami w różnicowaniu bodźców słuchowych a asymetrią w przebiegu procesów przeduwagowych (np. Storgonova i in., 2013, za: Krzysztofik, 2016). Stwierdzono również, że zmniejszona liczba połączeń międzypółkulowych w obszarze kory wzrokowej oraz ich nietypowość łączy się z trudnościami osób z ASD w zakresie odbioru i przetwarzania informacji wzrokowej (np. Latham, 2013, za: Krzysztofik, 2016). Badania odnoszące się do tego zagadnienia prowadzone są również przez polskich naukowców. Gałkowski i Pisula (2003: 220) zwrócili uwagę na znaczenie badań opierających się na najnowszych osiągnięciach psychoakustyki dla zrozumienia specyfiki przetwarzania bodźców słuchowych przez osoby z autyzmem, a w ich konsekwencji opracowywania „bardziej efektywnych programów wykorzystujących w rehabilitacji oddziaływania oparte na reprodukowaniu struktur rytmicznych i dostosowywaniu do nich ruchowych reakcji dziecka”. Rozpatrując neuropsychologiczne mechanizmy leżące u podłoża funkcjonowania poznawczego Szelağ i in. (2004) wykazali, że dzieci z autyzmem nie potrafiły powiązać swoich reakcji z czasem trwania bodźca. Niezależnie od tego, czy był to bodziec wzrokowy, czy słuchowy, czas reakcji był taki sam i wynosił średnio trzy sekundy, co wskazuje, zdaniem badaczy, na trudności w ocenie parametrów czasowych.

Pierwsze obserwacje dotyczące autyzmu łączyły to zaburzenie przede wszystkim z deprivacją w zakresie percepcji dźwięków (jako nadwrażliwość na dźwięki, przejawiająca się np. alienacją, piskiem, zatykaniem uszu) oraz dotykową (niechęć do kontaktu dotykowego, przytulania, w tym również dotyku przy karmieniu piersią – trzyma-

Tabela 1. Rozwój widzenia do 3. roku życia

| Wiek                | Reakcja wzrokowa  |
|---------------------|---|
| 30. tydzień ciąży   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reakcja źrenic na światło</li> <li>- Pojawienie się dowolnych ruchów gałek ocznych</li> </ul>  |
| 0.-1. miesiąc życia | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reakcja na światło – dziecko zwraca głowę w jego stronę</li> <li>- Pojawienie się odruchu rogówkowego</li> <li>- Wodzenie oczami za przedmiotami w poziomie</li> <li>- Pojawienie się pierwszych ruchów sakadowych</li> <li>- Preferencja twarzy człowieka, przyglądanie się twarzom najbliższych z odległości 15–40 cm,</li> <li>- Pojawienie się umiejętności rozróżniania konturów, prostych pionowych i poziomych wzorów</li> </ul>  |
| 2.–3. miesiąc życia | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nawiązywanie intensywnego kontaktu wzrokowego, rozpoznawanie osób bliskich</li> <li>- Pojawienie się umiejętności dostrzegania przedmiotów ustawionych vis a vis</li> <li>- Wodzenie wzrokiem w poziomie i w pionie (podąża wzrokiem za poruszającą się zabawką 40–60 cm od oczu)</li> <li>- Zainteresowanie przedmiotami w ruchu</li> <li>- Zainteresowanie ruchem warg</li> <li>- Kierowanie wzroku w stronę źródła dźwięku</li> <li>- Pojawienie się zbieżnych ruchów gałek ocznych</li> </ul>  |
| 3.–6. miesiąc życia | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intencjonalne skupienie wzroku, preferowanie prostych monochromatycznych (biało-czarnych) figur geometrycznych, poruszających się przedmiotów, znanych twarzy, szczególne skupienie na poruszających się podczas mówienia wargach;</li> <li>- Zainteresowanie własnymi rękami – wielozmysłowe badanie (dziecko wkłada je do ust, zbliża i oddala je od oczu)</li> <li>- Pojawienie się widzenia perspektywicznego i świadomości przestrzeni</li> <li>- Pojawienie się umiejętności chwytania przedmiotów w przestrzeni – niemowlę, które widzi prawidłowo, sięga po przedmiot zakrzywionym ruchem rączki (po łuku), a nie na wprost</li> <li>- Zainteresowanie przedmiotami, które upadają i toczą się po podłodze</li> <li>- Fiksacja wzroku na przedmiotach z odległości ok. 1 m (prawidłowa fiksacja płamkowa centralna)</li> <li>- Wodzenie w pełnym zakresie ruchu</li> </ul> |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| 3.–6. miesiąc życia<br>cd. | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Przenoszenie spojrzenia z ręki na obiekt</li> <li>– Widzenie barwy i spostrzeganie głębi</li> <li>– Rozwijanie się akomodacji i stereopsji (w tym okresie może wystąpić zaburzenie równoległego ułożenia oczu, określane jako zezowanie, głównie podczas patrzenia na przedmioty)</li> </ul>  |
| 7.–10. miesiąc życia       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zainteresowanie obrazkami w książkach (rozwój akomodacji umożliwia zainteresowanie statycznym obrazem)</li> <li>– Dostrzeganie drobnych przedmiotów i chwytanie ich</li> <li>– Rozpoznawanie częściowo ukrytych przedmiotów</li> <li>– Dobrze rozwinięte jest wodzenie wzrokiem</li> <li>– Rozwija się koordynacja oko–ręka</li> <li>– Doskonali się fiksacja</li> <li>– Rozwijanie się pamięci wzrokowej</li> <li>– Preferencja przedmiotów będących w ruchu lub oddalonych od siebie</li> </ul> |
| 11.–12. miesiąc życia      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zabawa w szukanie przedmiotów</li> <li>– Rozpoznawanie osób i rzeczy w najbliższym otoczeniu (także za oknem)</li> <li>– Umiejętność adekwatnego reagowania na mimikę, świadomego różnicowania emocji nadawcy (smutek, radość, gniew, złość, strach, zdziwienie)</li> </ul>   |
| 12.–18. miesiąc życia      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Intensywne zainteresowanie książeczkami i kolorowymi obrazkami</li> <li>– Identyfikacja podobieństw i różnic</li> <li>– Szeregowanie klocków i budowanie wież</li> <li>– Zainteresowanie ruchem pod kontrolą wzroku – bazgranie, rysowanie linii grubymi kredkami, flamastrami</li> <li>– Rozwijanie się orientacji pionowej</li> </ul>   |
| 1,5.–3 rok życia           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Śledzenie wzrokiem w pełnym zakresie ruchu</li> <li>– Doskonalenie się koordynacji wzrokowo-ruchowej i manipulacji</li> <li>– Umiejętność rozróżniania i identyfikowania znanych przedmiotów</li> <li>– Zainteresowanie układankami tematycznymi (przedmioty i obrazki)</li> <li>– Zainteresowanie zabawą w chowanego (z zabawkami i ludźmi)</li> </ul>   |

Źródło: opracowanie na podstawie: Oleszyńska-Prost, 2011; Piszczek, 2007; Pierwsze dwa lata życia dziecka, 2002

nia na rękę). Kolejne analizy wskazywały na występowanie zaburzeń w różnych obszarach życia społecznego, jak również zmysłów: smaku, węchu, równowagi, czucia głębokiego, a także wzroku.

Zgodnie z okresami rozwoju funkcji wzroku, jak zauważa Krawczyński (2015) z I Katedry Pediatrii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu, po 11.–12. miesiącu życia dzieci w 80% widzą podobnie jak osoby dorosłe. Przebieg i prawidłowości związane z rozwojem widzenia do 36. miesiąca życia zostały zaprezentowane w tabeli 1.

Wśród sygnałów ostrzegawczych związanych z rozwojem widzenia, wymagających interwencji lekarza, Krawczyński (2015) wymienia:

- trudności dziecka w nawiązywaniu kontaktu wzrokowego z osobami najbliższymi – rodzicami, brak spontanicznych reakcji w 3. miesiącu życia;
- stałe zezowanie przez dziecko lub utrzymywanie się u niego zeza (nawet występującego czasowo) po ukończeniu 3. miesiąca życia;
- niesymetryczne gałki oczne;
- żółty lub żółtobiały odbłask źrenic;
- nierówne lub poszerzone źrenice;
- sięganie przez dziecko i chwytanie przedmiotów na wprost, a nie po łuku, i/lub zbliżanie ich tylko do jednego oka.

W przypadku dzieci z autyzmem wskazuje się na istnienie specyficznych zaburzeń w zakresie percepcji wzrokowej i nietypowych reakcji na bodźce wzrokowe, których nie należy uogólniać, choć uznaje się współcześnie, że mogą one być wczesnymi neurorozwojowymi symptomami tego zaburzenia (Piszczek, 2013). Ich wystąpienie jest uwarunkowane głównie nasileniem symptomów charakterystycznych dla ASD (zgodnych z klasyfikacją) oraz współwystępujących zaburzeń (zespołów, zaburzeń wielorakich, sprzężeń), a także czynnikami związanymi ze środowiskiem, w którym przebiega rozwój dziecka. Symptomy związane z atypowym odbiorem i przetwarzaniem informacji wzrokowej zaliczane do wczesnych objawów autyzmu, ujawniających się między 2. a 24. miesiącem życia dziecka, wskazywane są przez licznych autorów.

Zdaniem Piszczek (2013: 21), nieprawidłowości w zakresie odbioru informacji wzrokowej u osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu przejawiają się między innymi: nadreaktywnością na bodźce wzrokowe, słabym kontaktem i orientacją wzrokową, uporczywym wpatrywaniem się w poruszające się przedmioty i w światło, fascynacją światłem oraz błyszczącymi przedmiotami, trudnościami w odróżnianiu figury od tła. Do zaburzeń w tym obszarze zaliczane są również: widzenie peryferyjne, opóźnione przetwarzanie informacji

wzrokowej oraz fragmentaryczne widzenie, które może być następstwem „osłabionego funkcjonowania mięśni okoruchowych, rozbieżności osi optycznych, złej konwergencji, deficytów akomodacji” (tamże). Autorzy opisują także przypadki nietolerancji pulsacyjnego światła, unikania światła słonecznego oraz zachowania świadczące o nietolerancji nadmiaru bodźców wzrokowych w otoczeniu. Nieliczne badania poświęcone preferencjom w zakresie kolorów wskazują, że osoby z ASD preferują barwy o niskim nasyceniu i jasności, np. czarny (za: Dycht, 2012).

Według Bogdashiny (za: Piszczek, 2013) z kolei, występujące u osób z ASD problemy w zakresie percepcji wzrokowej stanowią prawdopodobnie zespół zaburzeń zwanych Syndromem Wrażliwości Adaptacyjnej, dla którego charakterystyczne są: nadwrażliwość na światło, ograniczenie pola widzenia, wrażliwość na kontrast i kolor, słaba percepcja głębi, zaburzenia uwagi wzrokowej, jak również męczliwość w sytuacji, gdy ekspozycja bodźca wzrokowego trwa długo.

Należy zauważyć, że wyniki badań dotyczących omawianych trudności nie są spójne i wskazują na występowanie istotnych różnic, które mogą wynikać zarówno z samego zróżnicowania populacji badanych osób z ASD, jak i zastosowanych w eksperymentach bodźców wzrokowych (Piszczek, 2013).

Analizując nieprawidłowości w zakresie percepcji wzrokowej u osób z ASD, badacze zwracają również uwagę na specyfikę ich funkcjonowania poznawczego. Zgodnie z teorią osłabionej centralnej koherencji (Frith, 2008), osoby z autyzmem preferują charakterystyczny styl przetwarzania informacji. Doskonale odnajdują szczegóły i koncentrują na nich uwagę poznawczą, ponieważ jednak nie potrafią ująć informacji prezentowanych symultanicznie, mają trudności z odnoszeniem szczegółu do całości i kontekstu, w którym występują. Wskazane trudności wynikają z nieprawidłowego przebiegu procesów odgórnych, dzięki którym nabywane informacje mogą być modulowane w odniesieniu do uprzedniej wiedzy obserwatora, lub też wzrostu oddolnego, skutkującego intensywnym przetwarzaniem prostych bodźców. Wśród czynników determinujących odbiór i przetwarzanie informacji wzrokowej można rozważyć również osłabienie zdolności do płynnego przenoszenia uwagi, podatność na działanie dystraktorów oraz nadmierną selektywność uwagi (Pisula, 2012).

Ważną rolę w budowaniu świadomości społecznej na temat problemów z odmiennym rozumieniem budowania relacji z osobami z ASD, ze zwróceniem uwagi na kontakt wzrokowy i percepcję kanałem ocznym, podkreśla Donna Williams. Zwróciła ona uwagę na inną

percepcję, przetwarzanie, ale i wykorzystanie informacji napływających kanałem wzrokowym:

Poruszałam się po zupełnie białej przestrzeni pozbawionej przedmiotów. Ze wszystkich stron otaczały mnie jasne plamy puszystego koloru. Przechodziłam przez nie tak, jakby ich w ogóle nie było. Chciało mi się z tego śmiać. [...] Kiedy nie spałam, podążałam za nim bez wytchnienia. Odwracałam się w stronę światła, które wpadając przez okna, zatrzymywało się na moim łóżeczku, i gwałtownie pocierałam oczy. Widziałam je. Jaskrawe, puszyste, przenikające biel. Zauważyłam, że w powietrzu było mnóstwo plam. Kiedy patrzyłam w przestrzeń, widziałam plamy. Ludzie przechodzili obok, przeszkadzając mi w moim magicznym odbiorze rzeczywistości. Ja przechodziłam obok nich i słyszałam, jak coś mamrotali. Moim ogromnym pragnieniem było zagubić się w tych plamach. Nie zwracałam uwagi na to, co mówią ludzie. Patrzyłam poprzez nich spokojnie, ciesząc się, że gubię się w moich plamach (Williams, 2005, za: *Organizacja bodźców zmysłowych – sensoryzmy*, 2015).

Po raz kolejny otrzymujemy informację o występującej nieadekwatnej reakcji na napływające bodźce. W tym przypadku występuje opis niedowrażliwości – obserwacja otaczającego bohaterkę książki świata, z którego dopiero wyłaniały się elementy (z tzw. białej przestrzeni), pobudzania gałek ocznych, zwracania wzroku w kierunku światła (dostymulowywanie), braku synchronizacji bodźców.

W przypadku osób z autyzmem zachowania związane z nieadekwatną percepcją bodźców wzrokowych mogą dotyczyć przede wszystkim dwóch form reakcji:

1. Nadwrażliwości, która może się charakteryzować:
  - unikaniem bodźców świetlnych poprzez mrużenie oczu, występowanie łzawienia;
  - unikaniem jaskrawego, silnego światła;
  - często występującymi bólami głowy;
  - przysłanianiem oczu przed źródłem światła lub odwracaniem w kierunku głosów;
  - częstym pocieraniem oczu, zasłanianiem oczu;
  - pobudzeniem, wyraźnym niepokojem przy zmianie oświetlenia;
  - preferowaniem przedmiotów w spokojnych barwach, unikaniem jaskrawych kolorów;
  - nietolerowaniem błysków, nagłych rozświetleń (np. reklamy, migające światełka itp.);
  - preferowaniem zabawy w przyziemnym pomieszczeniu.

2. Niedowrażliwości, która może się charakteryzować:
- preferowaniem pomieszczeń dobrze oświetlonych, jaskrawym, intensywnym światłem;
  - spoglądaniem w źródła światła (słońce, żarówkę itp.);
  - pobudzaniem percepcji poprzez machanie palcami lub przedmiotami blisko oczu;
  - zainteresowaniem jaskrawymi barwami (przedmiotami, malowidłami, wybór kolorów);
  - intensywną obserwacją małych elementów, np. drobinek i pyłków kurzu unoszących się w powietrzu;
  - obserwacją dziurek i pęknięć.

Interesujące jest przedstawienie opinii samych osób z autyzmem dotyczących kontaktu wzrokowego, który uznaje się za element znacznie utrudniający relacje społeczne – zarówno jako odbiór tych osób przez społeczeństwo, jak i pomijanie przez nie informacji przekazywanych w formie pozawerbalnej. McGlensey przeprowadziła badania z 16 osobami z autyzmem, które podzieliły się z nią swoimi uwagami. Z badań wynika, iż osoby z ASD mają trudności z nawiązaniem i podtrzymaniem kontaktu wzrokowego, co jest przez nie odbierane jako czynność stresująca, rozpraszająca. Badani mieli świadomość, iż kontakt wzrokowy jest w społecznym odbiorze uważany za element kulturowy, przejaw szacunku, poświęcenia uwagi – a jego brak jako zachowanie aspołeczne, nonszalancja, brak nawiązania kontaktu, wspólnej uwagi. Wśród przedstawionych wypowiedzi, warto zwrócić uwagę na świadomość badanych i trudność w rozwiązaniu problemu – mimo zachowywania, poza kontaktem wzrokowym, innych konwencji społecznych.

Poniżej przedstawiono fragmenty wypowiedzi osób badanych przez McGlensey. W wypowiedziach (których fragmenty zaprezentowano kursywą w nawiasach) można odnaleźć informacje na temat specyficznych cech związanych z percepcją wzrokową osób z ASD:

- przeciążenie odbioru dodatkowymi informacjami, których badane osoby nie są w stanie objąć swoją percepcją;
- funkcja pamięci fotograficznej spowalnia przyjmowanie i przetwarzanie informacji wizualnych;
- kontakt wzrokowy powoduje nadmierne pobudzenie emocjonalne (ekscytacja) lub wzbudza zachowania lękowe (*zbyt wielką presję czuję i nie mogę utrzymać kontaktu wzrokowego przez bardzo długi czas, chyba że rozmawiam z kimś, komu ufam... Ale mimo tego wolę, gdy moje oczy mogą błędzić, lub patrzeć w innym kierunku, co*

powoduje, że nie popełniam błędów; Nadal słucham i wciąż jestem zainteresowany tym, co masz do powiedzenia); paraliżująca reakcja – lęk (Kiedy nawiązuję kontakt wzrokowy, świat wokół mnie blokuje się. Mogę tylko przetwarzać ogromny ból i dyskomfort, który przychodzi mi do głowy. Ten ból mija, gdy odwracam wzrok; Dla mnie może to być fizyczny ból; czuję, że palę zbyt wiele emocji, i nie mogę po prostu wziąć tego wszystkiego na raz);

- kontakt wzrokowy deprymuje, powodując, iż osoby z ASD czują się zawstyżone (Może się wydawać, że stoisz nago. Bardzo trudno jest stworzyć spójną myśl, z tym wszystkim, co dzieje się w twojej głowie);
- kontakt wzrokowy wymaga wejścia w bardziej intymne relacje; powoduje poczucie odsłonięcia, pozbawienia możliwości zachowania swoich wad w ukryciu (osoba, z którą nawiązuję kontakt wzrokowy, może zobaczyć, jak bardzo jestem społecznie niezręczny i dziwny); (To bardzo nieprzyjemne uczucie. Czuję się jak zagrożenie, jak inwazja. O wiele łatwiej jest nawiązać kontakt z ludźmi, których znam);
- kontakt wzrokowy odbierany jest jako konfrontacja z drugą osobą;
- to ciągła walka z utrzymaniem kontaktu wzrokowego;
- trudności ze skupieniem uwagi podczas kontaktu wzrokowego (Jeśli próbuję spojrzeć na ciebie, kiedy próbuję coś powiedzieć, mam problem z uzyskaniem tego, co chcę powiedzieć, ponieważ nie mogę oddzielić przetwarzania, które ma miejsce w obu zadaniach); nadmiar bodźców (Słucham i koncentruję się lepiej, gdy nie mam kontaktu wzrokowego);
- trudności ze współgraniem tych dwóch funkcji (Możesz mieć mój kontakt wzrokowy, lub możesz mieć moją koncentrację. Wybierz tę, którą cenisz więcej);
- jako inna forma przekazu informacji, naturalna dla danego środowiska (Dla mnie to po prostu nienaturalne, tj. utrzymywanie kontaktu wzrokowego).

Wyniki prowadzonych badań jakościowych z osobami z zaburzeniami ze spektrum autyzmu wskazują na znaczenie aktywności wzroku w kształtowaniu świadomości zachodzących zjawisk i wchodzenia w interakcje społeczne. Szczególnego znaczenia nabierają wyjaśnienia dotyczące trudności koordynacji zmysłów w trakcie zachodzących interakcji – można wręcz ukazać ten brak koordynacji jako prymarną trudność ograniczającą lub uniemożliwiającą nabywanie doświadczeń, a w szczególności prowadzenie dialogu.

Dzięki stosowaniu ciągłej, pogłębionej diagnozy jesteśmy w stanie optymalnie organizować proces edukacji, jak również wprowadzania (a nie narzucania) umiejętności wchodzenia w interakcje i nabywania kompetencji społecznych, w tym komunikacyjnych (i językowych). Świadomość wspomagania tego kanału percepcji, jakim jest wzrok, staje się nie tyle wyzwaniem, co przede wszystkim jednym z wielu kierunków wspomagania rozwoju osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Trzeba również zwrócić uwagę na konieczność indywidualizacji podejmowanych działań – muszą być nie tylko dostosowane do konkretnych osób, ale powinny też wychodzić naprzeciw ich możliwościom i potrzebom – na tym polega zasada optymalizacji.

## Rozdział 2.

# Widzenie – wybrane zagadnienia

Zgodnie ze współczesną wiedzą, widzenie należy łączyć zarówno z tworzeniem w umyśle reprezentacji poznawczej rzeczywistości, jak i skutecznym działaniem. Opisując proces widzenia, badacze odwołują się do wiedzy z anatomii i fizjologii, zasad optyki oraz złożoności procesów poznawczych. Dokładna znajomość układu wzrokowego, przebiegu procesów związanych z odbiorem informacji wzrokowej stanowi warunek zrozumienia procesu widzenia, w przeciwnym wypadku bowiem nie wiedzielibyśmy, dlaczego można patrzeć i „nie widzieć, albo widzieć i nie rozumieć, nie rozpoznać” (Młodkowski, 1998).

Zamieszczone w niniejszym rozdziale informacje, dotyczące procesu widzenia, stanowią zaledwie niewielki wycinek wiedzy umożliwiającej zrozumienie i interpretację uzyskanych wyników i obserwacji podczas badania zachowań dzieci.

### 2.1. Oko w procesie widzenia

Rozwój umiejętności widzenia przebiega niezwykle dynamicznie przez pierwszych 6 lat życia i jest ściśle powiązany ze stałym wpływem odpowiednich bodźców. Podstawowe znaczenie dla wykształcenia się prawidłowego widzenia mają także dokonujące się, szczególnie intensywne do 2. roku życia, zmiany w korze mózgowej (Oleszczyńska-Prost, 2011), a wielowymiarowość i złożoność tego procesu uświadamiają wyniki prowadzonych w ostatnich latach badań, które wskazują, że z jego przebiegiem związanych jest aż 12 różnych obszarów mózgu o odrębnych właściwościach anatomicznych i funkcjonalnych (Sobierajewicz, Czaińska, 2017). Odbieranie informacji wzrokowych stanowi jedynie element procesu określanego jako „percepcja wzrokowa” (sposrzeganie wzrokowe), która zgodnie z li-

teraturą przedmiotu polega na: „tworzeniu reprezentacji obiektu na podstawie danych wzrokowych oraz informacji zawartych w pamięci” (Zawadzka, Domańska, 2009: 129). W jego przebiegu wyodrębnia się dwa podstawowe poziomy przetwarzania informacji: 1) sensoryczny, który dotyczy samego odbioru bodźców wzrokowych za pośrednictwem receptorów, oraz 2) percepcyjno-asocjacyjny, związany z kategoryzowaniem danych i przypisywaniem im określonego znaczenia. Przetwarzanie informacji wzrokowych dokonuje się w dwóch zasadniczych kierunkach:

- dół–górze (ang. *down-top*, oddolne procesy przetwarzania informacji) – informacje zmysłowe są odbierane przez komórki receptoryczne, a następnie zachodzi przetwarzanie elementarnych danych dotyczących cech bodźca, takich jak: kolor, kształt, ruch czy głębia (Zawadzka, Domańska, 2009);
- góra–dół (*top-down*, odgórne procesy przetwarzania informacji) – informacje są analizowane w kontekście ich zgodności z posiadaną wiedzą obserwatora, ale również i jego oczekiwaniami i nastawieniem, czy też rodzajem wykonywanego zadania, a uzyskane wyniki ukierunkowują ruch gałek ocznych. Na tym etapie możliwe jest zatem rozpoznanie, ponieważ w przetwarzanie bodźców wzrokowych włączone zostają inne procesy, na przykład pamięć czy język (Francuz, 2013; Zawadzka, Domańska, 2009).

Mózgowa organizacja percepcji wzrokowej obejmuje z kolei trzy poziomy przetwarzania informacji (Zawadzka, Domańska, 2009):

- **receptoryczny**, gdzie energia bodźca świetlnego zostaje zamieniona na impulsy bioelektryczne, które przekazywane są drogami nerwowymi do pośrednich piętér pomiędzy częścią receptoryczną a korową. Ten pierwszy moduł stanowią oczy;
- **wszystkich struktur podkorowych**, które znajdują się pomiędzy oczyma a korą mózgową. Wypustki komórek siatkówki tworzą nerw wzrokowy, za pośrednictwem, którego pobudzenie powstające w siatkówce przekazywane jest do ciał kolankowatych bocznych. Wychodzące z nich aksony tworzą promienistość wzrokową doprowadzającą impulsy do najwyższych piętér OUN;
- **różnych części kory mózgowej**: impulsy nerwowe trafiają do projekcyjnej kory wzrokowej (pole 17L, zwane polem prążkowym). W tym obszarze znajdują się neurony należące do pola V1, odpowiadającego za analizę informacji o orientacjach linii, krawędziach i prostych kształtach. Sygnały docierające do kory projek-

---

<sup>1</sup> Według klasyfikacji Brodmana.

cyjnej V1 są następnie przesyłane do pola V2, skąd dwiema drogami trafiają do kolejnych obszarów mózgu. Według klasycznej teorii Ungerleidera i Mashina (1982, za: Milner, Goodale, 2008), w mózgu naczelnymi występują dwa funkcjonalnie niezależne systemy wzrokowe. System percepcyjny związany z tak zwanym strumieniem brzuszonym, biegnący z pola V4 do kory dolnoskroniowej, zbiera informacje na temat istotnych cech przedmiotu, niezależnych od jego lokalizacji przestrzennej („system co?“). Drugi natomiast, nazywany grzbietowym i przebiegający od pola V5 do kory ciemieniowej tylnej, odpowiada za przetwarzanie informacji wzrokowej dotyczącej orientacji przestrzennej, rozmiaru i ruchu obiektu („system gdzie?“) (Milner, Goodale, 2008).

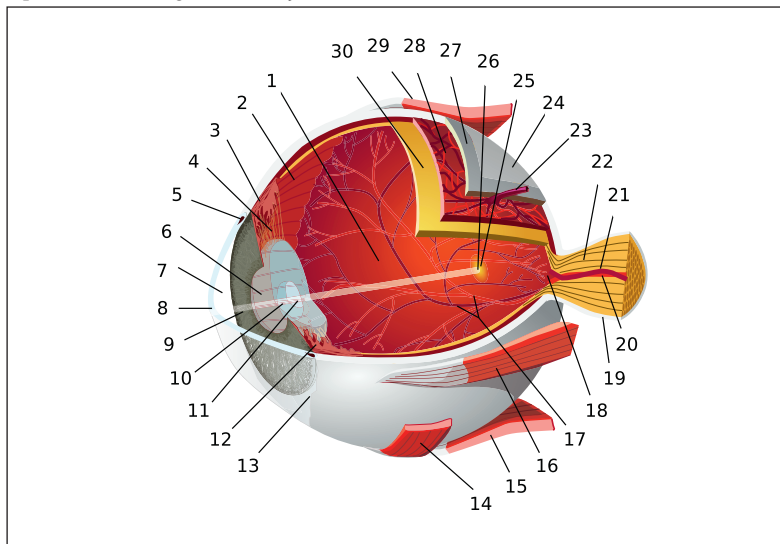
Zachowując podział na dwa wskazane strumienie, Milner i Goodale (2008) zaproponowali hipotezę, zgodnie z którą informacja wzrokowa jest wykorzystywana podwójnie, zarazem dla potrzeb percepcji, jak i dla organizacji działania (jedność percepcji i działania). System związany ze ścieżką grzbietową jest, według badaczy, odpowiedzialny za przetwarzanie informacji nie na temat tego, gdzie umiejscowiony jest przedmiot, lecz w jaki sposób należy działać (jak kierować określonymi czynnościami motorycznymi). Choć oba systemy mają dostęp do tej samej informacji, wybierają z niej tylko te elementy, które są najważniejsze ze względu na rodzaj zadania.

Szlak wzrokowy ma swój początek w oku. **Narząd wzroku** złożony jest z gałek ocznych, wiązek włókien nerwowych łączących je z mózgiem, zwanych drogą wzrokową, oraz funkcjonalnie wyodrębnionych obszarów kory mózgowej, czyli tak zwanej kory wzrokowej (Młodkowski, 1998).

Dziecko rodzi się z prawidłowo ukształtowaną gałką oczną (ryc. 8), mającą kształt lekko spłaszczonej kuli, której długość osiowa (od przedniego do tylnego bieguna) wynosi około 23, 5 mm, a masa około 7 g, zbudowanej z trzech zasadniczych warstw:

- błony włóknistej gałki ocznej, obejmującej znajdującą się w części przedniej **rogówkę**, a w pozostałej części **twardówkę**;
- błony naczyniowej składającej się z, umiejscowionej pomiędzy twardówką a rogowką i wypełnionej krwią, **naczyńiówki**, a także **ciała rzęskowego** oraz znajdujące się w przedniej części **tęczówki**, która otacza źrenicę;
- błony wewnętrznej gałki ocznej w przeważającej części utworzonej ze światłoczułej **siatkówki**, w której warstwach obok fotoreceptorów znajdują się: komórki dwubiegunowe, komórki amakrynowe, komórki poziome oraz zwojowe. Aksony komórek zwojo-

Ryc. 8. Schemat gałki ocznej człowieka



1. komora ciała szklistego 2. rąbek zębaty siatkówki 3. mięsień rzęskowy 4. obwódka rzęskowa 5. kanał Schlemma 6. źrenica 7. komora przednia oka 8. rogówka 9. tęczówka 10. kora soczewki 11. jądro soczewki 12. wyrostek rzęskowy 13. spojówka 14. mięsień skośny, dolny 15. mięsień prosty, dolny 16. mięsień prosty, przyśrodkowy 17. tętnice i żyły siatkówki 18. tarcza nerwu wzrokowego 19. opona twarda 20. tętnica środkowa siatkówki 21. żyła środkowa siatkówki 22. nerw wzrokowy 23. żyła wirowata 24. otoczka gałki ocznej 25. plamka żółta 26. dołek centralny siatkówki 27. twardówka 28. naczyniówka 29. mięsień prosty, górny 30. siatkówka

Źródło: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Okno>, dostęp: 5.05.2019)

wych łączą się w tarczy nerwu wzrokowego i wychodzą z oka jako nerw wzrokowy (Traczyk, 2006; Górski, 2010).

W gałce ocznej znajdują się **trzy komory: przednia i tylna**, które wypełnione są produkowaną przez ciało rzęskowe cieczą, oraz położona za soczewką **komora ciała szklistego** (Traczyk, 2006).

**Aparat ruchowy gałki ocznej** składa się z sześciu mięśni zewnętrzno-gałkowych, których przyczepy umiejscowione są na twardówce. Mięśnie pozwalają na obrotowy ruch gałki ocznej, jak również wykonywanie ruchów w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Precyzyjny ruch gałki ocznej jest możliwy dzięki temu, że środek ciężkości i środek obrotowy pokrywają się ze sobą (por. Traczyk, 2006; Górski, 2010).

Chociaż w kształtowaniu obrazu optycznego, jak zauważa Młodkowski (1998), mają udział niemal wszystkie elementy składowe oka, a także ich stosunki przestrzenne i parametry, najistotniejszą rolę o grywiają jednak części optyczne.

**Układ optyczny oka**, przypominający „wielosoczewkowy obiekttyw” (Młodkowski, 1998: 115), tworzą struktury i płyny załamujące promienie świetlne, do których należą, poczynając od zewnątrz: **rogówka**, wypełniająca komorę przednią **ciecz wodnista**, **soczewka** oraz **ciało szkliste** (Traczyk, 2006).

Przezroczysta, zbudowana z tkanki łącznej rogówka zabezpiecza oko przed mechanicznym uszkodzeniem i stanowi rodzaj filtra, a także stałogniskowej soczewki. Jest bogato unerwiona, dlatego też pozostaje szczególnie wrażliwa na dotyk. Rogówka przewodzi światło za pośrednictwem włókien kolagenowych ułożonych regularnie w jej górnej warstwie (Młodkowski, 1998). Bezpośrednio za rogówką znajduje się źrenica. Jej wielkość w zależności od ilości wpadającego światła, reguluje tęczęwka.

Średnica dwustronnie wypukłej soczewki wynosi około 11 mm (Młodkowski, 1998). Istotną własnością soczewki jest jej sprężystość i przezroczystość, dzięki czemu do wnętrza zdrowego oka dostaje się niemal 100% światła (Francuz, 2013). Soczewka umożliwia również oku o prawidłowej strukturze, czyli tak zwanemu oku miarowemu, ostre widzenie przedmiotów położonych w bliskiej i dalekiej odległości, ponieważ ma możliwości zmiany swojego kształtu, co pozwala na właściwy dobór parametrów optycznych. Proces ten określanym jest terminem **akomodacja** (Młodkowski, 1998).

Widzenie rozpoczyna się od powstania obrazu na **siatkówce**, znajdującej się na przeciwległej ścianie układu optycznego oka i zajmującej około 70% wewnętrznej powierzchni gałki ocznej (por. Jaśkowski, 2009; Francuz, 2013). W oku miarowym padające równoległe na rogówkę promienie załamują się. Wiązka zostaje zogniskowana na siatkówce. W przypadku w pełni sprawnego układu optycznego obraz rzutowany na powierzchnię siatkówki jest ostry i wyraźny, choć siatkówka nie oddaje go w każdym miejscu z jednakową precyzją.

Należy nadmienić, że obraz przedmiotu padający na siatkówkę obojga oczu nieznacznie się różni ze względu na odmienny kąt patrzenia. Zjawisko to nosi nazwę **paralaksy**. Można wyróżnić trzy stopnie widzenia obuocznego:

- **jednoczesną percepcję**, czyli zdolność do jednoczesnego spostrzegania dwóch, różnych obrazów, powstających na siatkówce oka;
- **fuzję**, która jest procesem ośrodkowym i umożliwia połączenie dwóch obrazów obojga oczu w jeden;
- **stereopsję**, umożliwiającą spostrzeganie trzeciego wymiaru poprzez fuzję dwóch obrazów padających na różne punkty siatkówki.

Terminem **pole widzenia** określa się obraz otaczającej przestrzeni, który pada na siatkówkę nieruchomego oka i wyzwała wrażenia wzrokowe. W środkowej, większej części pole widzenia dla prawego i lewego oka pokrywa się ze sobą, pozwalając na **widzenie obuoczne**, które zapewnia ocenę trzeciego wymiaru – głębi, ostrości i proporcji.

Zakres obuocznego pola widzenia wynosi około 180 stopni w płaszczyźnie horyzontalnej i około 130 stopni w płaszczyźnie wertrykalnej (Francuz, 2013), precyzyjnie spostrzegane jest jednak tylko 1,5 stopnia pola widzenia.

Ostrość widzenia obiektów warunkowana jest przez szereg czynników, do których zliczyć można: parametry obserwowanego obiektu (wielkość, kształt, barwa, odległość, parametry światła (intensywność, skład widmowy, tętnienie światła, kąt padania), właściwości narządu widzenia (lokalizacja obiektu na siatkówce, szybkość ruchów korekcyjnych lub akomodacji, a także jej zakres, rozwartość źrenicy), parametry związane ze stanem psychosomatycznym obserwatora (stan zdrowia, motywacja, koncentracja uwagi, samopoczucie) (Młodkowski, 1998).

Najistotniejsze znaczenie dla precyzyjnego, ostrego widzenia ma jednak zróżnicowanie w budowie siatkówki. Jej podstawowymi elementami czynnościowymi są komórki nerwowe położone w kilku warstwach, z których najlepiej opisane zostały funkcje **warstwy czopków i pręcików, komórek horyzontalnych, dwubiegunowych, amakrynowych i zwojowych**.

Warstwę zewnętrzną tworzą światłoczułe komórki wzrokowe (fotoreceptory), których wypustki mają kształt czopków i pręcików. Oznaczają się one różną wrażliwością na długość fali świetlnej. W komórkach tych, jak również sąsiadującej warstwie komórek barwnikowych, znajdują się substancje światłoczułe. Docierające do komórek światło zapoczątkowuje złożoną reakcję biochemiczną, której efektem jest powstanie impulsu elektrycznego będącego odpowiednikiem małego fragmentu obrazu optycznego. **W warstwie fotoreceptorów** zachodzi zatem **repcja bodźca wzrokowego**. Czopki są fotoreceptorami wrażliwymi na wysokie natężenie fal i umożliwiają barwne, wyraźne widzenie. Oprócz czopków w siatkówce ludzkiego oka znajdują się również inne fotoreceptory, to znaczy pręciki, których jest ponad 20 razy więcej. Odpowiadają one za widzenie czarno-białe, w skąpo oświetlonych warunkach<sup>2</sup>. Wstępnym opracowaniem

---

<sup>2</sup> Aktywność obu typów fotoreceptorów jest więc związana z fazami adaptacji oka do światła/ ciemności (Młodkowski, 1998).

informacji o pobudzeniu fotoreceptorów zajmują się komórki dwubiegunowe, horyzontalne i amakrynowe, a komórki zwojowe przesyłają do mózgu wyniki tych analiz (Dowling, za: Francuz, 2013).

Można wyodrębnić taką część siatkówki, która zawiera niemal wyłącznie czopki i nie zawiera (lub posiada ich znacznie mniej) komórek amakrynowych bądź horyzontalnych. Jest to tak zwana **strefa centralna**, czyli obszar ostrego widzenia, której podstawową funkcją jest rozpoznanie. Ostrość widzenia pozostaje w związku z gęstością znajdujących się tu czopków. Ich największe skupienie znajduje się w **plamce żółtej** siatkówki, stanowiącej około 0,3% całej siatkówki. Najdokładniej widzimy, gdy obraz rzutowany jest bezpośrednio na znajdujące się w niej niewielkie zagłębienie zwane **dołkiem centralnym**, obejmującym zaledwie około 0,1% całej siatkówki (Młodkowski, 2008). Pozostała część siatkówki to **strefa peryferyjna**, która posiada budowę typową, lecz z niejednorodną gęstością komórek w poszczególnych warstwach, zwłaszcza komórek światłoczułych i zwojowych<sup>3</sup>. Podstawowym zadaniem strefy peryferyjnej jest z kolei detekcja poszczególnych sygnałów w polu widzenia, a wśród nich przede wszystkim ruchu i kontrastu. Widzenie peryferyjne pozwala głównie na ustalenie lokalizacji obiektów, które będą wprowadzone w strefę centralnego widzenia dzięki najbliższemu ruchowi skokowemu oka (tamże). Obwodowa część pola widzenia warunkuje spostrzeganie nowych obiektów, orientację w przestrzeni, ale jest także związana z układem równowagi (Soluch, Tarnowski, 2013).

Badania naukowe dotyczące analizy zawartości sceny wizualnej, dokonywanej przez osobę patrzącą, wskazują na cztery jej istotne elementy: kształt, barwę, organizację przestrzenną oraz dynamikę. Kształt stanowi minimalny warunek doświadczenia subiektywnego zjawiska widzenia. Natomiast barwa – cechę przysługującą poszczególnym obiektom (kształtom) lub też tłu. Można ją opisać za pomocą trzech wymiarów: odcienia, nasycenia i jasności. Odcień barwy określa potocznie rozumiany kolor, nasycenie intensywność barwy, natomiast jasność kontinuum jej położenia na palecie od bieli do czerni. Trzecią, bardzo istotną cechą sceny wizualnej jest organizacja przestrzenna. Scena wizualna byłaby dla odbiorcy zlepkiem kolorowych elementów, niemożliwym do interpretacji, gdyby nie jej zorganizowanie w przestrzeni, rozumianej jako zakres tego, co widzimy, pola obserwatora zależnego od przyjętego punktu odniesienia. Czwartą

---

<sup>3</sup> Liczba pręcików, które występują jedynie pojedynczo na brzegach plamki żółtej, gwałtownie wzrasta i w odległości około 20 stopni od miejsca styku osi widzenia z siatkówką wynosi 160 tys./mm<sup>2</sup>.

cechą sceny wizualnej jest jej dynamika. Stanowi ona efekt szybkości, zmienności, przyspieszenia i trajektorii ruchu, zarówno przedmiotów wewnątrz sceny wizualnej, jak i obserwatora. Ruch elementów w scenie wizualnej zmienia relacje przestrzenne pomiędzy nimi. Natomiast zmiana położenia obserwatora względem sceny wizualnej zmienia punkt jej widzenia. Dotyczy to zarówno samego ruchu obserwatora w przestrzeni, jak i ruchu jego oczu, który powoduje przenoszenie osi widzenia na różne fragmenty sceny. Skutkiem tego jest wysoki stopień komplikacji podczas analizy subiektywnego doświadczenia widzenia (Francuz, 2013).

## 2.2. Uwaga wzrokowa

Mimo iż, jak zauważa Francuz (2000: 44), podejmowane od lat na gruncie psychologii próby zdefiniowania uwagi nie doprowadziły do wypracowania uniwersalnego jej ujęcia, badacze zazwyczaj zgadzają się, jakie zjawiska można do niej zaliczyć: „(1) wzrost aktywności percepcyjnej, ruchowej i umysłowej oraz (2) przewagę jednej formy aktywności nad wszystkimi innymi formami, które są możliwe w danej chwili” (tamże). Z perspektywy psychologii poznawczej uwaga określana jest jako „system odpowiedzialny za selekcję informacji i zapobieganie negatywnym skutkom przeładowania systemu poznawczego przez nadmiar danych” (Nęcka, Orzechowski, Szymura, 2006: 178). O jego istocie stanowi selektywność, która związana jest z przetwarzaniem informacji pochodzących z różnych źródeł. Sелеktywność uwagi ujawnia się w zróżnicowanych warunkach zadania, dlatego też można wyodrębnić kilka podstawowych aspektów jej funkcjonowania. Należy do nich, zdaniem badaczy, selekcja źródła informacji, zdolność do przeszukiwania pola percepcyjnego, przedłużona koncentracja na określonym typie bodźców, podzielność uwagi oraz przerzutność. Pięć wskazanych aspektów uwagi odpowiada też pięciu funkcjom, jakie pełni ona w ogólnej strukturze umysłu (za: Nęcka, Orzechowski, Szymura, 2006).

Ruch oka podczas obserwacji obiektu odzwierciedla celowe i ukierunkowane czynności warunkowane procesami wyższego rzędu, dlatego ma szczególne znaczenie dla zrozumienia procesu percepcji. Aby właściwie postrzegać otoczenie, układ wzrokowy poddaje pole widzenia nieustannej analizie. Oczy kierowane są na elementy dostarczające określonych informacji. W ciągu sekundy średnio trzy razy zostaje podjęta decyzja o wyborze obiektu, na który skierowany ma być wzrok (Soluch, Tarnowski, 2013), co uświadamia również, iż

widzenie nie zachodzi w sposób ciągły, lecz jest raczej, jak twierdzą Ober, Dylak, Gryncewicz (2009), pewnym próbkowaniem informacji pobieranej z otoczenia w celu wykonania określonego zadania.

Prowadzone w ostatnich latach badania stanowią nie tylko kontynuację poszukiwań mających na celu uchwycenie związków pomiędzy samą percepcją a działaniem, ale także próbę potwierdzenia istnienia różnych systemów uwagi wzrokowej kontrolującej przepływ różnych informacji wzrokowych.

Uwaga wzrokowa, tak jak i sama percepcja, to, jak zauważa Nęcka (2004), proces przetwarzania informacji, obejmujący szereg mechanizmów i podsystemów, różniących się funkcją i neuronalną bazą, których wspólną cechą stanowi selekcja<sup>4</sup>. Badania dowodzą, że może ona przebiegać zarówno na bardzo wczesnym poziomie przetwarzania informacji (wówczas dla selekcji podstawowe znaczenie mają fizyczne właściwości bodźca), jak i późniejszych, głębszych etapach przetwarzania, gdzie analizie poddawane są znaczeniowe właściwości bodźca (Styrkowiec, Nęcka, 2008)<sup>5</sup>. Przetwarzanie informacji na obu wskazanych poziomach różni się od siebie. Zdaniem Shiffrin, Diller i Cohen (1996, za: I. Krejtz, K. Krejtz, Bielecki, 2008), na wczesnym poziomie bodźce wzrokowe przetwarzane są w całym polu widzenia jednocześnie. Dzięki działaniu uwagi następuje zawężenie pola widzenia do obszaru, z którego pobierana jest informacja istotna dla przebiegu określonej aktywności. Ułatwia ona zapamiętywanie, odzwierciedlanie oraz planowanie działania, stanowiąc ważny czynnik warunkujący efektywne przystosowanie się jednostki do środowiska (Styles, 2005, za: Styrkowiec, Nęcka, 2008).

Zazwyczaj zakłada się, że uwaga wzrokowa może być ukierunkowana na: a) wybrane obszary pola wzrokowego (gdzie? – *space based attention*); b) obiekty lub grupy obiektów, które znajdują się w polu wzrokowym (co? – *object based attention*), c) lokacje lub obiekty

---

<sup>4</sup> Selekcja rozumiana jest przez Jaśkowskiego (2009) jako wybieranie ważnych informacji lub działań, a odrzucanie nieistotnych.

<sup>5</sup> O ile badacze pozostają zgodni co do samego faktu selekcji, o tyle nie ma zgodności w odniesieniu do tego, czy zachodzi ona na wczesnych, czy późniejszych etapach przetwarzania informacji. Nie ma również jednoznacznych dowodów na to, co jest usuwane, i czy pominięte elementy nie są wykorzystywane do późniejszych analiz. Liczne badania zdają się potwierdzać, że proces selekcji związany jest zarówno z ośrodkami wyższego, jak i niższego rzędu. Rozwiązaniem może być koncepcja Nilli Lavi, zgodnie z którą przed przystąpieniem do zadania ośrodki uwagowe dokonują oceny poziomu trudności zadania. Jeśli jest ono trudne, aktywizowane są całe zasoby uwagi, a proces selekcji rozpoczyna się wcześniej (por. Jaśkowski, 2009: 120–121).

(w tym wypadku zakłada się elastyczność systemu uwagi, która dostosowuje się do charakteru zadania). Jednocześnie rodzaj ukierunkowania związany jest z określonym sposobem selekcji informacji wzrokowej (por. Jaśkowski, 2009).

Przykładem koncepcji uwagi ukierunkowanej na lokację jest teoria Posnera (1980, za: Styrkowiec, Nęcka, 2008), ujmująca uwagę jako reflektor oświetlający określony obszar. Według Posnera, na mózgowy mechanizm uwagi składają się trzy pełniące odmienne funkcje systemy: wzbudzeniowy (*alerting*), orientacyjny (*orienting*) oraz wykonawczy (*executive*).

System **wzbudzeniowy** odpowiada za aktywację ośrodków mózgowych w chwili pojawienia się stymulacji i utrzymanie odpowiedniego poziomu wrażliwości systemów sensorycznych na zewnętrzne bodźce, zapewniając w ten sposób możliwość szybkiej reakcji. System ten jest angażowany automatycznie, gdy tylko pojawia się nowy bodziec. System **orientacyjny** pozwala natomiast na selekcję informacji. Jest związany także ze zmianą ogniska uwagi z jednego obiektu na inny znajdujący się w polu widzenia lub w kierunku miejsca, gdzie prawdopodobnie może się on pojawić. Zostaje zaangażowany, gdy zajdzie konieczność przeszukania pola widzenia oraz określenia położenia bodźca (Posner, 1980, za: Asanowicz, Siedlecka, Michalczyk, 2008). System uwagi kontrolnej jest wiązany z **zarządzaniem i kontrolą** aktualnych i planowanych aktywności. Pozwala nie tylko na regulowanie zachowania, ale również myślenia i emocji, monitorowanie wyboru właściwej reakcji oraz rozwiązywania konfliktu pomiędzy niespójnymi reakcjami. Wskazane funkcje realizowane są za pośrednictwem wyspecjalizowanych sieci neuronalnych, które współpracując ze sobą, zachowują funkcjonalną i anatomiczną niezależność (por. Asanowicz, Siedlecka, Michalczyk, 2008).

Posner wyodrębnił ponadto dwa podstawowe **systemy uwagi wzrokowej**:

- system uwagi endogennej, łączącej się z zaangażowaniem poznawczym i podlegającej kontroli;
- system uwagi egzogennej, sterowany automatycznie (uwaga odruchowa, związana ze wskazówkami peryferycznymi).

Zdaniem Posnera, istnieje również trzeci system – system uwagi „ukrytej” (*covert attention*). Może ona być kierowana na dowolną część pola wzrokowego i nie wymaga kontroli za pośrednictwem wzroku (za: Styrkowiec, Nęcka, 2008).

Poszukując dowodów na ukierunkowanie uwagi na same obiekty, Duncan przeprowadził eksperyment, w którym, badanym osobom

prezentowano prostokąt z zaznaczoną pionową linią przerywaną (kropkowaną lub kreskowaną). Wielkość prostokąta nie był stała, a na jednym z jego boków znajdowała się zawsze niewielka przerwa. Zgodnie z przewidywaniami, badani znacznie lepiej wykonywali zadanie polegające na ocenie cech jednego niż kilku obiektów. Z kolei Driver i Baylis, wykorzystując paradygmat grupowania, udowodnili, że identyfikacja określonej litery była dla badanych łatwiejsza, gdy litery pełniące funkcję dystraktorów znajdowały się daleko i poruszały się razem z nią, niż gdy znajdowały się w bezpośredniej bliskości i nie wykonywały ruchu (za: Styrkowiec, Nęcka, 2008).

Potwierdzenia dla hipotezy, że uwaga wzrokowa orientuje się na obiekty, dostarczył także eksperyment z wykorzystaniem techniki obrazowania mózgu fMRI, przeprowadzony przez O'Craven i współpracowników. Osobom badanym prezentowano dwa nakładające się na siebie transparentne obrazy: twarzy i domu. Oba bodźce posiadały więc tę samą lokację, lecz jeden z nich delikatnie się poruszał. Badani mieli za zadanie zwracać uwagę albo na kierunek ruchu obiektu, albo na pozycję obiektu stacjonarnego. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że obiekt, na którym była skupiana uwaga (twarz albo dom), powodował aktywację w mózgu części odpowiedzialnych za rozpoznawanie danego obiektu, a zatem uwaga jest raczej kierowana na obiekty niż na obszary pola wzrokowego (za: Jaśkowski, 2009).

Teoria integracji cech Treisman jest jednym z najbardziej znanych modeli zakładających współdziałanie procesów uwagi ukierunkowanej na lokację oraz obiekty. Odwołując się do wspomnianej uprzednio teorii Mishkina i Ungerleidera, zakładającej istnienie dwóch niezależnych funkcjonalnie systemów wzrokowych, badaczka przyjęła, że efektywne przeszukiwanie pola wzrokowego wymaga zarazem określania lokacji obiektu, jak i jego cech.

Proces poszukiwania wzrokowego przebiega, zdaniem Treisman, w dwóch etapach. Pierwszy wiąże się z tworzeniem map cech obiektów, które należy rozumieć jako rozkład przestrzenny danej cechy (za: Jaśkowski, 2009). Na tym etapie, określanym jako przeduwagowy, można zatem zidentyfikować obiekt jako zielony lub czarny, linię jako poziomą lub pionową, ale nie można jednocześnie dokonać swobodnego przeniesienia informacji, na podstawie którego linia pionowa może być zidentyfikowana jako obiekt posiadający dodatkową cechę, np. kolor. A zatem rejestracja bodźca rozpoczyna się od aktywacji wszystkich kodów reprezentujących cechy obiektu. Połączenie cech obiektu zachodzi dopiero na drugim etapie i jest związane z działaniem procesów uwagowych. Jeśli w polu widzenia pojawia się więcej

niż jeden obiekt, uwaga umożliwia integrowanie cech reprezentujących każdy z nich. Zgodnie z koncepcją Treisman, identyfikowanie cechy i położenia obiektu nie jest tym samym procesem – mapy lokacji mogą być łączone z przetwarzaniem typu „gdzie?”, a mapy cech z przetwarzaniem typu „co?”.

Prowadzone wspólnie badania nie dają, zdaniem Styrkowca i Nęcki (2008), jednoznacznej odpowiedzi na temat istoty relacji pomiędzy dwoma systemami uwagi wzrokowej, ale potwierdzają ich interakcję i znaczenie w procesie poznawania otaczającego nas świata.

### 2.3. Charakterystyka podstawowych ruchów gałki ocznej

Niepatologiczne ruchy gałki ocznej można, zdaniem Francuza (2013), podzielić na trzy podstawowe kategorie. Pierwsza to ruchy występujące podczas pozornego bezruchu gałki ocznej, czyli **mikroruchy (ruchy fiksacyjne)**, do których zaliczane są mikrosakady, mikrodryft oraz mikrodrżenia. Drugą grupę stanowią odruchy<sup>6</sup> (ruchy mimowolne). Należą do nich: odruch optokinetyczny, odruch przedSIONKOWO-OCZNY oraz odruchy wergencyjne (konwergencyjne i dywergencyjne). Trzeci typ to ruchy, które dla zrozumienia procesu widzenia są fundamentalne, a mianowicie **ruchy kadrujące**<sup>7</sup>. Do tej grupy zalicza się ruch skokowy, określany także terminem „saka-da”<sup>8</sup>, oraz ruch podążania. W przeciwieństwie do wymienionych wcześniej ruchów są one w znacznym stopniu sterowane dowolnie i mają na celu takie wykadrowanie sceny wizualnej, aby stworzyć jej prawidłową reprezentację poznawczą. Ruch gałek ocznych pozwala zatem w tym przypadku zoptymalizować wykorzystanie informacji wizualnych. W badaniach eye trackingowych zazwyczaj analizie poddawane są ruchy sakadowe, wolne ruchy śledzenia, jak również ruchy fiksacyjne, dlatego też zostaną one omówione w dalszej części opracowania.

Fiksacja polega na utrzymywaniu obrazu w dołku środkowym siatkówki. Następuje w momencie, w którym pobierana jest informacja na temat obiektu (obszaru) stanowiącego przedmiot zainteresowania obserwatora. Wzrok pozostaje wówczas względnie stabilny w przestrzeni, pokazując miejsca, na których skupiona jest uwaga

---

<sup>6</sup> Określane są również jako ruchy utrzymujące spojrzenie.

<sup>7</sup> Określane również terminem „ruchy podążające”.

<sup>8</sup> W literaturze przedmiotu termin ten zapisywany jest dwojako: „saka-da” lub częściej „sakkada” (z ang. *saccadic*).

wzrokowa<sup>9</sup>. Można więc założyć, że podczas fiksacji informacje docierające do mózgu są przez niego świadomie zapisywane i przetwarzane. Podobne założenia przyjęto w Teorii Poznawczej Zapisu i Przetwarzania Informacji (Zielińska, 2016).

Długość oraz ilość fiksacji określa, jak badany element skupia uwagę osoby patrzącej. Im krótszy czas do pierwszej fiksacji, tym wyższa zdolność badanego elementu do skupiania uwagi. Liczba fiksacji skupienia uwagi wzrokowej na danym elemencie określa jego istotność dla badanej osoby i zauważalność w procesie skanowania wzrokiem obrazu. Prowadzone badania pozwalają wyznaczać obszary fiksacji oczu badanych osób, czasy tych fiksacji (całkowite oraz średnie), szybkości sakad oraz czasy reakcji oczu na prezentowane bodźce (*saccade latency*) (Błasiak i in., 2012).

Ruchy fiksacyjne w warunkach fizjologicznych trwają około 200–300 ms, są więc niedostrzegalne gołym okiem, co powoduje, iż podczas skupienia uwagi na wybranym obiekcie oko wydaje się nieruchome. Tymczasem wykonuje ono, jak wspomniano uprzednio, tak zwane mikroruchy. Rola mikrosakad o amplitudzie ruchu do  $0,1^\circ$  nie została do końca wyjaśniona. Z kolei powolny ruch o zbliżonej amplitudzie i prędkości do  $0,25^\circ/s$ , zwany mikrodryftem, zapobiega adaptacji fotoreceptorów do światła, a tym samym zanikaniu nieruchomego obrazu na siatkówce<sup>10</sup>. Mikrodrżenia (tremor) to stała aktywność gałki ocznej podczas fiksacji o amplitudzie mniejszej niż mikrodryft oraz częstotliwości ruchu 50–100 Hz (Francuz, 2013; Ignatiuk i in., 2017).

Za wybór obiektu fiksacji w przypadku bodźca wzrokowego odpowiada uwaga percepcyjna, która współdziała ze spostrzeganiem. Tego wyboru dokonuje się, zdaniem Młodkowskiego (2008), na dwa sposoby. Koncentracja następuje na obiekcie, który jest autonomiczny, zewnętrzny w stosunku do poprzednio wyodrębnianego z otoczenia (na tej podstawie w obrębie uwagi percepcyjnej wyodrębnia się **uwagę eksploracyjną**), lub też na szczególnie przedmiotu poprzedniego (co stanowi zadanie **uwagi penetracyjnej**).

Uwagę eksploracyjną należy łączyć z wyborem obiektu fiksacji „ze względu na jego formalne, fizyczne właściwości, które posiadają postać sygnałów optycznych” (Młodkowski, 2008: 25). Podczas fiksacji następuje bowiem rozdzielenie obrazu na fragment centralny oraz część peryferyjną. Pierwszy jest niewielki, ale optycznie dosko-

<sup>9</sup> Określane są one jako regiony zainteresowania (*regions of interest* – ROI).

<sup>10</sup> Niewielka zmiana położenia gałki ocznej podczas rejestracji obrazu, który rzutowany jest na siatkówkę, pobudza nowe receptory.

nały, drugi zróżnicowany pod względem optycznej jakości, stanowi rodzaj „szkicu, zarysu czy tła reliefu.” (tamże). Jest jednak niezbędny, by móc zlokalizować wyróżniający się w polu widzenia obiekt i określić jego położenie względem kolejnego punktu fiksacji.

Podstawę mechanizmu uwagi eksploracyjnej stanowi odruch orientacyjny, a uruchamiającymi go bodźcami są przede wszystkim pewne jego cechy, takie jak: wielkość, natężenie, nietypowość, przemieszczanie, czy też na przykład jego dynamika. Odruch wyzwalany jest przez ten obraz bodźca, którego własność (parametr) jest najatrakcyjniejszy. Dzięki pojedynczemu, skokowemu ruchowi oczu zostaje on wprowadzony w strefę centralną siatkówki, tak by mógł być jak najlepiej widziany. Realizacja ruchu oka opiera się na łuku odruchowym, bez angażowania kory mózgowej. W istocie kora mózgowa (nie tylko wzrokowa) wywiera jednak wpływ na mechanizm uwagi eksploracyjnej, ponieważ percepcja kończy się prostą identyfikacją bodźca, którą od pełnego rozpoznania odróżnia brak powiązania go z konkretnym kontekstem i doświadczeniem obserwatora.

Uwaga wizualna penetracyjna z kolei łączy się z sekwencją fiksacji, mającą pewien logiczny ciąg, i wspiera proces rozpoznawania. Pojedyncze fiksacje w tym ciągu nie są jednak zakończone identyfikacją. Identyfikacja lub pełne rozpoznanie dokonuje się dopiero przy ostatniej fiksacji z całej sekwencji, przebiegającej za sprawą skokowych ruchów oczu. Mechanizm sterowania stanowi ciąg każdorazowo programowanych odruchów celowniczych, które są integrowane ze schematami pamięciowymi. Zdaniem Młodkowskiego (2008), program trajektorii ruchów oczu zawiera jeden segment projektowanego ruchu, na który składa się określenie lokalizacji punktu kolejnej fiksacji, obejmujące: wyznaczenie bezpośredniego kierunku w stosunku do punktu bieżącej fiksacji oraz ocenę odległości, czyli amplitudę kolejnego ruchu<sup>11</sup>.

Trajektoria ruchu oczu podlega zmianom i doskonali się w miarę nabywania doświadczeń związanych z obiektem, a także i rozwoju samej percepcji. Trajektorie ruchu oczu u dzieci są chaotyczne, odznaczają się licznymi fiksacjami, które nie są istotne poznawczo. Stopniowo ulegają one uproszczeniu i optymalizacji, zmniejsza się liczba punktów fiksacji i zwiększa ich powtarzalność, ponieważ doświadczenie podmiotu utrwalone w postaci śladów pamięciowych ułatwia selekcję informacji i nadanie jej odpowiedniej rangi, pozwa-

<sup>11</sup> Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że kierunek można określić dokładniej niż odległość. U niektórych osób dokładność kierunku jest jednak zmienna.

la odróżnić cechy istotne dla kategoryzacji obiektu od nieistotnych (Młodkowski, 1998).

Według Henderson i Hollingworth (1999, za: Francuz, 2013), przebieg ruchu gałek ocznych jest związany zarazem z fizycznymi (tzw. lokalnymi i globalnymi) charakterystykami obrazu, jak i wiedzą obserwatora dotyczącą danej sceny wizualnej. Fizykalne, a zwłaszcza optyczne parametry obrazu, są przetwarzane za pośrednictwem przedpoznawczych procesów percepcyjnych (*bottom-up*), natomiast wiedza i nastawienie obserwatora są przejawem wyższych procesów poznawczych, które odgórnie (*top-down*) ukierunkowują ruch gałek ocznych, przeszukujących pole percepcyjne. Czas fiksacji jest więc uzależniony zarazem od informatywności danego obszaru, jak również fizykalnych cech elementu, które decydują o jego atrakcyjności. Badacze dowodzą również, iż parametr ten ma związek z rodzajem zadania, jakie wykonuje obserwator. Molnar (za: Francuz, 2013) wykazał, że badani, którym polecono zapamiętać jak najwięcej szczegółów obrazu, fiksowali znacznie krócej wzrok na różnych jego elementach niż osoby mające za zadanie dokonać oceny estetycznej obrazu.

Sekwencja trajektorii obejmuje obok fiksacji, również przemieszczenie. Każde przemieszczenie z kolei składa się z latencji, ruchu skokowego, jak również z reguły z ruchu korekcyjnego. Skokowe ruchy gałek ocznych określane są w literaturze przedmiotu terminem „sakady”, a ich podstawowym zadaniem jest przenoszenie spojrzenia z jednego punktu obranej sceny wizualnej na inny w sposób zapewniający precyzyjne ustawienie osi widzenia obu gałek ocznych naprzeciwko wybranego przez obserwatora elementu<sup>12</sup>. Skokowa zmiana położenia gałek ocznych umożliwia zatem takie ich ułożenie, by osie widzenia obojga oczu mogły połączyć kolejny punkt fiksacji z dołkiem środkowym. Ruchy skokowe sukcesywnie naprowadzają fragmenty obrazu pola widzenia na obszar ostrego widzenia, a dzięki pamięci z tych fragmentów tworzony jest obraz, który zawiera elementy niezbędne dla ostatecznego rozpoznania (Młodkowski, 1998).

W literaturze naukowej wyróżnia się cztery podstawowe grupy sakad:

1. Sakady wolicjonalne, intencjonalnie kierowane na wybrany cel, w tym sakady:

---

<sup>12</sup> Sakadę mogą wywołać zarówno bodźce wzrokowe, jak i słuchowe oraz dotykowe. Zalicza się do nich ponadto szybkie fazy oczopląsu występujące w trakcie stymulacji przedsionkowej lub optokinetycznej oraz ruchy szybkie gałek ocznych podczas fazy snu REM.

- ukierunkowane wskazówką;
  - pomiędzy dwoma określonymi punktami;
  - w kierunku przeciwnym niż cel, czyli antysakady<sup>13</sup>;
  - predykcyjne wykonywane z wyprzedzeniem w kierunku mającego się pojawić bodźca;
  - ukierunkowane pamięcią;
  - wyzwalane na polecenie słowne.
2. Sakady odruchowe – generowane w odpowiedzi na nieoczekiwany bodziec wzrokowy, czuciowy, słuchowy.
  3. Sakady spontaniczne – występujące, gdy punkt końcowy jest wybierany przypadkowo, są wyzwalane w celu przeszukiwania otoczenia, pojawiają się podczas innych aktywności motorycznych.
  4. Szybka faza oczopląsu – występująca podczas stymulacji przedmiotowej lub optokinetycznej oraz podczas oczopląsu patologicznego (Leigh, Zee, 2006). Zazwyczaj w analizach ilościowych stosowane są pomiary latencji, amplitudy, czasu i długości sakady.

W ciągu sekundy oczy wykonują średnio od 3 do 5 sakad. Reakcja sakadowa obejmuje pojawienie się pobudzenia, rozpoczęcie ruchu oka (sakady) i czas trwania sakady do momentu, gdy następuje całkowite zatrzymanie się oka. A zatem raz uruchomione oko zatrzymuje się dopiero w momencie, gdy osiąga cel.

Latencja to czas pomiędzy prezentacją bodźca a rozpoczęciem sakady w odpowiedzi na jego pojawienie się, który warunkuje zarówno rodzaj sakady (czas latencji wydłuża się dla sakad angażujących wyższe czynności mózgowie), jak i parametry bodźca czy rodzaj instrukcji związanej z zadaniem wzrokowym.

Ruchy skokowe różnią się od siebie amplitudą<sup>14</sup>, która z reguły nie przekracza 15° kąta pola widzenia, oraz prędkością wzrastającą proporcjonalnie do amplitudy. Czas wykonania ruchu stanowi kryterium podziału na ruchy:

- wolne, które pojawiają się w czasie powyżej 200 ms od chwili ekspozycji bodźca. Następuje wówczas zarówno odwrócenie uwagi od aktualnie analizowanego bodźca, decyzja o podjęciu ruchu (ist-

---

<sup>13</sup> W diagnostyce okulomotorycznej wykorzystywany jest test antysakad, umożliwiający pomiar funkcji hamowania, a więc zdolności do kontrolowania odpowiedzi na bodziec. Badana osoba ma za zadanie powstrzymanie sakady w kierunku głównego bodźca i wykonanie antysakady (Orylska, Rabcicka, 2014).

<sup>14</sup> Amplituda sakady jest uzależniona od wielu czynników, m.in. od wielkości sceny wizualnej lub położenia znajdujących się w niej obiektów, ale na ogół nie przekracza 40°.

nieje możliwość intencjonalnego zablokowania ruchu oka) i określenie jego parametrów oraz wykonanie ruchu;

- szybkie, w przypadku których czas reakcji od momentu pojawienia się bodźca mieści się w przedziale 140–200 ms. Podczas ruchów szybkich nie zachodzi przetwarzanie informacji z punktu fiksacji;
- ekspresowe, będące aktywnością w pełni odruchową, w przypadku której czas reakcji wynosi od 70–140 ms. Są one związane jedynie z lokalizacją bodźca, obliczeniem parametrów ruchu i wykonaniem ruchu (Soluch, Tarnowski, 2013).

Zależności między amplitudą, czasem i prędkością każdej sakady są względnie stałe. Tę cechę ruchów sakadowych nazywa się **stereotypowością sakady** (Bahill, Clark i Stark, 1975, za Francuz: 2013).

Próbkowanie kolejnych elementów w polu widzenia pozostaje w związku z procesem uwagi wzrokowej, która według Szczechury i Terelaka (za: Terelak, 2004) obejmuje następujące po sobie elementy. Każdej ze składowych uwagi odpowiadają też określone ilościowe charakterystyki. Cykl sakad, trwających w typowych warunkach około 230 ms, obejmuje, zdaniem autorów:

1. Określenie kolejnego punktu fiksacji (50 ms).
2. Przekazanie impulsu za pośrednictwem nerwu wzrokowego (30 ms).
3. Przekazanie informacji i w konsekwencji zapoczątkowanie ruchu oka w kierunku następnego punktu (30 ms).
4. Transmisję informacji (60 ms).
5. Dekodowanie (60 ms).

Redukcja czasu przypadającego na jeden cykl może nastąpić pod wpływem czynników takich jak stres.

Prawidłowo sakada kończy się w punkcie ostatniej fiksacji. Nie zawsze jednak ruchy sakadyczne są precyzyjne. Wśród zaburzeń dokładności sakad wymieniane są dysmetria sakad (hipometria lub hipermetria) oraz glisady. Zdrowe osoby wykonują od 10 do 23% sakad hipometrycznych.

Przeprowadzone eksperymenty wskazują, że przestrzenne ruchy sakadowe są powiązane z procesami pamięciowymi. Przeszukiwanie pamięci roboczej wywołuje skokowe ruchy przestrzenne, zaś utrzymywanie lub zachowywanie informacji w pamięci roboczej hamuje lub ogranicza wykonywanie ruchów oczu. Ponadto przestrzenne ruchy sakadowe uruchamiają dodatkowe procesy kognitywne, redukując poziom obciążenia kognitywnego (za: Płużyczka, 2016).

**Wolne ruchy śledzenia** stanowią płynne, skojarzone ruchy gałek ocznych, a ich zadaniem jest zasadniczo stabilizacja obrazu wolno

poruszającego się obiektu na siatkówce oka. Uzupełniają one odruch optokinetyczny oraz sakady.

Ruch podążania rozpoczyna się około 100–150 ms od momentu rozpoznania ruchu obiektu, a jego średnia prędkość nie przekracza 30°/s. Wolne ruchy śledzenia pojawiają się jedynie w przypadku realnie istniejącego bodźca, ale również próba śledzenia bodźca wyobrażonego wywołuje serię sakad.

Wolne ruchy gałki ocznej składają się z dwóch faz. Ruch gałek ocznych zostaje zainicjowany podczas swobodnej fazy ruchu podążania. Osie widzenia przesuwiają się wówczas zgodnie z kierunkiem ruchu w taki sposób, aby obiekt znalazł się na ich przecięciu. Faza ta, określana przez Krauzlisa i Lisbergera (za: Styrkowiec, 2008) jako **etap otwartej pętli**, trwa około 100 ms. Ruch podążania ma wówczas charakter balistyczny – system nerwowy nie dokonuje korekty szybkości ruchu gałek ocznych.

Istotą drugiej fazy ruchu śledzenia, nazwanej przez Krauzlisa i Lisbergera (za: Styrkowiec, 2008) **etapem zamkniętej pętli**, jest natomiast utrzymywanie spojrzenia na poruszającym się obiekcie, dokonujące się dzięki mechanizmowi sprzężenia zwrotnego. System wzrokowy nieustannie poddaje ocenie parametry ruchu, określając i korygując różnicę pomiędzy pozycją obiektu a pozycją dołka centralnego. W przypadku gdy obiekt porusza się ze względnie stałą prędkością, system wzrokowy dokonuje korekty około 2–3 razy na sekundę (Leigh i Zee, 2006, za: Francuz, 2013). Skoki oczu podczas fazy podążania są bardzo krótkie, tym krótsze, im dalej przedmiot umiejscowiony jest od obserwatora, dlatego też ruch ten wydaje się płynny i wygładzony.

Badacze wskazują również na istnienie mechanizmów zabezpieczających prawidłową percepcję w sytuacji zmiany położenia obiektów względem obserwatora. Należą do nich odruch optokinetyczny, który kompensuje ruchy głowy, umożliwiając utrzymanie fiksacji na obiekcie, oraz supresja sakadyczna, polegająca na blokowaniu niektórych neuronów odpowiedzialnych za widzenie przez inne neurony związane z ruchem skokowym. Supresja sakadyczna wspiera prawidłowe widzenie, które mogłoby być zaburzone na skutek szybkiego, kilkakrotnego przemieszczania się obrazu w krótkim odcinku czasu (Lee i in., za: Soluch, Tarnowski, 2013). Jeśli gałki oczne nie mogą nadążyć za poruszającym się celem i obraz obiektu nie zostaje uchwycony na siatkówce oka, powstaje sygnał błędu siatkówkowego, który pobudza układ ruchów sakadowych do wytworzenia sakady nadążnej, umożliwiającej ponowną fiksację na obiekcie. W przypad-

ku powtarzania się tego typu układu ruchu w miejsce wolnego ruchu śledzenia powstaje, charakterystyczny dla niemowląt, sakadyczny ruch wodzenia. Taki ruch pojawia się również pod wpływem zmęczenia, stresu oraz w przypadku zażywania niektórych leków (Leigh, Zee, 2006).

Choć system wzrokowy dynamicznie dostosowuje swoje parametry do zadania wizualnego, o wiele lepiej radzi sobie w sytuacji, gdy obiekty przemieszczają się horyzontalnie w płaszczyźnie prostopadłej do osi widzenia, niż wówczas, gdy ruch przebiega wertykalnie. Utrzymywanie spojrzenia na pozostającym w ruchu obiekcie jest też łatwiejsze, gdy przemieszcza się on z góry na dół. Wynika to ze sposobu, w jaki na co dzień doświadczamy rzeczywistości, w której najczęściej obserwuje się ruchy horyzontalne, rzadziej wertykalne, zwłaszcza wznoszące się (Grasse, Lisberger, 1992, za: Francuz, 2013). Tradycyjnie procesy uwagi wzrokowej łączone były ze skokowymi ruchami oka, przede wszystkim ze względu na założenie o automatyczności ruchów śledzenia, a więc względnej ich niezależności od kontroli poznawczej. Dowodów na potwierdzenie tego założenia dostarczyły między innymi badania Van Gelder i in. (za: Styrkowiec, 2008), którzy wykazali, że jakość ruchu podążania poprawia się wówczas, gdy obserwator wykonuje inne zadanie nieangażujące wzroku. A zatem, jak twierdzą badacze, podejmowanie wysiłku celowego wykonania ruchu, który jest ze swej natury zautomatyzowany, będzie negatywnie wpływać na jego przebieg.

Nowsze badania wskazują jednak na to, że ten typ ruchów oka nie jest warunkowany jedynie prostymi mechanizmami nerwowymi (Soluch, Tarnowski, 2013). Zdaniem Ilg (2002), podczas inicjowania ruchu śledzącego następuje uśrednienie wszystkich dostępnych informacji o ruchu, a czynniki poznawcze, w tym uwaga, przewidywanie i uczenie się, mogą wpływać na sposób wykonania ruchu śledzącego.

Według Krauzalisa (2004, za: Styrkowiec, 2008), funkcjonowanie systemu związanego z ruchem sakadowym jest zbliżone do zasad związanych z kontrolą ruchu podążania, z tym jednak założeniem, że sam ruch jako charakterystyka obiektu jest ważny dla ruchu podążania, a jego umiejscowienie jest zaś istotniejsze w przypadku wykonywania sakad.

W badaniach dotyczących relacji pomiędzy ruchami śledzącymi a uwagą wykazano, że szybkość i precyzja ruchów śledzących znacznie się obniżają, gdy badani znajdują się w sytuacji, w której uwaga musi być dzielona na różne zadania (w omawianym wypadku

podążanie za obiektem i zadanie słuchowe). Hutton i Tegally (2005) stwierdzili, że zadania drugorzędne, angażujące uwagę, zaburzają płynność wykonywania zadań, co skutkuje zmniejszeniem prędkości i zwiększeniem błędów pozycji. Odkrycia te sugerują, że uwaga jest ważna dla utrzymania precyzyjnego ruchu śledzenia i przeczą hipotezie, że ruch śledzący jest względnie automatyczną funkcją, przebiegającą bez konieczności angażowania zasobów uwagi.

Z kolei Kerzel i in. (2008, za: Styrkowiec, 2008) wykazali, że parametry ruchu śledzącego ulegają obniżeniu, gdy uwaga kierunkowana jest na dodatkowy obiekt, zwłaszcza gdy jest on wyrazisty, a cel, na który ukierunkowana jest uwaga, wywołuje ruch na siatkówce. Van Donkelaar i Drew (2002, za: Styrkowiec, 2008) dostarczyli dowodów na związek pomiędzy zaangażowaniem uwagi podczas zadania związanego z podążaniem wzrokiem za obiektem a efektywnością wykonania tego ruchu. Jednocześnie stwierdzili, że inicjowanie ruchu bardziej absorbuje procesy uwagowe niż utrzymywanie go.

W kontrolę ruchów gałek ocznych zaangażowane są liczne struktury mózgowe. W pniu mózgu umiejscowiony jest most odpowiadający głównie za sprawowanie kontroli nad ruchami poziomymi, śródmózgowie decydujące o kontroli ruchów pionowych oraz rdzeń przedłużony, który, za sprawą znajdujących się w nim jąder, uczestniczy w utrzymywaniu spojrzenia oraz powstawaniu odruchu przedsionkowo-ocznego. Móżdżek z kolei jest zaangażowany w dostosowywanie prędkości i amplitudy poruszającego się oka do przemieszczającego się obiektu w sposób zapewniający uzyskanie jak najdokładniejszego obrazu na siatkówce. Z kontrolą ruchów gałek ocznych związane są przede wszystkim dwa regiony mózdzku – mózdzek przedsionkowy (*vestibulocerebellum*) oraz grzbietowa część robaka wraz z leżącym pod nią jądrem wierzchu.

Kontrola ruchów gałki ocznej jest także funkcją ośrodków korowych. Pierwszorzędowa kora wzrokowa (V1) odgrywa decydującą rolę w kontroli kierowanych wzrokiem ruchów gałek ocznych. Z odczuciem pionu, rotacji podczas stymulacji optokinetycznej, jak również sakadami pamięciowymi związana jest ciemieniowo-wyspowa kora przedsionkowa (PINC, *parieto-insular-vestibular cortex*) znajdująca się w korze ciemieniowej. W płacie ciemieniowym umiejscowione są obszary odpowiedzialne między innymi za kierowanie uwagi wzrokowej, wywoływanie kierowanych wzrokiem sakad odruchowych oraz zdolność przeszukiwania wzrokiem pola widzenia. W płacie czołowym z kolei zlokalizowane są obszary związane z dowolną kontrolą ruchów gałek ocznych, a jądra podstawy zapewniają kon-

trolę nad ruchami sakadowymi (Jadanowski, Budrewicz, Kozirowska-Gawron, 2010).

Ruchy oka podczas obserwacji sceny wizualnej odzwierciedlają ukierunkowane celem czynności podlegające procesom wyższego rzędu. Szlak wzrokowy jest też jedną z najbardziej złożonych anatomicznie i funkcjonalnie struktur, obejmujących oczy, związane ze wstępną organizacją informacji, obszary podkorowe, gdzie dane zostają uporządkowane i pogrupowane na odpowiednie kategorie, a wreszcie korowe, odpowiedzialne za integrację i syntezę informacji w celu stworzenia doświadczenia widzenia. Rozważając zatem proces widzenia, nie mówimy jedynie o prostym, mechanicznym rejestrowaniu danych, lecz, jak zauważa Francuz (2013: 42), o pewnym akcie kreacji, w którym „treści doświadczenia wizualnego są stale raczej wytwarzane przez system wzrokowy, a nie [...] odtwarzane z obrazów siatkówkowych”.

Przedstawione w niniejszym rozdziale treści obejmują podstawowe informacje dotyczące budowy oka i jego funkcji w procesie widzenia, zagadnienia uwagi wzrokowej oraz niepatologicznych ruchów gałki ocznej. Ich dobór uznano za istotny dla zrozumienia i wskazania możliwych kierunków interpretacji uzyskanych wyników badań.

## Rozdział 3.

# Technika eye trackingu – wybrane zagadnienia

### 3.1. Historia techniki eye trackingu

Technika eye trackingu i jej zastosowanie w badaniach w swoich zasadniczych i podstawowych założeniach jest znana od ponad 100 lat. Opiera się na technice okulografii i zastosowaniu w praktyce narzędzi zwanych okulografami. Nazwa „eye tracking” jest używana od zaledwie paru lat i powiązana ściśle z postępem technologicznym, tendencją do używania nazw anglojęzycznych, zwłaszcza w obszarze informatyki. Obecnie rozwój nowoczesnych technologii pozwolił na zasadniczą zmianę w zakresie możliwości zastosowania techniki eye trackingu i budowy nowoczesnych narzędzi badawczych – eye trackerów.

Twórcą okulografii był Francuz Louis Javal. Zauważył on pewną specyfikę działania oka ludzkiego, która sprowadzała się do stwierdzenia, iż mózg w procesie patrzenia na obraz nie koncentruje się na całym dostępnym fizycznie polu widzenia oka, ale wybiera te jego fragmenty, których obraz powstaje w najlepiej zaopatrzonej w fotoreceptory obszarze siatkówki, zwanym żółtą plamką. W tym miejscu oka zagęszczenie czopków dochodzi do około 170 000 na mm kwadratowy i obraz jest najbardziej ostry (Lindsay, Norman, 1991). W miarę oddalania się od żółtej plamki koncentracja komórek czułych na barwy obniża się gwałtownie, np. w odległości 10 stopni jest kilkanaście razy mniejsza. Javal w 1879 roku po raz pierwszy w sposób inwazyjny zmierzył ruch oka za pomocą zewnętrznego urządzenia. Podczas tego badania osobie badanej założono na oczy soczewki, które były wyposażone w specjalny otwór na źrenicę. W 1948 roku Hertridge i Thompson opracowali prototyp obecnego okulografu (eye trackera). Na początku urządzenie podczas badania nakładano na głowę

osoby badanej. Kolejny krok wykonano 10 lat później. W 1958 roku Mackworth po raz pierwszy zastosował metodę rejestracji informacji o ruchach oka jako reakcji na zmieniający się obraz sceny oglądanej przez badanego. Intensywny rozwój badań okulograficznych to lata siedemdziesiąte ubiegłego wieku. Od lat pięćdziesiątych do siedemdziesiątych XX wieku techniką okulografii badano głównie reakcje organizmu i możliwości intelektualne człowieka w trudnych sytuacjach, przykładowo w symulatorach lotów czy urządzeniach treningowych (Zielinska, 2015b).

Obecnie technika eye trackingu wykorzystywana jest głównie w medycynie oraz w celach komercyjnych. Służy ona przykładowo do śledzenia aktywności wzrokowej osób oglądających strony internetowe. Celem takiego badania jest określenie zachowań percepcyjnych osoby na podstawie analizy tego, w jaki sposób obserwuje ona określone obiekty na ekranie monitora. Najczęściej są to reklamy, a celem badania jest ocena ich atrakcyjności dla użytkownika pod kątem graficznego interfejsu, natomiast wynikiem określenie ewentualnych zmian w projekcie.

### 3.2. Ogólna charakterystyka techniki eye trackingu

Technika eye trackingu polega na rejestracji aktywności wzrokowej za pomocą wideo. Oczywiście, jak zaznaczono już w rozdziale poświęconym problematyce widzenia, nie widzą otoczenia w sposób ciągły. Oko zatrzymuje się bowiem na wybranym, obserwowanym fragmencie obrazu na około 200 ms, następnie skokowo wzrok przenoszony jest na inne miejsca z częstotliwością czteru–pięciu razy na sekundę (Błasiak i in., 2012). Świadome przetwarzanie informacji potrzebnej do analizy przeczytanego tekstu zachodzi w czasie 50–120 ms od początku fiksacji dla słowa, zależnie od jego długości. Natomiast w przypadku obrazu jest to czas 45–75 ms dla oglądanego elementu obrazu (Sikora, Stolińska: 2016).

Opisane prawidłowości pokazują, iż interpretowanie danych uzyskanych z badania wykonanego techniką eye trackingu może być obarczone istotnymi błędami, wynikającymi ze złożoności procesów neurokognitywnych, leżących u podłoża procesu widzenia. Głównymi miarami używanymi w badaniach z zastosowaniem techniki eye trackingu są fiksacje oraz sakady opisane w rozdziale 2. Uzyskane techniką eye trackingu wyniki mogą być prezentowane w trzech formach: filmu z markerem oznaczającym aktualne skupienie wzroku, mapy cieplnej lub mapy fiksacji.

Najczęściej używaną formą prezentacji wyników badań wykonywanych techniką eye trackingu jest heatmapa. Przedstawia ona rozkład cieplny uwagi kierowanej na badany element, który obejmuje elementy zauważone i pominięte podczas skanowania wzrokiem obrazu. Pośrednio pomaga więc zrozumieć, jak dany element jest postrzegany i w ograniczonym zakresie wyprowadzić wnioski co do sposobu skanowania wzrokiem oglądanego obrazu. Nie pozwala ona jednak na uzyskanie, bardzo istotnej w ocenie przebiegu procesu poznawczego, informacji na temat kolejności postrzegania elementów danego obrazu. A tym samym nie pozwala udzielić odpowiedzi na pytanie, jak zwiększyć postrzegalność poszczególnych elementów oglądanego obrazu, czy jak spowodować, aby niezauważane dotąd elementy stały się dla oglądającego bardziej istotne. Heatmapa w swojej istocie pokazuje jedynie, w jaki sposób osoba badana przetwarza informacje, na które patrzy, które elementy przyciągają jej uwagę, skupiają ją najdłużej, do jakich elementów powraca, jakich nie zauważa. W pewnym ograniczonym sensie pozwala więc na określenie indywidualnego modelu skanowania przestrzeni charakterystycznego dla badanej osoby. W ograniczonym zakresie umożliwia również uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy badana techniką eye trackingu osoba wykonuje przewidziane do realizacji zadanie planowo, ze zrozumieniem, czy jest zagubiona w działaniu, a jej postępowanie jest chaotyczne. Podczas analizy wyników badań wykonanych techniką eye trackingu należy być bardzo ostrożnym w wyciąganiu wniosków. Ten sam wynik badania może być skrajnie różnie interpretowany (Zielińska, 2016). Przykładowo: duża liczba fiksacji może oznaczać zarówno wysokie zainteresowanie oglądanym obiektem, jak i trudność w jego zrozumieniu lub wręcz całkowity brak zrozumienia. Pewnym rozwiązaniem jest uzupełnienie badań techniką eye trackingu obserwacją o charakterze jakościowym, wykonywaną przez badającego, czyli moderatora, którego obecność podczas wykonywania badania jest nie tylko wskazana, ale wręcz konieczna. Podczas badań prowadzonych techniką eye trackingu nie można uzyskać jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy badana osoba rozumie treść postawionego przed nią zadania. Uzyskane wyniki pozwalają jedynie, i to w ograniczonym zakresie, na określenie, w jaki sposób badany przetwarza zawarte w treści zadania informacje. Stąd postulat badań wykonywanych techniką eye trackingu w połączeniu na przykład z metodami obserwacji czy testów i wyciąganie uprawnionych wniosków dopiero na tej podstawie (Rubacha, 2008).

Omawiane heatmapy występują w dwóch rodzajach kolorystycznych. Poziomą transparentności czarno-białych heatmap wskazuje na natężenie uwagi kierowanej na dany element. Bardziej przejrzyste interpretacyjnie wydają się klasyczne kolorowe heatmapy. Użycie wysokiej klasy sprzętu pozwala na opracowanie wyników jednego badania techniką eye trackingu w formie sześciu różnych heatmap, czyli sześciu różnych rozkładów cieplnych. Najczęściej stosowane kryteria przyjmowane podczas wykonywania map interpretujących wyniki badań to całkowita liczba fiksacji, absolutny lub relatywny czas fiksacji. Niemniej jeśli przykładowo z punktu widzenia wykonanych badań istotna jest łączna liczba fiksacji, mapa może pokazywać łączną liczbę fiksacji wszystkich badanych w danym obszarze. Im bardziej „cieple”, czyli czerwone miejsce, tym więcej było w nim fiksacji. Jeśli dla interpretacji wyników badań istotny jest procent badanych, mapa może pokazywać sumaryczną zauważalność danego obszaru. Wtedy interpretacja oznacza, że im bardziej czerwone miejsce, tym więcej osób zwróciło na nie uwagę. Inne możliwości to zamieszczenie na mapie łącznego, absolutnego czasu postrzegania. Pokazuje ona wtedy łączny czas, jaki badani poświęcili na przyglądanie się danemu miejscu. Im bardziej czerwone miejsce, tym czas jego obserwacji był dłuższy. Inny od opisanego sposób przedstawienia wyników badań uzyskanych techniką eye trackingu nosi nazwę *focus map*. Jest on podobny do heatmapy, lecz w tym przypadku wyróżnione są tylko obszary, na które osoba badana patrzyła, pozostałe zaś pozostają zaciemnione. Kolejną możliwością opracowania wyników badań to film z ruchem gałki ocznej (ang. *gaze replay*), na którym jest naniesiona ścieżka wędrówki wzroku osoby badanej. Dzięki temu osoba prowadząca pracę badawczą może analizować, jakie elementy i jak długo w kolejnych momentach badania były oglądane przez osobę badaną. Wymienione możliwości zależą od dostępności badającego do wysokiej klasy systemów sprzętowo-programowych służących do badań wykonywanych techniką eye trackingu. Ich wadą może być jednak nadmiarowość uzyskanych wyników badawczych i będący skutkiem tego faktu problem interpretacyjny (Zielińska, 2015b).

Praktyka wskazuje, że najbardziej przydatne w ocenie przebiegu aktywności mózgu podczas aktywności poznawczej są realizowane na podstawie heatmap ścieżki skanowania wzrokiem – tzw. gaze ploty. Przedstawiają one kierunek skanowania wzrokiem, a dokładniej ścieżkę, jaką pokonały oczy, dokonując kolejnych fiksacji. Koła obrazują fiksacje. Im większa średnica koła, tym dłuższa fiksacja. Linie pomiędzy kołami pokazują kierunek skanowania wzrokiem,

czyli ruch sakadyczny oka. Technika eye trackingu w wielu przypadkach nie może być wykorzystywana do badania aktywności wzrokowej podczas oglądania gier lub filmów. Decydują o tym względy techniczne. Najnowsze rozwiązania umożliwiają jednak śledzenie również obrazu ruchomego. Przykładowo: najnowsze oprogramowanie o nazwie Experiment Suite™, służące do projektowania i realizacji eksperymentów metodą eye trackingu, umożliwia użycie tekstów, zdjęć, plików wideo, PDF-ów oraz stron internetowych.

### 3.3. Przykładowe eye trackery oraz oprogramowanie – obszary zastosowań, budowa i zasada działania

Technika eye trackingu może być stosowana w bardzo wielu obszarach, w tym również w badaniach naukowych. Przykładowe obszary stosowania eye trackera jako narzędzia badawczego to:

- neuronauki, w tym głównie psychologia – przykładowo w celu uzyskania odpowiedzi na pytanie, jak za pomocą oczu zbierane są informacje, czy dlatego podczas tego procesu są wykonywane ruchy oczu. Pytań badawczych w tym obszarze jest bardzo wiele, od bardzo prostych do wysoce skomplikowanych, badających przykładowo zdolności poznawcze czy pamięć. Obszar tych zastosowań jest stosunkowo nowy, prowadzone badania w większości mają charakter innowacyjny i większość z nich jest obecnie w fazie testów lub planowania;
- badania nad noworodkami, dziećmi, młodzieżą – w celu określenia ich rozwoju percepcyjnego, poznawczego czy społeczno-emojonalnego od urodzenia do wczesnej dorosłości;
- badania nad wirtualną rzeczywistością – opierają się na fakcie, że rzeczywistość wirtualna, integrując techniki eye trackingu, pozwala na śledzenie ruchu gałek ocznych, zbieranie oraz nagrywanie danych podczas oglądania świata wirtualnego przez użytkownika;
- badania marketingowe i konsumenckie – eye tracking to wyjątkowa technika obiektywnego pomiaru uwagi konsumentów i spontanicznych reakcji na komunikaty marketingowe, te spostrzeżenia pomagają marketerom skutecznie zaprojektować komunikację, aby przyciągnąć uwagę kupujących;
- wydajność pracowników – technologia śledzenia wzroku pozwala zobaczyć firmę oczami pracowników, zapewniając lepsze zrozumienie środowiska pracy i czynników ludzkich wpływających na ich wydajność;

- User Experience (UX) – śledzenie ruchu oczu dostarcza przekonujących obiektywnych danych, które ujawniają zachowania użytkowników oraz problemy z użytecznością produktów, badacze UX i HCI wykorzystują śledzenie wzroku do oceny i optymalizacji interfejsów i doświadczenia użytkownika;
- osiągnięcia w sporcie – śledzenie oczu jest używane w celu lepszego zrozumienia indywidualnych osiągnięć sportowca poprzez identyfikację powiązań między koncentracją uwagi, oceną trajektorii, strategiami wyszukiwania wizualnego, koordynacją ręka-oko i działaniami;
- edukacja – technika eye trackingu jest wykorzystywana w badaniach nad edukacją i procesami uczenia się;
- badania kliniczne – badacze prowadzą analizy informacji o ruchu gałek ocznych, aby dokładnie zidentyfikować i leczyć choroby oczu i zaburzenia, takie jak autyzm, ADHD, choroba Parkinsona ([www.tobiipro.com](http://www.tobiipro.com), dostęp: 6.02.2018).

Eye trackery, których budowa i sposób działania zostaną omówione w dalszej kolejności, produkowane są przez firmę Tobii. Zostały one wybrane, by przybliżyć ogólne zasady działania tego typu urządzeń. W rozdziale 3.5.5 zaprezentowane zostały wyniki badań przeprowadzonych z ich użyciem w diagnozie dzieci z podejrzeniem autyzmu. Należy podkreślić, iż na rynku dostępnych jest wiele podobnych rozwiązań sprzętowych i programowych, dostarczanych przez różnych producentów, a ich wybór zależy jedynie od użytkownika. Dokonany przez nas wybór wynikał również w bezpośredni sposób z doświadczeń badawczych, tj. użycia eye trackera do badań osób głuchych (Zielińska, 2016). Został w nich zastosowany stacjonarny eye tracker Hi-Speed 1250 niemieckiej firmy SensoMotoric Instruments. Wykorzystany w tych badaniach eye tracker był zbyt dokładny dla potrzeb osoby przeprowadzającej badanie, miał bardzo wysokie parametry techniczne. Stąd czasochłonna, powtarzana czasami wielokrotnie kalibracja, brak komfortu użycia dla badanych (nieruchoma pozycja głowy podczas badania) oraz duża nadmiarowość uzyskanych wyników badawczych, często nieprzydatnych do dalszej analizy i interpretacji. Pytanie, jakie urządzenie należy zakupić do badania osób z niepełnosprawnością, zostało zadane podczas analizy badań osób głuchych i powtarza się również w prezentowanym opracowaniu w kontekście badania osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Nie ulega wątpliwości, że decyzja wymaga odpowiedniego namysłu, uwzględniającego wiele czynników, w tym ocenę przydatności dla uzyskania założonego celu badawczego, a także przygoto-

wania praktycznego zespołu wykonującego badania. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że najlepiej korzystać ze sprzętu o średnich parametrach i średnich możliwościach technicznych (Zielińska, 2016: 214).

### 3.3.1. Platforma Tobii Pro Spectrum

Wybrana do prezentacji możliwości techniki eye trackingu platforma Tobii Pro Spectrum spełnia wszystkie wymienione wcześniej kryteria doboru sprzętu do badania osób ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi. Jest to najnowsza i najbardziej zaawansowana platforma do śledzenia wzroku, zaprojektowana do badań nad zachowaniami ludzkimi i mechaniką najszybszych ruchów gałek ocznych. System może przechwytywać dane z wysoką częstotliwością próbkowania, jednocześnie pozwalając na naturalny ruch głowy użytkownika, co jest szczególnie przydatne w przypadku badań dzieci oraz osób niepełnosprawnych. Pozwala to na prowadzenie badań opartych na mechanice najszybszych ruchów gałek ocznych (czyli sakad, a nawet mikrosakad), bez ingerowania w naturalne zachowania osoby badanej. Dzięki temu przynajmniej częściowej eliminacji podlega problem sztucznych, laboratoryjnych warunków badań.

Eye tracker Tobii Pro Spectrum został zaprojektowany tak, aby zapewnić jak najwyższą jakość zapisu danych i ich odtwarzalność dzięki ewoluującym, opatentowanym algorytmom śledzenia oka, zaawansowanej konstrukcji sprzętu i najwyższej jakości komponentów sprzętowych. System ten składa się z trzech niezależnych komponentów (części). Należy do nich:

- Eye tracker – urządzenie do śledzenia ruchu gałek ocznych: moduł może być używany razem z odpowiednio dobranym monitorem, z różnymi ekranami lub samodzielnie przy wykorzystaniu jedynie bodźców z otoczenia. Wymiary urządzenia to: 55 cm × 18 cm × 6 cm, zamontowane jest ono na stojaku o wysokości 9 cm, z możliwością regulacji kąta jego nachylenia. Przykład eye trackera Tobii Pro Spectrum przedstawiono na rycinie 9.
- Monitor – mobilny, wyjmowany, wielkości 24", o wysokiej rozdzielczości umożliwiającej wyświetlanie bodźców ekranowych. Został on dobrany według kryterium jakości prezentacji bodźców, stosunkowo krótki i stabilny czas odpowiedzi, krótszy niż 5 ms, sprawia, że nadaje się on do badań, w których niezbędna jest kontrola czasu prezentacji bodźca. Panel IPS ma kąt widzenia 178°, który zapewnia spójne doświadczenie prezentowanego bodźca,

Ryc. 9. Tobii Pro Spectrum – eye tracker



Źródło: [www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components), dostęp: 8.02.2018

Ryc. 10. Zestaw eye tracker Tobii Pro Spectrum – monitor



Źródło: [www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components), dostęp: 8.02.2018

niezależnie od miejsca, w którym znajduje się obiekt. Monitor w zestawie z wmontowanym do niego eye trackerem Tobii Pro Spectrum przedstawiono na rycinie 10.

- Oprogramowanie Eye Tracker Manager – aplikacja wspomagająca użytkowników Tobii Pro SDK zarządzających eye trackerem.

Umożliwia ona aktualizowanie oprogramowania układowego, zmianę częstotliwości próbkowania, kalibrowanie i konfigurację sprzętu do użycia bez monitora. Oprogramowanie działa z systemem operacyjnym Windows i MacOS.

Najważniejsze, wybrane parametry techniczne modułu eye trackera Pro Spectrum to:

- technika eye trackingu: dwie kamery rejestrujące stereofoniczne obrazy obu oczu w celu dokładnego pomiaru wzroku i pozycji oka w przestrzeni 3D, a także średnicy źrenicy;
- częstotliwość próbkowania: 60, 120, 150, 300, 600 lub 1200 Hz (zależy od wersji);
- precyzja:  $0,4^{\circ}$  w optymalnych warunkach;
- maksymalny kąt spojrzenia:  $30^{\circ}$ ;
- zakres swobodnych ruchów głowy osoby badanej: szerokość  $\times$  wysokość: 34 cm  $\times$  26 cm przy odległości 65 cm pomiędzy osobą badaną a urządzeniem (przynajmniej jedno oko musi być śledzone);
- całkowite opóźnienie systemu, wynoszące mniej niż 5 s, przy częstotliwości próbkowania 600 Hz;
- integracja z innymi systemami diagnostycznymi, możliwość synchronizacji uzyskanych techniką eye trackingu wyników badań z wynikami otrzymanymi z innych źródeł, takich jak EEG, GSR lub EKG ([www.tobiiipro.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications](http://www.tobiiipro.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications), dostęp: 8.02.2018).

Dzięki możliwości śledzenia swobodnie poruszających się obiektów i wysokim parametrom technicznym system Tobii Pro Spectrum umożliwia badanie tzw. trudnych grup badawczych, przykładowo małych dzieci czy osób ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi. Otwiera to nowe możliwości w dziedzinach, takich jak: psychologia, pedagogika specjalna, badania rozwojowe czy neuronauka ([www.tobiiipro.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Features](http://www.tobiiipro.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Features), dostęp: 8.02.2018).

### 3.3.2. Okulary Tobii Pro Glasses 2

Okulary z eye trackerem Tobii Pro Glasses to mobilne rozwiązanie sprzętowe. Pozwala ono na ocenę, na co i w jaki sposób osoba badana patrzy w czasie rzeczywistym, przykładowo gdy porusza się ona swobodnie w dowolnym otoczeniu. Pozwala m.in. zaobserwować, jak badani wchodzi w interakcję ze środowiskiem, co przyciąga ich uwagę, ewentualnie wpływa na ich zachowanie i podejmowanie decyzji. Mobilny system śledzenia oczu otwiera nowe możliwości dla prowadze-

nia badań naukowych, zwłaszcza w zakresie badań o charakterze behawioralnym ([www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2), dostęp: 8.02.2018).

System Pro Glasses 2 składa się z czterech komponentów (części) sprzętowych i programowych. Należą do nich:

- jednostka główna – okulary służące do śledzenia wzroku. Rejestrują one w czasie rzeczywistym to, co widzi osoba badana, oraz nagrywają komentarze uczestników badania. Są one komfortowe w użyciu, bardzo lekkie, ważą jedynie 45 g. Osobie badanej umożliwiają swobodę ruchów. Posiadają lekką konstrukcję, bez bocznych lub dolnych ramek, co zapewnia maksymalnie rozległe pole widzenia, przy jednoczesnym przechwytywaniu dużych kątów spojrzenia i minimalizowaniu obszarów nieobjętych rejestracją danych. Przykładowe okulary Tobii Pro Glasses 2 przedstawiono na rycinie 11;

Ryc. 11. Tobii Pro Glasses 2 – okulary



Źródło: [www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components), dostęp: 8.02.2018

- jednostka rejestrująca – zapisuje dane na karcie SD. Pozwala ona osobie badanej na poruszanie się w otoczeniu bez ograniczeń ze względu na bardzo mały rozmiar. Jest ona przeznaczona do opisanych wcześniej okularów, zapewnia wtedy niezawodność ich użycia, niemniej istnieje możliwość korzystania z innych jednostek rejestrujących. W tym zakresie nie ma więc ograniczeń o charakterze sprzętowym.
- oprogramowanie Tobii Pro Glasses Controller – umożliwiające zarządzanie eye trackerem Tobii Pro Glasses 2 za pomocą komputera z systemem operacyjnym Windows 8.1 pro (lub późniejszej wersji) lub tabletu. Pozwala przykładowo na gromadzenie danych w terenie, kalibrowanie, zarządzanie nagraniami, zarządzanie

użytkownikami, przeglądanie danych na żywo, eksport wideo czy rejestrowanie zdarzeń;

- oprogramowanie Tobii Pro Lab – umożliwiające analizę i agregację danych. Jego poszczególne funkcje zostaną omówione w osobnym podrzdziale książki.

Najważniejsze, wybrane parametry techniczne okularów Pro Glasses 2 to:

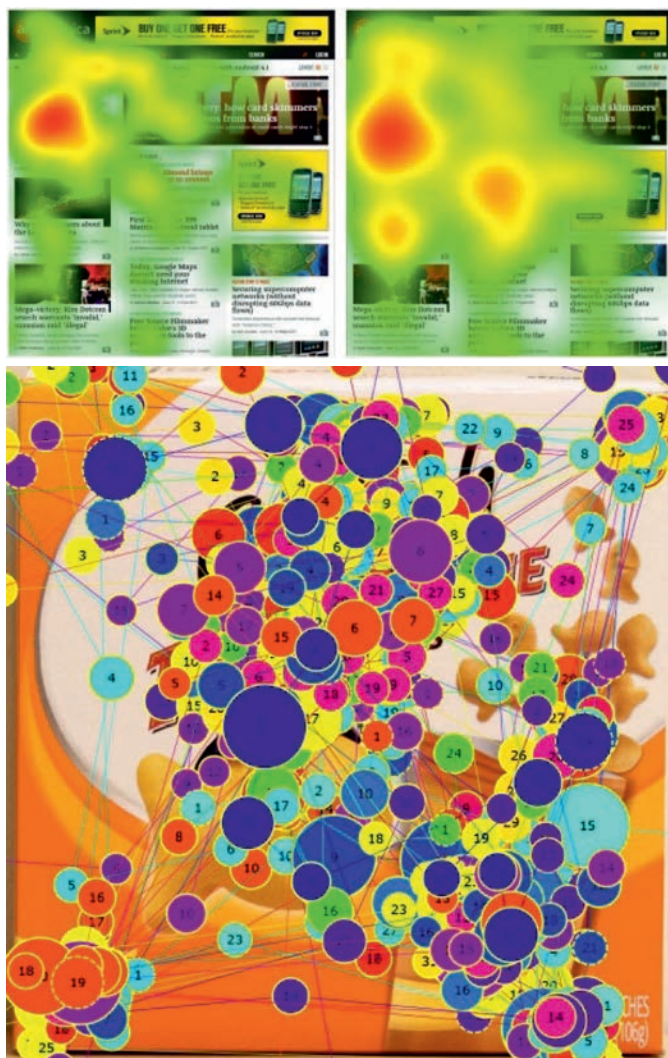
- częstotliwość próbkowania: 50 lub 100 Hz;
- kalibracja: jednopunktowa;
- liczba kamer rejestrujących: 4;
- format i rozdzielczość kamery: 1920 × 1080 pikseli przy 25 fps;
- kąt rejestracji sceny/ kąt widzenia kamery: 82° w poziomie, 52° w pionie;
- możliwość nagrywania dźwięku;
- pomiar wielkości źrenicy ([www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications), dostęp: 8.02.2018).

Konstrukcja i mobilność urządzenia Pro Glasses 2 sprawia, że jest ono wysoce intuicyjne i łatwe w użyciu, dzięki czemu przeprowadzający badanie może w pełni skupić się na przebiegu procesu badawczego oraz analizie danych w czasie rzeczywistym. Prezentowane rozwiązanie charakteryzuje szybka kalibracja jednopunktowa, niewymagająca wcześniejszego doświadczenia. Urządzenie Pro Glasses 2 może być przykładowo wykorzystywane do obserwacji zachowań dzieci ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi w różnych środowiskach: domowym, szkolnym, podczas nauki, zabawy czy interakcji z rówieśnikami. Pozwala ono na porównywanie uzyskanych wyników badań, tworzenie ich baz czy dzielenie ich na kategorie badawcze. Otwiera tym samym nowe, innowacyjne perspektywy pracy dla różnych grup zawodowych, zajmujących się osobami ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi, w tym pedagogów specjalnych ([www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2), dostęp: 8.02.2018).

### 3.3.3. Oprogramowanie Tobii Pro Lab

Oprogramowanie Tobii Pro Lab umożliwia prowadzenie badań i analizę danych na różnych poziomach szczegółowości, a co za tym idzie – w różnorodnych obszarach: od badań marketingowych w sklepach po eksperymenty psychologiczne i neuronaukowe. Współpracuje ono zarówno z eye trackerami stacjonarnymi, ekranowymi, jak i mobilnymi oraz okularami, wspierając cały proces badawczy – od

Ryc. 12. Tobii Pro Lab – przykładowe ekrany i filtry



Źródło: [www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab/#Features](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab/#Features), dostęp: 8.02.2018

projektowania testów i nagrywania ich przebiegu, po interpretację i prezentację wyników. Pozwala ono obserwować i analizować poszczególne nagrania oraz łączyć dane w celu analizy ilościowej i wizualizacji. Użycie tego oprogramowania zwiększa więc efektywność

działania na każdym etapie pracy naukowej, m.in. dzięki inteligentnemu interfejsowi i intuicyjnym funkcjom. Pro Lab zarządza dużymi wolumenami danych za pomocą zautomatyzowanego procesu w celu ułatwienia interpretacji i efektywnej prezentacji wyników. Zapewnia też precyzyjną i spójną dokładność pomiaru czasu, rzędu nawet milisekundy.

Oprogramowanie pozwala między innymi na obliczanie obszarów zainteresowania (AOI), wskaźników zdarzeń i wizualizację danych w celu analizy ilościowej i interpretacji. Dane można stosownie do potrzeb filtrować, koncentrując się tylko na interesujących badacza obszarach. Pro Lab oferuje m.in. takie możliwości, jak:

- wizualizacja wykresów temperatury (ang. *heatmaps*) i spojrzenia (ang. *gaze maps*);
- metryki oparte na statycznych i dynamicznych obszarach zainteresowania (AOI);
- dane zdarzeń oparte na zadaniach;
- segmentacja danych;
- eksport danych i metryk z zaawansowanymi opcjami filtrowania.

Przykładowe ekrany i filtry uzyskane z zastosowaniem oprogramowania Tobii Pro Lab przedstawiono na rycinie 12.

Oprogramowanie Tobii Pro Lab umożliwia także łatwe łączenie danych uzyskanych z eye trackera z innymi biometrycznymi strumieniami danych, takimi jak EEG, GSR lub EKG, oraz tworzenie szerokiego zakresu biometrycznych scenariuszy badań, co otwiera nowe możliwości badawcze w wielu dziedzinach, w tym w pedagogice specjalnej ([www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab), dostęp: 8.02.2018).

### **3.3.4. Charakterystyka systemu myGaze – eye trackera wykorzystanego w badaniach własnych**

Jako kolejny zostanie zaprezentowany system o nazwie myGaze Eye Tracker, z którego zastosowaniem wykonano przedstawione w książce badania dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Jego podstawowe pozytywne cechy to oparcie budowy i działania na najnowszej technologii oraz stosunkowo niskie koszty zakupu. System myGaze łączy w sobie eye tracker z oprogramowaniem treningowym. Umożliwia więc zarówno dokonanie stosownej diagnozy, jak i przeprowadzenie treningu. Wadą systemu jest stosunkowo mały zakres jego możliwości w obydwu wymienionych obszarach.

Przykładowo system myGaze umożliwia trenowanie uwagi wzrokowej oraz, co dla wielu osób niepełnosprawnych jest bardzo istotne, sterowanie komputerem bez udziału rąk, a także w dość ograniczonym zakresie wykonywanie wybranych zadań angażujących również wybrane procesy poznawcze. System MyGaze przykładowo ułatwia komunikację, zwiększa możliwość interakcji z otoczeniem przy udziale komputera, wspomaga uruchamianie procesów uwagi wzrokowej oraz innych, wybranych procesów poznawczych ([www.medipment.pl/produkt/Visual-Interaction-myGaze-80138](http://www.medipment.pl/produkt/Visual-Interaction-myGaze-80138), dostęp: 8.02.2018).

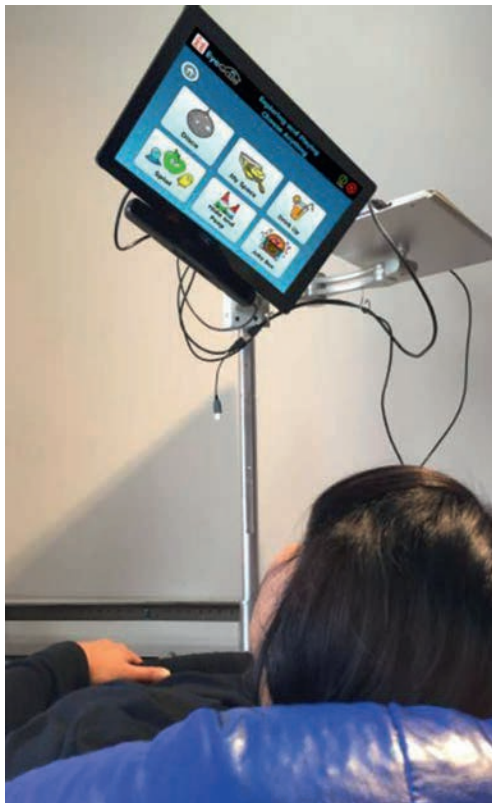
System myGaze, w najbardziej rozbudowanej formie, łączy w sobie następujące elementy sprzętowe i programowe:

- Eye tracker myGaze – jego użycie jest bardzo proste dla osób o różnych kolorach oczu, w różnym wieku, noszących okulary bądź soczewki kontaktowe. Urządzenie jest bardzo łatwe do skonfigurowania, wystarczy przymocować moduł eye trackera do monitora lub laptopa za pomocą uchwytu magnetycznego i połączyć za pomocą kabla USB, a następnie uruchomić oprogramowanie główne myGaze. Eye tracker myGaze oferuje tryb pracy bez kalibracji, pozwala na praktycznie natychmiastowe śledzenie wzroku użytkownika bez dodatkowej konfiguracji. W celu dokładniejszego śledzenia istnieje możliwość wyboru kilku alternatywnych trybów kalibracji, 9-punktowa kalibracja urządzenia dla każdej badanej osoby powoduje, że urządzenie bardzo dokładnie odwzoruje ruch gałek ocznych i fiksację na danym elemencie ekranu monitora. Dzięki opóźnieniu systemu, wynoszącemu mniej niż 50 ms, eye tracker myGaze jest najlepszym urządzeniem w swojej klasie ([www.mygaze.com/products/mygaze-eye-tracker](http://www.mygaze.com/products/mygaze-eye-tracker), dostęp: 8.02.2018). Na rycinie 13 przedstawiono eye tracker myGaze oraz sposób jego mocowania.

Specyfikacja techniczna eye trackera myGaze zaprezentowanego na rycinie 13:

- wymiary: 24 cm × 3cm × 3,5 cm,
- waga: 130 g wraz z kablem USB,
- podłączenie: Port USB 2.0 dla Windows 7, port USB 2.0 lub 3.0 dla Windows 8 i 10,
- odległość do pracy z urządzeniem: 50–75 cm,
- rozmiar pola, z jakiego urządzenie reaguje na ruch gałki ocznej: 32 cm × 21 cm,
- obsługiwane monitory: < 24",

Ryc. 13. Eye tracker myGaze wraz z demonstracją jego mocowania



Źródło: [www.bridges-canada.com/products/mygaze-eyemouse-play-software](http://www.bridges-canada.com/products/mygaze-eyemouse-play-software), dostęp: 8.02.2018

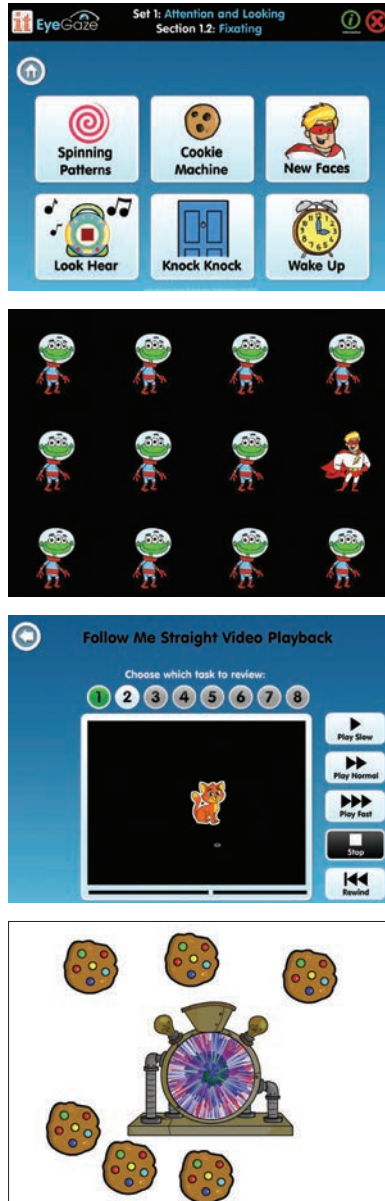
- system operacyjny: Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10 ([www.medipment.pl/produkt/Visual-Interaction-myGaze-80138](http://www.medipment.pl/produkt/Visual-Interaction-myGaze-80138), dostęp 8.02.2018).

Eye tracker rejestruje obrazy obojga oczu bądź jednego, wybranego przez osobę badającą, oka. Urządzenie, w którym znajduje się ukryta miniaturowa kamera wideo podłączona do monitora LCD, rejestruje obrazy obojga oczu. Program sterujący przetwarza te obrazy i w czasie rzeczywistym dostarcza danych o chwilowym kierunku linii wzroku, tzn. na który punkt ekranu spogląda osoba badana. Pomiar jest bezkontaktowy, nieinwazyjny, a sam proces odbywa się „w tle” i w żaden sposób nie ogranicza naturalnego sposobu zachowania osoby badanej, co pozwala m.in. na łatwe

i efektywne zastosowanie tego urządzenia w diagnostyce i terapii małych dzieci oraz osób niepełnosprawnych;

- EyeMouse Play Software – oprogramowanie umożliwiające szybką, precyzyjną i pełną obsługę komputera za pomocą wzroku. Wystarczy spojrzeć, aby sterować komputerem stacjonarnym lub laptopem. Pozwala ono przesuwając kursor po ekranie za pomocą wzroku i używać funkcji przycisków myszy na kilka różnych sposobów: za pomocą mrugnięcia, fiksacji wzroku lub klawiatury.
- Program treningowy "Attention and looking" – program ten zawiera 18 ćwiczeń dla osób rozpoczynających pracę z urządzeniami śledzącymi ruch gałki ocznej. Zawiera on między innymi następujące ćwiczenia:
  - Śledzenie: na co patrzysz? – ćwiczenia zostały zaprojektowane tak, aby zainteresować użytkownika tym, co dzieje się na ekranie. Zachęcają one do patrzenia na ekran oraz śledzenia wyświetlanych obrazów, interesujące animacje pozwalają na ćwiczenie śledzenia wyzwalanego przez bodźce, dane są zapisywane i przechowywane. Istnieje możliwość odtwarzania zapisów wideo oraz konstrukcji map skupienia uwagi (ang. *heatmaps*) i śledzenie linii ruchów oczu. Ćwiczenia z tej grupy pozwalają na ocenę przez terapeutę wzorca poruszania oczami, uwagi wzrokowej, preferencji i umiejętności selekcjonowania,
  - Fiksacja: czy patrzysz? – zestaw ćwiczeń pozwalający na naukę fiksacji wzroku na obiekcie, podczas użytkowania programu stosuje się wskaźnik myszy do interakcji, malowania i odsłaniania elementów. Zadania, w atrakcyjnej formie zabawowej, pozwalają na uzyskanie natychmiastowej informacji zwrotnej o sukcesie bądź porażce w wykonywaniu konkretnego zadania. Odpowiednio dobrane ćwiczenia zapewniają terapeutom możliwość oceny uwagi wzrokowej oraz umiejętności fiksacji,
  - Lokalizowanie: rozejrzyj się dookoła – ćwiczenia koncentrują się na nauce umiejętności skanowania wzrokiem (rozglądania się po ekranie), poruszania kursorem myszki w celu eksploracji ekranu. Specjalny moduł pozwala na zapisanie i analizę uzyskanych wyników w formie filmów lub wykresów. Ćwiczenia dają możliwość oceny postępów w nabywaniu umiejętności sterowania wzrokiem ([www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-attention-and-looking.html](http://www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-attention-and-looking.html), dostęp: 8.02.2018). Przykładowe zrzuty ekranu interfejsu użytkownika programu „Attention and looking” przedstawione zostały na rycinie 14,

Ryc. 14. Program treningowy "Attention and looking" – przykładowy interfejs użytkownika



Źródło: [www.inclusive.co.uk/attention-and-looking-p6544](http://www.inclusive.co.uk/attention-and-looking-p6544), dostęp: 8.02.2018

- Program treningowy "Exploring and playing" – zawiera on 18 gier podzielonych na trzy kategorie doskonalące umiejętności sterowania wzrokiem. Narzędzie analizy pozwala na nagrywanie, odtwarzanie oraz podstawową analizę danych zebranych podczas badania z użyciem między innymi następujących ćwiczeń:
  - Naprzemiennosc – ćwiczenia uczące dokonywania wyboru między kilkoma elementami na ekranie, doskonałą umiejętności wyboru spojrzeniem oraz wykonywania czynności w sekwencji i naprzemiennie,
  - Eksploracja – ćwiczenia służące wzmocnieniu pierwszej celowej eksploracji ekranu, doskonałą one umiejętności wykonywania ruchów celowych, dokonywania wyboru od 4 do 8 elementów, przeciągania obiektów,
  - Wybierz, co chcesz – ćwiczenia wprowadzające dokonywanie pierwszych wyborów bez możliwości popełnienia błędu; do niektórych ćwiczeń można dodać własne zdjęcia oraz muzykę, by zmotywować użytkownika do pracy z urządzeniem ([www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-exploring-and-playing.html](http://www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-exploring-and-playing.html), dostęp: 8.02.2018);
- Program treningowy "Choosing and Learning" – to zestaw 18 ćwiczeń obejmujących umiejętności podejmowanie decyzji. Należą do niego:
  - preferowane wybory – ćwiczenia skoncentrowane na nauce umiejętności podejmowania decyzji, dające szansę na zaprezentowanie wyborów dziecka oraz poznanie przez nie ich konsekwencji,
  - wybory liniowe – ćwiczenia wielokrotnego wyboru, pozwalające na podejmowanie prostych decyzji, dodatkowo zawierają one ćwiczenia przygotowujące do korzystania z prostych książek elektronicznych,
  - wybory wielokrotne – ćwiczenia są oparte na elemencie poznawczym oraz procesie podejmowania decyzji poprzez wybieranie spośród wielu elementów. Umożliwiają one ocenę oraz naukę umiejętności, takich jak: dopasowywanie, sekwencje, kategoryzowanie, dostrzeganie różnic oraz porównywanie, a także wyrażanie opinii. Ćwiczenia te stanowią wprowadzenie do oprogramowania komunikacyjnego: plansz z symbolami oraz wyrazami ([www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-choosing-and-learning.html](http://www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-choosing-and-learning.html), dostęp: 8.02.2018).

Jak wynika z dokonanej prezentacji, system myGaze to współpracujące ze sobą zaawansowane technicznie urządzenie, którego

działanie oparte jest na technice eye trackingu, oraz wysokiej klasy oprogramowanie. Istotne są możliwości techniczne tego urządzenia z jednej strony, a z drugiej – różnorodne oprogramowanie pozwalające dzieciom w różnym wieku i z różnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi na pracę w tym systemie. Umożliwia to prowadzenie diagnozy i terapii w różnych obszarach rozwojowych i edukacyjnych, oczywiście w ograniczonym zakresie, niemniej wysoce przydatnym i innowacyjnym. System myGaze wspiera więc pracę terapeutów, pedagogów specjalnych i nauczycieli, dając nowe możliwości oceny pracy z dzieckiem, umożliwiając tworzenie oraz wprowadzanie nowatorskich metod diagnozy i terapii oraz ocenę ich dopasowania do możliwości dziecka i zwiększania skuteczności działania. Co najważniejsze, system myGaze nie jest zamknięty na inne niż zaprezentowane rozwiązania i ćwiczenia. Może więc być on rozbudowywany i dostosowywany do potrzeb i możliwości pracującego w nim dziecka, uwzględniając jego aktualne potrzeby rozwojowe i edukacyjne.

### 3.3.5. Przykłady zastosowania techniki eye trackingu w badaniu osób ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi, w tym z zaburzeniami ze spektrum autyzmu

Technika eye trackingu wykorzystywana jest obecnie w wielu obszarach badawczych dotyczących osób ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi. Należą do nich:

- wsparcie terapeutyczne w: ADHD, niepełnosprawności ruchowej, niepełnosprawności intelektualnej, zaburzeniach ze spektrum autyzmu, porażeniu mózgowym, dysleksji, problemach komunikacyjnych;
- trening funkcji poznawczych w takich obszarach, jak: planowanie, uwaga, pamięć, myślenie przyczynowo-skutkowe, koncentracja;
- sterowanie aplikacjami i posługiwanie się komputerem w systemie Windows za pomocą wzroku przez osoby niepełnosprawne ([www.biomed.org.pl](http://www.biomed.org.pl), dostęp: 8.02.2018).

Sprzęt oferowany do użycia w wymienionych obszarach badawczych może rejestrować ruchy gałek ocznych oraz ruchy głowy (*head tracking*) w największym wizualnym polu o rozpiętości 360° przy użyciu od 6 do 8 kamer. Przykładowy obszar zastosowania to dysleksja. Zaburzenia ruchów sakadowych występują bardzo często u dzieci, zwłaszcza w wieku 5–7 lat, i powodują trudności podczas pracy wzrokowej, utrudniając czytanie oraz pisanie. Dziecko szybko

się męczy podczas czytania, wodzi palcem po tekście, skarży się na bóle głowy, falujący obraz, pomija lub myli znaki/ litery oraz wykazuje zaburzenia koordynacji wzrokowo-ruchowej. Zaburzenia widzenia obuocznego: pracy mięśni gałkoruchowych, zaburzenia wergencji i akomodacji, występują u około 50–60% osób z dysleksją.

Obszary zastosowania techniki eye trackingu w przypadku wymienionych problemów funkcjonalnych to:

- testy ruchliwości gałek ocznych w diagnostyce i ocenie postępów leczenia chorób okulistycznych;
- ocena behawioralna efektów terapii zachowawczej lub operacyjnej zaburzeń układu okoruchowego (zez, oczopląs);
- testowanie szybkości reakcji okulomotorycznej oraz stabilności fiksacji oka jako wskaźników przydatności do wykonywania określonych zadań, 42 ms to czas sakady, a 250 ms to czas oddzielający od siebie momenty zatrzymania wzroku, czyli fiksacji;
- ilościowa ocena zmian w procesie nauki czytania – ruchy saka-dowe stanowią podstawę prawidłowego odbioru i przetwarzania bodźców, utrzymują ostrość wzroku na jak najwyższym poziomie; w tym ocena:
  - utrzymania ciągłości fiksacji (tzw. spontaniczne sakady, 20/ min.),
  - jakości odpowiedzi na poziomie reakcji okoruchowych, zależnych od woli badanego, np. podczas przeszukiwania wzrokowego tekstu w celu znalezienia istotnej informacji (tzw. świadome sakady),
  - rozpraszalności lub po prostu prawidłowej reakcji na nowy obiekt w przestrzeni, często połączonej z ruchem głowy (tzw. nieświadome sakady);
- sterowania otoczeniem za pomocą wzroku przez osoby niepełnosprawne, system myGaze pełni funkcję myszy komputerowej, dzięki czemu istnieje możliwość pracy z dowolnym programem użytkowym. Narzędzie pozwala przesuwac za pomocą wzroku kursor po ekranie i uruchamiać wybrane funkcje/ zadania, np. angażujące procesy poznawcze ([www.biomed.org.pl](http://www.biomed.org.pl), dostęp: 8.02.2018).

Technika eye trackingu może być stosowana również w wybranych obszarach terapii. Za jej pomocą da się nie tylko zastąpić myszkę komputera, ale przede wszystkim w ramach terapii kształtować potrzebne funkcje uwagi i spostrzegania. Ma ona szerokie zastosowanie w rehabilitacji funkcji poznawczych, treningu spostrzegania i przetwarzania informacji wzrokowej, treningu fiksacji wzroku oraz

komunikacji. Technikę eye trackingu można łączyć z terapią biofeedback. Pozwala to podczas jednej sesji aktywizować wybrane obszary mózgu, jednocześnie kontrolując i nagradzając śledzenie treści będących przedmiotem zajęć. Inne możliwości to wykorzystanie techniki eye trackingu w połączeniu z Metodą Warnkego, co może przyczynić się w istotny sposób do poprawy funkcjonowania osoby poddanej terapii w zakresie pisania i czytania ([www.biomed.org.pl](http://www.biomed.org.pl), dostęp: 8.02.2018).

Badania naukowe dotyczące zastosowania techniki eye trackingu w diagnozie i terapii osób ze specjalnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi, w zawężeniu do grupy osób głuchych, zostały wykonane w ostatnim czasie (lata 2015–2016) na Uniwersytecie Pedagogicznym, w ramach współpracy pedagogów specjalnych i fizyków (Zielińska, 2016). Ich wyniki świadczyły jednoznacznie o przydatności omawianej techniki w badanym obszarze naukowym i stanowiły podstawę dla badań dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, przedstawionymi w prezentowanym opracowaniu.

Interesujące badania z użyciem eye trackera Tobii przeprowadzone zostały na Wydziale Psychologii Dziecka i w Dziecięcym Laboratorium Uniwersytetu w Uppsali w Szwecji przez profesora Claesa von Hofstena i jego zespół. Wykorzystano w nich śledzenie wzroku za pomocą eye trackera do pomiaru rozwoju umiejętności zapamiętywania położenia tymczasowo zasłoniętych obiektów oraz badania różnic w interakcjach społecznych u dzieci z typowym rozwojem i u dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Umiejętność zapamiętywania tymczasowo zasłoniętych obiektów jest bardzo istotna we wczesnym rozwoju dziecka. Zdolność ta pomaga odnosić się do rzeczy innych niż te, które są bezpośrednio dostrzegalne. Pomaga dzieciom zwiększyć ich zdolność odnoszenia się do świata zewnętrznego, przewidywania przyszłych zdarzeń i skutecznego współdziałania z otoczeniem. Pracownicy laboratorium w Uppsali wykonują badania w obszarze zastosowania techniki eye trackingu do badania rozwoju wymienionych umiejętności w pierwszym roku życia niemowlęcia (Gredebäck, Hofsten, 2007).

Inne badania przeprowadzone przez ten sam zespół pozwoliły na opracowanie metody wczesnej identyfikacji zaburzeń ze spektrum autyzmu z użyciem techniki eye trackingu. Ich podstawą było zbadanie specyfiki patrzenia przez dzieci na inne dzieci podczas obserwacji procesu interakcji społecznych. Porównano ze sobą wyniki dwóch grup: dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu i równoważnej pod względem wieku i płci grupy dzieci pełnosprawnych. Badania

wykonano podczas oglądania przez obydwie grupy filmów przedstawiających interakcje społeczne między małymi dziećmi. Zastosowanym w badaniach narzędziem był scharakteryzowany we wcześniejszej części opracowania eye tracker Tobii (Falck-Ytter i in., 2013).

Podobne do przedstawionych wyżej badania w obszarze identyfikacji zaburzeń ze spektrum autyzmu u dzieci w różnym wieku oraz osób dorosłych przeprowadzone zostały na Uniwersytecie w Osace, również z użyciem eye trackera Tobii. Zespół z Graduate School of Frontier Biosciences na Uniwersytecie w Osace w Japonii zbadał 25 małych dzieci (średni wiek 3 lata) z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, 25 dzieci pełnosprawnych w podobnym wieku oraz 27 dorosłych z zaburzeniami ze spektrum autyzmu i 27 pełnosprawnych dorosłych. Badane osoby oglądały te same krótkie filmy wideo pochodzące z programów telewizyjnych dla małych dzieci. Analizując uzyskane techniką eye trackingu wyniki badań, naukowcy opracowali metodę ilościową, pomagającą wstępnie zdiagnozować zaburzenia ze spektrum autyzmu (Nakano i in., 2010).

Omówione badania zostały wybrane celowo według dwóch kryteriów: grupy badawczej osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu oraz zastosowania w badaniach eye trackera Tobii. Inne przykładowe badania przeprowadzone w różnych grupach osób z ASD z zastosowaniem techniki eye trackingu zostaną przedstawione w kolejnym podrozdziale książki.

### 3.3.5.1. Wzorce aktywności podstawowych ruchów gałki ocznej u osób z ASD

Sakady i fiksacje, jako podstawowe ruchy gałki ocznej pełniące wiele istotnych funkcji w złożonych codziennych zadaniach i specyficzne dla określonego kontekstu, w którym przebiega aktywność, są najbardziej eksplorowane w badaniach naukowych, także w odniesieniu do osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Uzyskiwane rezultaty nie są jednak jednoznaczne i mogą być rozpatrywane z perspektywy odmiennych teorii powstawania autyzmu.

W latach sześćdziesiątych XX wieku O'Connor i Hermelin (1967, za: Kemner i in., 1998) odkryli, że dzieci z ASD znacznie krócej fiksowały wzrok na prezentowanych bodźcach niż dzieci, u których nie stwierdzono tego zaburzenia. Czas fiksacji wydłużał się, a osiągnięte wyniki w stosunku do grupy kontrolnej okazywały się wyższe, gdy bodźce wzrokowe były bardziej złożone i nietypowe.

Z kolei Verbaten i in. (1991, za: Kemner i in., 1998) stwierdzili, że dzieci z ASD krócej fiksują wzrok na bodźcach nieistotnych dla zadania. Opierając się na uzyskanych rezultatach, można by zatem przypuszczać, że nieprawidłowa aktywność okoruchowa jest warunkowana typem bodźca. Mając na uwadze przedstawione doniesienia, jak również rezultaty badań przeprowadzonych przez Roelofs w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, które wskazują na zwiększoną u dzieci z ASD w stosunku do grupy kontrolnej liczbę sakad pomiędzy kolejno prezentowanymi bodźcami, Kemner i in. (1998) przeprowadzili eksperyment z udziałem dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, dysleksją, ADHD oraz grupą nieujawniającą trudności rozwojowych. W założeniach badawczych uwzględniono istnienie związku pomiędzy deficytem uwagi a częstotliwością sakad, wykazanego przez R. Gronera i M.T. Groner (1989). Podczas prezentowania badanym nietypowych bodźców stwierdzono zwiększoną liczbę sakad w grupie dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Większa liczba sakad w stosunku do pozostałych grup generowana była również pomiędzy kolejnymi bodźcami, co wskazywałoby na niezależność aktywności sakadycznej od typu bodźca niespołecznego. Należałoby raczej rozważyć, zdaniem autorów, nieprawidłowości w obrębie mechanizmów korowych związanych z generowaniem sakad (Kemner i in., 1998). Z kolei w eksperymencie przeprowadzonym przez Minshew i in. (1999) nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupą z ASD a grupą kontrolną w odniesieniu do prędkości szczytowej, czasu trwania, latencji i dokładności wykonywanych sakad. Badani z grupy eksperymentalnej wykazywali natomiast zmniejszoną dokładność sakad w sytuacji, gdy istniała konieczność zapamiętania miejsca, w którym pojawił się bodziec. Wyniki wspierają zatem przede wszystkim teorię o korowych, nie zaś mózdkowych deficytach związanych z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, wskazując jednocześnie na osłabienie funkcji wykonawczych.

Odmienne rezultaty uzyskano w badaniach 65 osób z ASD w wieku między 6 a 44 lata a dobraną pod względem płci, wieku i wyników IQ, uzyskanych w skali niewerbalnej, grupą kontrolną. Sakady badanych osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu charakteryzowały się zmniejszoną dokładnością, wydłużonym czasem trwania i zmniejszoną prędkością szczytową. Wydłużeniu czasu trwania sakady związanego z przyspieszeniem prędkości szczytowej nie towarzyszyło jej opóźnienie. Występujące różnice dotyczyły badanych z ASD bez względu na ich wiek. Odkrycia te sugerują, że zarówno zaburzenia mózdku, jak i pnia mózgu przyczyniają się do zmienionej kontroli

sensomotorycznej w ASD. Deficyty w zakresie precyzyjnego i konsekwentnego kierowania ruchami oczu sugerują bowiem upośledzenie funkcji mózdzku, natomiast nietypowe wydłużenie czasu przyspieszenia ruchu w połączeniu z niższymi prędkościami sakady implikują nieprawidłowości związane z jądrem mostu (Schmitt i in., 2014).

Niespójne wyniki uzyskiwane są również w badaniach, w których brane są pod uwagę różne typy sakad. Antysakady u osób z ASD były eksplorowane między innymi przez Goldberga i in. (2002) oraz Lunę i in. (2007) (za: Rommelse i in., 2008). Badania wskazują na błędy kierunkowe i deficyt hamowania odpowiedzi w przypadku badanych z ASD. W jednym z badań stwierdzono jednak, że reakcja u tych osób przebiega wolniej, w drugim natomiast, iż osoby z ASD szybciej realizowały antysakadę niż badani z grupy kontrolnej.

Podczas badania sakad sterowanych pamięcią u osób w wieku od 8 do 17 lat Luna i in. (2007, za: Rommelse i in., 2008) zauważyli, że wykonywany ruch sakadyczny jest nieprecyzyjny, ale nie występuje efekt ich opóźnienia. Wyniki te były sprzeczne z rezultatami uzyskanymi wcześniej w podobnym badaniu przeprowadzonym przez Goldberga i współpracowników, którzy nie wykazali obniżenia dokładności sakad w porównaniu z grupą kontrolną, stwierdzili jednak, że ruch ten inicjowany jest wolniej.

Interesujących danych dostarczyły badania Shiramy i in. (2016), w których ocenie poddano czynniki wpływające na kontrolę fiksacji gałki ocznej u dorosłych z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Stwierdzono między innymi, że badane osoby miały trudności z utrzymaniem fiksacji. Ponadto stabilność fiksacji nie korelowała ze zdolnością do hamowania odruchowej reakcji przeniesienia wzroku na bodziec, ocenianą na podstawie antysakad. Zdaniem autorów, osoby z ASD ujawniają trudności w zakresie wykorzystywania alternatywnych informacji, takich jak sygnały w obwodowym polu widzenia.

Rahme i de Oliveira (2015) przeprowadziły badanie, odwołując się do teorii Andre Bullingera, zgodnie z którą kontrola posturalna i równowaga toniczno-motoryczna ułatwiają niemowlętom wchodzenie w interakcje z otoczeniem. Podczas eksperymentu badano czas fiksacji oka na obiektach społecznych i niespołecznych w dwóch sytuacjach: w pozycji siedzącej przed monitorem z wykorzystaniem oparcia dla stóp i pleców oraz w pozycji siedzącej bez oparcia. Stwierdzono, że nastąpił znaczny wzrost czasu trwania fiksacji oka na bodźcach wzrokowych w stanie oparcia. Spośród 18 prezentowanych bodźców wzrokowych 11 było bardziej intensywnie eksplorowanych przez dzieci z ASD w sytuacji podporu (6 z 12 przedstawianych twarzy i aż 5 z 6 obiektów).

W literaturze naukowej można odnaleźć stosunkowo niewiele informacji na temat badań poświęconych wolnym ruchom śledzenia. Wskazują one na związek ASD z nieprawidłowościami w obrębie ruchu śledzącego, ujawniającymi się obniżeniem prędkości oka w stosunku do celu i koniecznością wykonywania sakad nadążnych w celu ponownego uchwycenia poruszającego się obiektu (za: Whyatt, 2018)

Scharre i Creedon (1992) stwierdzili, że większość dzieci z ASD nie potrafi wykonać zadania polegającego na śledzeniu wolno poruszających się obiektów. W miejsce płynnego ruchu śledzenia pojawiały się sakady. Takarae i współpracownicy (2004) odnotowali natomiast, że osoby z ASD mają zbliżony czas latencji do osób neurotypowych. Trudności w początkowej fazie pościgu (otwartej pętli) ujawniały się jedynie podczas śledzenia celu przemieszczającego się do prawego pola widzenia i były właściwe dla wszystkich grup wiekowych. W fazie pętli zamkniętej natomiast występujące nieprawidłowości, charakteryzujące się opóźnieniem ruchu oka w stosunku do poruszającego się obiektu, nie były związane z kierunkiem ruchu, wykazywały natomiast związek z zaburzeniami praktyki u badanych. Badani z ASD mieli trudności z wykonaniem pierwszej sakady w kierunku uchwycenia celu w sposób precyzyjny i podążaniem za nim, zarówno w przypadku ruchu z prawej do lewej, jak i w kierunku odwrotnym. Jednocześnie deficyty pościgu w pętli zamkniętej zaznaczały się szczególnie w grupie uczestników powyżej 16. roku życia, co wskazywałoby na opóźnione dojrzewanie struktur obwodowych.

### 3.3.5.2. Zastosowanie techniki eye trackingu w badaniach percepcji twarzy

Naukowa wiedza dotycząca mechanizmów przetwarzania ludzkiej twarzy przez osoby z ASD jest wciąż jeszcze niepełna. Badania prowadzone w tym obszarze należą niewątpliwie do szczególnie istotnych, jako potencjalnie pomocne w stawianiu diagnozy ASD, jak również ocenie głębokości zaburzenia i efektywności prowadzonej terapii.

Okulografia została po raz pierwszy zastosowana do oceny deficytów społecznych u osób z ASD w badaniach Kiln i in. (2002), którzy wykazali, że w przypadku osób z ASD czas fiksacji na obszarze oczu był krótszy, dłuższy natomiast na innych obszarach twarzy. W badaniach Daltona i in. (2005) dokonano z kolei analizy fiksacji wzroku i aktywności obszarów mózgu odpowiedzialnych za rozpoznawanie twarzy i ich wyrazu emocjonalnego z wykorzystaniem fMRI. Jako

bodźce posłużyły zdjęcia emocjonalnych i neutralnych twarzy<sup>1</sup>, a następnie zdjęcia twarzy znajomych osób. U badanych z ASD w porównaniu z grupą kontrolną, którą stanowiły osoby neurotypowe, czas fiksacji wzroku na obszarze oczu był krótszy i korelował z obniżoną aktywacją zakrętu wrzecionowatego i podwyższoną aktywnością ciała migdałowatego, co wskazywałoby na wzmoczoną odpowiedź emocjonalną badanych z ASD. Nie zaobserwowano natomiast różnic w czasie fiksacji na obszarze ust i reszty twarzy.

Kolejnym kierunkiem zainteresowań badawczych była nie tylko weryfikacja występowania u badanych osób ASD (wówczas autyzmu, autyzmu wczesnodziecięcego), ale także poszukiwanie jak najwcześniejszych objawów występowania tego zaburzenia. W 2008 roku podjęto badania nad uwagą wzrokową z udziałem małych dzieci ze zdiagnozowanym ASD, dzieci z opóźnieniami w rozwoju oraz dzieci neurotypowych. Jako materiał diagnostyczny wykorzystano film, na którym aktorka siedząca na tle zabawek i przedmiotów z dziecięcego pokoju, odgrywając rolę opiekunki, zwracała się bezpośrednio do dzieci, prezentując im rymowanki i wesołe piosenki. Pomiarowi poddano czas fiksacji badanych na obszarze oczu opiekunki, jej ust, innych części ciała lub znajdujących się w tle przedmiotów. Stwierdzono, że u dzieci z ASD procent fiksacji na obszarze oczu był niższy niż na obszarze ust. Miara ta korelowała ze stopniem nieprawidłowości w rozwoju społecznym ocenionym za pomocą ADOS. Nie zaobserwowano natomiast różnic w badanym obszarze między dziećmi neurotypowymi a dziećmi z opóźnionym rozwojem (Klin, Jones, 2008).

W przypadku dzieci z autyzmem znamienny był zatem fakt, iż obserwowały przede wszystkim usta, a nie, jak to czyniła większość niemowląt, oczy mówiącej kobiety (Field i in., 1984; Clements, Perner, 1994). Badano również inny element związany z kontaktem wzrokowym – mruganie powiekami. W przypadku małych dzieci, które obserwują sytuacje np. podczas emisji filmu, występuje najczęściej zatrzymanie ruchu powiek, szczególnie w sytuacjach, gdy akcja jest wartka, z dużą ekspresją emocji (Clements, Perner, 1994; Klin, Jones, 2008). U badanych dzieci z autyzmem odnotowano natomiast stałą tendencję poruszania powieką podczas oglądaniu filmów zarówno tych pełnych emocji, z dynamiczną akcją, jak i nieangażujących uwagi czy emocji. To zjawisko można określić jako brak synchronizacji mrugnięć powiek (Nakano, Kato, Kitazawa, 2011).

---

<sup>1</sup> Wykorzystano bazę zdjęć Karolinska Directed Emotional Faces, KDEF.

Chawarska i Shic (2009) wykorzystali bazę fotografii twarzy KDEF w badaniach nad aktywnością wzrokową i rozpoznawaniem znajomych twarzy u małych dzieci z ASD oraz dzieci neurotypowych. Średni wiek badanych z ASD wynosił 26,9 m.ż. (I grupa) oraz 46,4 m.ż. (II grupa). W przypadku neurotypowych natomiast – 26,3 m.ż. (I grupa) oraz 46,3 m.ż. (II grupa). Uzyskane wyniki wskazują, że dzieci z obu wiekowych grup kontrolnych skanowały i rozpoznawały twarze w podobny sposób. Dzieci z ASD natomiast miały trudności z rozpoznawaniem znajomych twarzy, a ich uwaga wzrokowa była skupiona na nieistotnych dla kontaktu społecznego częściach twarzy. Starsze dzieci z ASD częściej też odwracały wzrok od prezentowanych twarzy.

W badaniach Wilsona, Brock, Palermo (2010) oprócz bodźców społecznych wprowadzono również przedmioty. Podczas oglądania fotografii przedstawiających naturalne sceny, uwzględniające oba typy bodźców, dzieci z ASD, podobnie jak dzieci neurotypowe z grupy kontrolnej, najpierw kierowały wzrok na postaci ludzi. Sumaryczny czas fiksacji wzroku na postaciach ludzi znajdujących się na wszystkich prezentowanych zdjęciach był dłuższy niż na przedmiotach w grupie dzieci o prawidłowym rozwoju. U dzieci z ASD natomiast był porównywalny dla bodźców społecznych i niespołecznych.

Kolejne badania pogłębiające analizę zagadnienia wykonała Hosozawa i in. (2012), badając grupę 25 dzieci z diagnozą ASD w średnim wieku 4,9 r.ż. w porównaniu 16 dzieci z SLI (*Specific Language Disorder* – specyficzne zaburzenia językowe) i grupą 25 prawidłowo rozwijających się dzieci w średnim wieku 3,1 r.ż. Podczas badań puszczano sześciosekundowe wideoklipy z programu telewizyjnego przeznaczonego dla dzieci, przedstawiające różne sytuacje społeczne, w których brało udział od jednej do kilku osób. Następnie dokonywano analizy skupienia uwagi badanych dzieci na ludziach i ich twarzach. Badania wykazały heterogeniczny model percepcji wzrokowej u dzieci z ASD w porównaniu z pozostałymi badanymi grupami, np. przedwcześnie wychodziły z kontaktu wzrokowego i odwracały wzrok podczas sytuacji, w których występowała komunikacja werbalna, znacznie rzadziej i krócej spoglądały na twarze aktorów w porównaniu z pozostałymi dwiema grupami. Badania te jednak nie potwierdziły wyników badań Klin i Jonesa (2008), wskazujących na mniejsze nasilenia u dzieci z ASD kontaktu wzrokowego i większą koncentrację uwagi na ustach.

Inne badania, prowadzone przez Chawarską, Macari, Shic (2012), ukierunkowane zostały na analizę wpływu kontekstu sytuacji oraz

zmian występujących w trakcie prezentacji bodźca na śledzenie go wzrokiem. W badaniach wzięło udział 54 dzieci z ASD w średnim wieku 1,8 r.ż.; 48 dzieci o prawidłowym rozwoju w wieku średnim 1,7 r.ż. oraz 20 z opóźnionym rozwojem w średnim wieku 1,7 r.ż. Podczas badania wykorzystano 3-minutowe filmy, w trakcie których kobieta siedząca za stołem na tle półek z zabawkami wykonywała różne czynności. Przeprowadzone analizy wskazują, że dzieci z ASD rzadziej w porównaniu z innymi grupami skupiały wzrok na twarzy prowadzącej program, a w szczególności na jej ustach. Dzieci z ASD wykazywały także większe zainteresowanie dłońmi aktorki i przedmiotami, niż badani z pozostałych grup.

Kolejne badania podjęte przez Chawarską i in. (Shic, Macari, Chawarska, 2013) ukierunkowane były poszukiwaniem prodromalnych wskaźników ASD. Badania prowadzone były w dwóch grupach dzieci z niskim i wysokim ryzykiem wystąpienia ASD w wieku od dwóch do sześciu lat.

Po przeprowadzeniu badań stwierdzono, że sześciomiesięczne dzieci z późniejszą diagnozą ASD wykazywały obniżoną uwagę na sceny społeczne, lecz zaburzeniom uwagi związanym z bodźcami społecznymi nie towarzyszył wzrost jej koncentracji na innych bodźcach – zabawkach czy przedmiotach (por. Shic, Macari, Chawarska, 2013).

Badania longitudinalne przeprowadził również Young z zespołem (2009) – dotyczyły grupy dzieci w wieku sześciu miesięcy określanych jako dzieci z niskim lub wysokim ryzykiem ASD. Badania koncentrowały się na interakcji twarzą w twarz dziecka i matki. Gdy dzieci osiągnęły drugi rok życia, podzielono je na cztery grupy, tj. takie, u których: 1) nie obserwowano objawów (35 dzieci), 2) występowały inne objawy, niecharakterystyczne dla ASD (7 dzieci), 3) opóźniony rozwój mowy i języka (5 dzieci), 4) z diagnozą ASD (3 dzieci). Uznano, iż grupy 1, 2 i 4 (oprócz dzieci z opóźnionym rozwojem mowy i języka) obejmowały dzieci z wysokiego i niskiego ryzyka wystąpienia ASD. Na podstawie analizy zgromadzonego materiału empirycznego wykazano, iż jedynie 3 z badanych dzieci ostatecznie otrzymało diagnozę ASD, ale u tych dzieci nie stwierdzono, by w jakiś specyficzny, nietypowy sposób patrzyły na twarz swoich matek. Zaobserwowano także, że dzieci, które w wieku sześciu miesięcy obserwowały usta swoich matek, w wieku dwóch lat prezentowały wyższy poziom rozwoju mowy i kompetencji językowych w stosunku do pozostałych badanych.

Badania prowadzone z dziećmi z ASD ze względu na stosowane bodźce można podzielić na statyczne i dynamiczne. Przypuszczalnie w badaniach, które wykorzystywały sytuacje statyczne, małe dzieci

koncentrowały mniejszą uwagę na twarzy oraz ustach w porównaniu z prawidłowo funkcjonującymi (Chawarska, Shic, 2009; de Wit, Falck-Ytter, von Hofsten, 2008). Natomiast na przykład badania Falck-Ytter (2008) wskazują na fragmentaryczną analizę twarzy przez dzieci z ASD. W przypadku analizy dynamicznych badań, jak to przedstawiono powyżej (Shic, Macari, Chawarska, 2013), stwierdzono z kolei zmienność wzorców obserwacji twarzy. Na obecnym etapie badań zastosowanie eye trackingu pozwala stwierdzić, iż dzieci z ASD spoglądają na twarze w różnych kontekstach, odwołując się do pamięci obserwowanych twarzy oraz zachowań, z jakimi mają do czynienia w codziennych sytuacjach (Falck-Ytter i in., 2010).

W ostatnim czasie badania nad uwagę wzrokową i jej funkcjonowania u małych dzieci z ASD podczas interakcji społecznych zostały podjęte również w Polsce w ramach projektu „Multimodalny system do funkcjonalnej diagnostyki i wspomagania terapii dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu” prowadzonego przez firmę Neuro Device, Fundację Synapsis oraz firmę Media Bridge. Zasadniczym celem projektu było zaprojektowanie stanowiska badawczego, jak również oprogramowania umożliwiającego przeprowadzenie pomiarów okulograficznych i EDA u małych dzieci. Ocenie poddano również materiał diagnostyczny przeznaczony dla dzieci w wieku od dwóch do pięciu lat, jak również użyteczność przeprowadzonych pomiarów w procesie diagnozy zaburzeń ze spektrum autyzmu.

Z analizy danych opublikowanych w pierwszym raporcie wynika, między innymi, że podczas oglądania dwóch z pięciu filmów stanowiących materiał diagnostyczny dzieci ze zdiagnozowanym ASD skupiały wzrok istotnie krócej na twarzy aktorki (a bardziej szczegółowo na jej oczach, ustach) niż dzieci neurotypowe, dłużej natomiast koncentrowały się na dystraktorach. Różnice w procentowym czasie skupienia uwagi na wskazanych obszarach zainteresowania podczas oglądania pozostałych filmów nie były natomiast istotne statystycznie. Uzyskane rezultaty wskazują, zdaniem autorów projektu, na trudności badanych w zakresie utrzymywania kontaktu wzrokowego lub też świadczą o obniżonej uwadze w odniesieniu do bodźców społecznych (Guzik-Kornacka i in. 2019).

Oslabione zainteresowanie kontaktem społecznym i deficyty związane z utrzymywaniem uwagi na twarzy partnera podczas interakcji obserwowane, jak wskazują zaprezentowane w tej części opracowania wyniki wybranych badań naukowych, już w pierwszych miesiącach życia dziecka z ASD pociągają za sobą szereg następstw dla jego rozwoju, zaburzając szczególnie funkcjonowanie społeczno-

-emocjonalne. Wczesna diagnoza, z wykorzystaniem eye trackingu, nie tylko sprzyja rozpoznaniu biomarkerów zaburzenia związanych z aktywnością okoruchową, ale również umożliwia zaprojektowanie i wdrożenie efektywnych oddziaływań terapeutycznych.

### 3.3.5.3. Powiązanie badań z innymi aspektami rozwojowymi osób z zaburzeniami spektrum autyzmu

W 2010 roku Pierce wraz z zespołem zajęła się poszukiwaniem cech pozwalających na jednoznaczne stwierdzenie, jak i diagnozowanie autyzmu we wczesnym okresie rozwoju dziecka. Badania polegały na analizie ruchu gałek ocznych dzieci w wieku 14 miesięcy, które siedząc na kolanach swoich rodziców, obserwowały krótkie filmy z kształtami geometrycznymi. Okazało się, iż w porównaniu z innymi grupami badanych, dzieci z autyzmem wolały oglądać obrazy geometryczne niż filmy z zachowaniami społecznymi (Pierce, 2010). Następnie wykonano badania z filmem z poruszającymi się geometrycznymi wzorami.

Badania prewencyjne, prowadzone w celu wczesnego wyłonienia dzieci obarczonych **ryzykiem spektrum autyzmu**, zostały wykonane z wykorzystaniem testu Geo PREF, które podobnie jak powyższe, polegał na śledzeniu ruchu gałek ocznych noworodków podczas oglądania filmu z przemieszczającymi się kształtami geometrycznymi. Badania dobrze rokują, ponieważ z dużym prawdopodobieństwem wskazują na zagrożenie zaburzeniami spektrum autyzmu u badanych dzieci, wymagają jednak poszerzenia ilościowego i jakościowego.

W analizach opracowań badawczych zwraca się uwagę na konieczność wydobywania istotnych elementów z otaczającej nas rzeczywistości – ciągłej percepcji, a następnie analizy i syntezy wielozmysłowej, wyboru odbieranych informacji, kojarzenia, porównywania itd. Konieczne jest dokonywanie wielozmysłowego poznawania (Murray, Wallace, 2011). Większość osób z ASD przejawia problemy związane z percepcją i przetwarzaniem informacji (Sumbly, Pollack, 1954). Poznając otaczającą rzeczywistość, zbieramy informacje wszystkimi zmysłami, np. uderzenie piłki o podłogę dostarcza przede wszystkim informacji zawartych w obrazie, dźwięku, wibracji. Czas zdobywania informacji jest zróżnicowany, ponieważ dźwięk i poczucie wibracji – doświadczenia prioproceptywne – są sygnałami opóźnionymi w stosunku do obrazu, ta różnica dotyczy często kilkuset milisekund, których w postaci przesunięć na co dzień nawet nie zauważamy. W badaniach, jakie przeprowadzono w 2014 roku (Stevenson i in., 2014),

wykazano, iż połączenie obrazu z dźwiękiem przy wykonaniu dłuższych przerw było dla dzieci z autyzmem prostsze i odpowiedzi były poprawne. W przypadku dzieci prawidłowo rozwijających się takich różnic nie zaobserwowano. Zbyt długi czas pomiędzy bodźcami, jak również powiększająca się liczba elementów obecnych w przekazie powodują znaczące pogorszenie uzyskiwanych wyników (Stevenson i in., 2014; Wojnarowski i in., 2013).

Wallace z Vanderbilt Brain Institute w Stanach Zjednoczonych (sciencedaily.com, dostęp: 10.03.2018) prowadził badania integracji wzrokowo-ruchowej. Wzięły w nich udział 64 osoby w przedziale wiekowym od 6. do 18. roku życia, podzielone na dwie równe grupy liczące po 32 dzieci: prawidłowo funkcjonujących i z diagnozą autyzmu (ASD). Jak wynika z przedstawionych podsumowań, dzieci z autyzmem posiadały poważne problemy z integracją materiału przekazywanego z wykorzystaniem kanału wzrokowo-słuchowego. Reakcje obronne, obserwowane podczas badań, występujące również w codziennych sytuacjach (trzeptanie rękoma, zatykanie uszu itp.), mogą świadczyć o nadmiarze bodźców. Wallace uważa, iż jest to mechanizm obronny przed nadmiarem bodźców, nakierowanie percepcji na jeden kanał, co ma polepszyć odbiór i pozwolić na rozumienie otaczającej rzeczywistości.

Zaprezentowane w tym rozdziale informacje dotyczą dwóch podstawowych obszarów. Pierwszy z nich poświęcony jest samej technice eye trackingu, rodzajom eye trackerów i możliwościom ich zastosowania w różnych obszarach diagnozy i terapii, jak również badaniach naukowych.

W drugim skoncentrowano się na prezentacji badań dotyczących osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, podczas których ocenie poddawano aktywność okoruchową zarówno w perspektywie funkcjonowania społeczno-emocjonalnego badanych, jak i ich rozwoju poznawczego. Analiza trudności doświadczanych przez osoby z zaburzeniami ze spektrum autyzmu podczas aktywności okoruchowej, wskazując na ich podłoże neurobiologiczne, uzmysławia przede wszystkim ogrom problemów przeżywanych w ich codziennych aktywnościach. Skłania też do rozważenia możliwości rozszerzenia diagnozy o ocenę umiejętności związanych z pobieraniem i analizowaniem danych za pośrednictwem wzroku na wczesnych etapach rozwoju dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu.

## Rozdział 4.

# Podstawy metodologiczne badań własnych

### 4.1. Cel, przedmiot badań, problemy badawcze i hipotezy robocze

Widzenie polega na percypowaniu sekwencji kadrów dzięki dostosowaniu położenia oczu w sposób umożliwiający fiksację na najbardziej interesujących częściach sceny wizualnej. Dla widzenia niezbędne są zatem ruchy oczu<sup>1</sup>, zarówno te zapewniające możliwość zmiany obszaru, który poddawany jest w danym momencie obserwacji, jak i ruchy pozwalające na utrzymanie spojrzenia na wybranym obiekcie. Nie ulega też wątpliwości, iż związana z zaburzeniami aktywności okoruchowej przypadkowość w próbkowaniu informacji za pośrednictwem wzroku wywiera negatywny wpływ na funkcjonowanie małego dziecka, zarówno w odniesieniu do planowania ruchowego i skutecznego działania, jak i tworzenia przez nie reprezentacji poznawczej otaczającego świata.

Przedmiotem prezentowanych badań była aktywność okoruchowa pięcio- i sześciolletnich dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu podczas śledzenia wolno poruszających się obiektów oraz fiksacji na obiektach pozostających w ruchu obrotowym.

Celem diagnostyczno-eksploracyjnym przeprowadzonych badań była ocena i przebieg aktywności okoruchowej pięcio- i sześciolletnich dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, obejmująca umiejętność śledzenia wzrokiem w pełnym zakresie ruchu oraz sposób, w jaki badani fiksują wzrok na dynamicznych elementach pojawiających się w scenie wizualnej.

---

<sup>1</sup> Jeśli przeciwdziała się wszystkim ruchom oczu, percepcja wzrokowa zanika (Pritchard, 1960, za: Bałaj, 2011).

Celem praktycznym było natomiast sformułowanie wskazań na potrzeby procesu wczesnego wspomagania dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu w odniesieniu do stwierdzonych problemów w zakresie percepcji informacji wizualnej.

Na podstawie analizy literatury przedmiotu dotyczącej prawidłowości rozwoju widzenia i sensomotorycznej kontroli ruchów oczu u osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu sformułowane zostały następujące problemy badawcze:

1. Jak przebiega aktywność okoruchowa u badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu podczas śledzenia wolno poruszającego się obiektu?

a) w płaszczyźnie wertykalnej, horyzontalnej i skośnej?

Hipoteza robocza: na podstawie literatury przedmiotu można stwierdzić, iż zapisy pozycji i ruchu oka podczas pościgu obiektów poruszających się w płaszczyźnie wertykalnej, horyzontalnej i skośnej są zróżnicowane i wskazują na trudności badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu z utrzymywaniem wzroku w sposób ciągły na poruszającym się obiekcie (faza II). Ruch oka w płaszczyźnie horyzontalnej od lewej do prawej oraz ruch opadający w płaszczyźnie wertykalnej jako najbardziej naturalne są dla badanych najłatwiejsze.

b) po liniach łamanych, falistych i okręgach?

Nie znaleziono w literaturze przedmiotu pozycji, które umożliwiłyby postawienie hipotezy, dlatego też problem badawczy pozostaje otwarty.

2. Jak przebiega aktywność okoruchowa badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu podczas obserwacji pozostającego w ruchu obrotowym się obiektu?

Nie znaleziono w literaturze przedmiotu pozycji, które umożliwiłyby postawienie hipotezy, dlatego też problem badawczy pozostaje otwarty.

3. Czy istnieje związek (a jeśli tak, to jaki) pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum a sposobem wykonywania przez nie ruchu śledzącego?

Nie znaleziono w literaturze przedmiotu pozycji, które umożliwiłyby postawienie hipotezy, dlatego też problem badawczy pozostaje otwarty.

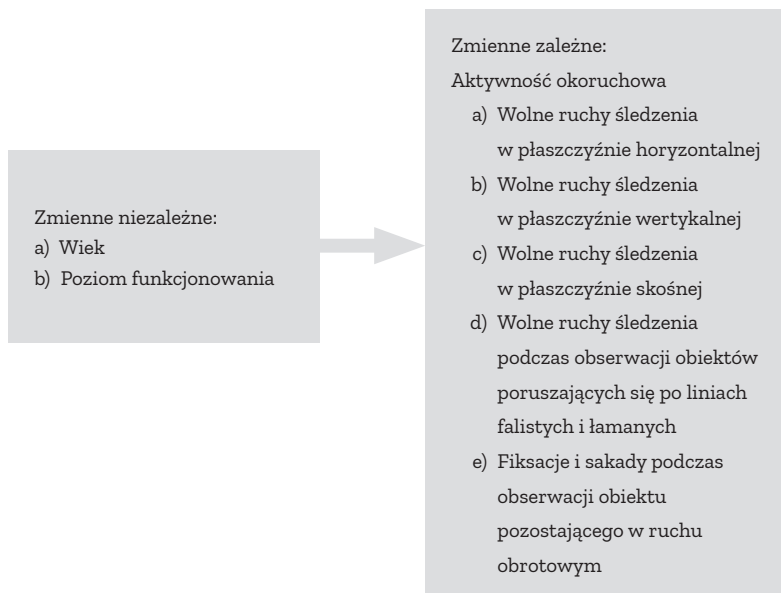
4. Czy istnieje związek (a jeśli tak, to jaki) pomiędzy wiekiem badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu a sposobem wykonania ruchu śledzącego?

Hipoteza robocza: na podstawie literatury przedmiotu można stwierdzić, iż wiek nie jest zmienną określającą sposób wykonania zadania przez badane dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu.

## 4.2. Zmienne i ich wskaźniki

Na podstawie przedstawionych założeń metodologicznych ustalono zmienne zależne i niezależne (rycina 15).

Ryc. 15. Zmienne zależne i niezależne



Źródło: opracowanie własne

W prezentowanych badaniach poddano kontroli aktywność okoruchową badanych w kontekście dwóch podstawowych zmiennych niezależnych: wieku oraz poziomu funkcjonowania charakteryzowanego trudnościami w obrębie interakcji społecznych i komunikacji oraz nieefektywnymi, powtarzającymi się wzorcami aktywności i zainteresowań.

W celu operacjonalizacji przyjętych zmiennych wyodrębniono odpowiadające im wskaźniki, które zaprezentowane zostały w tabeli 2.

Tabela 2. Zmienne niezależne i ich wskaźniki

| Lp. | Zmienna niezależna    | Wskaźnik  |
|-----|-----------------------|---|
| 1.  | Wiek                  | - Dane z dokumentacji   |
| 2.  | Poziom funkcjonowania | - Dane z wywiadu z nauczycielami<br>- Dane z kwestionariusza AQ |

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 3 zaprezentowano wskaźniki zmiennych zależnych.

Tabela 3. Zmienne zależne i ich wskaźniki

| Lp. | Zmienna   | Wskaźnik   |
|-----|---|--|
| 1.  | Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie horyzontalnej  | - Wyniki badania eye trackingowego – zadanie 1, w postaci zapisu map cieplnych oraz filmów wideo<br>- Wartość współczynnika korelacji rang Spearmana |
| 2.  | Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej  | - Wyniki badania eye trackingowego – zadanie 1 w postaci zapisu map cieplnych oraz filmów wideo<br>- Wartość współczynnika korelacji rang Spearmana  |
| 3.  | Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie skośnej  | - Wyniki badania eye trackingowego – zadanie 1 w postaci zapisu map cieplnych oraz filmów wideo<br>- Wartość współczynnika korelacji rang Spearmana  |
| 4.  | Wolne ruchy śledzenia podczas obserwacji obiektów poruszających się po liniach falistych i łamanych | - Wyniki badania eye trackingowego – zadanie 2 w postaci zapisu map cieplnych oraz filmów wideo<br>- Wartość współczynnika korelacji rang Spearmana  |
| 5.  | Fiksacje i sakady podczas obserwacji obiektu pozostającego w ruchu obrotowym                        | - Wyniki badania eye trackingowego – zadanie 3 w postaci zapisu map cieplnych oraz filmów wideo<br>- Wartość współczynnika korelacji rang Spearmana  |

Źródło: opracowanie własne

### 4.3. Charakterystyka badanych osób

W badaniach uczestniczyło 51 dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, u których na podstawie badania psychometrycznego stwier-

dzono normę intelektualną. Badania psychologiczne prowadzone były z użyciem różnych testów. Osoby badające nie miały dostępu do tej dokumentacji. Rodzice wyrazili zgodę na udział dzieci w badaniu i zostali poinformowani o jego przebiegu.

Biorąc pod uwagę fakt, iż aktywność okoruchowa jest związana z pcią, analizie poddano ostatecznie dane uzyskane podczas badania 43 chłopców. Podstawowe informacje dotyczące funkcjonowania badanych dzieci uzyskano na podstawie wywiadów z nauczycielami przedszkola.

Ze względu na zmiany dokonujące się w rozwoju umiejętności widzenia badanych podzielono na dwie grupy ze względu na wiek (tabela 4).

Tabela 4. Struktura badanej grupy ze względu na wiek

| Grupa | Wiek (m.ż) | Liczba |
|-------|------------|--------|
| I     | 48–59      | 19     |
| II    | 60–71      | 24     |

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie analizy materiału empirycznego uzyskanego podczas wywiadu, dotyczącego:

- komunikacji i interakcji społecznych,
- charakterystycznych wzorców zachowań, zainteresowań, aktywności,
- zaburzeń przetwarzania sensorycznego,
- samodzielności dziecka,
- przebiegu rehabilitacji (podejścia terapeutyczne, stosowane metody),

oraz za pomocą kwestionariusza The Autism-Spectrum Quotient: Children's Version (AQ-Child), wersja polska: Kwestionariusz Zachowania i Osobowości (AQ) w adaptacji Pisuli, Rynkiewicz, Łuckiej (2010), dokonano podziału badanych na trzy podstawowe grupy, ze względu na poziom nasilenia objawów ze spektrum autyzmu, zgodnie z klasyfikacją DSM-5.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że:

- 19 badanych nie porozumiewa się werbalnie, przejawiając poważne deficyty w zakresie komunikowania się i interakcji społecznych oraz powtarzające się, uporczywe zachowania i wzorce aktywności ograniczające samodzielne funkcjonowanie;
- 21 wykorzystuje mowę w ograniczonym zakresie (14 badanych używa pojedynczych słów, natomiast u 7 stwierdzono występowanie echolalii bezpośrednich i/ lub odroczonej);

- 2 badanych komunikuje się werbalnie za pośrednictwem zdań, lecz w opinii nauczycieli występują u nich deficyty w zakresie wykorzystywania przekazów niewerbalnych oraz inicjowania kontaktu;
- występowanie zachowań trudnych o różnym nasileniu stwierdzono u wszystkich badanych;
- badani korzystają z różnych dodatkowych metod i form terapii, w tym: terapii integracji sensorycznej – 16 badanych grupy I i 21 grupy II (zarówno ze względu na zaburzenia modulacji sensorycznej, jak i zaburzenia motoryczne o podłożu sensorycznym), metody Tomatisa – 15 badanych grupy II, metody EEG-biofeedback – 10 badanych grupy II, animaloterapii – 6 badanych grupy I i 3 badanych grupy II, muzykoterapii – 5 badanych grupy I i 2 badanych grupy II, metody Veroniki Sherborne – 11 badanych grupy I i 8 badanych grupy II;
- u wszystkich badanych stwierdzono występowanie (w różnym stopniu) powtarzających się aktywności, zaabsorbowania określonymi przedmiotami i schematyczne wykorzystywanie niegodne z ich przeznaczeniem.

Tabela 5. Struktura badanej grupy ze względu na nasilenie objawów ze spektrum autyzmu

| Poziom  | Liczba badanych |          |
|---|-----------------|----------|
|   | Grupa I         | Grupa II |
| I – osoby wymagające wsparcia                 | 1               | 3        |
| II – osoby wymagające znacznego wsparcia      | 7               | 12       |
| III – osoby wymagające bardzo dużego wsparcia | 11              | 9        |

Źródło: opracowanie własne

#### 4.4. Materiał i metoda badawcza

W badaniach zastosowano metodę testowania, która pozwala na „zbieranie danych opisujących osoby badane oraz aspekty ich działania na wymiarach reprezentujących zmienne nieobserwowalne, szacowane za pomocą testu” (Rubacha, 2008).

Materiał empiryczny został zgromadzony za pomocą eye trackera myGaze będącego urządzeniem do oceny aktywności okoruchowej, posiadającym jednocześnie oprogramowanie treningowe. Urządzenie może być stosowane także u osób, które ze względu na wadę wzroku używają szkieł korygujących widzenie.

Przeprowadzony test obejmował serię zadań zawartych w module treningowym „Attention and looking”. Spośród 18 gier tej aplikacji, przeznaczonej dla użytkowników rozpoczynających pracę z urządzeniami, które śledzą ruchy gałki ocznej, wybrano podstawowe próby pozwalające na ocenę fiksacji, wolnego ruchu śledzenia oraz ruchów sakadycznych.

**Zadanie 1.** Polega na śledzeniu obiektu wolno przemieszczającego się po ekranie komputera po linii prostej (horyzontalnie, wertykalnie, skośnie).

**Zadanie 2.** Polega na śledzeniu obiektu przemieszczającego się po ekranie po liniach krzywych i falistych.

W obu próbach ocenie podlegają wolne ruchy śledzenia, jak również uwaga wzrokowa. W zamyśle twórców zadania te umożliwiają określenie wzorców ruchowych oka, uwagi wzrokowej oraz umiejętności związanych z dyskryminacją bodźców wzrokowych (Butler i in., 2004).

**Zadanie 3.** Fiksacja – „Czy patrzysz?” – polega na utrzymywaniu wzroku na środku obiektu, który pozostaje w ruchu obrotowym (maszyna do ciastek). Gdy badany skupia wzrok, ruch przebiega płynnie, a wokół maszyny wyskakują nowe elementy (ciasteczka), których pojawienie się skojarzone jest z dźwiękiem. Zadanie pozwala ocenić fiksację na poruszającym się elemencie, wskazując jednocześnie, czy badany odwołuje się do obrazów peryferyjnych (tamże).

Na podstawie badań pilotażowych, które obejmowały dwa spotkania, ustalono, że zaangażowanie w wykonanie zadania i jego poprawność wzrasta, gdy:

- dzieci samodzielnie wybierają obiekt, który będą obserwowały;
- obiekty poruszają się wolno – 14 s (czas potrzebny na przemieszczenie się obiektu z jednego krańca ekranu na drugi);
- obiekty mają największy (spośród trzech możliwych rozmiarów). Opracowanie materiału badawczego obejmowało analizę:
- treści map prezentujących aktywność okoruchową badanych dzieci podczas wykonywania serii zadań związanych ze śledzeniem obiektów niespołecznych (postacie z bajek, figury);
- filmów wideo, na których zapisano przebieg ruchów gałki ocznej.

## Rozdział 5.

# Wyniki badań własnych

### 5.1. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia wolno poruszających się obiektów

#### **Preferowane cechy bodźców**

Badane dzieci miały możliwość samodzielnego wyboru jednego lub kilku obiektów, które pojawiały się na ekranie komputera. Zazwyczaj badani chłopcy wybierali trzy elementy spośród obiektów tematycznych i jeden element spośród figur. Najczęściej wybieranymi elementami tematycznymi były :

- samochód (16 badanych),
- Superman (11 badanych),
- smok (11 badanych),
- czarodziej (8 badanych),
- pies (7 badanych),
- kot (7 badanych).

Spośród figur najczęściej wybierane były:

- koło (32 badanych),
- gwiazda (11 badanych).

Spośród kolorów natomiast badani najczęściej wybierali:

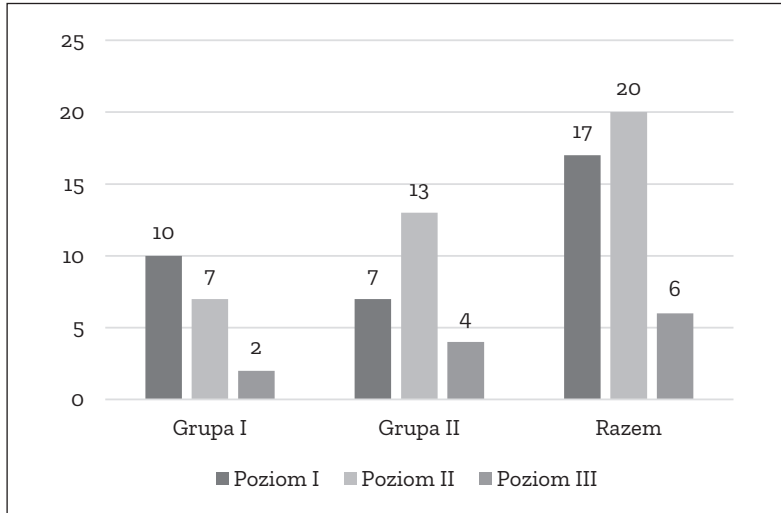
- czarny (11 badanych),
- czerwony (25 badanych).

Wybór obiektów tematycznych nie wskazuje na szczególne zainteresowanie badanych obiektami złożonymi i nietypowymi. Są to raczej preferencje związane z oglądanymi bajkami, posiadanymi zabawkami i ulubionymi aktywnościami. Wybór kolorów wskazywał natomiast, że badani najczęściej preferowali kolor o niskim nasyceniu i jasności.

## Podstawowe wzorce ruchu

Przeprowadzone badania ujawniły trzy podstawowe wzorce aktywności okoruchowej podczas wykonywania wolnych ruchów śledzenia w płaszczyźnie horyzontalnej w kierunku od lewej do prawej strony (wykres 1, tabela 6).

Wykres 1. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia poruszających się obiektów w płaszczyźnie horyzontalnej w obu kierunkach (zestawienie wyników)



Źródło: opracowanie własne

Tabela 6. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia poruszających się obiektów w płaszczyźnie horyzontalnej w obu kierunkach (zestawienie wyników)

| Poziom     | Grupa I | Grupa II | Razem |
|------------|---------|----------|-------|
| Poziom I   | 10      | 7        | 17    |
| Poziom II  | 7       | 13       | 20    |
| Poziom III | 2       | 4        | 6     |

### Legenda

Poziom I. Pojedyncze punkty fiksacji (także poza torem ruchu obiektu)

Poziom II. Pościg na krótkim odcinku toru ruchu obiektu

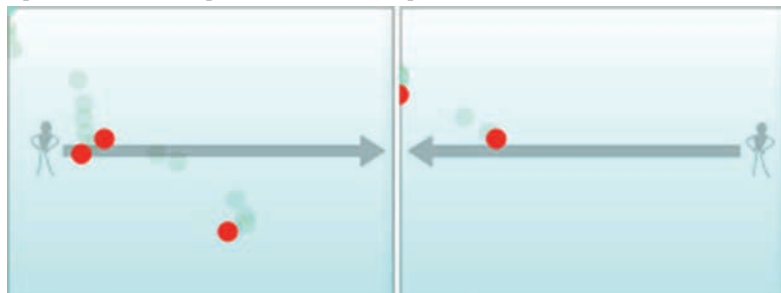
Poziom III. Próby utrzymania wzroku na poruszającym się obiekcie zgodnie z kierunkiem i torem ruchu (liczne skupiska punktów fiksacji wokół toru)

Źródło: opracowanie własne

Wzorce ruchu w obu kierunkach w przypadku każdego z badanych nie różniły się. Pierwszy rodzaj aktywności odzwierciedlają na

mapach świetlnych pojedyncze punkty fiksacji, które pojawiły się podczas śledzenia obiektu (rycina 16).

Ryc. 16. Wolne ruchy śledzenia – badany 8 (64. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

Taki sposób wykonania zadania odnotowano u 10 badanych z grupy I i 7 badanych z grupy II. Analiza filmów rejestrujących aktywność oka podczas zadania pozwala stwierdzić, że we wszystkich przypadkach fiksacje umiejscowione na linii ruchu obiektu związane były ze zmianą jakości i dynamiki ruchu. W odniesieniu do figur był to obrót. Natomiast w przypadku pojawiających się na ekranie postaci lub zabawek gwałtowne poruszenie się skojarzone z dźwiękiem (na przykład smok tupiący nogami, który jednocześnie ziewa ogniem i wydaje donośny odgłos). Zaobserwowano również, że u 10 badanych skupiska punktów fiksacji pojawiły się w momencie rozpoczęcia ruchu. U 7 badanych chłopców nie odnotowano ruchu śledzenia. Oko utrzymywało się w punkcie, którym pojawił się obiekt.

Drugi typ aktywności okulomotorycznej stanowił pościg obiektu na krótkim odcinku trajektorii jego ruchu (rycina 17).

Ryc. 17. Wolne ruchy śledzenia – badany 12 (59. m.ż.)

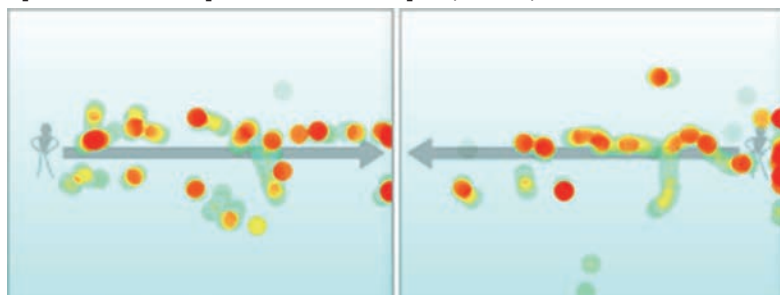


Źródło: opracowanie własne

Ten typ aktywności stwierdzono u 7 badanych grupy I i 13 badanych grupy II. Zazwyczaj (10 osób) ruch śledzący obserwowany był poniżej toru ruchu obiektu. Analiza map cieplnych wskazuje, że sposób wykonania zadania nie zależał od kierunku ruchu (od prawej do lewej lub odwrotnie). W tej grupie również zaobserwowano, że początek ruchu jest momentem szczególnie angażującym aktywność wzroku (skupiska czerwonych punktów umiejscowione na początku ścieżki ruchu obiektu stwierdzono w 11 przypadkach).

Trzeci spośród wyodrębnionych wzorców, zaprezentowany na rycinie 18, ujawnia próby podążania za obiektem zgodnie z kierunkiem i torem ruchu. Rozkład punktów zaprezentowanych na mapach cieplnych wskazuje jednak, że zadanie to jest dla badanych zbyt trudne. Zapis trajektorii ruchu odzwierciedla brak płynności ruchu oka i trudności z utrzymaniem wzroku dokładnie na linii wyznaczającej ruch obiektu. W zapisach obecne są liczne punkty fiksacji w różnych miejscach wokół toru ruchu obiektu.

Ryc. 18. Wolne ruchy śledzenia – badany 18 (67. m.ż.)

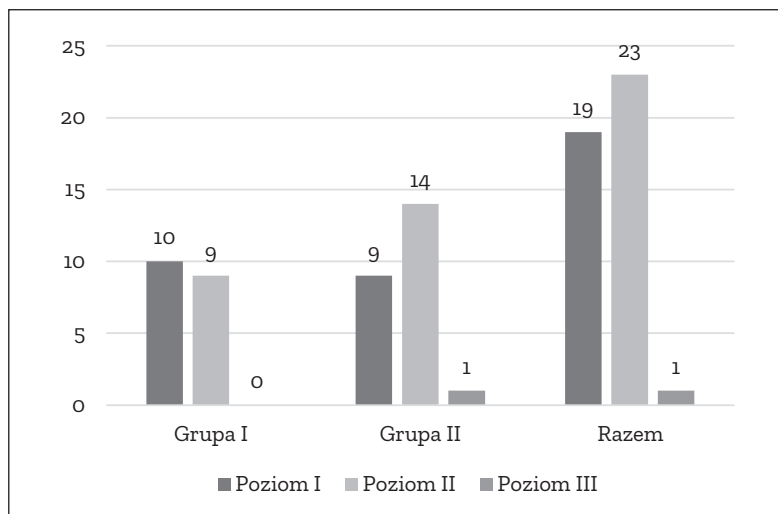


Źródło: opracowanie własne

Zadanie polegające na śledzeniu obiektu poruszającego po linii prostej w płaszczyźnie wertykalnej okazało się dla badanych trudniejsze. Wyodrębnione zostały trzy podstawowe sposoby wykonania zadania (wykres 2, tabela 7). Nie odnotowano ani jednego przypadku wykonania zadania w sposób całkowicie poprawny, świadczący o płynności ruchu wodzenia. Wzorce ruchu w obu kierunkach w przypadku każdego z badanych wskazywały na ten sam poziom wykonania zadania.

Wzorec pierwszy stanowiły pojedyncze punkty fiksacji (19 badanych). Podobnie jak w pierwszym badaniu były one skojarzone z początkiem lub zmianą dynamiki ruchu obiektu (11 badanych). W przypadku 9 badanych punkty fiksacji ujawniono ponadto w różnych punktach ekranu, poza torem ruchu obiektu.

Wykres 2. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie wertykalnej – ruch opadający i wznoszący (zestawienie wyników)



Źródło: opracowanie własne

Tabela 7. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie wertykalnej – ruch opadający i wznoszący (zestawienie wyników)

| Poziom     | Grupa I | Grupa II | Razem |
|------------|---------|----------|-------|
| Poziom I   | 10      | 9        | 19    |
| Poziom II  | 9       | 14       | 23    |
| Poziom III | 0       | 1        | 1     |

Legenda

Poziom I. Pojedyncze punkty fiksacji przebiegające wzdłuż toru ruchu obiektu, jak również poza nim

Poziom II. Pościg na krótkim odcinku toru ruchu obiektu (liczne punkty fiksacji wokół toru ruchu obiektu)

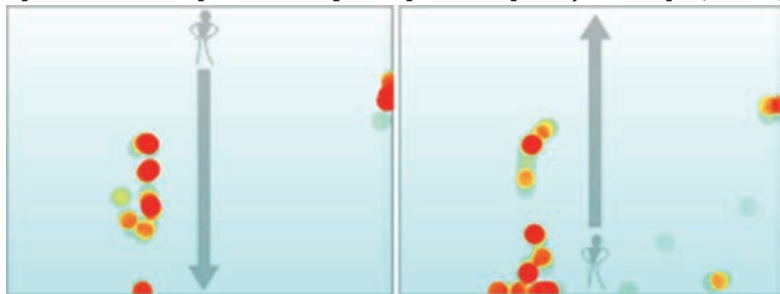
Poziom III. Próby utrzymania wzroku na poruszającym się obiekcie zgodnie z kierunkiem i torem ruchu (skupiska punktów fiksacji poza torem)

Źródło: opracowanie własne

W sumie 23 badanych śledziło ruch obiektu przez krótki czas (w jednym lub obu kierunkach), ale trajektoria ruchu oka odzwierciedlona na mapach cieplnych wskazuje, że badani podczas obserwacji obiektów poruszających się zarówno w dół, jak i w górę doświadczają licznych trudności.

W przypadku 9 badanych ruch śledzenia przebiegał równoległe do toru ruchu obiektu lub wokół tej linii (rycina 19).

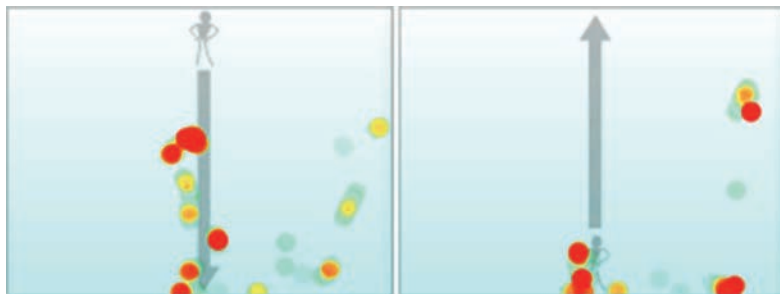
Ryc. 19. Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej – badany 6 (68. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

U 8 badanych chłopców punkty fiksacji są wyraźnie lokowane na samym obiekcie w momencie, gdy pojawił się na ekranie, 9 badanych nie rozpoczęło ruchu w górę lub w dół, utrzymując wzrok w punkcie, w którym pojawił się obiekt (ryciny 20 i 21).

Ryc. 20. Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej – badany 3 (48. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

Tylko jedno badane dziecko podjęło próbę śledzenia obiektu wzdłuż toru jego ruchu w płaszczyźnie wertykalnej w obu kierunkach.

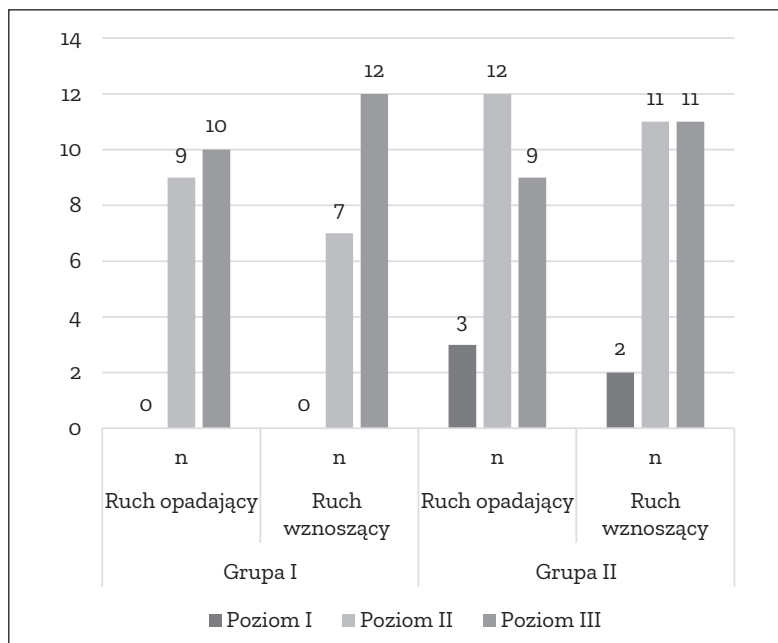
Analiza map cieplnych wykonanych podczas ruchu skośnego ujawniła, podobnie jak w przypadku ruchów wznoszących i opadających, pojedyncze punkty fiksacji przebiegające wzdłuż toru ruchu obiektu oraz ruch śledzący na krótkim odcinku zgodny z trajektorią ruchu obiektu. Odnotowano ponadto pojedyncze punkty fiksacji w różnych częściach ekranu poza torem ruchu obiektu (tabela 8). Po-

Ryc. 21. Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej – badany 40 (57 m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

Wykres 3. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia poruszających się obiektów w płaszczyźnie skośnej – ruch opadający i wznoszący (zestawienie wyników)



Źródło: opracowanie własne

prawność wykonania tego zadania była związana z kierunkiem ruchu (w górę / w dół). Ruch w płaszczyźnie skośnej okazał się dla badanych najtrudniejszy w tej serii zadań. W sumie 19 osób nie podjęło próby śledzenia w przypadku ruchu opadającego, a 23 w przypadku ruchu

wznoszącego. Na monitorze pojawiły się jedynie pojedyncze czerwone punkty nielokowane w pobliżu obiektów. Wyniki są więc zróżnicowane ze względu na kierunek z góry na dół i z dołu do góry (ryc. 22). Ruch obiektu był elementem aktywizującym uwagę wzrokową.

Tabela 8. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie skośnej (zestawienie wyników)

| Poziomy aktywności | Grupa I        |                | Grupa II       |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                    | Ruch opadający | Ruch wznoszący | Ruch opadający | Ruch wznoszący |
|                    | n              | n              | n              | n              |
| Poziom I           | 10             | 12             | 9              | 11             |
| Poziom II          | 9              | 7              | 12             | 11             |
| Poziom III         | 0              | 0              | 3              | 2              |

Legenda

Poziom I. Punkty fiksacji umiejscowione w różnych częściach ekranu

Poziom II. Pojedyncze punkty fiksacji przebiegające wzdłuż toru ruchu obiektu

Poziom III. Próby utrzymania wzroku na poruszającym się obiekcie zgodnie z kierunkiem i torem ruchu (liczne punkty fiksacji wokół toru ruchu obiektu)

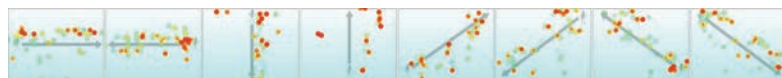
Źródło: opracowanie własne

Ryc. 22. Wolne ruchy śledzenia (płaszczyzna horyzontalna, wertykalna, skośna) – badany 17 (70. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

Ryc. 23. Wolne ruchy śledzenia (płaszczyzna horyzontalna, wertykalna, skośna) – badany 10 (69. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

Zaprezentowane mapy (ryciny 22 i 23) odzwierciedlają aktywność okoruchową badanych, którzy wykonali wszystkie zadania z tej serii.

Analiza map cieplnych wskazuje na trudności związane z aktywnością okulomotoryczną podczas wykonywania wolnych ruchów śledzenia. Odzwierciedlają je:

- brak płynności ruchu;
- fiksacje pojawiające się w różnych punktach ekranu, niezwiązane z obiektem lub wokół obiektu;

- utrzymywanie wzroku w punkcie pojawienia się obiektu i niepodejmuwanie ruchu śledzenia;
- utrzymywanie wzroku w punkcie, w którym obiekt wykonał dodatkowy ruch.

Przedstawione wyniki częściowo pozytywnie weryfikują postawioną hipotezę roboczą (1a): „iż zapisy pozycji i ruchu oka podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie wertykalnej, horyzontalnej i skośnej są zróżnicowane i wskazują na trudności badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu z utrzymywaniem wzroku w sposób ciągły na poruszającym się obiekcie (faza II)”. Nie potwierdziło się przypuszczenie, że ruch oka w płaszczyźnie horyzontalnej, przebiegający od lewej strony do prawej, będzie dla badanych najłatwiejszy, podobnie jak ruch opadający w płaszczyźnie wertykalnej. Wskazane powyżej trudności ujawniały się niezależnie od kierunku i płaszczyzny ruchu. Różnice zaznaczyły się jedynie w odniesieniu do płaszczyzny skośnej, gdzie ruch opadający był podejmowany częściej niż ruch wznoszący. Stwierdzono również, że około 40% badanych nie podjęła ruchu śledzącego (tabele 6, 7, 8).

Trzecia seria zadań dotyczyła oceny ruchów śledzących po liniach łamanych oraz falistych. Osiem kolejnych prób obejmowało ruch oka po kole (w obu kierunkach), kwadracie, trójkącie, linii falistej, linii łamanej, jak również linii falistej o skomplikowanym przebiegu. Wyniki ilościowe dotyczące przeprowadzonych badań zaprezentowano w tabeli 9.

Tabela 9. Wolne ruchy śledzenia podczas poruszania się obiektów w różnych kierunkach po linii falistej i łamanej (zestawianie wyników)

| Rodzaj ruchu             | Poziom I |          | Poziom II |          | Poziom III |          |
|--------------------------|----------|----------|-----------|----------|------------|----------|
|                          | Grupa I  | Grupa II | Grupa I   | Grupa II | Grupa I    | Grupa II |
|                          | n        | n        | n         | n        | n          | n        |
| po okręgu w prawą stronę | 11       | 9        | 8         | 14       | –          | 1        |
| po okręgu w lewą stronę  | 11       | 8        | 8         | 12       | –          | 1        |
| po kwadracie             | 12       | 11       | 7         | 11       | –          | 1        |
| po trójkącie             | 14       | 12       | 5         | 10       | –          | 1        |

|  |    |    |   |    |   |   |
|--|----|----|---|----|---|---|
| po linii falistej przebiegającej symetrycznie w płaszczyźnie horyzontalnej | 16 | 13 | 3 | 11 | – | – |
| po linii łamanej przebiegającej w różnych kierunkach                       | 19 | 21 | – | 3  | – | – |
| po linii falistej przebiegającej niesymetrycznie                           | 18 | 23 | – | 2  | – | – |
| po linii falistej przebiegającej w różnych kierunkach                      | 19 | 22 | – | 2  | – | – |

Legenda

Poziom I. Pojedyncze punkty poza torem ruchu

Poziom II. Pościg na krótkim odcinku (liczne punkty fiksacji poza trajektorią ruchu obiektu)

Poziom III. Próby pościgu w sposób ciągły

Źródło: opracowanie własne

Analiza danych zaprezentowanych w tabeli 9 wskazuje, że najczęściej stwierdzonym typem aktywności okulomotorycznej w omawianej serii badań były pojedyncze punkty fiksacji znajdujące się poza torem ruchu obiektu. W przypadku ruchu obiektu po okręgu (niezależnie od kierunku), kwadracie i trójkącie najczęściej stwierdzano utrzymywanie wzroku na obiekcie na krótkim odcinku toru ruchu. Zazwyczaj pościg podejmowany był po okręgu w obie strony. Wyniki dotyczące ruchu wodzenia po linii łamanej i falistej są zbliżone i wskazują, iż zadanie znajduje się poza strefą aktualnych możliwości większości badanych (rycina 24).

Ryc. 24. Wolne ruchy śledzenia (linie faliste i łamane) – badany 10 (70. m.ż.)

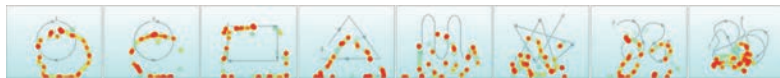


Źródło: opracowanie własne

Jedna osoba z grupy II starała się utrzymać pościg w sposób ciągły (rycina 25). Ruch śledzenia przebiegał płynnie, lecz poniżej trajektorii ruchu obiektu. Pomimo ponownej kalibracji przebieg trajektorii ruchu był wyraźnie przesunięty. W przypadku ruchu po liniach fali-

stych pojawiły się już liczne punkty fiksacji lokowane w okolicy toru ruchu obiektu. Ten rodzaj ruchu mieści się prawdopodobnie w strefie najbliższego rozwoju badanego chłopca.

Ryc. 25. Wolne ruchy śledzenia (linia falista i łamana) – badany 17 (70. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

Wyniki dotyczące ruchu wodzenia po linii łamanej i falistej są zbliżone i wskazują, iż zadanie znajduje się poza strefą aktualnych możliwości badanych.

Odnosząc się do problemu badawczego 1c, na podstawie przedstawionych analiz można stwierdzić, że zapisy pozycji i ruchu oka podczas śledzenia obiektów poruszających się po torach falistych i łamanych wskazują na trudności badanych dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu z podjęciem i wykonaniem ruchu śledzącego. Jakość wykonania tego ruchu związana była z kształtem toru, po którym poruszał się obiekt, i obniżała się w sytuacji niemożności przewidzenia kierunku ruchu obiektu.

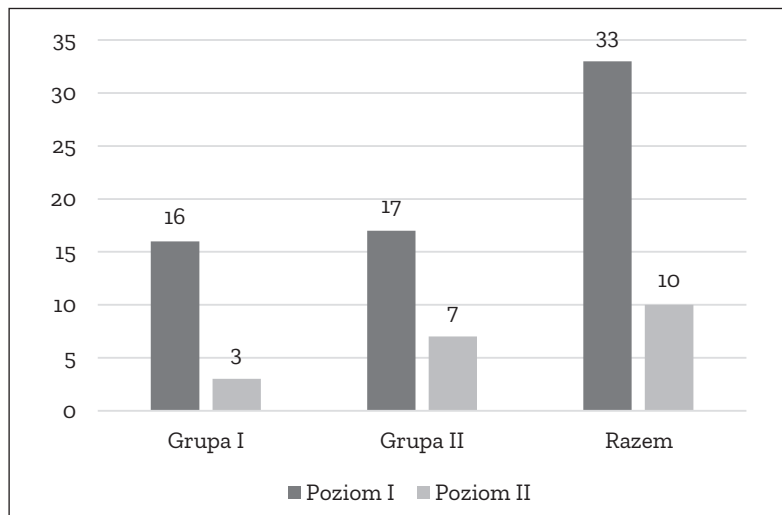
## 5.2. Aktywność okoruchowa podczas obserwacji obiektu poruszającego się ruchem obrotowym

Zadanie polegało na utrzymywaniu wzroku na obiekcie, który pozostawał w ruchu obrotowym (maszyna do robienia ciasteczek), oraz pojawiających się wokół niego, związanych z nim, elementach (ciasteczkach). Badanie umożliwia nie tylko ocenę ruchów fiksacyjnych i sakadycznych, ale również daje informacje na temat umiejętności ujmowania zależności pomiędzy obiektami pojawiającymi się w centrum widzenia a obiektami w obwodowym polu widzenia. Uzyskane wyniki zaprezentowano w tabeli 10 i na wykresie 4.

W ostatnim z proponowanych typów zadań pojawiły się jedynie dwa wzorce ruchu. Pierwszy z nich, zaprezentowany aż przez 33 badanych chłopców, nie przebiegał w sposób płynny, ponieważ nie koncentrowali się oni przez cały czas na środku poruszającego się obiektu (był to warunek konieczny, aby obiekt pozostawał w ruchu). Analiza zapisu wideo wskazuje, że badanych absorbował wybrany element, zazwyczaj drobny szczegół obrazu maszyny, na którym ulokowane są największe skupiska punktów fiksacji. Sakady wykonywane w kierunku pojedynczych, nowych elementów pojawiających

się wokół obracającej się maszyny nie odznaczały się precyzją i nie zawsze były związane z odnotowaniem w polu widzenia obecności nowych przedmiotów. Część sakad kończy się fiksacją w przypadkowym miejscu ekranu, na którym nie było żadnego elementu.

Wykres 4. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektu pozostającego w ruchu obrotowym (zestawienie wyników)



Źródło: opracowanie własne

Tabela 10. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektu pozostającego w ruchu obrotowym (zestawienie wyników)

| Poziom    | Grupa I | Grupa II | Razem |
|-----------|---------|----------|-------|
| Poziom I  | 16      | 17       | 33    |
| Poziom II | 3       | 7        | 10    |

Legenda

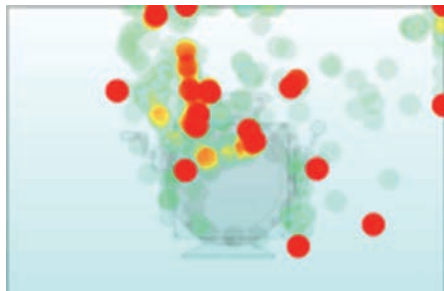
Poziom I. Fiksacja na wybranym elemencie poruszającego się obiektu oraz liczne sakady w kierunku pojawiających się wokół niego elementów lub w inne części ekranu (ryc. 26)

Poziom II. Fiksacja na centralnej części wirującego obiektu oraz sakady w kierunku kilku nowych elementów pojawiających się wokół niego

Źródło: opracowanie własne

Drugi wzorzec ruchu zaprezentowało 10 badanych chłopców. Fiksacja ulokowana była w centralnej części obiektu, dlatego też ruch samego obiektu przebiegał płynnie, a czas koncentracji na zadaniu był znacznie dłuższy niż w przypadku omawianej wcześniej grupy. Ruch sakadyczny był w przypadku 6 badanych chłopców ukierunko-

Ryc. 26. Fiksacje – badany 40 (65. m.ż.)



Źródło: opracowanie własne

wany na cel, a więc pojawiające się w części obwodowej pola widzenia obiekty. Natomiast 4 badanych natomiast kierowało wzrok na inne części sceny wizualnej (zazwyczaj krawędzi monitora), w których nie pojawiały się żadne obiekty.

Odnosząc się do pytania badawczego nr 2, na podstawie analizy przeprowadzonych wyników można stwierdzić, że przebieg ruchu oka podczas fiksacji na obiekcie pozostającym w ruchu obrotowym z jednoczesną kontrolą bodźców w obwodowym polu widzenia wskazuje na trudności w łączeniu informacji z centralnej strefy widzenia z informacjami pojawiającymi się w strefie peryferycznej. Badani koncentrowali się przede wszystkim na szczególe oglądanego obiektu.

### 5.3. Aktywność okoruchowa w kontekście wieku i wyników poziomu funkcjonowania badanych

W dalszej części badań analizie poddano związki pomiędzy poziomem wykonania zadań a poziomem funkcjonowania badanych oraz ich wiekiem. W celu określenia współzależności pomiędzy zmiennymi wykorzystano nieparametryczny test R Spearmana. Obliczenia przeprowadzone zostały z wykorzystaniem programu Statistica. Jak wynika z analizy danych zaprezentowanych w tabeli 11, poziom funkcjonowania badanych dzieci należących do poszczególnych grup stanowił czynnik określający poziom wykonania poszczególnych zadań.

Wyniki wskazują na dodatnią korelację pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych w poszczególnych grupach a prezentowanymi wzorcami aktywności okoruchowej. W pierwszej grupie stwierdzono istnienie umiarkowanej korelacji w przypadku ruchu śledzącego w płaszczyźnie wertykalnej i skośnej w odniesieniu do ruchu z dołu do góry, a w pozostałych zadaniach siła związków korelacyjnych była

wysoka lub bardzo wysoka. W grupie drugiej uzyskane współczynniki wskazują na wysoką korelację pomiędzy badanymi zmiennymi. Wyniki dla obu grup łącznie z kolei (tabela 12) pozwalają twierdzić, że zależność pomiędzy badanymi zmiennymi jest wysoka lub bardzo wysoka.

Tabela 11. Związek pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych z obu grup a jakością wykonania przez nich zadań

| Zadanie   | Poziom funkcjonowania badanych |          |
|---|--------------------------------|----------|
|   | Grupa I                        | Grupa II |
|   | $r_s$                          | $r_s$    |
| ruch śledzący – płaszczyzna horyzontalna                | 0,905                          | 0,775    |
| ruch śledzący – płaszczyzna wertykalna                  | 0,561                          | 0,775    |
| ruch śledzący – płaszczyzna skośna (opadający)          | 0,884                          | 0,850    |
| ruch śledzący – płaszczyzna skośna (wznoszący)          | 0,481                          | 0,791    |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po okręgu            | 0,782                          | 0,834    |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po kwadracie         | 0,686                          | 0,898    |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po trójkącie         | 0,726                          | 0,967    |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po liniach falistych | 0,726                          | 0,967    |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po liniach łamanych  | 0,726                          | 0,898    |
| ruch fiksacyjny – obiekt                                | 0,653                          | 0,771    |

Oznaczone współczynniki korelacji są istotne z  $p < ,05000$

Źródło: opracowanie własne

Tabela 12. Związek pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych z obu grup a jakością wykonania przez nich zadań w poszczególnych seriach

| Zadanie   | Poziom funkcjonowania badanych |
|---|--------------------------------|
|   | $r_s$                          |
| ruch śledzący – płaszczyzna horyzontalna        | 0,727                          |
| ruch śledzący – płaszczyzna wertykalna          | 0,683                          |
| ruch śledzący – płaszczyzna skośna (opadający)  | 0,675                          |
| ruch śledzący – płaszczyzna skośna (wznoszący)  | 0,854                          |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po okręgu    | 0,813                          |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po kwadracie | 0,816                          |

|   |       |
|---|-------|
| ruch śledzący – obiekt porusza się po trójkącie         | 0,873 |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po liniach falistych | 0,854 |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po liniach łamanych  | 0,873 |
| ruch fiksacyjny – obiekt                                | 0,873 |

Oznaczone współczynniki korelacji są istotne z  $p < ,05000$

Źródło: opracowanie własne

Nie stwierdzono natomiast związku pomiędzy wiekiem badanych a jakością wykonywania poszczególnych ruchów.

Tabela 13. Związek pomiędzy wiekiem badanych a jakością wykonania zadania

| Zadanie   | wiek   |
|---|--------|
|   | $r_s$  |
| ruch śledzący – płaszczyzna horyzontalna        | -0,067 |
| ruch śledzący – płaszczyzna wertykalna          | -0,100 |
| ruch śledzący – płaszczyzna skośna (opadający)  | -0,193 |
| ruch śledzący – płaszczyzna skośna (wznoszący)  | -0,207 |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po okręgu    | -0,132 |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po kwadracie | -0,155 |
| ruch śledzący – obiekt porusza się po trójkącie | -0,155 |
| Ruch fiksacyjny – obiekt                        | -0,132 |

Źródło: opracowanie własne

Odnosząc się do problemu badawczego nr 3, na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że istnieje związek pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych dzieci a aktywnością okoruchową podczas wykonywania wolnych ruchów śledzenia, fiksacji oraz sakad. Im wyższy był poziom funkcjonowania badanych, tym wyższe wyniki uzyskiwali oni w poszczególnych zadaniach diagnostycznych.

Uzyskane wyniki pozwalają pozytywnie zweryfikować hipotezę 4, zgodnie z którą „wiek nie jest zmienną określającą sposób wykonania zadania przez badane dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu”.

## Rozdział 6.

# Wnioski z badań

### 6.1. Dyskusja wyników badań

Na podstawie analizy uzyskanego materiału można zauważyć, że w obu grupach nie stwierdzono ani jednego przypadku prawidłowego wykonania zadania wodzenia wzrokiem we wszystkich kierunkach i płaszczyznach. Nie odnotowano, aby kierunek ruchu od prawej do lewej/ od lewej do prawej lub z góry na dół/ z dołu do góry w płaszczyźnie wertykalnej i horyzontalnej miał znaczenie dla poprawności wykonania zadania, na co wskazuje się w literaturze przedmiotu, uznając ruch opadający oraz ruch przebiegający od lewej do prawej za łatwiejsze dla systemu percepcyjnego (Grasse i Lisberger, 1992, za: Francuz, 2013). Największe problemy w tej części testu dotyczyły ruchu wznoszącego w płaszczyźnie skośnej oraz zadań związanych ze śledzeniem obiektów poruszających się po liniach falistych i łamanych. Ruchy oczu we wskazanych kierunkach i płaszczyźnie pozostają poza strefą aktualnego rozwoju większości badanych chłopców, co wydaje się oczywiste, biorąc pod uwagę wyniki uzyskane w seriach dotyczących ruchów horyzontalnych i wertykalnych. Analiza związków pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych a aktywnością okoruchową wskazuje na bardzo wysoką zależność pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych a jakością wykonania ruchów we wszystkich płaszczyznach i kierunkach.

Trudności ujawniały się również w drugiej części badania podczas wykonywania zadań związanych z fiksacją wzroku i łączeniem danych znajdujących się w centrum z danymi w peryferii widzenia. Oznacza to, że u badanych nie wykształciły się umiejętności, które rozwojowo ujawniają się do 3. roku życia (tabela 1). Uzyskane rezultaty są spójne z wynikami badań wskazującymi na istnienie nieprawi-

dłowości w zakresie kontroli ruchów oczu występujące u osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu (Takarae i in., 2004).

W pierwszej części badań około 40% badanych nie podjęło ruchu śledzącego w płaszczyźnie horyzontalnej, wertykalnej i skośnej, a w przypadku linii falistych problem ten dotyczył od 40% do 93% badanych. W jego miejsce pojawiły się sakady zakończone przypadkowymi punktami fiksacji, umiejscowionymi zazwyczaj na krańcach monitora. Dane te przemawiają za znaczeniem procesów uwagowych dla przebiegu ruchu śledzącego, na co zwracają uwagę badacze zjawiska (Ilg, 2002). Wskazują oni, iż wśród czynników determinujących przebieg procesu percepcji wzrokowej można rozważyć osłabienie zdolności do płynnego przenoszenia uwagi, podatność na działania dystraktorów oraz nadmierną selektywność uwagi (Pisula, 2012).

Badani, którzy podjęli się śledzenia ruchomego obiektu, mieli problem z rozpoczęciem ruchu. Liczne fiksacje umiejscowione są w punkcie, w którym pojawił się obiekt. Należy nadmienić, że ten moment był skojarzony z dźwiękiem oraz gwałtownym poruszeniem się obiektu, co w kontekście wyników badań Stevenson i in. (2014) powinno wpłynąć na poprawność wykonania zadania. W prezentowanych badaniach nie odnotowano jednak takiej zależności. Można przypuszczać, że wynika to zarówno z deficytów w obrębie przetwarzania sensorycznego u badanych chłopców, jak i trudności związanych z kontrolą okoruchową. Część badanych rzeczywiście podjęło ponowny, zwykle jednak nieefektywny ruch sakadyczny w kierunku obiektu. Nawet jeżeli udało im się go uchwycić, nie potrafili utrzymać na nim wzroku w trakcie śledzenia. Sakady miały charakter dysmetryczny, a badane dzieci zwykle kilkakrotnie wykonywały jeszcze ruch oka w kierunku celu. W tym wypadku można zatem określić sakady jako wolicjonalne. Podobne rezultaty odnotowane zostały w omówionych w części teoretycznej pracy badaniach przeprowadzonych przez Takarae i in. (2004). Można również przypuszczać, iż ruch śledzący w wielu przypadkach został zastąpiony charakterystycznym dla wczesnych etapów rozwoju sakadycznym ruchem wodzenia, lecz do wysunięcia jednoznacznych wniosków konieczne byłoby zebranie podstawowych danych ilościowych na temat parametrów ruchu oka. Przebieg ruchu oka w sytuacji śledzenia obiektu, zobrazowany na mapach cieplnych, wskazuje na wyraźne trudności z utrzymywaniem wzroku na poruszającym się obiekcie (faza pętli zamkniętej). Ruch oka charakteryzował brak płynności. W trakcie wykonywania pościgu u wielu badanych pojawiały się także sakady zakończone fiksacją na różnych częściach ekranu.

Uzyskane wyniki są spójne z rezultatami badań przeprowadzonych przez Rosenhalla, Johansson i Gillberga (1988) oraz Scharre i Creedon (1992), w których wykazano, że dzieci z ASD nie potrafią wykonać zadania polegającego na śledzeniu wolno poruszających się obiektów, zastępując płynny ruch śledzenia sakadami.

Stwierdzono ponadto, że zmiana kierunku ruchu obiektu zwykle oznaczała przerwanie ruchu podążania. Wynikało to prawdopodobnie przede wszystkim z niemożności przewidzenia toru ruchu obiektu. Przeszkodę w prawidłowym wykonaniu zadania stanowiły dla dzieci także inne bodźce, które pojawiały się w środowisku lub były w nim już obecne. Odnotowano, że większość badanych, mimo iż przejawiała zainteresowanie zadaniem (świadczyły o tym przede wszystkim pozytywne reakcje emocjonalne), wielokrotnie przerzucała wzrok na różne elementy otoczenia znajdujące się poza ekranem. Trudności badanych dzieci z ignorowaniem bodźców nieistotnych, pojawiających się w tle, mogą być rozpoznawane w odniesieniu do stwierdzonych w tej grupie zaburzeń przetwarzania sensorycznego lub/i związane z działaniem sterowanej automatycznie uwagi endogennej, kierowanej wskazówkami peryferycznymi. W tym wypadku najatrakcyjniejszym parametrem obiektów pojawiających się w obwodowym polu widzenia był ruch. Jednocześnie wyniki omawianych badań są spójne z badaniami wskazującymi, że jakość ruchu śledzącego i jego parametry ulegają obniżeniu, gdy w polu widzenia pojawiają się inne obiekty angażujące system uwagi (Kerzel i in., za: Styrkowiec, 2008). Jednocześnie uzyskano potwierdzenie, że inicjowanie ruchu bardziej absorbuje procesy uwagowe niż podążanie za obiektem (Van Donkelaar, Drew, 2002).

Wymagającym rozpoznania zjawiskiem było wyraźne przesunięcie w płaszczyźnie równoległej trajektorii ruchu oka w stosunku do trajektorii ruchu obiektu (np. ryc. 25). Mimo prób ponownej kalibracji zapis się nie zmienił. Wskazuje to na konieczność przeprowadzenia dodatkowych badań okulistycznych i pogłębienia ich o dokładne badanie ortoptyczne, które umożliwiłyby określenie w przypadku badanych dodatkowych parametrów, takich jak: stopień widzenia obucznego, ewentualne występowania zeza ukrytego, czy też problemów z konwergencją, na które wskazuje się w literaturze naukowej (Piszczek, 2016).

Analizując wyniki uzyskane w drugiej części badań, można zauważyć, że dla badanych dzieci istotnym elementem był szczegół obiektu, a nie jak w przypadku pierwszej serii zadań, jego ruch. Odnosząc się do rozważań Młodkowskiego (2008), dotyczących genezy

programu trajektorii ruchów oka, jak również specyfiki funkcjonowania poznawczego osób z ASD, można rozważyć pytania, czy pojawiające się w polu widzenia obiekty stanowiły dla badanych autonomiczny przedmiot i czy w przypadku każdego badanego dziecka posiadał on rzeczywiście odzwierciedlenie w jego doświadczeniu. Krótkie i przypadkowe ścieżki ruchu oka wskazywałyby raczej, że czynnikami aktywizującymi uwagę były szczegół i określone właściwości obiektu, które mogą świadczyć o braku reprezentacji obiektu w doświadczeniu badanych, jak i osłabionej centralnej koherencji. W tym ostatnim przypadku rezultaty przemawiałyby za istnieniem globalnego deficytu poznawczego i preferowaniem przez osoby z autyzmem specyficznego stylu przetwarzania informacji (Frith, 2008). Interesujący jest również fakt, że 33 badanych, to jest około 77% grupy, nie łączyło informacji wizualnej pobieranej z centralnej części pola widzenia z widzeniem peryferyjnym. Badani nie wykorzystywali ruchu oczu do kontroli sceny wizualnej. W tej serii zadań ujawniły się więc trudności w zakresie myślenia przyczynowo-skutkowego związanego z zadaniami wizualnymi, nieumiejętność integrowania danych wizualnych między widzeniem centralnym a peryferyjnym, co ma podstawowe znaczenie dla pozyskania informacji i jej zrozumienia (Młodkowski, 2008). W kontekście uzyskanych wyników warto również rozważyć kwestię ukierunkowania samej uwagi podczas wykonywania omawianego zadania, którego realizacja wiązała się niewątpliwie z umiejętnością określenia lokacji obiektu (strumień grzbietowy).

Konstruowanie adekwatnych reprezentacji otaczającego świata przez badanych jest ograniczone zarówno ze względu na trudności związane z celową kontrolą otoczenia za pośrednictwem oczu (poziom sensoryczny), jak również kategoryzowaniem danych, które dokonuje się na poziomie percepcyjno-asocjacyjnym. Zapisy ruchów gałek ocznych wskazywałyby na dominację w większości przypadków oddolnych procesów przetwarzania informacji, a zatem odbierane były przede wszystkim informacje o cechach bodźca, a nie przedmiocie jako całości w określonym kontekście.

Przeprowadzone analizy wskazują na dodatni związek pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych charakteryzowanym jakością społecznej komunikacji i interakcji społecznych, umiejętnościami komunikacyjnymi oraz nasileniem ograniczonych, uporczywych wzorców aktywności i zainteresowań. A zatem poprawność wykonania zadania zwiększała się wraz ze wzrostem poziomu funkcjonowania badanych. Nie odnotowano natomiast, aby wraz z wiekiem badanych

następował przyrost umiejętności związanych z aktywnością okulo-motoryczną. Należałoby zatem nie tylko rozważyć wyniki w perspektywie trudności charakterystycznych dla osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, związanych z nabywaniem mowy i umiejętności komunikacyjnych, zaburzeń w obrębie przetwarzania sensorycznego oraz neurobiologicznych czynników, które je determinują, ale również postawić pytanie o potencjalny wpływ wczesnego treningu umiejętności wzrokowych na funkcjonowanie badanych.

## 6.2. Wnioski końcowe

Na co dzień dziecko ma do czynienia ze zróżnicowaną i dynamicznie zmieniającą się rzeczywistością wizualną, nieustannie obcując z przedmiotami i osobami, które pozostają w ruchu, a ruch ten odbywa się w konkretnym, nasyconym różnymi informacjami środowisku. Nie dysponując umiejętnością dowolnego kierowania oka na wybrane elementy otoczenia w celu pobrania informacji, dostosowania ruchu oka do poruszających się w polu widzenia obiektów, dziecko ma ograniczone możliwości podejmowania decyzji w odniesieniu do prostych zadań percepcyjnych i motorycznych, ale również i budowania wewnętrznych modeli otaczającego je świata.

Ocena umiejętności widzenia i rozwiązywania prostych oraz złożonych zadań percepcyjnych w przypadku zaburzenia takiego jak autyzm świetle współczesnej wiedzy naukowej jest konieczna nie tylko dla zrozumienia jego istoty, ale przede wszystkim w celu zwiększenia efektywności działań terapeutycznych.

Analiza rezultatów przeprowadzonych badań, podczas których poddano ocenie aktywność okoruchową dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu, pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

1. Badania ruchów śledzących wskazują, że umiejętność ta nie została osiągnięta w pełnym zakresie ruchu we wszystkich kierunkach przez żadnego z badanych, a kierunek ruchu nie ma znaczenia dla jakości wykonania zadania. Poza strefą najbliższego rozwoju większości badanych dzieci znajduje się ruch śledzący po linii falistej i łamanej, której przebieg nie wyznacza kształt koła, kwadratu lub trójkąta, jak również ruch wznoszący w płaszczyźnie skośnej. Parametrem obiektu szczególnie absorbującym uwagę wzrokową badanych był jego ruch.
2. Przebieg fiksacji w zadaniu polegającym na obserwacji obiektu pozostającego w ruchu obrotowym z jednoczesną kontrolą bodź-

ców w obwodowym polu widzenia wskazuje na trudności w łączeniu informacji z centralnej strefy widzenia z informacjami pojawiającymi się w części obwodowej i zaabsorbowanie badanych szczegółem obiektu, który okazał się istotniejszy niż jego ruch.

3. Nie odnotowano związku pomiędzy wiekiem badanych a jakością wykonania ruchów oka, które przypisane zostały do trzech poziomów. Przebieg trajektorii ruchu gałek ocznych zarówno w grupie dzieci pięcioletnich, jak i sześciolletnich był zróżnicowany, wskazując jedynie na trzy poziomy wykonania zadania.
4. Zaobserwowano dodatni związek pomiędzy jakością wykonania ruchów a poziomem funkcjonowania badanych, określonym na podstawie deficytów w interakcjach społecznych i komunikacji oraz występowania uporczywych, niefunkcjonalnych wzorców zachowań. Wraz ze wzrostem poziomu funkcjonowania poprawie ulegała kontrola ruchu oraz zdolność do wolicjonalnego kierowania uwagą. W przypadku ruchów śledzących po linii falistej i łamanej, której przebieg nie wyznacza kształt koła, kwadratu lub trójkąta, jak również ruchu wznoszącego w płaszczyźnie skośnej, stwierdzono wysoką lub bardzo wysoką korelację pomiędzy zmiennymi.

### 6.3. Implikacje dla praktyki

Uzyskane wyniki wskazują na konieczność włączenia w obszar diagnozy dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu badania dotyczącego aktywności okoruchowej. Prócz typowej diagnozy okulistycznej wskazane byłoby wykorzystanie badań ortoptycznych, pozwalających na ocenę aktywności okulomotorycznej, w tym umiejętności w zakresie widzenia obuocznego, zwłaszcza występowania zezu<sup>1</sup>. W opracowaniach naukowych dotyczących autyzmu rola tego typu badań jest coraz częściej podnoszona. Konieczność włączenia specjalistów z dziedziny optometrii w prace interdyscyplinarnych zespołów diagnostycznych uzasadniają, zdaniem autorów, specyficzne dla tej grupy nieprawidłowości w zakresie odbioru i przetwarzania informacji wzrokowej (Coulter, 2009; Jansen i in., 2014).

---

<sup>1</sup> Badania wskazują na odmiennosć profili optometrycznych osób z ASD. Stwierdzono między innymi, że częstość występowania zezu w tej grupie wynosi od 20% do 50%. Powszechnym problemem jest także oczopląs optokinetyczny, wiązany z niepewnością grawitacyjną, <http://www.sulamot.ru/files/4.pdf>, dostęp: 12.03.2019.

Istotnym elementem postępowania diagnostycznego jest nie tylko opisanie i zinterpretowanie jednostkowych faktów pozwalających na rozpoznanie przyczyn obserwowanych nieprawidłowości, ale również określenie obszarów koniecznej interwencji. Trudności w zakresie aktywności okulomotorycznej, choć warunkowane są całym zespołem czynników endogennych, mogą być niwelowane bądź eliminowane, pod warunkiem że działania rehabilitacyjne zostaną odpowiednio wcześniej wprowadzone i dobrane do potrzeb konkretnej osoby. To zróżnicowanie potrzeb zaznacza się już w samej klasyfikacji zaburzenia, gdzie uwzględniono trzy możliwe poziomy funkcjonowania ukierunkowujące zakres koniecznego wsparcia. Należy również pamiętać, że układ wzrokowy, jak wskazuje się w literaturze przedmiotu, podlega szczególnie dynamicznym przeobrażeniom w ciągu pierwszych sześciu lat życia dziecka. Jest to zatem najlepszy okres dla podjęcia czynności terapeutycznych.

Najbardziej uzasadnione, zarówno w świetle uzyskanych wyników badań, jak i licznych doniesień z innych badań naukowych, jest wprowadzenie specjalistycznego treningu widzenia połączonego z terapią integracji sensorycznej, jak również terapia ukierunkowana na rozwój kompetencji komunikacyjnej i językowej dzieci. Wskazaniem rozwiązaniem wydaje się również korzystanie przez dzieci z ASD z treningów prowadzonych przez ortoptystów. Tego typu działania powinny być jednak prowadzone pod ścisłym nadzorem lekarza neurologa oraz okulisty.

Z perspektywy wczesnego wspomagania rozwoju konieczne jest nie tylko opracowanie i wprowadzenie w proces terapii indywidualnej podstawowych treningów wodzenia wzrokiem, ale również optymalizacja pomocy dydaktycznych stosowanych w terapii w odniesieniu do obserwowanych trudności dziecka. Nie posiadając nawet dokładnej diagnozy widzenia, nauczyciele i terapeuci powinni zawsze odwoływać się do podstawowej wiedzy dotyczącej etapów rozwoju umiejętności widzenia, analizy dokumentacji dziecka, szczególnie diagnozy sporządzonej przez terapeutę integracji sensorycznej, i na tej podstawie opracowywać programy aktywności dziecka oraz dobrać materiał dydaktyczny oraz zabawki do jego potrzeb.

#### 6.4. Ograniczenia przeprowadzonych badań

Istotnym ograniczeniem przeprowadzonych badań był przede wszystkim brak możliwości pomiaru charakterystycznych dla aktywności okoruchowej parametrów związanych z czasem, często-

tliwością i latencją. Przeprowadzone badania pozwoliły zatem na pozyskanie danych jakościowych, które z punktu widzenia praktyki pedagogicznej posiadają oczywiście szczególną wartość, wskazując wzorce aktywności, a w perspektywie podejmowanych działań terapeutycznych, również możliwości ich zmiany, ale nie są wystarczające dla przeprowadzania szczegółowych analiz naukowych i ograniczają możliwości porównywania rezultatów. Równie korzystne dla obiektywizacji wyników byłoby uwzględnienie danych dotyczących profilu zdolności intelektualnych badanych, jak również diagnozy SI, do których jednak badacze nie mieli dostępu. Nie wprowadzono również grupy kontrolnej, co z pewnością ułatwiłoby odnajdywanie cech zapisu badania aktywności okoruchowej specyficznych dla grupy dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu.

## Bibliografia

- Błasiak W., Godlewska M., Rosiek R., Wcisło D. (2012). Spectrum of physics comprehension. *European Journal of Physics*, No. 33, pp. 565–657.
- Błeszyński J.J. (2011). Mowa osób z autyzmem: echolalia – mowa echolaliczna. W: J. Gruba (red.), *Wybrane problemy logopedyczne*. Gliwice: Wydawnictwo Fonem.eu.
- Błeszyński J.J. (2012a). Podejście pozytywne w logopedii. Problem metatez. W: J.J. Błeszyński (red.), *Medycyna w logopedii. Terapia, wspomaganie, wsparcie. Trzy drogi, jeden cel*. Gdańsk: Harmonia Universalis.
- Błeszyński J.J. (red.) (2012b). *Medycyna w logopedii. Terapia, wspomaganie, wsparcie. Trzy drogi, jeden cel*. Gdańsk: Harmonia Universalis.
- Błeszyński J.J. (2014). Rozwój komunikacji – mowy i języka – w różnych ujęciach teoretycznych. W: J.J. Błeszyński, D. Baczała (red.), *Metody komunikacji alternatywnych i wspomagających: wybrane zagadnienia*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, s. 11–28.
- Chawarska K., Macari S., Shic F. (2012). Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, No. 53, pp. 903–913.
- Chawarska K., Shic F. (2009). Looking but not seeing: atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism Developmental Disorders*, No. 39, pp. 1663–1672.
- Clements W.A., Perner J. (1994). Implicit understanding of belief. *Cognitive Development*, Vol. 9, pp. 377–395.
- Delacato C. (1974). *The ultimate stranger: The autistic child*. New York: Garden City.
- Delacato C. (1978). *Dziwne, niepojęte: autystyczne dziecko*. M. Głowczak (tłum). Warszawa: Synapsis.
- Dowell L.R., Mahone E.M., Mostofsky S.H. (2009). Associations of postural knowledge and basic motor skill with dyspraxia in Autism: Implication for abnormalities in distributed connectivity and motor learning. *Neuropsychology*, Vol. 23, pp. 563–570.
- Falck-Ytter T. (2008). Face inversion effects in autism: A combined looking time and pupillometric study. *Autism Res*, No. 1, pp. 297–306.
- Falck-Ytter T., Fernell E., Gillberg C., Hofsten C. von (2010). Face scanning distinguishes social from communication impairments in autism. *Dev Sci*, No. 13, pp. 864–865.

- Field T.M., Cohen D., Garcia R., Greenberg R. (1984). Mother-stranger face discrimination by the newborn. *Infant Behavior and Development*, No. 7, pp. 19–25.
- Francuz P. (2013). *Imagia. W kierunku neurokognitywnej teorii obrazu*. Lublin: Wydawnictwo KUL.
- Frith U. (2008). *Autyzm. Wyjaśnienie tajemnicy*. Gdańsk: GWP.
- Gałęcki P., Świącicki Ł. (red.) (2015), *Kryteria diagnostyczne z DSM-5*. Wrocław: Elsevier Urban & Partner.
- Gałkowski T. (2000). Fascynacje i nadzieje w badaniach nad autyzmem. W: T. Gałkowski, J. Kossewska (red.), *Autyzm wyzwaniem naszych czasów*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe AP.
- Gałkowski T., Pisula E. (2003). Psychologiczne i genetyczne komponenty charakteryzujące autystyczne spektrum zaburzeń. *Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych*, nr 52, s. 217–226.
- Gredebäck G., Hofsten C. (2007). Taking an action perspective on infant's object representations. Progress in brain research. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Vol. 64, pp. 265–282.
- Górski J. (2010). *Fizjologia człowieka*. Warszawa: PZWL.
- Hepburn S., Rogers S.J. (2008). Gross motor development, movement abnormalities, and early identification of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Vol. 38, pp. 644–656.
- Hosozawa M., Tanaka K., Shimizu T., Nakano T., Kitazawa S. (2012). How children with specific language impairment view social situations: An eye tracking study. *Pediatrics*, No. 129, pp. E1453–E1460.
- Jansiewicz E.M., Goldberg M.C., Newschaffer C.J., Denckla M.B., Landa R., Mostofsky S.H. (2006). Motor signs distinguish children with high functioning autism and Asperger's syndrome from controls. *Autism Dev Disord*, Vol. 36, pp. 613–621.
- Jaśkowski P. (2009). *Neuronauka poznawcza – jak mózg tworzy umysł*. Warszawa: Vizja Press.
- Jarosz E., Wysocka E. (2006). *Diagnoza psychopedagogiczna. Podstawowe problemy i rozwiązania*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
- Jones W., Carr K., Klin A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Arch Gen Psychiatry*, No. 65, pp. 946.
- Kanner L. (1965). Infantile autism and shizophrenias. *Behavioral Science*, Vol. 10, No. 4, pp. 412–423.
- Klin A., Jones W. (2008). Altered face scanning and impaired recognition of biological motion in a 15-month-old infant with autism. *Developmental Science*, Vol. 11, pp. 40–46.
- Klin A., Jones W., Schultz R., Volkmar F., Cohen D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Arch Gen Psychiatry*, No. 59, pp. 809–816.

- Krawczyński M. (2015). Żywnienie we wczesnym dzieciństwie a choroby dietozależne w wieku dojrzałym. W: M. Krawczyński (red.), *Żywnienie dzieci i młodzieży w zdrowiu i chorobie*. Help-Med.: Kraków
- Krzysztofik K. (2016). Specjalne potrzeby edukacyjne uczniów z zaburzeniami z autystycznego spektrum (ASD) – teoretyczne podstawy i praktyczne wskazania. W: W. Otrębski, K. Mariańczyk (red.), *Przepis na rehabilitację: dzieci i młodzież z niepełnosprawnością*. Gdańsk: Harmonia Universalis.
- Leigh R.J., Zee D.S. (2006). *The neurology of eye movements*. New York: Oxford University Press.
- Lindsay P.H., Norman D.A. (1991). *Procesy przetwarzania informacji u człowieka*. Warszawa: PWN.
- Luyster R.J., Kadlec M.B., Carter A., Tager-Flusberg H. (2008). Language assessment and development in toddlers with autism spectrum disorders. *Journal of Autism Developmental Disorders*, No. 38, pp. 1426–1438.
- Milner D.A., Goodale M.A. (2008). *Mózg wzrokowy w działaniu*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Młodkowski J. (1998). *Aktywność wizualna człowieka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Mondelski T. (1986). *Siatkówka i jej choroby*. W: W.J. Orłowski (red.), *Okulistyka współczesna*. Warszawa: PZWL.
- Nakano T., Kato N., Kitazawa S. (2011). Lack of eyeblink entrainments in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, No. 49, pp. 2784–2790.
- Nęcka E., Orzechowski J., Szymura B. (2006). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Oleszczyńska-Prost E. (2011). *Zez*. Wrocław: Edra Urban & Partner.
- Ossowski R. (1999). *Teoretyczne i praktyczne podstawy rehabilitacji*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Naukowe WSP.
- Ozonoff S., Young, G.S., Goldring S., Greiss Hess L., Herrera A.M., Steele J., Macari S., Padgham C.A., Saunders J.E. (1975). *The perception of light and colour*. London: Bell & Sons.
- Palacz O. (1986). *Układ wzrokowy i jego podstawowa funkcja – proces widzenia*. W: W.J. Orłowski (red.), *Okulistyka współczesna*. PZWL: Warszawa.
- Pelphrey K.A., Sasson N.J., Reznick J.S., Paul G., Goldman B.D., Piven J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Vol. 32, pp. 249–261.
- Pisula E. (2012). *Od badań mózgu do praktyki pedagogicznej*. Autyzm. Gdańsk: GWP.
- Piszczek M. (2007). *Diagnoza i wspomaganie rozwoju dziecka*. Wybrane zagadnienia. Warszawa: Centrum Metodyczne Pomocy Psychologiczno-Pedagogicznej.
- Piszczek M. (2013). *Autyści. Jak odbierają świat*. Kilka uwag o wychowaniu i terapii. Warszawa: Centrum Metodyczne Pomocy Psychologiczno-Pedagogicznej.

- Piszczek M. (2016). *Wybrane metody diagnozy i terapii osób z autyzmem*. Warszawa: Wydawnictwo ES.
- Rubacha K. (2008). *Metodologia badań nad edukacją*. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.
- Schumann C.M., Bloss C.S., Barnes C.C., Wideman G.M., Carper R.A. (2010). Longitudinal magnetic resonance imaging study of cortical development through early childhood in autism. *Journal of Neuroscience*, Vol. 30, pp. 4419–4427.
- Sedlaczek S. (1928). *Józefa Joteyko*. Warszawa: Dział Wydawnictw Naczelnicstwa Związku Harcerstwa Polskiego. Skład Główny, C. Komisja Dostaw Z.H.P.
- Shic F., Bradshaw J., Klin A., Scassellati B., Chawarska K. (2011). Limited activity monitoring in toddlers with autism spectrum disorder. *Brain Res*, No. 1380, pp. 246–254.
- Shic F., Macari S., Chawarska K. (2013). Speech disturbs face scanning in 6-month-old infants who develop autism spectrum disorder. *Biol Psychiatry*. Vol. 75, pp. 231–237.
- Sikora M., Stolińska A. (2016). Zastosowanie okulografii w badaniach interfejsu użytkownika. W: W. Błasiak (red.), *Neuronauka i eye tracking. Badania i aplikacje*. Kraków: Wydawnictwo Libron.
- Silberman S. (2017). *Neuroplemiona. Dziedzictwo autyzmu i przyszłość różnorodności*. Białystok: Vivate.
- Sobierajewicz J., Czaińska M. (2017). Użycie eye-trackingingu w neuromarketingu. *Optyka*, nr 1, s. 34–36.
- Stevenson R.A., Siemann J.K., Schneider B.C., Eberly H.E., Woynarowski T.G., Camarata S.M., Wallace M.T. (2014). *Multisensory temporal integration in autism spectrum disorders*, No. 43(12), pp. 2891–2902.
- Sumbly W.H., Pollack I. (1954). Visual contribution to speech intelligibility in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 26, pp. 212–215.
- Traczyk W. (2006). *Fizjologia człowieka w zarysie*. Warszawa: PZWL.
- Thompson M., Thomson L. (2012). *Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej*. Wrocław: Wydawnictwo Biomed Neurotechnologie.
- Van Donkelaar P., Drew A.S. (2002). The allocation of attention during smooth pursuit eye movements. *Progress in Brain Research*, No. 140, pp. 267–277.
- Walker-Smith G., Gale A.G., Findlay J.M. (1977). Eye movements during pattern perception. *Perception*, Vol. 6, pp. 313–326.
- Whyatt C. (2018). More than meets the eye: Redefining role of sensory-motor control on social skills in Autism Spectrum Disorders. In: E.B. Torres, C. Whyatt (eds.), *Autism. The movement sensing perspective*. Boca Raton, London, New York: CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Wilczek M., Krzystkowska K. (1971). *Nowoczesne leczenie zezów*. PZWL: Warszawa.

- Williams D. (2005). *Nikt nigdzie: niezwykła autobiografia autystycznej dziewczyny*. P. Gryz, M. Klimek-Lewandowska (tłum.). Fraszka Edukacyjna, Fundacja Synapsis: Warszawa.
- Wing L. (1988). The continuum of autistic characteristic. In: E. Schopler, G.B. Mesibow (eds.), *Diagnosis and assessment in autism*. New York: Plenum Press, pp. 91–110.
- Wing L. (2000). Past and future research and asperger syndrome. In: A. Klin, F. Folkmar, S. Sparrow (eds.), *Asperger syndrome*. New York: Guilford Press.
- Wing L. (1991). The relationship between Asperger's syndrome and Kanner's autism. In: U. Frith (ed.), *Autism and Asperger Syndrome*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Wing L., Gould J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, No. 9, pp. 11–29.
- Wit T. de, Falck-Ytter T., Hofsten C. von (2008). Young children with autism spectrum disorder look differently at positive versus negative emotional faces. *Res Autism Spectr Disord*, No. 2, pp. 651–659.
- Woodworth S.H., Schlosberg H. (1966). *Psychologia eksperymentalna*. Warszawa: PWN.
- Woynaroski T.G., Kwakye L.D., Foss-Feig J.H., Stevenson R.A., Stone W.L., Wallace M.T. (2013). Multisensory speech perception in children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43 (12), pp.2891–2902.
- Young G.S., Merin N., Rogers S.J., Ozonoff S. (2009). Gaze behavior and affect at 6 months: Predicting clinical outcomes and language development in typically developing infants and infants at risk for autism. *Dev Sci*, No. 12, pp. 798–814.
- Zawadzka E., Domańska Ł. (2009). Neuropsychologiczne następstwa dysfunkcji mózgu. W: Domańska E., Borkowska A. (red.), *Podstawy psychologii klinicznej*. Lublin: Wydawnictwo Naukowe UMCS.
- Zielińska J. (2004). *Wybrane techniki obrazowania sygnałów w perspektywie pedagogiki specjalnej: przykłady zastosowania w praktyce diagnostyczno-terapeutycznej*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Zielińska J. (2015a). *Diagnoza i terapia sprawności ortofonicznej dzieci z uszkodzeniem słuchu wspomagane techniką komputerową*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Zielińska J. (2015b). *Metody obrazowania pracy mózgu w perspektywie pedagogiki specjalnej. Wybrane zagadnienia*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Zielińska J. (2016). *Wybrane techniki obrazowania sygnałów w perspektywie pedagogiki specjalnej. Przykłady zastosowania w praktyce diagnostyczno-terapeutycznej*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe UP.
- Ziemski S. (1973). *Problemy dobrej diagnozy*. Warszawa: Wiedza Powszechna.

## Netografia

- Asanowicz D., Siedlecka M., Michalczyk Ł. (2008). *Interdyscyplinarne podejście do badań mechanizmów uwagi jako model badawczy dla kognitywistyki?* Pobrano z: [https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/31514/asanowicz\\_siedlecka\\_michalczyk\\_interdyscyplinarne\\_podejscie\\_do\\_badan\\_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/31514/asanowicz_siedlecka_michalczyk_interdyscyplinarne_podejscie_do_badan_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y), dostęp: 30.05.2019
- Bałaj B. (2011). *Analiza i interpretacja ruchów oczu w skaningu wyobraźniowym.* Pobrano z: <https://docplayer.pl/3415090-Streszczenie-slowa-kluczowe-ruchy-oczu-skaning-wyobrazeniowy.html>, dostęp: 26.05.2019
- Baker A.E., Lane A., Angley M.T., Young R.L. (2008). *The relationship between sensory processing patterns and behavioural responsiveness in autistic disorder: A pilot study.* Pobrano z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10803-007-0459-0>, dostęp: 30.05.2019
- Baranek G.T., David F.J., Poe M.D., Stone W.L., Watson L.R. (2006). *Sensory experiences questionnaire: Discriminating sensory features in young children with autism, developmental delays, and typical development.* Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=16712636>, dostęp: 30.05.2019
- Chawarska K., Shic F. (2009). *Looking but not seeing: atypical visual scanning and recognition of faces in 2 and 4-year-old children with autism spectrum disorder.* Abstract. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19590943>, dostęp: 30.05.2019
- Chawarska K., Macari S., Shic F. (2013). *Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with autism spectrum disorders.* Abstract. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23313640>, dostęp: 30.05.2019
- Coulter R.A. (2009). *Understanding the Visual Symptoms of Individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD).* Pobrano z: [https://cdn.ymaws.com/www.covd.org/resource/resmgr/certification\\_study\\_guide/understanding\\_visual\\_symptom.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.covd.org/resource/resmgr/certification_study_guide/understanding_visual_symptom.pdf), dostęp: 30.05.2019
- Dalton K.M., Nacewicz B.M., Johnstone T., Schaefer H.S., Gernsbacher M.A., Goldsmith H.H., Alexander A.L., Davidson R.J. (2005). *Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism.* Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4337787/>, dostęp: 30.05.2019
- Dycht M. (2012). *Osobliwości spostrzegania wzrokowego osób z autyzmem.* Pobrano z: [http://www.cns.aps.edu.pl/media/12662/cns\\_1\\_15\\_12.pdf](http://www.cns.aps.edu.pl/media/12662/cns_1_15_12.pdf), dostęp: 12.03.2019
- Falck-Ytter T., Bölte S., Gredebäck G. (2013). *Eye tracking in early autism research.* Pobrano z: <https://jneurodevdisorders.biomedcentral.com/articles/10.1186/1866-1955-5-28>, dostęp: 30.04.2018
- Falck-Ytter T., Hofsten C., Gillber C., Fernell E. (2013). *Visualization and analysis of eye movement data from children with typical and atypical development.* Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3778882/>, dostęp: 30.04.2018
- Francuz P. (2000). *Mechanizm uwagi. Przegląd zagadnień w perspektywie psychologicznej i neurofizjologicznej.* Pobrano z: <https://docplayer.pl/>

- 29691-Mechanizm-uwagi-przeglad-zagadnien-w-perspektywie-psycho-logicznej-i-neurofizjologicznej.html, dostęp: 30.05.2019
- Guzik-Kornacka A., Szostakowska S., Żurawska J., Soluch P. (2019). *Raport z badań w ramach projektu „Multimodalny system do funkcjonalnej diagnostyki i wspomagania terapii dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu”*. Pobrano z: <http://senseas.io/wp-content/uploads/2019/06/Raport-z-badan-CC%81-w-ramach-projektu-Multimodalny-system-do-funkcjonalnej-diagnostyki-i-wspomagania-terapii-dzieci-z-zaburzeniami-ze-spektrum-autyzmu.pdf>, dostęp: 30.05.2019
- Hutton S.B., Tegally D. (2005). *The effects of dividing attention on smooth pursuit eye tracking*. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15654587> dostęp: 30.08.2019
- Ignatiuk M., Pasieczny P., Plechawska-Wójcik M., Borys M. (2017). *Porównywanie algorytmów identyfikacji fiksacji oraz sakkad w zapisie okulograficznym dla potrzeb diagnostyki medycznej*. Pobrano z: <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-d1a95a03-43bd-4d46-ab69-cd3e344de358/c/ignatiuk.pdf>, dostęp: 30.05.2019
- Ilg U. (2002). *Commentary: Smooth pursuit eye movements: from low-level to high-level vision*. Abstract. Pobrano z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S007961230240057X?via%3Dihub%20>, dostęp: 22.07.2019
- Jadanowski K., Budrewicz S., Koziorowska-Gawron E. (2010). *Zaburzenia gałkoruchowe w chorobach ośrodkowego układu nerwowego*. Pobrano z: [https://journals.viamedica.pl/polski\\_przeglad\\_neurologiczny/article/viewFile/19922/15625](https://journals.viamedica.pl/polski_przeglad_neurologiczny/article/viewFile/19922/15625), dostęp: 30.06.2019
- Jansen K., Hoppe E., Remic-Walman K., Spors F., Egan D. (2014). *Update on Autism Spectrum Disorders for optometry: A review of the literature*. Pobrano z: <https://pdfs.semanticscholar.org/761f/ded1522ee3228e71e2ecd1f7c-23754c851a9.pdf>, dostęp: 30.06.2019
- Kemner C., Verbaten M.N., Cuperus J.M., Camfferman G., England H. van (1998). *Abnormal saccadic eye movements in autistic children*. Pobrano z: [https://www.researchgate.net/profile/Juliane\\_Cuperus/publication/13726849\\_Abnormal\\_Saccadic\\_Eye\\_Movements\\_in\\_Autistic\\_Children/links/00b49529e03025c601000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juliane_Cuperus/publication/13726849_Abnormal_Saccadic_Eye_Movements_in_Autistic_Children/links/00b49529e03025c601000000.pdf), dostęp: 30.06.2019
- Krejtz I., Krejtz K., Bielecki M. (2008). *Zastosowanie ruchów gałki ocznej w badaniach społecznych*. Pobrano z: [http://www.spoleczna.psychologia.pl/pliki/2008\\_1/Krejtz\\_Krejtz\\_Bielecki\\_2008\\_1.pdf](http://www.spoleczna.psychologia.pl/pliki/2008_1/Krejtz_Krejtz_Bielecki_2008_1.pdf), dostęp: 12.05.2019
- Lahiri U., Bekele E., Dohrmann E. (2011). *Design of a gaze-sensitive virtual social interactive system for children with autism*. Abstract. Pobrano z: <https://europepmc.org/article/med/21609889>, dostęp: 30.06.2018
- McGlensey M. (2016). *People with autism describe why eye contact can be difficult*. Pobrano z: <https://themighty.com/2016/02/why-eye-contact-can-be-difficult-for-people-with-autism/>, dostęp: 5.12.2018
- Międzynarodowa Klasyfikacja Funkcjonowania, Niepełnosprawności i Zdrowia ICF. Pobrano z: <http://www.pfon.org/dokumenty-i-publikacje/inne-publikacje/496-miedzynarodowa-klasyfikacja-funkcjonowania-niepelnosprawnosci-i-zdrowia-icf>, dostęp: 1.01.2018

- Miller L.J., Anzalone M.E., Lane S.L., Cermak S., Osten E.T. (2007). *Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis*. Pobrano z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Concept-evolution-in-sensory-integration%3A-a-for-Miller-Anzalone/72d23eddd189617ce48edf-04ce0d5dbdb01772e7>, dostęp 13.03.2019
- Minschew N.J. i in. (1999). *Oculomotor evidence for neocortical systems but not cerebellar dysfunction in autism*. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2995853/>, dostęp: 25.05.2019
- Młodkowski J. (2008). *Efektywność widzenia przy zablokowanej strefie operacyjnej siatkówki*. Pobrano z: [http://www.kul.pl/files/714/nowy\\_folder/2.51.2008\\_art.\\_4.pdf](http://www.kul.pl/files/714/nowy_folder/2.51.2008_art._4.pdf), dostęp: 10.03.2019
- Nakano T., Tanaka K., Endo Y., Yamame Y., Yamamoto T., Nakano Y., Ohta H., Kato N., Kitazawa S. (2010). *Atypical gaze patterns in children and adults with autism spectrum disorders dissociated from developmental changes in gaze behaviour*. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2982027/>, dostęp: 30.06.2019
- Ober J., Dylak J., Gryncewicz W. (2009). *Sakkadometria – nowe możliwości oceny stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego*. Pobrano z: [http://www.pan.poznan.pl/nauki/N\\_409\\_10\\_Ober.pdf](http://www.pan.poznan.pl/nauki/N_409_10_Ober.pdf), dostęp: 10.03.2019
- Organizacja bodźców zmysłowych – sensoryzmy*. Pobrano z: <https://polskiautyzm.pl/organizacja-bodzcow-zmyslowych-sensoryzmy/>, dostęp: 12.01.2019
- Orylska A., Racicka E. (2014). *Zastosowania badań okulograficznych w diagnozowaniu ADHD u dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym*. Pobrano z: [https://www.researchgate.net/publication/280383225\\_Anna\\_Orylska\\_ZASTOSOWANIA\\_BADAN\\_OKULOGRAFICZNYCH\\_W\\_DIAGNOZOWANIU\\_ADHD\\_U\\_DZIECI\\_W\\_WIEKU\\_PRZEDSZKOLNYM\\_I\\_WCZESNOSZKOLNYM](https://www.researchgate.net/publication/280383225_Anna_Orylska_ZASTOSOWANIA_BADAN_OKULOGRAFICZNYCH_W_DIAGNOZOWANIU_ADHD_U_DZIECI_W_WIEKU_PRZEDSZKOLNYM_I_WCZESNOSZKOLNYM), dostęp: 12.03.2019
- Pierce K. (2010). *Early functional brain development in autism and the promise of sleep fMRI*. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3050065/>, dostęp: 30.03.2019
- Pisula E., Rynkiewicz A., Łucka I. (2010). *Kwestionariusz Zachowania i Osobowości (AQ, wersja dla dzieci), polska wersja*. Pobrano z: <https://gumed.edu.pl/12857.html>, dostęp 10.03.2019
- Phūżyczka M. (2016). *Przestrzenne ruchy sakadowe a pamięć długotrwała*. Pobrano z: <http://www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/0/Lingwistyka%2BStosowana%2B20.pdf>, dostęp: 30.03.2019
- Rahme I.P., Oliveira E. de (2015). *The effect of back support on attention in Autism Spectrum Disorder: A pilot study testing André Bullinger's model*. Pobrano z: [https://www.cairn.info/revue-enfance2-2015-4-page-515.htm?try\\_download=1](https://www.cairn.info/revue-enfance2-2015-4-page-515.htm?try_download=1), dostęp: 25.03.2019
- Rommelse N., Van der Stigchel S., Sergeant J.A. (2008). *A review on eye movement studies in childhood and adolescent psychiatry*. Pobrano z: <http://www.fss.uu.nl/psn/web/people/personal/stigchel/rommelsereview.pdf>, dostęp: 25.03.2019
- Rosenhall U., Johansson E., Gillberg Ch., *Oculomotor findings in autistic children*. Pobrano z: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-la>

- ryngology-and-otology/article/oculomotor-findings-in-autistic-children/9F20B353CoCooDAA8C6BB4ED9FF5C59, dostęp: 25.05.2019
- Shirama A., Kanai C., Kato N., Kashino M. (2016). *Ocular fixation abnormality in patients with Autism Spectrum Disorder*. Abstract. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26739354>, dostęp: 30.03.2019
- Scharre J.E., Creedon J.M. (1992). *Assessment of visual function in autistic children*. Abstract. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1641224>, dostęp: 14.05.2019
- Schmitt L.M., Cook E.H., Sweeney J.A., Mosconi N.W. (2014). *Saccadic eye movement abnormalities in autism spectrum disorder indicate dysfunctions in cerebellum and brainstem*. Pobrano z: [https://www.researchgate.net/publication/268451553\\_Saccadic\\_eye\\_movement\\_abnormalities\\_in\\_autism\\_spectrum\\_disorder\\_indicate\\_dysfunctions\\_in\\_cerebellum\\_and\\_brainstem](https://www.researchgate.net/publication/268451553_Saccadic_eye_movement_abnormalities_in_autism_spectrum_disorder_indicate_dysfunctions_in_cerebellum_and_brainstem), dostęp: 25.03.2019
- Soluch P., Tarnowski A. (2013). *O metodologii badań eye trackingowych*. Pobrano z: [https://portal.uw.edu.pl/documents/7276721/11196346/LS7\\_2013\\_art\\_Soluch\\_Tarnowski.pdf](https://portal.uw.edu.pl/documents/7276721/11196346/LS7_2013_art_Soluch_Tarnowski.pdf), dostęp: 7.03.2019
- Stevenson R.A., Segers M., Ferber S., Barense M.D., Wallace M.T. (2014). *The impact of multisensory integration deficits on speech perception in children with autism spectrum disorders*. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4033130/>, dostęp: 30.04.2018
- Styrkowiec P. (2008). *Płynna uwaga. Projekt badań dotyczących ruchu płynnego podążania i funkcjonowania uwagi wzrokowej*. Pobrano z: <http://ejournals.eu/sj/index.php/RK/article/view/3183/3182>, dostęp: 7.03.2019
- Styrkowiec P., Nęcka E. (2008). *O dwóch systemach uwagi wzrokowej*. Pobrano z: [http://www.kul.pl/files/714/nowy\\_folder/2.51.2008\\_art.\\_1.pdf](http://www.kul.pl/files/714/nowy_folder/2.51.2008_art._1.pdf), dostęp: 12.02.2019
- Szeląg E., Kowalska J., Gałkowski T., Poppel E. (2004). *Temporal processing deficits in high-functioning children with autism*. Abstract. Pobrano z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1348/0007126041528167>, dostęp: 7.03.2019
- Takarae, Minshew N.J., Luna B., Krisky Ch.M., Sweeney J.A. (2004). *Pursuit eye movement deficits in autism*. Abstract. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15509622>, dostęp: 7.03.2019
- Terelak J.F. (2004). *Psychologiczne aspekty reklamy wizualnej*. Pobrano z: [http://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia\\_Psychologica/Studia\\_Psychologica-r2004-t-n5/Studia\\_Psychologica-r2004-t-n5-s293-311/Studia\\_Psychologica-r2004-t-n5-s293-311.pdf](http://bazhum.muzhp.pl/media/files/Studia_Psychologica/Studia_Psychologica-r2004-t-n5/Studia_Psychologica-r2004-t-n5-s293-311/Studia_Psychologica-r2004-t-n5-s293-311.pdf), dostęp: 7.03.2019
- Wasilewski T.P. (2015). *Założenia integracji sensorycznej a zaburzenia mowy u dzieci z autyzmem*. Pobrano z: <http://www.h-ph.pl/pdf/hyg-2015/hyg-2015-1-014.pdf>, dostęp: 12.02.2019
- Wilson C.E., Brock J., Palermo R. (2010). *Attention to social stimuli and facial identity recognition skills in autism spectrum disorder*. Abstract. Pobrano z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20977517>, dostęp: 12.02.2019
- Winczura B. (2018). *Zaburzenia współwystępujące z autyzmem – uwarunkowania rozwojowe, symptomy kliniczne i dylematy diagnostyczne*. Pobrano

z: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58778344/Winczura\\_Logopedia\\_47-2\\_2018.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DZaburzenia\\_wspolwystepujace\\_z\\_autyzmem\\_.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190729%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20190729T211906Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=14685adb3cafacefcb-774935d9e01fdd57ad60aec6755cf77f05eb77982578a](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58778344/Winczura_Logopedia_47-2_2018.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DZaburzenia_wspolwystepujace_z_autyzmem_.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190729%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190729T211906Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=14685adb3cafacefcb-774935d9e01fdd57ad60aec6755cf77f05eb77982578a), dostęp: 12.05.2019

Wołoszyn K., Asanowicz D. (2004). *Niezależność czy współpraca? Zagadnienie interakcji wzbudzeniowego i wykonawczego systemu uwagi*. Pobrano z: <http://www.ejournals.eu/sj/index.php/RK/article/view/2837/2838>, dostęp: 17.05.2019

### **Słowniki i encyklopedie**

<https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/diagnoza.html>, dostęp: 1.12.2018

<https://sjp.pwn.pl/sjp/diagnoza;2555032>, dostęp: 1.12.2018

<https://synonim.net/wyrazy-bliiskoznaczne-do-s%C5%82owa-diagnoza>, dostęp: 1.12.2018

### **Portale medyczne**

Krawczyński M. (2016). *Wzrok niemowlaka*. Pobrano z: <https://pediatria.mp.pl/prawidlowyrozwoj/rozwojfizyczny/52295,wzrok-niemowlecia>, dostęp: 4.12.2018

*Objawy autyzmu*. Pobrano z: <https://portal.abczdrowie.pl/objawy-autyzmu-u-dzieci>, dostęp: 1.12.2018

### **Strony dotyczące sprzętu i oprogramowania**

Butler P., Thistlethwaite S., Bates R., Fitzpatrick H. (2014). *Attention and looking guidbook*. Pobrano z: <http://www.inclusive.co.uk/lib/downloads/attention-and-looking/attention-and-looking-guidebook.pdf>, dostęp: 20.01.2018

[www.biomed.org.pl](http://www.biomed.org.pl), dostęp: 8.02.2018

[www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-attention-and-looking.html](http://www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-attention-and-looking.html), dostęp: 9.02..2018

[www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-choosing-and-learning.html](http://www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-choosing-and-learning.html), dostęp: 8 02.2018

[www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-exploring-and-playing.html](http://www.biomed.org.pl/programy-treningowe-mygaze/modul-exploring-and-playing.html), dostęp: 8.02.2018

[www.bridges-canada.com/products/mygaze-eyemouse-play-software](http://www.bridges-canada.com/products/mygaze-eyemouse-play-software), dostęp: 8.02.2018

[www.gfk.pl](http://www.gfk.pl), dostęp: 8.02.2018

[www.inclusive.co.uk/attention-and-looking-p6544](http://www.inclusive.co.uk/attention-and-looking-p6544), dostęp: 8.02.2018

[www.interaktywnie.com/biznes/artykuly/usability/tajniki-eyetrackingu-4554](http://www.interaktywnie.com/biznes/artykuly/usability/tajniki-eyetrackingu-4554), dostęp: 14.02.2018

[www.medipment.pl/produkt/Visual-Interaction-myGaze-80138](http://www.medipment.pl/produkt/Visual-Interaction-myGaze-80138), dostęp: 8.02.2018

[www.mygaze.com/products/mygaze-eye-tracker](http://www.mygaze.com/products/mygaze-eye-tracker), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com](http://www.tobii.com), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab/#Features](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-lab/#Features), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Components), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Features](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Features), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications), dostęp: 8.02.2018

[www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications](http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-spectrum/#Specifications), dostęp: 8.02.2018

## Spis rycin

1. Dylematy diagnozy 10
2. Diagnoza jako hipoteza 10
3. Skrajne podejścia badawcze 12
4. Synonimiczność pojęcia diagnozy 14
5. Trójczasowe podejście do diagnozy 15
6. Diagnoza jako wyznacznik terapii 18
7. Postępowanie diagnostyczno-terapeutyczne jako działanie współuczestniczące 18
8. Schemat gałki ocznej człowieka 36
9. Tobii Pro Spectrum – eye tracker 61
10. Zestaw eye tracker Tobii Pro Spectrum – monitor 61
11. Tobii Pro Glasses 2 – okulary 63
12. Tobii Pro Lab – przykładowe ekrany i filtry 65
13. Eye tracker myGaze wraz z demonstracją jego mocowania 68
14. Program treningowy "Attention and looking" – przykładowy interfejs użytkownika 70
15. Zmienne zależne i niezależne 87
16. Wolne ruchy śledzenia – badany 8 (64. m.ż.) 94
17. Wolne ruchy śledzenia – badany 12 (59. m.ż.) 94
18. Wolne ruchy śledzenia – badany 18 (67. m.ż.) 95
19. Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej – badany 6 (68. m.ż.) 97
20. Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej – badany 3 (48. m.ż.) 97
21. Wolne ruchy śledzenia w płaszczyźnie wertykalnej – badany 40 (57. m.ż.) 98
22. Wolne ruchy śledzenia (płaszczyzna horyzontalna, wertykalna, skośna) – badany 17 (70. m.ż.) 99
23. Wolne ruchy śledzenia (płaszczyzna horyzontalna, wertykalna, skośna) – badany 10 (69. m.ż.) 99

24. Wolne ruchy śledzenia (linie faliste i łamane) –  
badany 10 (70. m.ż.) 101
25. Wolne ruchy śledzenia (linia falista i łamana) –  
badany 17 (70. m.ż.) 102
26. Fiksacje – badany 40 (65. m.ż.) 104

### Spis wykresów

1. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia poruszających się obiektów w płaszczyźnie horyzontalnej w obu kierunkach (zestawienie wyników) 93
2. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie wertykalnej – ruch opadający i wznoszący (zestawienie wyników) 96
3. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia poruszających się obiektów w płaszczyźnie skośnej – ruch opadający i wznoszący (zestawienie wyników) 98
4. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektu pozostającego w ruchu obrotowym (zestawienie wyników) 103

### Spis tabel

1. Rozwój widzenia do 3. roku życia 25
2. Zmienne niezależne i ich wskaźniki 88
3. Zmienne zależne i ich wskaźniki 88
4. Struktura badanej grupy ze względu na wiek 89
5. Struktura badanej grupy ze względu na nasilenie objawów ze spektrum autyzmu 90
6. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia poruszających się obiektów w płaszczyźnie horyzontalnej w obu kierunkach (zestawienie wyników) 93
7. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie wertykalnej – ruch opadający i wznoszący (zestawienie wyników) 96
8. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia obiektów poruszających się w płaszczyźnie skośnej (zestawienie wyników) 99
9. Wolne ruchy śledzenia podczas poruszania się obiektów w różnych kierunkach po linii falistej i łamanej (zestawianie wyników) 100
10. Aktywność okoruchowa podczas śledzenia pozostającego w ruchu obrotowym obiektu (zestawienie wyników) 103

11. Związek pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych z obu grup a jakością wykonania przez nich zadań 105
12. Związek pomiędzy poziomem funkcjonowania badanych z obu grup a jakością wykonania przez nich zadań w poszczególnych seriach 105
13. Związek pomiędzy wiekiem badanych a jakością wykonania zadania 106