



**Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego  
w Warszawie**

**Marta de Białynia Woycikiewicz**

**Zmiany w poziomie uwagi, spostrzegania peryferyjnego,  
koordynacji sensomotorycznej i optymalizacji  
pobudzenia  
na skutek treningów percepcyjno-motorycznych  
w zespołowych grach sportowych**

**Promotor rozprawy doktorskiej**

**dr hab. Mirosław Mikicin**

Rozprawa doktorska

w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu

*w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej*

Warszawa, październik 2022

## Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

1. Świadom/a odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska na temat:

Zmiany u poziomie uwagi, postępowanie perceptorów,  
koordynacji sensoromotoryjnej i optymalizacji pobudzenia

na skutek treningów percepcyjno-motoryjnych w zapobieganiu gwałtownym porażeniom

została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

2. Oświadczam, że praca doktorska nie narusza praw autorskich na podstawie ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. 2019 poz. 1231 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym.

3. Oświadczam ponadto, że treść pracy przekazanej na zewnętrznym nośniku elektronicznym jest identyczna z wersją przyjętą przez promotora i dostarczoną w formie papierowej.

4. Oświadczam również, że przedstawiona praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem stopnia doktora.

### Pouczenie:

Zgodnie z art. 193 ust. 5 ustawy z dnia 18 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 1668 z późn. zm.) w przypadku niedopuszczenia do obrony rozprawy doktorskiej albo wydania decyzji o odmowie nadania stopnia doktora, ta sama rozprawa nie może być podstawą do ponownego ubiegania się o nadanie stopnia doktora

10.10.2022

Data

Katarzyna Bielmo Węgrulec

podpis autora pracy

10.10.2022

Data

podpis promotora pracy przyjmującego oświadczenie

Spis treści	
Abstract.....	8
Wstęp.....	10
CZEŚĆ TEORETYCZNA.....	15
1. Zespołowe gry sportowe jako działania psychomotoryczne .....	15
1.1 Definicja i cele zespołowych gier sportowych .....	15
1.2 Piłka ręczna i siatkówka jako przykład zespołowych gier sportowych.....	17
2. Wybrane właściwości psychiczne istotne w zespołowych grach sportowych .....	19
2.1 Uwaga .....	19
2.1.1 Teorie uwagi.....	21
2.1.2 Uwaga w sytuacji sportowej .....	23
2.2 Spostrzeganie peryferyjne.....	25
2.2.1 Spostrzeganie peryferyjne w sytuacji sportowej.....	26
2.3 Koordynacja sensomotoryczna .....	29
2.3.1 Koordynacja sensomotoryczna w sytuacji sportowej .....	32
2.4 Optymalizacja pobudzenia.....	34
2.4.1 Pobudzenie w sytuacji sportowej .....	37
3. Trening psychologiczny w przygotowaniu mentalnym sportowców .....	40
3.1 Trening neurofeedback-EEG .....	40
3.1.1 Neurofeedback-EEG jako narzędzie wspomagające sportowców .....	42
3.1.2 Wpływ treningu neurofeedback-EEG na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie u sportowców .....	46
3.2 Trening percepcyjno-motoryczny z zastosowaniem refleksomierza.....	51
3.2.1. Trening percepcyjno-motoryczny jako narzędzie wspomagające sportowców.....	52
3.2.2. Wpływ treningu percepcyjno-motorycznego na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie u sportowców .....	54
CZEŚĆ EMPIRYCZNA.....	56
4. Metodologia badań własnych .....	56
4.1 Uzasadnienie tematu pracy doktorskiej .....	56
4.2 Problem badań .....	56
4.3 Cel pracy, pytania badawcze .....	57
4.4 Przesłanki do hipotez .....	57
4.5 Hipotezy .....	59
4.6 Metoda .....	60
4.6.1 Narzędzia badawcze.....	61
4.6.2 Wskaźniki empiryczne .....	65

4.6.3 Zastosowane treningi.....	67
4.7 Osoby badane.....	71
4.8 Procedura badawcza .....	72
5. Wyniki .....	75
5.1 Metody analizy statystycznej.....	75
5.2 Podstawowe statystyki opisowe mierzonych zmiennych ilościowych.....	75
5.3 Usprawnianie: uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacja pobudzenia u sportowców w grach zespołowych w wyniku treningu neurofeedback-EEG.....	76
5.3.1 Usprawnienie uwagi w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych.....	76
5.3.2 Usprawnienie spostrzegania peryferyjnego w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych .....	78
5.3.3 Usprawnienie koordynacji sensomotorycznej w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych .....	79
5.3.4 Optymalizacja pobudzenia w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych .....	80
5.4 Zmiany w uwadze, spostrzeganiu peryferyjnym, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacja pobudzenia emocjonalnego w wyniku treningu z zastosowaniem refleksomierza u sportowców gier zespołowych .....	82
5.4.1 Zmiany w uwadze w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych.....	82
5.4.2 Zmiany w spostrzeganiu peryferyjnym w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych .....	83
5.4.3 Zmiany w koordynacji sensomotorycznej w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych .....	84
5.4.4 Zmiany w optymalizacji pobudzenia w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych .....	86
5.5 Różnice w poziomie uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacja pobudzenia w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) w porównaniu z grupą kontrolną u sportowców gier zespołowych .....	87
5.5.1 Różnice w poziomie uwagi w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) względem grupy kontrolnej .....	87
5.5.2 Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu na refleksomierzu względem grupy kontrolnej.....	88
5.5.3 Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu na refleksomierzu względem grupy kontrolnej.....	89

5.5.4 Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu na refleksomierzu względem grupy kontrolnej.....	90
5.6 Różnice w poziomie uwagi, w spostrzeganiu peryferyjnym, koordynacji sensomotorycznej i pobudzenia u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną .....	92
5.6.1 Różnice w poziomie uwagi u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną ...	92
5.6.2 Różnice w spostrzeganiu peryferyjnym u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną .....	94
5.6.3 Różnice w koordynacji sensomotorycznej u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną .....	97
5.6.4 Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną .....	99
5.7 Różnice w poziomie uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i w optymalizacji pobudzenia u sportswomenek w piłce ręcznej i siatkówce .....	101
5.7.1 Różnice w poziomie uwagi u sportswomenek w piłce ręcznej i siatkówce.....	102
5.7.2 Różnice w spostrzeganiu peryferyjnym u sportswomenek w piłce ręcznej i siatkówce.....	104
5.7.3 Różnice w koordynacji sensomotorycznej u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówce.....	107
5.7.4 Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówce.....	109
5.8 Związki pomiędzy uwagą, spostrzeganiem peryferyjnym, koordynacją sensomotoryczną i pobudzeniem w zespołowych grach sportowych.....	111
5.8.1 Związki pomiędzy pobudzeniem a uwagą, spostrzeganiem peryferyjnym, koordynacją sensomotoryczną w zespołowych grach sportowych .....	111
5.8.2 Korelacje pomiędzy spostrzeganiem peryferyjnym a uwagą i koordynacją sensomotoryczną u sportowców gier zespołowych .....	117
5.8.3 Związki pomiędzy uwagą a koordynacją sensomotoryczną u sportowców gier zespołowych.....	121
Dyskusja .....	123
Podsumowanie.....	140
Wnioski.....	143
Bibliografia.....	144
Netografia: .....	170
Spis tabel, rycin .....	170

## Streszczenie

Piłka ręczna i siatkówka stają się coraz bardziej dynamicznymi i skomplikowanymi zespołowymi grami sportowymi. Zawodnik musi zatem wykorzystywać swoje zdolności poznawcze, zwłaszcza uwagę, spostrzeganie, koordynację oraz optymalizację pobudzenia, aby natychmiast zapamiętywać, oceniać, wyciągać wnioski i reagować na to, co dzieje się na boisku. Z punktu widzenia funkcji wzrokowych i poziomu zdolności percepcyjnych, piłka ręczna i siatkowa jest uważana za ogromnie wymagającą pod względem zaangażowania funkcji uwagi wzrokowej, czasu reakcji na bodźce pojawiające się w peryferyjnym polu widzenia i koordynacji wzrokowo-ruchowej. Trening percepcyjno-motoryczny i neurofeedback-EEG może stymulować zmiany w procesach spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej, uwagi i optymalizacji pobudzenia. Zmodyfikowany trening percepcyjno-motoryczny jest specjalnie zaprojektowanym treningiem służącym rozwijaniu umiejętności wizualnych i percepcyjno-poznawczych w treningu sportowym. Natomiast neurofeedback-EEG to metoda treningowa oparta na pomiarze elektroencefalograficznym (EEG) aktywności bioelektrycznej mózgu.

Celem pracy jest określenie wpływu treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza) na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i optymalizację pobudzenia u sportowców gier zespołowych. Metodą badania był Wiedeński System Testów, który jest wystandaryzowanym i zobiektywizowanym pomiarem próbki zachowania. Przyjęto schemat quasi-eksperymentu. Grupę quasi-eksperymentalną stanowili sportowcy (N = 39): 15 mężczyzn oraz 14 kobiet, którzy trenowali piłkę ręczną w klubie AZS AWF Warszawa oraz 10 kobiet, które trenowały siatkówkę w klubie AZS AWF Warszawa. Grupę kontrolną stanowiło pięciu piłkarzy ręcznych, osiem piłkarek ręcznych i pięć siatkarek (N = 18) z klubu AZS AWF Warszawa. Grupa badana została podzielona na dwie podgrupy. Pierwsza grupa (N=20) trenowała na neurofeedback-EEG, natomiast druga grupa (N = 19) trenowała na refleksomierzu. Pomiary wykonano przy pomocy Wiedeńskiego Systemu Testów, przy użyciu testów COG (uwaga), PP (spostrozeganie peryferyjne), SMK (koordynacja sensomotoryczna), FLIM (pobudzenie) przed i po 20 sesjach treningowych, które wykonywane były dwa razy w tygodniu.

Stwierdzono, poprawę uwagi i koordynacji sensomotorycznej po treningach neurofeedback-EEG. Wyniki po treningach na reflexkomierzu poprawiały się natomiast aż w trzech właściwościach psychologicznych: uwagi, spostrzegania peryferyjnego, a przede wszystkim w koordynacji sensomotorycznej. Można również zaobserwować pozytywny wpływ treningu neurofeedback-EEG na optymalizację pobudzenia zawodników sportów zespołowych. Piłkarki osiągnęły wyższy poziom od piłkarzy w spostrzeganiu peryferyjnym, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacji pobudzenia. Piłkarki ręczne miały lepsze umiejętności od siatkarek w takich właściwościach psychologicznych, jak: uwaga, spostrzeganie peryferyjne i optymalizacja pobudzenia. Pomiary potwierdziły prawie wszystkie związki między badanymi zmiennymi.

**Słowa klucze:** funkcje psychomotoryczne, procesy poznawcze, neurofeedback-EEG, reflexkomierz, siatkówka, piłka ręczna.

**Changes in the level of attention, peripheral perception,  
sensorimotor coordination and optimization of arousal  
as a result of perceptual-motor training  
in team sports games**

**Abstract**

Handball and volleyball are becoming more and more dynamic and complex games. The player must therefore use its cognitive abilities, especially attention, perception, coordination and optimization of arousal, in order to immediately remember, evaluate, draw conclusions and react to what is happening on the pitch. From the point of view of visual function and the level of perceptive ability, volleyball and handball is considered extremely demanding in terms of the involvement of the visual attention function, reaction time to peripheral visual stimuli and eye-hand coordination. Perceptual-motor and neurofeedback-EEG training can stimulate changes in the processes of peripheral perception, sensorimotor coordination, attention, and optimization of arousal. Modified Perceptual-Motor Training is a specially designed training for the purpose of developing visual and perceptual-cognitive skills in sports training. In contrast, neurofeedback-EEG is a training method based on electroencephalographic (EEG) measurement of the bioelectrical activity of the cerebral cortex.

The aim of the study is to determine the effect of neurofeedback-EEG training and perceptual-motor training (using the reflexometer) on attention, peripheral perception, sensorimotor coordination and optimization of arousal on athletes of team games. The test method was the Viennese Test System, which is a standardized and objectified measurement of behavior samples. A quasi-experiment scheme was adopted. The quasi-experimental group consisted of the following sportsmen: (N = 39) 15 men and 14 women training handball at the AZS AWF Warszawa club, and 10 women training volleyball at the AZS AWF Warszawa club. The control group consisted of five male handball players, eight female handball players and five female volleyball players (N = 18) of the AZS AWF Warszawa club. The study group was divided into two subgroups. The first group (N = 20) trained on neurofeedback - EEG, while the second group (N = 19) trained on the reflexometer. Measurements were made with the



Viennese Test System COG (attention), PP (peripheral perception), SMK (sensorimotor coordination), FLIM (arousal) before and after 20 training sessions conducted twice a week.

It was found that the attention and sensorimotor coordination significantly improved after neurofeedback-EEG training. The results after training on the reflexometer improved in three psychological characteristics: attention, peripheral perception and, above all, in sensorimotor coordination. A positive effect of neurofeedback-EEG training on the optimization of stimulation of team sports players can also be observed. The female handball players achieved a higher level than the men handball players in terms of peripheral perception, sensorimotor coordination and arousal optimization. Handball players had better skills in such psychological properties as attention, peripheral perception, and optimization of arousal than the volleyball players. The measurements confirmed almost all relationships between the studied variables.

**Keywords:** psychomotor functions, cognitive processes, neurofeedback-EEG, reflexometer, volleyball, handball,

## Wstęp

Kiedy oglądamy wygodnie przed telewizorami znakomitych sportowców walczących o wygraną, często nie zdajemy sobie sprawy, że największa walka, jaką prowadzą, nie odbywa się na ogromnych arenach i boiskach, lecz w ich własnych głowach, gdzie toczą zacięte spory ze swoimi ograniczeniami. Nie powinno zatem dziwić, że coraz więcej zatrudnianych jest specjalistów z dziedziny psychologii sportu, którzy pomagają sportowcom w przezwyciężaniu ograniczeń natury psychicznej i poprawianiu wyników sportowych. We współczesnym sporcie liczą się ułamki sekund, milimetry itp., o których decyduje właśnie zazwyczaj „mocna głowa”. Psychologia sportu to dział psychologii stosowanej, który zajmuje się wykorzystaniem teorii, zasad i technik zaczerpniętych z psychologii w celu poprawy osiągnięć oraz osobistego rozwoju osób uprawiających sport (Williams i Straub, 1998). Tadeusz Rychta i in. (1995) uważali, że do głównych zagadnień psychologii sportu zaliczyć można stan psychofizyczny zawodnika, poziom przygotowania mentalnego i kontrolę zachowań sportowych.

Należy pamiętać, że sport daje możliwość uczestnictwa w zakodowanej w człowieku walce, prowadzonej w ramach szlachetnego współzawodnictwa (Panfil, Zdebska, 2012). Profesjonalne sporty zespołowe od dłuższego czasu emocjonują kibiców. To właśnie w tych dyscyplinach naprzeciw siebie stają dwa zespoły złożone z określonej liczby zawodników, a następnie rywalizują, by pokonać przeciwników. Zacięta, pełna emocji walka, która bardzo często wiąże się także z kontaktem fizycznym, do czerwoności rozgrzewa emocje fanów na całym świecie. Widowiskowe pojedynki, wspaniałe zagrania taktyczne, duch zespołu i walka do ostatniego gwizdka – to może się podobać. W niniejszej pracy przykładem sportów zespołowych jest piłka ręczna i siatkówka.

Badacze, znając specyfikę danych dyscyplin, zaczęli poszukiwać najważniejszych czynników, które będą odpowiedzialne za sukces sportowy. Problem poprawy cech psychomotorycznych w sporcie jest podejmowany przez naukowców na całym świecie. Sportowcom i trenerom zależy na poprawie rezultatów, co wymaga także przygotowania psychicznego. Konieczność optymalizacji działań zaradczych stwarza pole do popisu dla naukowców, którzy badając określone wycinki rzeczywistości sportu wyczynowego, mogą próbować przenosić wyniki swoich badań na grunt danej dyscypliny sportu, eksplorując coraz nowsze, nierozwiązane wcześniej problemy. W niniejszej pracy uznano, że najistotniejszymi właściwościami psychologicznymi, determinującymi sukces zawodnika

gier zespołowych, będą: uwaga, spostrzeganie peryferyjne, koordynacja sensomotoryczna i optymalizacja pobudzenia.

W każdej chwili życia mamy do czynienia z problemem selekcji ważnych informacji. Uwaga pomaga wybierać odpowiednie bodźce pochodzące ze świata zewnętrznego, które są w harmonii z naszymi wewnętrznymi odczuciami (Moran i in., 2016). Reulecke (1991) nazywa uwagę – trybem pracy, gdyż wymaga ona wysiłku i nie może być utrzymywana stale; jest zatem swego rodzaju stanem wyjątkowym, w którym osoba nie może pozostawać przez dłuższy czas. Należy podkreślić, że uwaga odnosi się do świadomego wysiłku jednostki, aby psychicznie skupić się na bodźcu (Fortenbaugh i in., 2015).

Zmysł wzroku podczas zawodów może stanowić do 85–90% wkładu sensorycznego sportowca (Zupan i in., 2006). Wzrok, będący pierwszym wejściem, dzięki któremu przetwarzane są informacje, stanowi ważny element udanych wyników sportowych. Ludzki układ wzrokowy składa się z widzenia centralnego i widzenia peryferyjnego. Widzenie peryferyjne zachodzi poza centralnym polem widzenia i jest odpowiedzialne za zbieranie informacji peryferyjnych (Sardegna i in., 2002). Spostrzeganie peryferyjne pełni funkcje w zakresie kontroli motorycznej. Umożliwia również kontrolę szybko poruszających się obiektów. Badania (Vater i in., 2017) pokazują, że widzenie peryferyjne służy do jednoczesnego monitorowania celu oraz wykrywania zmian w celu.

Koordynacja ruchów jest w znacznym stopniu określona przez wymaganą liczbę informacji zwrotnych i czas potrzebny na ich przetworzenie. Analizując koordynację ruchową, można założyć, że ocenie podlegają dwie całkowicie oddzielne konstrukcje. „Zdolność do wyprzedzającej koordynacji” odnosi się do koordynacji sensomotorycznej koniecznej do manewrowania elementem względem założonego celu (cel jest wcześniej znany). „Reaktywna koordynacja” reprezentuje natomiast rodzaj koordynacji sensomotorycznej potrzebnej do reagowania odpowiednio do spontanicznych, nieznanych zmian kierunku i rozmiaru (zdolność przewidywania ruchów) (Kaminski, 1973).

Pobudzenie to psychologiczny i fizjologiczny stan przebudzenia organizmu (Mella i in., 2011). W pewnych formach przystosowania fizjologicznego, zarówno przy niedobrej stymulacji, jak i jej nadmiarze, można mówić o regulacji optimum aktywacji według sprzężenia zwrotnego (Eliasz, 1981). Optimum aktywacji jest więc standardem regulacji. Podmiot dąży do jego osiągnięcia i utrzymania aktywacji ze względu na efektywność działania i dobre samopoczucie towarzyszące temu stanowi. Ludzie stykający się z wieloma

zadaniami o różnym stopniu trudności dążą na ogół do utrzymania kompromisowego, średniego poziomu aktywacji.

Jednak należałoby się zastanowić, co można zrobić, aby wyżej wymienione właściwości psychologiczne poprawić. Poprawa i osiągnięcie optymalnej wydajności podczas treningu i zawodów jest jednym z głównych celów trenerów i sportowców. Niestety optymalne stany psychofizjologiczne i psychospołeczne nie występują często – presja konkurencyjna może zakłócić wykonywanie zadań, przez co mogą pojawić się dysfunkcyjne i nieprzyjemne stany (Stults-Kolehmainen i Sinha, 2014). Dlatego konieczne jest wdrożenie odpowiednich treningów mentalnych. W pracy zastosowano dwa rodzaje treningów: neurofeedback-EEG oraz refleksomierz.

Neurofeedback-EEG jest naukowo opracowaną metodą usprawniania funkcjonowania OUN (Joniak i Joniak, 2010), wykorzystującą możliwości plastyczne mózgu, które polegają na zdolności tworzenia nowych połączeń synaptycznych. Większość badań z zakresu psychologii sportu oraz działania neurofeedback-EEG jest związana głównie z regulacją emocji i pobudzenia koncentracji (Ruiz i in., 2017). Neurofeedback-EEG wspomaga sportowców w zwiększeniu odporności na stres, w lepszym samopoczuciu, wyciszeniu się i relaksacji oraz zwalczaniu napięcia wewnętrznego (Strack i in., 2011; Hammond, 2005; Vernon, 2005; Sokhadze, 2012; Landers, 1991). Połączenie korzyści poznawczych, emocjonalnych i psychofizjologicznych płynących z neurofeedback-EEG powoduje poprawę pobudzenia (Wilson i Peper, 2011). Istnieją liczne badania, które potwierdzają skuteczność neurofeedback-EEG w poprawie poziomu uwagi (Mikicic i in., 2015; Maszczyk i in., 2017), spostrzegania peryferyjnego (Nan i in., 2014 i 2016) oraz koordynacji sensomotorycznej (Norouzi i Vaezmousavi, 2018; Dana i in., 2019).

Natomiast refleksomierz jest zmodyfikowanym treningiem percepcyjnym służącym rozwijaniu umiejętności wizualnych i percepcyjno-poznawczych w treningu sportowym. Odnosząc się do charakterystycznej roli widzenia w sporcie, twierdzi się, że wykorzystanie wizualnych programów treningowych może być produktywnie dla graczy gier zespołowych. Aby ocenić wpływ ćwiczeń na refleksomierzu na sprawność poznawczą, powszechnie stosowana jest częstotliwość krytycznego migotania światła (CFF). Służy ona do oceny wrażliwości sensorycznej i pobudzenia korowego, znanej również jako aktywacja ośrodkowego układu nerwowego (Davranche i Pichon, 2005). Do tej pory kilka badań

wykazało, że ćwiczenia fizyczne zmieniają próg CFF (Presland i in., 2005; Lambourne i Tomporowski, 2010).

Wszystkie wyżej wymienione właściwości psychiczne (uwaga, spostrzeganie peryferyjne, koordynacja sensomotoryczna i pobudzenie) są potrzebne do jak najlepszego wykonania technicznych i taktycznych założeń zespołowych gier sportowych. Stąd byłoby pożądane, aby wyżej wymienione właściwości wzajemnie się stymulowały. Williams (1983) podczas występu sportowego po raz pierwszy próbował przedstawić ramy ilustrujące oraz to, w jaki sposób różne umiejętności percepcyjno-poznawcze mogą oddziaływać w sposób ciągły, dynamiczny i wzajemny. Ramy te oparte są na założeniu, że względne znaczenie umiejętności percepcyjno-poznawczych może się różnić w zależności od szeregu ograniczeń związanych z zadaniem, sytuacją i wykonawcą; z uwagi na fakt, że każda umiejętność jest oparta na procesach myślowych i na innych zachowaniach związanych z wyszukiwaniem wizualnym. W niektórych scenariuszach gry prawdopodobne jest to, że sportowcy mogą polegać wyłącznie na zdolnościach przetwarzania informacji, wynikających z postawy przeciwnika. W bardziej natomiast dynamicznych sytuacjach, pod presją czasu, prawdopodobne jest to, że różne umiejętności percepcyjne i poznawcze oddziałują na siebie w zmieniający się oraz ewoluujący sposób, ułatwiając odpowiednie przewidywanie i podejmowanie decyzji. Według Daviesa i Parasuramana (1982) wyjaśnienie efektu spadku koncentracji uwagi może kryć się w analizie poziomu pobudzenia osób badanych podczas wykonywania zadania na czujność uwagi. Poziom wykonania każdego zadania zależy bowiem od aktualnego stanu energetycznego organizmu (Ross i Van Bockstaele, 2021). Najlepszą wydajność i uwagę uzyskuje się podczas średniego pobudzenia, umożliwiając osiągnięcie najwyższego poziomu uwagi oraz osiągnięć (Pop-Jordanova i Demerdzieva, 2010). Uwaga pojawia się pierwsza, ale to percepcja jej przeszkadza; uwaga jest więc podstawowym warunkiem spostrzegania (Hagemann i in., 2010). Ponadto uwaga i percepcja wzajemnie na siebie wpływają. W wielu przypadkach uwagę można skierować od wewnątrz na zewnątrz, co oznacza, że można wybrać, na czym zawodnik chce się skupić, lub wyszukać konkretne bodźce środowiskowe do osiągnięcia określonego celu (Parkin, 2000). Szczególnie istotne w zespołowych grach sportowych jest reagowanie ruchem ciała na szybko zmieniające się informacje, pojawiające się w polu widzenia. Synchronizacja między układem wzrokowym a układem motorycznym jest krytycznym elementem ludzkiego działania. Umiejętność koordynowania wzroku oraz ruchów ciała, nazywana reakcjami wzrokowo-ruchowymi oko-ręka, definiowane jako czas, który upłynął między prezentacją

bodźca wzrokowego a zakończeniem odpowiedzi ruchowej z rąk, jest szczególnie ważna w szybkich ruchach sportowych, takich jakie są wykonywane w grach drużynowych (Erickson, 2007). W występach sportowych istnieje ścisły związek między percepcją a ograniczonym czasowo zadaniem sportowym, wymagającym od graczy wydobycia najcenniejszych informacji wizualnych i wykorzystania tych informacji w celu szybkiego przewidzenia ruchu przeciwnika (Shim i in., 2006).

Celem pracy jest określenie wpływu treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i optymalizację pobudzenia u sportowców zespołowych gier sportowych. Metodą niniejszego badania był Wiedeński System Testów, który jest wystandaryzowanym i zobiektywizowanym pomiarem zachowania. Przyjęto schemat quasi-eksperymentu. Grupę quasi-eksperymentalną stanowili sportowcy (N = 39): 15 mężczyzn oraz 14 kobiet trenowało piłkę ręczną w klubie AZS AWF Warszawa oraz 10 kobiet trenowało siatkówkę w klubie AZS AWF Warszawa. Grupę kontrolną stanowiło pięciu piłkarzy ręcznych, osiem piłkarek ręcznych i pięć siatkarek (N = 18) klubu AZS AWF Warszawa.

Niniejsza praca składa się z części teoretycznej i części empirycznej zawierających pięć rozdziałów. Rozdział pierwszy, drugi i trzeci stanowi przegląd literatury analizowanego problemu badawczego. W rozdziale czwartym opisana została metodologia badań własnych. W rozdziale piątym zaprezentowano natomiast wyniki przeprowadzonego quasi-eksperymentu. Praca kończy się dyskusją. Przedstawione wyniki badań mogą być ważną wskazówką dla trenerów, instruktorów, nauczycieli wychowania fizycznego, jak również i dla sportowców.

# CZĘŚĆ TEORETYCZNA

## 1. Zespołowe gry sportowe jako działanie psychomotoryczne

### 1.1 Definicja i cele zespołowych gier sportowych

Na przełomie XX i XXI wieku zespołowe gry sportowe rozwijają się bardzo dynamicznie i wzbudzają coraz większe zainteresowanie, zaliczając się bez wątpienia do najpopularniejszych dyscyplin sportu (Panfil, 2012). Jak można zdefiniować gry? Samo słowo „gra” oznacza działania autoteliczne lub heteroteliczne o charakterze kooperacji negatywnej, wykonywane według pewnych umownie przyjętych reguł (Naglák, 2005). Gra sportowa to z kolei sytuacja przeciwstawnych interesów, w której uczestnicy świadomie lub podświadomie wybierają cele i sposoby ich realizacji, w zależności od tego, czym dysponują i jak mogą działać. Głównym celem gry sportowej jest wykazanie czasowej przewagi nad przeciwnikiem zgodnie z przyjętymi regułami (Panfil, 2006; Duda, 2011). Gra sportowa to również gra społeczna, w której sytuacja jest dynamiczna, jej przebieg jest transparentny, dochodzi do równoważenia intelektu i motoryki, konieczne jest zaś podejmowanie decyzji o wysokim stopniu ryzyka, wynikających z szybkiego działania i wysokiej entropii czy emocji towarzyszących działaniom na polu gry (Naglák, 2005). W grach zespołowych, w których umiejętności rywalizowania wyznaczają przespołowe dyspozycje zarówno osobowościowe, intelektualne, jak i motoryczne, wieloaspektowa analiza gry jest nie tylko warunkiem koniecznym do charakterystyki działań graczy, ale również umożliwia racjonalizowanie procesu treningowego (Panfil i Zdebska, 2012).

Gry z piłką to podstawowa składowa kultury fizycznej. Niewątpliwie stymulują wszechstronny rozwój osobowości oraz pozytywny, emocjonalny i intelektualny stosunek do aktywności fizycznej. Sporty zespołowe należą również do najbardziej złożonych technicznie dyscyplin, kształtują przy tym liczne i różnorodne nawyki czuciowe, ruchowe, otwarte (zewnętrzne) itp. (Blume, 1981; Ziemmermann, 1983; Raczek, 1991; Starosta, 2006). Współczesne gry sportowe wymagają racjonalizowania i ekonomicznego podejścia do działań podejmowanych w ich obszarze, gdyż dawno przestały być jedynie amatorsko podejmowaną działalnością, uprawianą dla własnej satysfakcji, a stały się ważną społecznie, gospodarczo, a często i politycznie, dziedziną życia zawodowego wielu ludzi (Panfil, 2006). Obecnie cechuje je też rozwinięta dynamika sytuacji. Działania z piłką i przeciwko graczowi z piłką realizowane są w ograniczonej przestrzeni. Podczas tych działań coraz częściej dochodzi do fizycznego kontaktu z przeciwnikiem, który hamuje ruchy gracza. Liczne są

ponadto dynamiczne okoliczności, które Tomaszewski (1992) określa mianem sytuacji. Naglak (1999) z kolei twierdzi, że układ zewnętrznych zmian stanów i rzeczy wywołuje u gracza konieczność podjęcia decyzji. Według tego autora szczególną wartością gry jest doskonalenie umiejętności podejmowania trafnej i szybkiej decyzji. Przy takim sposobie gry nie ma miejsca na przestoje ani czasu na zastanawianie się. Trzeba szybko i precyzyjnie myśleć oraz działać. Gracz musi w ułamku sekundy skierować piłkę w odpowiednie miejsce z właściwą szybkością, nie łamiąc obowiązujących przepisów. Wymusza to na nim konieczność trwałej koncentracji i błyskawicznej reakcji na ciągłe zmiany sytuacji.

Dlatego w sportach zespołowych czynności ruchowe mają charakter krótkotrwały, reaktywny, są szybkie i gwałtowane. Gracz ciągle musi dostosowywać swoją pozycję w obronie w zależności od ustawienia w bloku, szybkości lotu i toru piłki, zachowania przeciwnika i partnerów. Zmuszony jest też błyskawicznie zmieniać pozycje od wysokości do bloku, czy od ataku do obrony piłki. Wymaga to rozmaitych złożonych ruchów, ciągłego przemieszczania się w różnych kierunkach, szybkiego startu do piłki i utrzymania pozycji gotowości do działania (Frączek, 2012). Gracz ma możliwość działania wyłącznie wtedy, gdy dysponuje należytych potencjałem intelektualnym i motorycznym oraz gdy potrafi go wykorzystać dla osiągnięcia przyjętych (taktycznych) zamierzeń. Dzieje się tak, ponieważ działania graczy są efektem ciągłego uczenia się, czyli systematycznego odbioru, przetwarzania i wykorzystywania informacji (Naglak, 1999). W grach zespołowych wszystkie działania muszą być podejmowane błyskawicznie i bardzo dokładnie przy ciągle zmieniających się warunkach zewnętrznych. Szybkość akcji podczas meczu zmusza grających do błyskawicznego reagowania na tor lotu piłki, która porusza się z dużą prędkością w różnych kierunkach. Wymaga to dodatkowo właściwej oceny większej liczby sygnałów wynikających z pozycji i zachowania partnerów, przeciwnika, odległości od siatki, itp. Ocena ta z kolei umożliwia szybką reakcję i optymalne działanie motoryczne (Grządziel i Lyakh, 2000).

W związku z tym, o czym wspomniano powyżej, współcześnie trenowanie gier zespołowych powinno być procesem złożonym, którego skuteczność zależy od wielu czynników. Ich poznanie jest podstawą i warunkiem sukcesów szkoleniowych. W szkoleniu zawodników takimi czynnikami mogą być zdolności percepcyjne oraz koordynacyjne zdolności motoryczne. Stanowią one fundament mistrzostwa technicznego, a ich wysoki poziom decyduje o sukcesie sportowym. Tylko dokładnie zaplanowany trening koordynacyjny wraz z treningiem kondycyjnym, technicznym, taktycznym i



przygotowaniem psychologicznym może przynieść oczekiwane rezultaty (Sadowski, Wołosz i Zieliński, 2012).

Poszczególne zasady w piłce nożnej, piłce ręcznej, siatkówce, koszykówce bądź innych grach zespołowych różnią się, jednak można doszukać się reguł łączących te dyscypliny. Przykładem może być ściśle określona liczba graczy na boisku, obszar placu gry, sprzęt do gry oraz urządzenia, czas i podział na jego części, zajmowanie pozycji na boisku, zachowanie w stosunku do przeciwnika i sędziego, zdobywanie punktów oraz końcowy wynik. Niemożliwe jest uczestniczenie w grze bez wcześniejszego zaznajomienia się z zasadami (Wołyniec, 2006; Paterka, 1997).

## **1.2 Piłka ręczna i siatkówka jako przykład zespołowych gier sportowych**

W niniejszej pracy skupiono uwagę na piłce ręcznej i siatkówce jako na przykładach sportów zespołowych. Celem gry w piłkę ręczną jest umieszczenie, wyłącznie za pomocą rąk, większej liczby piłek w bramce przeciwnika. Piłkarze mogą piłkę rzucać, popychać, łapać, uderzać i kozłować. W związku z tym, zespoły stosują w ataku urozmaiconą i zaskakującą taktykę względem przeciwnika, posługując się szybkim atakiem lub atakiem pozycyjnym, a w obronie stosowaniem zróżnicowanych systemów obronnych (Dencikowska, 2012). Dyscyplina ta powstała jako alternatywa dla siłowej piłki nożnej (Duława, 2016). W piłce ręcznej różnorodność pozycji i wynikająca z niej zmienność sytuacji sprawiają, że do przygotowania zawodników niezbędne stają się zdolność dostosowania motorycznego, działań partnera oraz przeciwnika, zdyscyplinowanie i wysoki stopień integracji (Naglak, 2001). Piłkarze muszą być silni, nie tylko pod względem fizycznym, ale przede wszystkim psychicznym. Piłka ręczna jest uważana za grę, która wymaga od zawodnika ciągłej gotowości i utrzymania uwagi podczas działań motorycznych, mimo że występują krótsze lub dłuższe przerwy, gdyż w dyscyplinie tej dominują nagłe i szybkie zmiany kierunku i położenia graczy. Piłkarz ręczny musi znaleźć wyjście z wielu sytuacji, dokonując ich natychmiastowej oceny, przewidując przebieg zdarzeń i reagując na zmieniające się bodźce. Szybkość, siła, wytrzymałość i skoczność zawodników są niezbędne do utrzymania wymaganego tempa gry (Nowiński, 2002). Zakłada się, że analiza interakcji pomiędzy umiejętnościami poznawczymi i ruchowymi w piłce ręcznej jest szczególnie istotna z punktu widzenia efektywności gry (Stanković i Malacko, 2008). Od zawodnika wymagana jest wyśmienita koordynacja, niespotykany refleks i bardzo dobra kondycja ruchowa. Wyraźnie zaznaczona specjalizacja w grze na poszczególnych pozycjach (uwarunkowana przez wzrost, wagę i umiejętności motoryczne piłkarzy) powoduje potrzebę

indywidualizacji treningów. Spowodowane jest to faktem, że w stałej walce o czas i przestrzeń na boisku, jaką toczą ze sobą atakujący i obrońcy, determinującymi czynnikami będą indywidualne umiejętności techniczne i taktyczne zawodników oraz ich szybkość wykonania po podjętej decyzji (Nowiński, 2002). Istotną cechą piłki ręcznej jest zespołowość. Współdziałanie całego zespołu przekonuje zawodników o tym, że uzyskane wyniki nie są wyłącznie zasługą jednego zawodnika, lecz wykładnikiem wysiłku całej drużyny (Dencikowska, 2012).

Gra w piłkę siatkową jest rozgrywana między dwoma sześciuosobowymi zespołami. Celem gry jest spowodowanie upadku piłki na polu gry drużyny przeciwnej. Zespół wygrywa seta, jeśli uzyska 25 punktów, a mecz, jeśli wygra trzy sety. Siatkówka jest grą interwałową lub fragmentaryczną, ponieważ walka sportowa trwa od zagrywki do zakończenia akcji (Laferi, 2004). Gra w siatkówkę ma charakter walki pośredniej, bez prawa fizycznego kontaktu z przeciwnikiem (Grządziel i in., 2012). W siatkówce występuje szereg kompleksowych działań techniczno-taktycznych, które składają się z ataku, zagrywki, obrony, bloku itp. W nowoczesnej siatkówce wysokie tempo akcji oraz szybkość lotu piłki sprawiają, że przebieg działań w grze należy antycypować, a także wymagają gotowości do reakcji motorycznych. Z punktu widzenia funkcji wzrokowych i poziomu zdolności percepcyjnych piłka siatkowa jest uważana za ogromnie wymagającą pod względem zaangażowania funkcji uwagi wzrokowej, czasu reakcji na bodźce pojawiające się w centralnym i peryferyjnym polu widzenia, szybkiej lokalizacji przestrzennej, antycypacji i koordynacji wzrokowo-ruchowej. Specyfika gry wymusza u zawodników pełne skupienie wzroku jednocześnie na wielu bodźcach, nierzadko w sytuacjach taktycznych w peryferyjnym polu widzenia (Anzeneder i Bosel, 1998). Zawodnik podejmuje decyzję motoryczną, zwracając uwagę na lokalizację piłki, partnera, siatki oraz przeciwnika po drugiej stronie boiska (Liviotti i in., 2007). Dodatkowo w momencie, gdy zawodnicy zajmują kolejno wszystkie pozycje na boisku, wymaga się od nich dużej wszechstronności i pełnej koncentracji (Grządziel i in., 2012). Siatkówkę charakteryzuje wysoka umiejętność współdziałania zespołu, a skuteczność rozgrywania kombinacji gry zależna jest od wyszkolenia zawodników, ich precyzji oraz możliwości i zdolności motorycznych. Współczesna siatkówka postawiła wysokie wymagania przed zawodnikami i trenerami, którzy zmuszeni są do optymalizacji szkolenia, w celu uzyskania jak najlepszych wyników sportowych. Nowoczesny trening siatkówki powinien wykorzystywać wiedzę z fizjologii, biochemii, psychologii itp. (Laferi, 2004).

## **2. Wybrane właściwości psychiczne istotne w zespołowych grach sportowych**

### **2.1 Uwaga**

Do każdego gracza dociera olbrzymia liczba bodźców, wielokrotnie wyższa, niż mózg jest w stanie przetworzyć. Niektóre bodźce nie mają żadnego znaczenia z punktu widzenia celu gry, więc reagowanie na nie oznacza albo niepotrzebną stratę energii, albo też pominięcie innego, ważnego sygnału. Rola uwagi wynika z ograniczonych możliwości przetwarzania informacji przez umysł ludzki (Duncan i Humphreys, 1989; Makowiec, 2020). Efektywne funkcjonowanie systemu poznawczego jest możliwe w zasadzie tylko wtedy, gdy w tym samym czasie analizujemy jedynie niewielkie ilości informacji (Lehrl i Fisher, 1988; Budnik-Przybylska i Staniszewski, 2018). Konieczne wydaje się istnienie jakiegoś mechanizmu pozwalającego na wybór informacji istotnych dla dalszego przetwarzania. Mechanizm taki umożliwia koncentrowanie się na pewnych sygnałach czy też zadaniach oraz odrzucanie bodźców nieistotnych i zakłócających.

Uwagę można zdefiniować jako „proces poznawczy polegający na szczególnej koncentracji czynności poznawczych na określonym przedmiocie (zadaniu) lub dokładniejszym uświadomieniu sobie działających bodźców” (Strelau i in., 1979, s. 120; Revlin, 2013). William James zdefiniował uwagę następująco: „każdy wie, czym jest uwaga: jest to posiadanie przez umysł w jasnej i żywej postaci jednego z wielu jednocześnie ujmowanych przedmiotów lub ciągów myśli” (James, 1890, s. 526). Uwaga to również sprawność w wykonywaniu określonego działania w sposób wystarczająco ciągły i precyzyjny przy jednoczesnym pomijaniu rzeczy mało istotnych (Nideffer, 1986; Neumann i DeSchepper, 1992; Anderson, 2004). Uwagę określa się ponadto jako proces koncentracji na jednym zadaniu czy źródle bodźców, pomimo działania bodźców dystrykcyjnych. Dzięki uwadze jesteśmy w stanie dokładniej rejestrować pewne aspekty otoczenia. Umożliwia ona także uczenie się i pozwala na szybkie reagowanie na otaczające nas bodźce (Nęcka i in., 2008). Co więcej, uwaga jest jednym z najważniejszych procesów mentalnych dla rozwoju jednostki, tak jak wiedza i umiejętności. Zezwala jednostce na wybranie różnych bodźców sensorycznych, aby zdobyć dane umiejętności i kształtować odpowiednie nawyki behawioralne, a także na dostosowanie się do swojego środowiska (Parkin, 2000).

Zadania uwagi są różnorodne – kontroluje ona interakcje ze środowiskiem oraz pełni funkcję przystosowawczą, a także adaptacyjną. Duże znaczenie ma również to, że wiąże

przeszłość i terażniejszość oraz dzięki niej kontrolujemy oraz planujemy przyszłe działania (Sternberg, 2005). Jako podstawowe określa się cztery funkcje uwagi:

1. Selektywność – selekcja informacji zachodzi na poziomie percepcji bodźców (wczesna selekcja). Selektywność jest również procesem uwagi wykonawczej, koordynującym wyższe procesy poznawcze, m.in. pamięć czy planowanie, w zależności od wymagań środowiska i celu, jaki ma zostać osiągnięty (Serences i Kastner, 2014). Selektywność informacji odgrywa też istotną rolę w wolicjonalnym wyszukiwaniu bodźca o modalności wzrokowej wśród innych dystraktorów (Nęcka i in., 2008). Ten rodzaj selektywności uwagi określany jest terminem – „przeszukiwanie pola wzrokowego” (Maruszewski, 2017). Czas poszukiwania bodźca zależy od liczby dystraktorów (Jaśkowski, 2009). Cechy przyciągające uwagę i ułatwiające selekcję to w szczególności ruch bodźca i kolor. Badania nad tymi zagadnieniami prowadzone są z pomocą przeszukiwania wzrokowego (Reynolds i in., 2008).

2. Czujność i detekcja sygnału – jest to czekanie na pojawienie się określonego bodźca. Czujność odnosi się do zdolności jednostki do zwracania uwagi na daną stymulację przez dłuższy czas. W czasie tym jednostka stara się zauważyć pojawienie się sygnału określonego bodźca, którym jest zainteresowana. Czujność na ogół potrzebna jest wtedy, gdy odpowiedni bodziec pojawia się rzadko, a po jego pojawieniu się wymagana jest natychmiastowa uwaga. Zjawisko to związane jest z teorią detekcji sygnału.

3. Przeszukiwanie, czyli aktywne poszukiwanie określonego bodźca. Odnosi się to do przeglądania otoczenia w celu znalezienia określonej cechy. Często w poszukiwaniu przeszkadzają dystraktory, którymi są inne niż właściwe bodźce, mające na celu oderwanie naszej uwagi od tych właściwych. Liczba poszukiwanych bodźców i dystraktorów ma wpływ na trudność zadania; mówi się też o efekcie wielkości zestawu, czyli stopniu, w jakim liczba elementów zestawu utrudnia poszukiwania (Sternberg, 2005; Nęcka i in., 2016; Maruszewski, 2017).

4. Podzielność – jest to alokacja dostępnych zasobów uwagi, aby koordynować wykonanie więcej niż jednego zadania w tym samym czasie. Według Neissera i Becklena (1975) umiejętność wykonywania kilku zadań jednocześnie wynika z praktyki, a nie ze specjalnych mechanizmów poznawczych.

### 2.1.1 Teorie uwagi

Przez wiele lat badacze (Broadbent, 1958; Andrade i Walker, 2021) zastanawiali się nad tym, jak naprawdę działa uwaga. Stworzyli kilka koncepcji. Pierwszą z nich jest teoria filtrów uwagi, zgodnie z którą informacja, wędrując od zmysłów do świadomości, spotyka na drodze filtr skutecznie blokujący dużą liczbę informacji sensorycznych, które do nas docierają, podczas gdy innym informacjom umożliwia on dostęp do kolejnych etapów przetwarzania. Za sprawą uwagi zredukowany jest nadmiar danych na wejściu sensorycznym, dochodzi bowiem do selekcji ich źródeł. Ze względu na to, jak regulowana jest praca mechanizmu filtrującego wiadomości, zasadę tę nazwano „wszystko albo nic” (Broadbent, 1958). Kolejną teorią jest model osłabiacza stworzony przez Traisman (1960), która na podstawie swoich badań zaproponowała nowy schemat mechanizmu selekcji. Badaczka uważała, że filtr uwagi otwierany jest „od środka”, czyli przez informacje, które się już przez tę bramkę przedostały. Jej zdaniem ludzie grupują bodźce zgodnie z ich znaczeniem, a nie zgodnie z tym, jak się pojawiają lub prezentują w określonym kanale. Neisser (1967) uważał natomiast, że nie odfiltrowujemy docierających do nas bodźców, ale pobieramy z otoczenia takie, które nam są potrzebne. Uwaga ma więc charakter aktywny, a nie pasywny. Kahneman (1973) sądził zaś, że główną funkcją terminu „uwaga” w psychologii postbehawiorystycznej jest dostarczenie etykiety dla pewnego mechanizmu wewnętrznego, który determinuje ważność bodźców, a tym samym uniemożliwia przewidywanie wyłącznie na podstawie ich samych. Uwaga jest mechanizmem wybierającym bodźce, na które należy zareagować. Są to bodźce ważne dla jednostki. Pojęcie „pojemność uwagi” w koncepcji Kahnemana określa ilość naszych zasobów poznawczych, które możemy poświęcić czy skierować na radzenie sobie z różnymi problemami i zadaniami. Allport (1980) sformułował multkanałową koncepcję selektywnej uwagi. Autor ten uznał, że uwaga może funkcjonować jako zestaw wielu niezależnych kanałów, które zawierają własne filtry, zdolnych do niezależnej selekcji informacji. Im bardziej nieprzewidywalne wymagania w toku równocześnie wykonywanych zadań, tym większe ryzyko popełniania błędów i tym bardziej możliwa jest decyzja systemu poznawczego o przetwarzaniu szeregowym i kanałowym. Taka operacja zawsze będzie wiązała się z kosztami poznawczymi.

Natomiast teoria detekcji sygnałów Green i Swetsa (1966) polega na procesie odróżniania sygnału od szumu. Na początku wykorzystywano ją w celach technicznych, lecz później znalazła zastosowanie w odniesieniu do żywych systemów wykrywania sygnałów. Teoria przewiduje cztery możliwe skutki: trafienie, poprawne odrzucenie, fałszywy alarm

i ominięcie. Istnieją dwie sytuacje, w których dochodzi do prawidłowych reakcji: wykrycie sygnału, kiedy rzeczywiście on występuje, i niewykrywanie sygnału, kiedy faktycznie go nie ma. Istnieją też dwie sytuacje, w których pojawiają się błędy – gdy sygnał istnieje, ale go nie wykryjemy, oraz kiedy wykryjemy sygnał, którego nie było. Przedmiotem zainteresowania teorii detekcji sygnałów jest związek między częstością występowania poprawnych detekcji i fałszywych alarmów. Pozostałe reakcje można pominąć, ponieważ proporcja ich występowania stanowi dopełnienie do jedności w stosunku do proporcji występowania poprawnych detekcji albo fałszywych alarmów (Coombs i in., 1977; Falkowski, 2000). Teoria przewiduje ponadto, że popełniając błędy, obserwator może przyjąć różne strategie wykonania zadania, a w szczególności skłaniać się raczej ku fałszywym alarmom niż ominięciom lub odwrotnie. Pierwsza strategia może być korzystna wtedy, gdy konsekwencje wzniesienia fałszywego alarmu są mniejsze, niż konsekwencja ominięcia ważnego sygnału. Odwrotna strategia pojawia się zaś wtedy, gdy konsekwencje ominięcia sygnału nie są dramatyczne, natomiast konsekwencje wywołania fałszywego alarmu mogą być nad wyraz dotkliwe. W badaniach nad przedłużoną koncentracją wykazano, że wraz z upływem czasu maleje liczba prawidłowych detekcji i fałszywych alarmów, a zawiesza się liczba ominięć, co wynika z powyższego progu reaktywności (Green i Swets, 1966). Wyniki eksperymentów sugerują, że przedłużoną koncentrację uwagi można poprawić poprzez treningi (Schaaf, i in., 1980).

Czujność, którą bada teoria detekcji sygnałów, możemy określić jako zdolność lub stan, dzięki któremu jednostka potrafi w dłuższym okresie wykrywać bodźce specyficzne spośród wielu możliwych bodźców pojawiających się w środowisku. Czujność jest związana z pewnym poziomem aktywacji, umożliwiającym reagowanie na bodźce. Z kolei na związek między proporcjami poprawnych detekcji i fałszywych alarmów wpływają trzy grupy czynników:

1. Stosunek siły sygnału do siły szumu. Im jest on większy, tym łatwiej odróżnić sygnał występujący na tle szumu od samego szumu.
2. Czynniki wpływające na motywacyjne konsekwencje podjęcia określonych decyzji. Czynniki te wskazują na to, że nasza uwaga uzależniona jest od motywacji.
3. Oczekiwania są uzależnione od częstości występowania sygnałów w pewnych sytuacjach. Oczekiwania wcale nie muszą być odzwierciedleniem rzeczywistej częstości pewnych zdarzeń, ale mogą wynikać jedynie z przekonań dotyczących pewnych zdarzeń.

W eksperymentach z zastosowaniem presji czasowej badani z reguły nie są w stanie jednocześnie uzyskać dobrych wyników zarówno w zakresie szybkości, jak i poprawności reakcji. W konsekwencji albo są szybcy, ale popełniają wiele błędów, albo też reagują poprawnie, ale kosztem znacznego spowolnienia przetwarzania informacji. Zgodnie z modelem Johnstone'a (Johnstone i Heinz, 1979;) im płytszy poziom analizy bodźców, tym szybszy proces selekcji informacji. Jednak na płytkim poziomie przetwarzania sygnału nie udaje się zanalizować wielu jego cech. W konsekwencji mechanizm filtrujący jest narażony na błędy podczas selekcji informacji, gdyż może on pomijać niektóre sygnały lub też uznać za sygnał niektóre bodźce zakłócające. Na głębszych poziomach przetwarzania informacji analiza bodźców jest znacznie bardziej złożona i uwzględnia więcej cech stymulacji. Wiąże się to z większą poprawnością procesów selektywnych, kosztem wydłużenia czasu potrzebnego na dokonanie wyboru

### **2.1.2 Uwaga w sytuacji sportowej**

Procesy poznawcze i ruchowe mają zasadnicze znaczenie dla wyników sportowych. Podczas zawodów sportowcy są zawsze zaangażowani w wysiłek fizyczny i umysłowy. Obie te umiejętności spaja uwaga, więc nie ma wątpliwości, że jest ona niezbędnym czynnikiem, który pozwala odnieść sukces w sporcie (Farzaneh, 2017). Spośród procesów poznawczych, związanych z wynikami sportowymi, funkcjonowanie uwagi było główną kwestią badaną w ostatnich latach (Zwierko i in., 2014). Uwaga jest istotna w sporcie, ponieważ wzmacnia skuteczność uczenia się podczas treningu, ale także efektywność rywalizacji sportowej. Dzięki zwiększonej efektywności sportowiec ma lepsze zdolności recepcyjne, co pozwala wyselekcjonować bodźce ważne dla realizacji celu sportowego. Jednocześnie uwaga zmniejsza wrażliwość na czynniki nieistotne, z punktu widzenia określonego aktualnego celu (Nideffer, 1986; Sternberg, 2005; Gracz i Sankowski, 2007). Różnorodne dyscypliny sportowe wpływają pozytywnie na rozwój uwagi. Proces uwagi może ulec poprawie w znacznej mierze na skutek długotrwałych oddziaływań treningowych. Aby utrzymać uwagę sportowca, należy wprowadzać nową treść, ale taką, która wiąże się z tym, co mu już znane, ważne dla niego, bądź interesujące (Gracz i Sankowski, 2007).

Podstawową klasyfikację uwagi w sporcie zaproponował amerykański psycholog Robert Nideffer (1986). Sądzi on, że najważniejsze w działalności sportowej cechy uwagi to: zakres oraz kierunek. Zakres może być wąski albo szeroki. Uwaga może być skierowana do wewnątrz: na własne myśli, plany, doznania lub na zewnątrz: na otoczenie, sytuację. Nideffer wyróżnił cztery typy uwagi, takie jak: szeroka zewnętrzna, szeroka wewnętrzna,

wąską wewnętrzną oraz wąską zewnętrzną. Badania pokazują słuszność tez Nideffera - Shea i Wulf (1999) zastosowali zadanie na stabilizatorze i przedstawili je dwóm grupom uczestników z tym samym sprzężeniem zwrotnym podczas ćwiczenia balansu na platformie. Charakterystyki częstotliwościowe (średnia częstotliwość mocy) ruchów platformy pokazały, że wyższe były dostosowania częstotliwości u uczestników z zewnętrzną koncentracją, niż u tych z wewnętrzną. Porter i in. (2010) przeprowadzili eksperyment, w którym nisko kwalifikowani sportowcy zostali poinstruowani, aby skupić się na rosnących odległościach przed wykonaniem skoku w dal z dystansu stojącego. Autorzy zauważyli, że odległość skoku wzrosła, gdy uwaga była skierowana dalej od ciała (zewnętrzne skupienie uwagi). Podobnie Zachry i in. (2005) podali, że dokładność rzutów wolnych w koszykówce była większa, gdy uczestnicy przyjęli zewnętrzne skupienie na koszu w porównaniu do wewnętrznego ogniskowania – skupienia na ruchu nadgarstka. Sugeruje to, że zewnętrzne skupienie uwagi poprawia wydajność zachowania motorycznego.

W badaniach eksperymentalnych dotyczących uwagi w sporcie wykazano lepsze zdolności poznawcze sportowców ekspertów, którzy są w stanie szybko zdobywać ważne informacje, kodować i wyszukiwać odpowiednie dane bardziej efektywnie w porównaniu z osobami niebędącymi profesjonalnymi sportowcami (Mann i in., 2007; Memmert i in., 2009). Ponadto eksperci mogą lepiej modulować swoje zasoby poznawcze i motoryczne zgodnie z określonymi wymaganiami (Castiello i Umilta, 1992). Dodatkowo Gilia i in. (2011) zauważyli różnice w uwadze wzrokowo-przestrzennej sportowców uprawiających sporty z nawykiem otwartym, w porównaniu do osób zajmujących się sportami z nawykiem zamkniętym i niesportowców. Zwierko i in. (2014) zbadali natomiast wpływ przedłużonego wykonywania zadań wzrokowo-ruchowych na zdolność utrzymania uwagi u sportowców i osób niebędących sportowcami. Okazało się, że ci drudzy, w porównaniu do sportowców wykazali: (1) dłuższy całkowity czas wykonania testu; (2) dłuższy czas reakcji; (3) większą zmienność wyników podczas wykonywania zadania.

Jednym z ważniejszych elementów procesu uwagi w sporcie jest uwaga ciągła (czujność/przedłużona koncentracja) podczas wykonywania zadań. Sarter i in. (2001) opisali uwagę ciągłą jako stan gotowości do reagowania na rzadkie i nieprzewidywalne sygnały w dłuższym czasie. Zdolność do utrzymywania uwagi na określonym bodźcu lub lokalizacji przez dość długi czas jest ważna w piłce nożnej. Natomiast w piłce ręcznej, ze względu na ciągłe zmiany w otoczeniu (np. zmiany położenia piłki i przeciwników), gracz jest zmuszony do hamowania wcześniej zaplanowanych reakcji motorycznych, przewidywania działań



i koordynowania segmentów cielesnych w oparciu o kompleks i dynamiczny przepływ informacji sensorycznej (Lage i in., 2011). Wymaga to stałej gotowości do reakcji motorycznej na nieprzewidywalne sygnały.

## **2.2 Spostrzeganie peryferyjne**

Spośród wszystkich zmysłów człowieka to właśnie wzrok dostarcza najwięcej informacji do mózgu. Dla procesu widzenia konieczne są prawidłowo działające gałki oczne oraz liczne drogi i ośrodki mózgowie. Gałka oczna przetwarza bodźce świetlne na impulsy nerwowe. Drogi wzrokowe natomiast przenoszą owe impulsy do różnych okolic mózgu. Ośrodki w mózgowiu następnie analizują sygnał elektryczny, aby informacja wzrokowa była zrozumiana, zapamiętana i użyteczna (Grabowski, 2018). Wzrokowy mechanizm percepcyjny zachodzi na różnych poziomach ośrodkowego układu nerwowego. W każdym jednostkowym akcie widzenia następują kolejno: pobudzenie światłem komórek siatkówki, przekazanie drogą nerwową sygnałów wzrokowych do mózgu, nakładanie się dwóch obrazów siatkówkowych z oka prawego i lewego w jeden obraz obdarzony cechami stereopsji, właściwy poziom ostrości oraz wyodrębnienie i rozpoznawanie obiektów (Zwierko, 2016).

Ludzki układ wzrokowy składa się z widzenia centralnego i widzenia peryferyjnego. Widzenie peryferyjne zachodzi poza centralnym polem widzenia i jest odpowiedzialne za zbieranie informacji peryferyjnych (Sardegna i in., 2002). Odnosi się do „dalekiego obwodu”, czyli obszaru na krawędziach pola widzenia. Pole widzenia to zbiór wszystkich punktów przestrzeni postrzeganych równocześnie z punktem fiksacji. W celach diagnostycznych pole widzenia dzieli się na: środkowe – do 30 stopni od punktu fiksacji i obwodowe – do 90 stopni od punktu fiksacji. Granice pola widzenia poszerzają się wraz ze zwiększeniem odległości od oka (Grabowski, 2018). Widzenie centralne to widzenie w zakresie od 2 do 5 stopni całego pola widzenia. Widzenie peryferyjne to natomiast widzenie obejmujące resztę pola widzenia poza 2 i 5 stopniami, czyli ok. 200 stopni w osi poziomej i ok. 160 stopni w osi pionowej (Czyż, 2013). Układ wzorowy składa się również z siatkówki oka, która zawiera dwa rodzaje komórek fotoreceptorowych: pręcikowych i czopkowych. Komórki czopkowe są skoncentrowane w środkowej części siatkówki, a ich liczba zmniejsza się na obrzeżach, podczas gdy komórki pręcikowe są zwykle rozmieszczone na zewnętrznych krawędziach siatkówki. Widzenie peryferyjne wykorzystuje przede wszystkim komórki pręcikowe. Kiedy obiekt wykracza poza centralne pole widzenia,

wykonywane są sakadalne ruchy gałek ocznych w celu przeszukania obiektu, co powoduje przeniesienie części obiektów do centralnej wizji (Bridgeman i in., 1975; Matin, 1974; Burr i Morrone, 1996; Klingenhöfer i Bremmer, 2011; Gregory, 2007). Chociaż ruchy sakadalne nie są świadome i nie trwają dłużej niż ok. 200 ms (Matin, 1974), takie odstępstwa stają się coraz bardziej istotne, gdy uprawiamy sport. W związku z tym, szczególnie w sporcie o wysokich wymaganiach przestrzenno-czasowych, przerwane zbieranie informacji może znacznie zakłócić wydajność motoryczną. Widzenie peryferyjne dostarcza obszernych informacji wizualnych poza centralnym polem widzenia i jest ważne dla rozpoznawania cech oraz identyfikacji obiektów, ponieważ kieruje ruchami oczu w neutralnych zadaniach wyszukiwania (Torralba i in., 2006) oraz dostarcza informacji wizualnych, jako ważnych wyzwalaczy dla sakkad (Luo i in., 2008).

Odnosząc się po raz kolejny do siatkówki, przetwarzanie szczegółowych informacji wizualnych jest ograniczone przez właściwości systemu wizualnego. Konkretnie, tylko 1 lub 2 stopnie, lub 1% całej powierzchni siatkówki jest wyposażony w dużą liczbę czopków (Williams i in., 1999; Lens i Ledford, 2020). Ograniczenie to ma konsekwencje dla zachowań związanych z wyszukiwaniem wizualnym, szczególnie w sporcie takim, jak piłka ręczna. W tej dyscyplinie bowiem liczba obiektów, które znajdują się w środowisku wizualnym, jest istotna (np. członkowie drużyny, przeciwnicy i piłka; Williams i Davids, 1998).

### **2.2.1 Spostrzeganie peryferyjne w sytuacji sportowej**

Wzrok jest jednym z kilku narządów zmysłów, które dostarczają informacji z zewnętrznego środowiska (Kerkhoff, 2000; Zihl, 2010). Percepcja wzrokowa natomiast powoduje selekcję wszystkich procesów mózgowych związanych ze sportem. Zasadniczo oczy wysyłają do mózgu informacje, które są zintegrowane i interpretowane jako trójwymiarowy (3D) obraz obucowy. Jest on następnie wysyłany jako odpowiednie sygnały motoryczne do mięśni (Williams i in., 1999). Jeśli system wizualny nie odbiera wiadomości dokładnie lub wystarczająco szybko, wyniki sportowe mogą ucierpieć. Dlatego wiele sportów wymaga szczególnych umiejętności wizualnych. Jak wykazało badanie przeprowadzone w 2007 przez The Vision Care Institute, LLC, firmę Johnson & Johnson oraz Komitet Olimpijski Stanów Zjednoczonych (USOC), 87% amerykańskich sportowców olimpijskich uważa, że wizja odgrywa ważną rolę w ich sukcesie sportowym (Falcetti i Esterow, 2008). Przy czym, choć nie brak im wiedzy na temat znaczenia widzenia, ok. 25%

sportowców nigdy nie przeszło badania wzroku, a ok. 30% spośród nich wymaga korekcji wzroku (Beckerman i Hitzeman, 2001). Widzenie centralne i peryferyjne pełnią różne funkcje w zakresie kontroli motorycznej. Widzenie centralne dostarcza odpowiedzi na pytania „kto? co?”, widzenie peryferyjne natomiast pozwala nam odpowiedzieć na pytanie, jaki jest kierunek ruchu kończyn. Widzenie centralne umożliwia też kontrolę szybko poruszających się obiektów, podczas gdy widzenie peryferyjne odpowiedzialne jest za kontrolę obiektów poruszających się wolno. Te dwa różne systemy widzenia zostały nazwane przez Paillarda (1980) odpowiednio: systemem kinetycznym widzenia peryferyjnego i statycznym widzeniem centralnym. Doczekały się też innych nazw, choć zazwyczaj twórcy tych nazw definiowali sposób analizy informacji wizualnej podobnie (Magill, 2007). I tak np. Goodale i Milner (1992) zaproponowali odpowiednio terminy: widzenie dla akcji i widzenie dla percepcji. Badania Vatera i in. (2017) pokazują, że widzenie peryferyjne służy do jednoczesnego monitorowania celu oraz wykrywania zmian w celu. Wymagania wizualne i uwaga wpływają na zakotwiczenie wzroku, które pomagają w wykrywalności zmian (Hu i in., 2014).

Główną funkcją mechanizmu percepcyjnego w sporcie jest detekcja i selekcja właściwych bodźców wzrokowych. Zespołowe gry sportowe są przykładami dyscyplin, w których szybkość oraz jakość odbioru bodźców wzrokowych bezpośrednio wpływają na efektywność zachowań motorycznych zawodników. Szybkość wzrokowej lokalizacji przestrzennej poruszających się obiektów w peryferyjnym polu widzenia, właściwa ocena odległości uwarunkowana prawidłową funkcją widzenia obuocznego, koordynacja wzrokowo-ruchowa, jak również stabilność utrzymania uwagi wzrokowej, są podstawowymi czynnikami warunkującymi powodzenie działań ofensywnych i defensywnych, zwłaszcza w sytuacjach narastającego zmęczenia fizycznego. Wysokie wymagania względem czasu utrzymania i zakresu percepcji, mnogość bodźców wzrokowych i poruszających się obiektów w polu widzenia, a zarazem niezmiennie dynamiczna aktywność sprawiają, że gry sportowe uznaje się za dyscypliny o wysokich kompetencjach percepcyjnych (Zwierko, 2016).

Spełnianie wymogu jednoczesnego monitorowania liczby członków drużyny lub przeciwników i reagowania na działanie graczy wykryte na peryferiach zależy właśnie od widzenia peryferyjnego (Williams i Davids, 1999; Williams i in., 2004; Ryu i in., 2013, 2015). Ponadto oczekuje się, że widzenie peryferyjne będzie odgrywało ważną rolę w sytuacjach wymagających przetwarzania informacji związanych z ruchem (Williams i Elliot,

1999; Bahill i Baldwin, 2004). Osoby uprawiające sporty zespołowe potrzebują wysokiej zdolności widzenia na obwodzie, aby wyczuć środowisko sportowe, ponieważ widzenie peryferyjne ułatwia wykrywanie ruchu (Knudson i Kluka, 1997). Ponadto dobre widzenie peryferyjne jest korzystne dla monitorowania otoczenia lub utrzymywania stałej równowagi w sporcie zespołowym. Uwaga graczy w sportach zespołowych nie tylko skupia się na ruchach horyzontalnych i wertykalnych, ale także na boisku, przeciwnikach i piłce (Knudson i Kulka, 1997; Formenti i in., 2019). Widzenie peryferyjne staje się szczególnie ważne, kiedy informacje przetwarzane są z kilku lokalizacji. Ma to decydujące znaczenie dla podejmowania trafnych decyzji (Vater i in., 2017). Deficyt umiejętności spostrzegania centralnego i obwodowego u sportowców, zwłaszcza w grach zespołowych, zmniejsza możliwość właściwej oceny sytuacji w polu gry. Wielu badaczy (van Maarseveen in., 2018) opowiedziało się za tym, że zbieranie informacji z peryferyjnego pola widzenia jest niezmiernie istotne w dynamicznych zadaniach decyzyjnych, ponieważ pozwala na szybkie wydobywanie informacji o pozycjach i ruchach potencjalnie istotnych źródeł informacji w sytuacjach ograniczonych czasowo. W odniesieniu do działań sportowych procesy percepcji podlegają modulacji, zwłaszcza w sytuacji narastającego zmęczenia fizycznego. Intensywność wysiłku fizycznego oraz złożoność zadań motorycznych są istotnymi czynnikami wpływającymi na efektywność wzrokowych procesów sensomotorycznych. Z dotychczasowych badań eksperymentalnych wynika, że wysiłek fizyczny nie tylko może wpływać korzystnie na przebieg procesów sensomotorycznych (Davranche i in., 2005, 2006;), ale też wraz z narastającym zmęczeniem nim spowodowanym, obniża się ich efektywność.

Sportowcy odnoszący sukcesy na ogół mają lepsze umiejętności czasowo-przestrzenne w pozyskiwaniu informacji wizualnych (Goran i Griffiths, 2001). Jeśli system wzrokowy sportowca jest lepszy, wówczas ogólna wydajność również będzie wyższa (Griffiths, 2002). Profesjonalista jest w stanie w większym stopniu wykorzystywać widzenie peryferyjne niż amator, ponieważ lepiej uwzględnia centralne wymagania zadań (Underwood i in., 2003; Weltman i Egstrom, 1966). Wiele badań koncentrowało się na funkcjonalności widzenia peryferyjnego w sporcie. Na przykład Williams i Davids (1998) badali odbiór informacji z urządzeń peryferyjnych oparty na zadaniu decyzyjnym w piłce nożnej 3 vs. 3. Wyniki pokazują, że, widzenie peryferyjne jest używane, jeśli informacje z wielu lokalizacji zostają przetworzone. Nie inaczej było w badaniach terenowych przeprowadzonych przez Milazzo i in. (2016): elitarni i początkujący karatecy musieli

zareagować na ataki w różnych scenariuszach walki. Autorzy doszli do wniosku, że elitarni karatecy podczas zakotwiczania oczu polegają na informacjach peryferyjnych w celu wykrywania ruchów z peryferii, bardziej niż nowicjusze.

Należy podkreślić, że trening percepcji to proces poprawy zdolności percepcyjno-poznawczych, interpretacji obrazów i scen dynamicznych (Ariel, 2012). Istnieją dowody potwierdzające, że wizja jest ważna dla zdolności percepcyjnej sportowca, odnoszącej się proporcjonalnie do jego reakcji motorycznej. Revien i Gabor (1981) stwierdzili, że zdolności wzrokowe wpływają na wyniki sportowe i nabywanie umiejętności motorycznych, które można poprawić poprzez trening. Trening percepcyjny to dość niedawno (Appelbaum i Erickson, 2016) opracowana metoda pracy, głównie wykorzystywana w sporcie wysoko kwalifikowanym. Opiera się na założeniach wynikających z badań co do wiodącej roli widzenia w systemie sensorycznym człowieka (Williams i in., 1999; Causer i in., 2012). Rosnąca praktyka „treningu widzenia sportowego” (Broadbent i in., 2015) opiera się na przekonaniu, że ćwiczenie z wymagającymi zadaniami wzrokowymi, poznawczymi lub okulomotorycznymi może poprawić zdolność przetwarzania i reagowania na to, co się widzi, co tym samym umożliwi poprawę wyników sportowych. Wspierający to twierdzenie Quevedo i in. (1999) stwierdzili, że trening widzenia sportowego to grupa technik ukierunkowanych na poprawę funkcji wizualnych w celu zwiększenia wyników sportowych. West i Bresson (1996) z kolei rzeczywiście wskazali na pozytywny wpływ treningów na wyniki krykieta. Salmela i Fiorito (1980) wykazali natomiast wyższą wydajność hokeistów. Wyniki kilku innych badań pokazują też, że trening umiejętności wizualnych może poprawić wyniki sportowe (Kulka i in., 1996; Hadlow i in., 2018).

### **2.3 Koordynacja sensomotoryczna**

Koordynacja to przezwyciężenie nadmiernego stopnia swobody naszych narządów, tj. ich transformacja w kontrolowanych układach. Swobodne ruchy wykonujemy w wyniku realizacji programów, które powstają w funkcjonalnych układach ruchowych w centralnym układzie nerwowym. Bernstein (1947) wyznaczył następujące etapy wykonania prawidłowego ruchu: (1) postrzeganie sytuacji i jej ocena – samoocena jako istota zaangażowana w tę sytuację; (2) określenie zadania ruchu, tj. stworzenie obrazu postępów pożądanej sytuacji; (3) programowanie zadań (rozwiązanie), czyli określenie celu i treści ruchu oraz zależących od dyspozycji indywidualnej środków ruchu, za pomocą którego zamierza się rozwiązać zadanie ruchowe; (4) faktyczne wykonanie ruchu: jednostka

przewycięża nadmierną swobodę narządów, zamienia je w kontrolowane systemy i wykonuje wymagany, ukierunkowany ruch. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy instynkt odpowiadający zadaniu ruchowemu skłania się do opanowania koordynacji będącej centralnym warunkiem ruchu, który zapewnia jego precyzję, adekwatność i płynność wykonania.

Koordynacja wiąże się z wprowadzaniem ciągłych korekt w ruchu na podstawie sygnałów z naszych narządów zmysłów (Sadowski i in., 2013). Koordynację ruchową zaś definiuje się jako zdolność precyzyjnego wykonywania złożonych aktów ruchowych, szybkiego przestawienia się z jednych, ściśle skoordynowanych, ruchów na inne oraz dokonywania szybkiego wyboru odpowiedniego aktu ruchowego w nieoczekiwanych, nowych sytuacjach. Zatem, koordynacja wzrokowo-ruchowa jest zdolnością współdziałania ruchów ciała lub jego części z postrzeganym obrazem. Dobra koordynacja to kombinacja zmysłu widzenia z aparatem zmysłu czuciowo-słuchowego podczas wykonywania ruchów ciała (Tarnowski, 2014). Jung i Dietz (1976) określał koordynację jako związek między konkretnym sygnałem a reakcją motoryczną. Odnosząc się do koordynacji sensomotorycznej, Petryński (2005) uważa, że jest to rozwój, kontrola, regulacja, korekta ruchów za pomocą narządów zmysłów. Są to więc następujące systemy czujników: wzrokowe, ruchowe, przedsionkowe, słuchowe, dotykowe systemy propriocepcyjne oraz węch. System sensomotoryczny jest zaś definiowany jako sensoryczny, motoryczny, centralnie integrujący i przetwarzający komponent zawierający stawy stabilizujące (Riemann i Laphart, 2002).

Należy podkreślić wagę zmysłów kinestetycznych, odpowiedzialnych za koordynację, pełniących funkcję wejściową, odbierając informacje ze środowiska i koordynując ruchy kończyn w stosunku do warunków zewnętrznych (Porac i Coren, 1981; Grzybowska, 2013). Interakcja ta powoduje skierowanie zachowania na pewien cel w przestrzeni i w czasie dostosowanym do wymagań specyficznej sytuacji (Fitts i Peterson, 1964). Zakłada się, że ciało może kontrolować swoje posunięcia, opierając się na sprzężeniu zwrotnym pochodzącym z ruchu, w który jest obecnie zaangażowane. Rozbieżności między planowanymi a uzyskanymi wartościami są zaś ustalane i korygowane (Kamiński, 1973; Kostiukow i in., 2014). To właśnie odróżnia skoordynowane zachowanie od nieskoordynowanego. Natomiast struktury koordynacyjne to grupy mięśni wraz z tkankami nerwowymi, naczyniowymi, szkieletowymi i łącznymi, które są wzajemnie powiązane i zachowują się jak pojedyncze, autonomiczne jednostki, tj. synergie mięśni (Tuller i in.,

1982; Rynkiewicz, 2003). Koordynacja stopni swobody w tworzeniu struktur koordynacyjnych jest ściśle związana z postrzeganiem. Ich funkcjonowanie jest możliwe dzięki wkładom przedsionkowym, wzrokowym i kinestetycznym lub systemom proprioceptywnym (Turvey i in., 1982; Turvey, 2007; Tuthill i Azim, 2018). Pod wieloma względami propriocepcja, czyli postrzeganie własnego ciała (Sherrington, 1906; Schaffer i in., 2018), odgrywa uprzywilejowaną rolę w koordynacji ruchów, szczególnie gdy są one powtarzalne na dużą skalę, kierowaną poziomem synergii Bernsteina (1996). Propriocepcja wywodzi się z aktywności mechanoreceptorów w skórze, mięśniach i tkance łącznej i dostarcza informacji o względnej konfiguracji i stanie ciała (Latash, 2008; Tuthill i Azim, 2018), co czyni ją niezbędną do ustanowienia połączeń między mięśniami i stawami umożliwiającymi koordynację.

Koordynacja ruchowa, która opiera się na skoordynowanych działaniach, wymaga mechanizmów neuronowych do generowania ładu czasoprzestrzennego między wieloma oddziałującymi składnikami sensorycznymi i motorycznymi oraz do elastycznego dostosowania się do bieżących wzorców zachowań, aby sprostać zmieniającym się zadaniom i warunkom środowiska. Zasady wielkoskalowej funkcji mózgu sugerują, że integracja i kontrola sensomotoryczna wynikają z tendencji do funkcjonalnej segregacji specjalistycznych obszarów przetwarzania neuronowego. Biorą się także z globalnej integracji regionów mózgu, tworzącej obwody neuronowe na dużą skalę (Bressler i Kelso, 2001). U podłoża każdej czynności motorycznej człowieka leżą określone właściwości funkcjonalne organizmu, które gwarantują jej właściwy przebieg i oczekiwany efekt końcowy. Za przebieg ruchu odpowiadają koordynacyjne zachowania motoryczne. Są to właściwości psychomotoryczne, które określają gotowość do optymalnego strefowania i regulacji czynności ruchowych (Ljach, 1983). Decydują one o szybkości i jakości motorycznego uczenia się, dokładności i trwałości umiejętności ruchowych oraz ich adekwatnym wykorzystaniu w stale zmieniających się warunkach walki sportowej (Ljach, 1994; Juras i Waśkiewicz, 1998; Seifert i in., 2013).

Koordynacja sensomotoryczna pozwala na precyzyjne reagowanie na ruch obiektów wizualnych w niezwykle wysokim tempie. Zmienna ta jest również ważnym nośnikiem informacji związanych z wizualnymi wskazówkami, używanymi do prowadzenia i kontrolowania ruchów. Badania z zakresu neuronauki sugerują, że podczas wykonywania celowanego ruchu ręki, zarówno czas, jak i lokalizacja, w której oko i ręka łądzą na obiekcie, muszą zostać zharmonizowane (Salehi i in., 2019). Ruchy oczu i system

kontrolujący ich lokalizację odgrywają kluczową rolę w koordynowaniu precyzyjnych działań motorycznych.

### **2.3.1 Koordynacja sensomotoryczna w sytuacji sportowej**

We współczesnej literaturze przedmiotu podkreśla się, że jedną z najważniejszych rezerw służących podnoszeniu poziomu mistrzostwa techniczno-taktycznego i skuteczności gry na wszystkich etapach szkolenia jest kształtowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych (Raczek i in., 2002; Starosta, 2003). Ponadto w walce sportowej najważniejsze są zdolności związane z wyborem działania, podejmowaniem decyzji, dostosowaniem się do zmiennej sytuacji, ruchów i posunięć przeciwnika, reagowaniem na różne bodźce, itp. Te właściwości pozwalają na wdrożenie optymalnego programu działań (Raczek, 1991). Koordynacja ruchowa dodatkowo wpływa na układ nerwowy i mięśniowo-szkieletowy, powodując szybkie, dokładne i zrównoważone odpowiedzi motoryczne. Zwykle oceniana jest przez pomiary koordynacji ręka-oko lub stopa-oko (Corbin i in., 2000; Lopes i in., 2012). W grach zespołowych często wykonuje symultanicznie umysłowe i fizyczne operacje, lecz raczej są to działania sensomotoryczne (Bauer i in., 2002). Azemar i in. uważają (2007), że sukces w sporcie kwalifikowanym jest związany z lateralnością, dominacją mózgową, koordynacją czuciowo-ruchową oraz koordynacją ruchów wzrokowych (Bruhn i in., 2004). Propriocepcja i koordynacja sensomotoryczna wpływają zatem na wyniki sportowe, mogą ponadto zapobiegać obrażeniom i ponownym urazom (Brynin i Farrar, 1995).

Zdolność łączenia ruchów dominuje w koordynacyjnie złożonych czynnościach. Szczególnie istotne jest to u sportowców, których organizacja ruchów musi uwzględniać współdziałanie współpartnera, przeciwników czy piłki. W ujęciu Blumego i Zimmermanna (1987) zdolność sprzężenia (łączenia ruchów) jest powiązana z koordynowaniem ruchów części ciała pod kątem osiągnięcia zamierzonego celu działania. Zdolność ta uwarunkowana jest głównie informacjami kinetycznymi oraz optycznymi, ale znaczący jest tu także wpływ procesu antycypacji ruchów. Głównymi kryteriami oceny tej zdolności są: precyzja, ekonomia i celowość działania ruchowego. W sportach o dużych wymogach technicznych wysoki poziom koordynacji zapewnia wirtuozerię i ekspresję ruchów. W szybkościowych i siłowych dyscyplinach leży u podstaw dokładności oraz stabilności, a w tych o charakterze wytrzymałościowym umożliwia regulację prędkości, utrzymanie i zmiany tempa, a także ekonomii ruchów. Jest to jeden z podstawowych warunków osiągnięcia najwyższych



wyników (Grzdziel i Ljach, 2000). Skuteczna koordynacja ruchowa ma zasadnicze znaczenie dla wykonywania ruchów funkcjonalnych, stanowiących podstawę aktywności fizycznej i wydolności krążeniowo-oddechowej (Barnett i in., 2008; Lubans i in., 2010).

Koordynacja znaczy ponadto wiele w dyscyplinach o dużej złożoności czynności ruchowych, do których zaliczane są gry zespołowe – zawodnik dostosowuje swoje działania do umiejętności własnych, przeciwnika oraz zmieniających się warunków walki (Brill, 1980; Ljach, 1998; Kubaszczyk, 2001). Rola koordynacji wzrasta wraz ze złożonością struktur ruchowych i warunków gry. Dlatego koordynacyjny obszar motoryczności jest tak ważny w treningu gier sportowych, które charakteryzują się wysokim stopniem skomplikowania struktur ruchowych oraz najwyższą zmiennością warunków (Blume, 1981; Raczek, 1991; Szczepanik i Szopa, 1993; Starosta, 1995, Stuła, 1998; Nieber i Glausauer, 2000; Ljach 2007). Jeśli koordynacja jest stymulowana w sposób ukierunkowany, osoby jej poddane znacznie szybciej opanowują różnorodne umiejętności ruchowe, łatwiej przebudowują już przyswojone nawyki ruchowe, szybciej osiągają poziom mistrzostwa sportowego, skuteczniej doskonalą technikę i taktykę sportową, racjonalniej i bardziej ekonomicznie wykorzystują potencjał energetyczny (Zimmermann, 1982; Raczek, 1989; Szczepanik i Szopa, 1993; Mikołajec, 1998, Gierczuk, 2004; Raczek i in., 2003; Frączek, 2009). Zdaniem Simonka (2006) istota specjalnego fizycznego przygotowania w grach sportowych powinna zatem opierać się przede wszystkim na rozwoju zdolności koordynacyjnych gracza, które następnie wyznaczają nie tylko jakość, ale też stopień wykorzystania czynników kondycyjnych.

Wyniki badań na temat koordynacji sensomotorycznej pokazują, że wysoki poziom tej umiejętności i ogólna koordynacja ruchowa są rzeczywistymi czynnikami związanymi z wydajnością wpływającą na sukces u kobiet w zawodowej siatkówce. Elitarna zawodniczka ma optymalną kontrolę równowagi w warunkach statycznych i dynamicznych (Cohen, 1988) oraz umiejętność kontrolowanego poruszania się po ograniczonej powierzchni. Koordynację u trenujących siatkówkę badał też Szczepanik (1991). Okazuje się, że ma ona silne związki z umiejętnościami technicznymi oraz szybkością uczenia się. Szczepanik sugeruje, że mogą one stanowić jedno z najważniejszych kryteriów naboru i selekcji (Szczepanik, 1993; Szczepanik i Szopa, 1993). W innych dyscyplinach Vandorpe i in. (2011) wykazali, że koordynacja ruchowa była czynnikiem najmocniej różniącym osoby z poziomu eksperckiego w gimnastyce. Istnieje szeroka baza publikacji naukowych, które

podkreślają przewagę percepcyjno-poznawczą ekspertów nad amatorami w koordynacji sensomotorycznej (Mann i in., 2007).

## **2.4 Optymalizacja pobudzenia**

Funkcje wykonawcze integrują i ukierunkowują wiele złożonych procesów poznawczych, a także kontrolują i monitorują ich przebieg. Dzięki nim działanie przyjmuje charakter celowy, dowolny, zaplanowany i selektywny (Jodzio, 2008). Prekursorem badań nad funkcjami wykonawczymi był Łuria (1966), który wyróżnił trzy funkcjonalne bloki w mózgu odpowiedzialne za: (1) pobudzenie i motywację; (2) odbiór, przetwarzanie oraz przechowywanie informacji; (3) programowanie, kontrolowanie i weryfikację działania.

Pobudzenie przez Reykowskiego (1974) określane jest jako specyficzna reakcja organizmu na zmiany wewnętrzne i zewnętrzne środowiska, w skład której wchodzi trzy podstawowe komponenty: (1) pobudzenie emocjonalne, które wiedzie do zmian mobilizacyjnych w organizmie. Pobudzenie to prowadzi do fizjologicznego wzbudzenia, reaktywności i gotowości do działania w stosunku do poziomu wyjściowego. Jest często mierzone w kategoriach akcji serca, ciśnienia krwi, wzorcowego elektroencefalografu EEG i innych wskaźników fizjologicznych (Sternberg, 2005); (2) uświadomienie sobie znaczenia tych zmian przez jednostki; (3) specyficzne i jakościowe cechy zdarzenia mającego znaczenie dla człowieka.

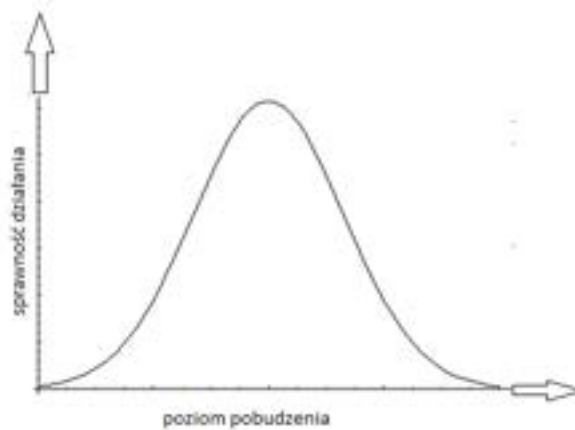
Pobudzenie to psychologiczny i fizjologiczny stan przebudzenia organizmu (Mella i in., 2011). Jest też definiowane jako „ogólna fizjologiczna i psychiczna aktywacja, zmieniająca się w kontinuum od głębokiego snu do intensywnego podniecenia” (Weinberg i Gould, 2007, s. 78). Zaichkowsky i Baltzell (2001) twierdzą zaś, że pobudzenie to wymiana między podnieceniem a niepokojem. Co ważne, wymagana jest wprawdzie pewna ilość podniecenia, by osiągnąć maksymalną wydajność. Jednak zbyt duże podniecenie prowadzi do niepokoju, gniewu, impulsywnego zachowania i wybuchu, podczas gdy zbyt mało ekscytacji może skutkować brakiem energii lub popędu i w efekcie nudy.

Pisząc o pobudzeniu, warto wspomnieć o Elizabeth Duffy (1957), która opublikowała pracę „Pojęcie mobilizacji energii”, w której wprowadziła pojęcia aktywacji i pobudzenia jako synonimy mobilizacji energii. Według niej wszelkie rodzaje zachowań można opisać jako zmiany kierunku albo intensywności zachowania (Duffy, 1957). Wielkość podniecenia została ukazana jako stopień uwolnienia zmagazynowanej energii organizmu poprzez aktywność metaboliczną tkanki. Uważano, że wzrost aktywności układu

siatkowego jest połączony z szerokim zakresem fizjologicznym zmiany, takiej jak: zwiększenie częstości akcji serca, ciśnienie krwi oraz wytwarzanie katecholaminy i reakcje emocjonalne (np. lęk i strach; Duffy, 1962). Ponieważ podniecenie zostało zoperacjonalizowane jako szeroka i niespecyficzna reakcja, teoretycznie można je określić na podstawie aktywności jakiegokolwiek istotnej zmiennej fizjologicznej lub behawioralnej (Hebb, 1955; Duffy, 1962). Hebb (1955) natomiast sądził, że aktywacja to ogólny stan popędowy. Popęd jest środkiem pobudzającym, ale nie sygnałem; silnikiem, lecz nie kołem sterowym. Według niego takie objaśnienie popędu w pełni odnosi się do aktywności układu pobudzenia, który badacz ten umiejscowił w pniu mózgu. Poza tym uważał on, że poziom aktywacji ma funkcję wzmocnienia. Przy małych poziomach aktywacji wzrost intensywności popędu (silna stymulacja) może być nagrodą, a przy wysokich poziomach aktywacji będzie nią obniżenie intensywności popędu (słaba stymulacja). Optymalnemu poziomowi aktywacji wtórują pozytywne emocje, zaś poziomy odmiennie od optymalnego (niższe i wyższe) są przyczyną emocji negatywnych. Różnorodne podejścia do badania energetycznych aspektów procesów behawioralnych i fizjologicznych doprowadziły m.in. do przypisania tym zjawiskom różnorodnych konceptów. Stosowano takie konstrukty, jak: pobudzenie, mobilizacja energii, aktywacja, intensywność zachowania, poziom dopływu bodźców zmysłowych i gotowość reakcji. „Aktywacja” i „pobudzenie” stały się przy tym konstrukcjami, które są używane najczęściej, czasami uważanymi za synonimy.

W pewnych formach przystosowania fizjologicznego, zarówno przy niedobrze stymulacji, jak i jej nadmiarze, można mówić o regulacji optimum aktywacji według sprzężenia zwrotnego (Eliasz, 1981). W odniesieniu do wpływu czynników emocjonalno-motywacyjnych na szeroko rozumiane funkcjonowanie człowieka, istotne jest twierdzenie o krzywoliniowej zależności między poziomem napięcia emocjonalnego a skutecznością działania, które definiuje prawo Yerkesa-Dodsona. Prawo to mówi, że przeciętnemu poziomowi pobudzenia towarzyszy najwyższa skuteczność, natomiast wraz z jej podwyższeniem lub obniżeniem efektywność działania – maleje (Jarvis, 2003). Hipoteza odwróconego U (Yerkes i Dodson, 1908; Ford i in., 2017) to tymczasem pogląd, zgodnie z którym niski poziom niepokoju prowadzi do spadku wydajności, a wzrost niepokoju może ułatwić wydajność do optymalnego poziomu, jednak dalszy wzrost spowoduje spadek wydajności. Istnieje więc region zwany „obszarem najlepszego występu”. W tym regionie powstaje umiarkowana presja na stres lub stres, który jest całkowicie kontrolowany, co prowadzi do najwyższego poziomu wydajności (Martens i in., 1990). Podsumowując –

wydajność sięga szczytu, gdy poziom pobudzenia mieści się w umiarkowanym zakresie. Gdy natomiast pobudzenie wzrasta powyżej tego umiarkowanego zakresu, wydajność gwałtownie się pogarsza. Tak więc związek między podnieceniem a wydajnością nabiera kształtu odwróconej litery U. Pierwsze prawo Yerkesa-Dodsona mówi, że wzrost pobudzenia powoduje zwiększanie efektywności wykonywania zadania, ale tylko do pewnego momentu, po przekroczeniu którego efektywność zaczyna maleć. Na wykresie obrazującym to prawo (Rys. 1) widzimy krzywą w kształcie odwróconego U. Drugie prawo Yerkesa-Dodsona dotyczy zaś zależności pomiędzy stopniem trudności zadania a poziomem pobudzenia. Dla zadań trudnych optymalny poziom pobudzenia jest niższy, niż dla zadań o stopniu skomplikowania umiarkowanym, natomiast dla zadań łatwych – optymalny poziom pobudzenia jest wysoki.



Ryc. 1. Pierwsze prawo Yerkesa-Dodsona

Kolejną teorią na temat pobudzenia jest teoria obniżania napędu (Hull, 1943), według której związek między stanem lękowym a sytuacją i wydajnością jest liniowy. Większy niepokój prowadzi do lepszej wydajności. Hipoteza odwróconego U została również powiązana z teorią napędu (Hull, 1943), która proponuje, że wydajność równa się napęd razy siła nawyku. Oznacza to, że wraz ze wzrostem podniecenia wzrasta wydajność, ale tylko do pewnego stopnia: ten punkt określa siła nawyku danej umiejętności. Innymi słowy, podniecenie może pomóc, jeśli wykonujemy zadanie, w którym jesteśmy dobrzy. Następną teorią była teoria odwrócenia kierunku (Apter, 1982), mówiąca, że sposób, w jaki otoczenie i lęk wpływają na wydajność, zależy od indywidualnej interpretacji otoczenia lub poziomu lęku u jednostki. Smith i Smoll (1990) zaproponowali konceptualny model pobudzenia sportowego. Utrzymują, że pobudzenie/lęk mogą wpływać na reakcję stresu jednostki i na sytuację konkurencyjną, co z kolei wpłynie na wyniki poprzez szereg reakcji

fizjologicznych, behawioralnych lub poznawczych. Inną teorią mówiącą o pobudzeniu jest wielowymiarowa teoria niepokoju (Martens i in., 1990): według niej lęk przed stanem poznawczym jest negatywnie związany z wydajnością, podczas gdy lęk przed stanem somatycznym jest związany z wydajnością na zasadzie odwróconego U. Istnieje też teoria katastrofy (Hardy i Parfitt, 1991) – lęk somatyczny jest związany z wydajnością na zasadzie odwróconego U, ale tylko wtedy, gdy dana osoba odczuwa niski lęk związany ze stanem poznawczym. Najaktualniejsza teoria dotyczy strefy optymalnego wykonania (Hanin, 1997). Mówi ona, że osoby działające na poziomie elitarnym mają optymalną strefę niepokoju, w której są w stanie osiągnąć najwyższe wyniki. Jeśli ich otoczenie/niepokój znajduje się poza strefą (za nisko lub za wysoko), wydajność spadnie. Teoria stref optymalnego funkcjonowania ukazuje, że każdy sportowiec ma swój preferowany poziom lęku oraz że osiągnięty przez niego wynik ucierpiałby w przypadku zaniżenia bądź zawyżenia lęku. Sportowcy o niskim poziomie strefy optymalnego funkcjonowania nadają się do dyscyplin zespołowych.

Różni autorzy definiują optimum aktywacji, nie poprzez wskazanie parametrów fizjologicznych, a jedynie przez wskazanie jego efektów natury psychologicznej, w zakresie zarówno dobrego samopoczucia, jak i efektywności przy realizacji zadań (Zou i in., 2022). Przeciwnieństwem dobrego samopoczucia mogą być zmiany rejestrowane w zakresie emocji i reakcji fizjologicznych, określone mianem kosztów psychofizjologicznych związanych z efektywnym radzeniem sobie z zadaniami (Kosakowski, 2021). Strelau (1979), omawiając pojęcie optymalnego pobudzenia, wyraża jednoznacznie pogląd, że optymalnemu poziomowi odpowiada pasmo na skali intensywności pobudzenia. Optimum aktywacji jest więc standardem regulacji. Podmiot dąży do jego osiągnięcia i utrzymania aktywacji ze względu na efektywność działania i dobre samopoczucie towarzyszące temu stanowi. Ludzie stykający się z wieloma zadaniami o różnym stopniu trudności dążą na ogół do utrzymania kompromisowego, średniego poziomu aktywacji. Utrzymanie poziomu aktywacji w paśmie środkowym kontinuum aktywacji ułatwia radzenie sobie z zadaniami o bardzo dużej rozpiętości trudności.

#### **2.4.1 Pobudzenie w sytuacji sportowej**

Wpływ pobudzenia fizjologicznego na wyniki sportowe ma ogromne znaczenie zarówno dla celów teoretycznych, jak i praktycznych. Wydajność na wysokim poziomie może być uzyskana, gdy sportowiec odkryje optymalne warunki fizjologiczne prowadzące

do najlepszego wyczynu i jednocześnie nauczy się je kontrolować. Do czynników, które mogą być odpowiedzialne za różnice w wydajności między ekspertami i nowicjuszami w sportach zespołowych, należy poziom umiejętności poznawczych. Korzystny związek między ćwiczeniami a poznaniem przypuszczalnie jest spowodowany zwiększonym pobudzeniem (Brisswalter i in., 2002; McMorris i Graydon, 2000). Procedury regulacji pobudzenia są najpopularniejszymi strategiami nauczonymi przez psychologów sportu (Makepeace i in., 2021). Mocno pobudzeni sportowcy doświadczają zwiększonego bicia serca, intensywniejszego oddychania i pocenia się, ale niekoniecznie oznacza to, że odczuwają lęk. Potrzeba kontroli fizjologicznej, czy aktywacja, są szczególnie widoczne podczas zawodów, kiedy zwiększone podniecenie jest interpretowane przez sportowca jako objaw lęku. Strategie zaprojektowane w celu identyfikacji optymalnego pobudzenia, rozpoznawanie znaków związanych z modyfikacją pobudzenia oraz stosowanie samoregulacji podczas treningu i zawodów są przydatne sportowcom w osiągnięciu najwyższej wydajności (Mugford i Cremades, 2018).

Poziom pobudzenia sportowca jest jednym z głównych czynników wpływających na jego późniejsze wyniki sportowe (Makepeace i in., 2021). Pobudzenie powoduje również znaczny wzrost zdolności do wysiłku. Jak podaje Missiuro (1965), bodźce, które stały się sygnałami zdarzeń pobudzających emocje, powodują szereg rozległych zmian w czynnościach narządów wewnętrznych, dzięki którym zwiększa się wydatek energetyczny ustroju. Wyraża się to m.in. w szerszej mobilizacji jednostek motorycznych. Emocje powodują także wzrost odporności na zmęczenie. Tam więc, gdzie w grę wchodzi czynności współzawodniczące, podważenie pobudzenia może pogorszyć sprawność działania (Russell i in., 2019). Dodatkowo Nideffer i Sagal (2001) stwierdzają, że jeśli jednostki są w stanie kontrolować swój poziom pobudzenia (tj. nie jest on ani zbyt wysoki, ani zbyt niski), potrafią też skuteczniej się skupić oraz być odporne na zmęczenie (Mikicin, 2022b). Dlatego podkreśla się potrzebę szkolenia trenerów i innych specjalistów, aby rozumieli związek między pobudzeniem a uwagą.

Próbując opracować skuteczne interwencje, które pomogą złagodzić negatywne, a czasem szkodliwe dla sportowca doświadczenia, psychologowie sportu zaczęli studiować pobudzenie najpierw jako samodzielny konstrukt, a później jako zestaw współzależnych konstruktyw (Mugford i Cremades, 2018). Początkowo badania opierały się na obserwowaniu relacji lęku sportowego i wydajności w kontekście hipotezy odwróconego U (Yerkes i Dodson, 1908). Umiarkowane poziomy pobudzenia były ogólnie związane z

lepszą wydajnością, podczas gdy poziomy pobudzenia, które były zbyt wysokie lub zbyt niskie, prowadziły do gorszej wydajności. Z innych przeprowadzonych badań wynika, że podczas zawodów sportowych natężenie motywacji wpływa na cechy motoryki. U osób wysoko pobudliwych, pod wpływem silnego pobudzenia motywacyjnego, niektóre cechy motoryczne ulegają pogorszeniu, natomiast u sportowców, którzy mają silny układ nerwowy, cechy motoryczne poprawiają się i stabilizują (Gracz i Sankowski, 2000). U wszystkich sportowców sytuacja startu w zawodach powoduje silne pobudzenie emocjonalne, jednakże u osób wysoko pobudliwych wpływa to na obniżenie efektywności działania. Wynika z tego, że osoby wysoko pobudliwe są mniej odporne psychicznie. W efekcie wyniki sportowe uzyskane przez nie będą skutkiem jedynie posiadanej sprawności czy umiejętności (Abernethy, 1991; Gracz i Sankowski, 2000; Zaichkowsky i Naylor, 2004).

Podsumowując, można stwierdzić, że lęk związany ze sportem ma wpływ na wyniki. W zależności od osoby i sytuacji taki wpływ może być negatywny lub pozytywny, a jego kierunek jest zazwyczaj skutkiem poznawczych, behawioralnych i fizjologicznych reakcji danej osoby na potencjalnie stresującą sytuację sportową (Ford i in., 2017).

### **3. Trening psychologiczny w przygotowaniu mentalnym sportowców**

#### **3.1 Trening neurofeedback-EEG**

Od ok. 45 lat prowadzone są badania nad wykorzystaniem biofeedback do modyfikowania wzorców EEG (fal mózgowych). Od pionierskiej pracy Stermana i Friara (1972) liczba publikacji poświęconych neurofeedback-EEG (inaczej: neurotreningowi, NFB) systematycznie wzrasta. W ciągu pierwszych dwóch dekad (1972–1990) opublikowano 162 badania oparte na NFB, które można wyszukać w Google Scholar przez słowo kluczowe neurofeedback-EEG. Liczba ta gwałtownie wzrosła w kolejnych dziesięcioleciach, osiągając 1260 w latach 90. XX wieku i 6100 w latach 2001–2010. Od 2011 r. ukazało się ponad 9 tys. publikacji poświęconych różnym aspektom EEG-NFB. W 2021 r. liczba wyników w bazie Google Scholar wynosiła już 39 500. Wstępnie koncentrowały się one na łagodzeniu lęku (Moore, 2000; Hammond, 2005) oraz leczeniu niekontrolowanej padaczki (Sterman, 2000). Od tego czasu przeprowadzono wiele badań nad wykorzystaniem neurofeedback-EEG w leczeniu ADD/ADHD (Monastra i in., 2005). Neurofeedback-EEG był także pierwotnie stosowany w innych kontekstach klinicznych (Arns i in., 2009): do leczenia różnych zaburzeń psychicznych, w tym lęku, depresji, zespołu stresu pourazowego (PTSD), epilepsji (Tan i in., 2009) i bezsenności (Hoedlmoser i in., 2008; Cortoos i in., 2010). Technika ta służy również poprawie koncentracji, radzeniu sobie z zakłóceniami i negatywnymi myślami (Sime, 2003). Ponadto, szkolenie neurofeedback-EEG umożliwia osobie trenującej uświadomienie sobie, że skupienie uwagi jest wyborem, odczuwa ona dzięki temu większą kontrolę nad swoim stanem psychicznym (Sime, 2003).

Neurofeedback-EEG jest naukowo opracowaną metodą usprawnienia funkcjonowania OUN (ośrodkowy układ nerwowy; Joniak i Joniak, 2010), wykorzystującą trwające przez całe życie możliwości plastyczne mózgu, polegające na zdolności tworzenia nowych połączeń synaptycznych. Jest to nauka wpływania na generowane przez mózg fale w szerokim zakresie częstotliwości, będące wyrazem jego aktywności. Różne zakresy częstotliwości pasm są obrazem gotowości mózgu do przyswojenia nowych informacji. Odzwierciedlają koncentrację uwagi, poziom stresu, niepokój, lęk, agresję. Poprzez trening neurofeedback-EEG, wygaszając niepożądane częstotliwości pasm i wzmacniając częstotliwość pożądaną, możemy usprawnić funkcjonowanie mózgu (Joniak i Joniak, 2010). Neurofeedback-EEG to proces treningowy, który pomaga mózgowi uczyć się samoregulacji. Samoregulacja oznacza ekspansję osobistej wiedzy i umiejętności we wszystkich obszarach



poprzez indywidualne starania i doświadczenia różnych sytuacji oraz rzeczy (Schunk i Zimmerman, 1994). Neurofeedback-EEG pomaga mózgowi nauczyć się, jak się regulować i eliminować wady funkcjonalne (Demos, 2005; Gevensleben i in., 2009). Wykorzystuje ponadto biologiczne sprzężenie zwrotne. Jest treningiem, który wywołuje zmiany w funkcjonowaniu mózgu. Umożliwia kontrolowanie sygnałów pochodzących z ośrodkowego układu nerwowego i ich ewentualną korektę, jeśli wystąpią jakiegokolwiek zaburzenia (Gevensleben i in., 2009). Biologiczne sprzężenie zwrotne umożliwia badanemu obserwację zmian wybranego parametru oraz oddziaływanie na jego stan (czyli regulację tego wskaźnika). Takie oddziaływania, wykonane w sposób wolicjonalny, dają możliwość świadomej kontroli stanu psychofizjologicznego organizmu. Powtarzanie serii treningów powoduje nabywanie zdolności regulacji zmian stanu psychofizjologicznego poprzez różne mechanizmy uczenia się. Nabycie takiej umiejętności jest celem terapii *biofeedback*. Przywraca ona równowagę psychofizjologiczną, czyli eliminuje lub znacznie redukuje stany patologiczne, np. stan dysfunkcji ośrodkowego układu nerwowego (Smyk i Smyk, 2007).

Dzięki neurofeedback-EEG określone elementy spektrum EEG są przekazywane osobie w czasie rzeczywistym za pomocą pętli sprzężenia zwrotnego online, w formie informacji audio lub wizualnej. Sprzężenie wzrokowe ma często postać ruchomego paska o amplitudzie wybranego pasma częstotliwości EEG reprezentowanego przez rozmiar paska, a trenujący dąży do zwiększenia lub zmniejszenia amplitudy zgodnie z instrukcją. Może temu towarzyszyć słuchowa informacja zwrotna wskazująca uzyskany punkt. Celem jest wyszkolenie jednostki do uzyskania kontroli nad określoną częstotliwością aktywności mózgu. Zazwyczaj siła sygnału reprezentująca wybrane pasmo częstotliwości, które ma zostać wzmocnione, będzie zwiększana, podczas gdy jednocześnie wyższe i niższe pasma są hamowane, a ich odpowiednia siła sygnału ma zmniejszoną amplitudę (Steffert i in., 2008).

Trening ten oparty jest na zasadach wywodzących się z teorii uczenia instrumentalnego (Skinner, 1963). Podczas treningu nagradzane są pozytywne reakcje w postaci wzmocnień. Motywacyjna funkcja gry na ekranie monitora (Ryan i in., 2006) sprawia, że jest ona przyjemna zarówno w perspektywie krótkoterminowej, jak i długoterminowej, co może zachęcić do podjęcia treningu neurofeedback-EEG i poprawić jego zgodność z powtarzającym się, długoterminowym zaangażowaniem potrzebnym do skutecznego treningu (Mandryk i in., 2013). W standardowych treningach neurofeedback-EEG ćwiczący muszą zachować określony stan poznawczy, aby osiągnąć postęp lub odnieść

sukces (Bakhshayesh, 2011; Steiner i in., 2014). Zazwyczaj dokonuje się tego poprzez dostosowanie mechaniki gry. Trening neurofeedback-EEG wymaga od osoby nauczania się modyfikacji pewnych aspektów w aktywności korowej. Może to obejmować naukę zmiany amplitudy, częstotliwości i spójności różnych elementów elektrofizjologicznych mózgu. Celem treningu neurofeedback-EEG jest nauczenie jednostki tego, jak czuje się podczas konkretnych stanów pobudzenia korowego i jak dobrowolnie ma aktywować takie stany. Podczas treningu rejestruje się EEG i wyodrębnia odpowiednie komponenty oraz przekazuje się je osobie badanej za pomocą pętli sprzężenia zwrotnego w formie dźwięku, obrazu lub połączonych informacji audiowizualnych (Vernon, 2005).

Gunkelman i Johnstone (2005) uważają, że wszystkie treningi neurofeedback-EEG są w istocie treningami relaksacyjnymi. Niezależnie od lokalizacji i wyuczonej częstotliwości w korowych komórkach mózgowych powstaje element relaksacji – aby działać synchronicznie, osoba badana musi się rozluźnić, umożliwiając rozwój potencjału postsynaptycznego. Gdy zezwoli się mózgowi na relaks i produkcję endogennych rytmów w różnych kombinacjach, da się wytrenować określone zmiany w stanie mózgu. Zawsze jednak mózg musi znaleźć własną drogę. Neurofeedback-EEG nigdy nie zmusza do niczego. Pokazuje natomiast, kiedy w mózgu jest obecny pożądany stan. Trening polega głównie na relaksacji, odpuśczeniu i pozwoleniu, aby sprzęt i mózg współpracowały. W ten sposób nauka jest naturalna i zostaje zachowana na dłużej. Nauczysz się relaksować i osiągać określone stany, kursant jest zatem przygotowany do dowolnego zadania z poczuciem pewności siebie, automatyzacją i prostotą. To naprawdę nauka w najlepszym tego słowa znaczeniu (Collura, 2003).

### **3.1.1 Neurofeedback-EEG jako narzędzie wspomagające sportowców**

Obecnie wyniki sportowe można poprawiać wieloma interesującymi metodami. Ankieta z 1997 r. wykazała, że prawie 12 bln dolarów wydano na pomoce i suplementy diety w Stanach Zjednoczonych, a ok. 50% ogólnej populacji zadeklarowało ich używanie (Ahrendt, 2001). W ostatnich latach znajdują również zastosowanie nefarmakologiczne techniki stymulacji mózgu, które w sporcie stają się coraz popularniejsze. Zajmuje się nimi nauka, a sugerowane jest też ich działanie wzmacniające wyniki sportowe (Grosprêtre i in., 2016). W świecie sportu międzynarodowego nawet najmniejsza zmiana wyników może sprawić, że zawodowi sportowcy będą coraz bardziej korzystać z neuroobrazowania (Parka in., 2015). Celem treningu neurofeedback-EEG w sporcie, w przeciwieństwie do

zastosowania klinicznego, jest przyjęcie normalnych wzorów aktywacji i ich optymalizacji (Wilson i Peper, 2011). Sportowców istotnie nie interesuje zmiana wzorców neuronalnych *per se*, lecz poprawa wyników. Sportowiec, który może sprawować wolicjonalną kontrolę nad wspomnianymi częstotliwościami pasm aktywności bioelektrycznych, ma ogromną przewagę podczas zawodów (Sherlin, 2016).

Podstawowe uzasadnienie zastosowania treningu neurofeedback-EEG w celu zwiększenia wydajności w sporcie jest oparte na skojarzeniach. Poprzez identyfikację powiązań między poszczególnymi wzorcami aktywności korowej oraz określonymi stanami lub aspektami zachowania, które są sklasyfikowane jako optymalne, można próbować wyszkolić jednostkę, tak by poprawiać jej wydajność, odzwierciedlając wzór aktywności korowej, obserwowanej podczas takich optymalnych stanów (Vernon, 2005). Sugerowano (Landers, 1985; Wilson i Gunkelman, 2001), że badania nad zwiększeniem wydajności mają wiele różnych celów, w tym wzmocnienie kontroli nad poziomem pobudzenia, uwagi i motywacji, optymalizacja poziomu kontroli autonomicznej oraz zdolności do zmiany stanów, a także opracowywanie interwencji rehabilitacyjnych dla sportowców doznających obrażeń. Neurofeedback-EEG miał również zastosowanie w medycynie sportowej (Arns i in., 2009; Thompson i in., 2008; Hatfield i Hauflar, 2006). Oprócz tego, uczenie się dzięki neurofeedback-EEG regulacji stanu psychicznego przed zawodami i w ich trakcie może mieć bardzo pozytywny wpływ na wyniki sportowe (Hanin, 2003).

Większość badań z zakresu psychologii sportu oraz działania neurofeedback-EEG jest związana głównie z regulacją emocji, pobudzeniem, koncentracją i ich korelacją z wydajnością (Ruiz i in., 2017). Ustalenie relacji między pobudzeniem a koncentracją uznano za krytyczny aspekt doskonałej wydajności (Mikicin, 2022a). Badania takie uzasadnia się tym, że konkretną funkcję poznawczą może wzmocnić trening odpowiedniej częstotliwości pasm mózgowych, która jest najbardziej związana z tą funkcją. Pasma SMR jest szczególnie interesujące, ponieważ charakteryzuje się trwałym i zrelaksowanym skupieniem uwagi, polepszoną pamięcią roboczą i bardziej modulowaną wydajnością z większą gotowością do odpowiedzi (Kaiser, 2006). Neurofeedback-EEG wspomaga również sportowców w zwiększeniu odporności na stres, lepszym samopoczuciu, wyciszeniu się i relaksacji oraz zwalczaniu napięcia wewnętrznego (Landers, 1991; Hammond, 2005; Vernon, 2005; Strack i in., 2011; Sokhadze, 2012). Również w gimnastyce sportowej, dzięki poprawie poznawczej i emocjonalnej samoregulacji, zawodnicy zwiększyli wydajność w zadaniach sportowych (Perry i in., 2011). Badania wykazały przy tym, że EEG sportowców na poziomie

eksperckim wykazuje wyraźne różnice w stosunku do nieekspertów (Radlo i in., 2002; Vernon, 2005). W kilku pracach przeanalizowano też, czy trening neurofeedback-EEG może ułatwić wykonanie sportowe, jednak wyniki tych badań nie są rozstrzygające, choć z pewnością zachęcające (np. Landers i in., 1991; Kavussanu i in., 1998; Arns i in., 2008; Rostami i in., 2012).

Bez wątpienia przełomowe badanie nad neurofeedback-EEG w sporcie przeprowadzili Landers i in. (1991), którzy zbadali skutki tego treningu u 16 doświadczonych łuczników. Uznali bowiem, że łucznictwo powinno być powiązane z aktywacją prawej półkuli mózgu, co łączy się z przestrzenno-wizualnym przetwarzaniem i dezaktywacją lewej półkuli mózgu, a także z przetwarzaniem słowno-analitycznym (Hatfield i in., 1984; Landers i in., 1994). W związku z tym, mierzyli aktywność EEG i wydajność łucznika w sesjach, przed testem i tuż po nim, oddzielonymi ok. sześćdziesięciminutowym treningiem neurofeedback-EEG, podczas którego łucznicy obserwowali na wyświetlaczu względną aktywność lewej i prawej półkuli. Wydajność poprawiła się u ośmiu łuczników, którzy zostali nagrodzeni, gdy zmniejszyli aktywność korową w swojej lewej półkuli. Natomiast pogorszyła się u pozostałych ośmiu łuczników, którzy zostali nagrodzeni, kiedy zmniejszyli aktywność korową w prawej półkuli.

Badanie treningu neurofeedback-EEG przeprowadzone przez Rostami i in. (2012) polegało na przyjęciu protokołu mającego na celu zwiększenie mocy sensorycznego rytmu motorycznego (tj. aktywność korową między 13 i 15 Hz) nad centralnymi obszarami ruchowymi (tj. miejscem na elektrodę C3) w mózgu. 12 doświadczonych strzelców wzięło udział w 15 sesjach. Trening neurofeedback-EEG doprowadził do nieznacznej poprawy dokładności strzelania, natomiast wyniki grupy kontrolnej, która nie przeszła żadnego treningu neurofeedback-EEG, były bez zmian. Być może najbardziej pouczające badanie neurofeedback-EEG w sporcie przeprowadzili z kolei Arns i in. (2009). Przyjęli oni projekt, w którym sześciu amatorskich golfistów korzystało z neurofeedback-EEG podczas treningów. Porównano aktywności korowe związane z najlepszymi (trafieniami) i najgorszymi (pominięciami) uderzeniami. Ogólny odsetek udanych uderzeń był znacznie wyższy w serii z informacją zwrotną (sportowcy poprawili swoje wykonanie o 25%), w porównaniu do treningu bez informacji zwrotnej. Neurofeedback-EEG poprawił zatem szybkość uczenia się. Prace Dupee i Werthner (2011) potwierdzają natomiast, że trening neurofeedback-EEG pomaga wejść w stan optymalnego pobudzenia. Badaczki przeprowadziły treningi z grupą

15 olimpijczyków z Vancouver. W wyniku tego zawodnicy zauważyli znaczną poprawę w panowaniu nad stresem i emocjami.

Członkowie włoskiej drużyny piłkarskiej, która wygrała Puchar Świata w 2006 roku, wykorzystali szereg technik biofeedback i neurofeedback-EEG zwanych Mind Room. Okazało się, że integracja tych technik z powszechnymi praktykami psychologii sportu może być wykorzystana do oceny i nauczania sportowców utrzymywania odpowiedniego oddychania, rozluźnienia mięśni, spójnych rytmów serca i dominujących stanów alfa (Wilson i in., 2006). Trzeba też wspomnieć, że Brown i in. (2012) zastosowali ustandaryzowany protokół treningu SMR w celu zwiększenia dokładności serwowania u 10 elitarnych sportowców tenisa stołowego i wykazali tendencję do większej dokładności po treningu neurofeedback-EEG. Kolejnym badaniem z tego obszaru była praca Conde i in. (2015). Dotyczyła oceny efektów programu treningowego rytmiki sensomotorycznej i możliwości zastosowania go w praktyce psychologii sportu. Pięciu piłkarzy było systematycznie szkolonych w celu zwiększenia amplitudy rytmu sensomotorycznego, a następnie monitorowanych przez trenerów, trenerów przygotowania motorycznego, służby medyczne i psychologiczne. Wyniki wykazały, że większość sportowców nie miała już początkowych zaburzeń dysfunkcyjnych; te zmiany zostały odnotowane w aspektach technicznych, taktycznych, fizycznych oraz psychologicznych i różniły się u poszczególnych badanych. Udowodniono dzięki temu badaniu, że trening neurofeedback-EEG może być ważną technologią wspierającą praktyki psychologii sportu, jak również może ulepszyć zachowania funkcjonalne i wspomóc promowanie zdrowia psychicznego wśród rozwijających się sportowców (Mikicin i in., 2015).

Reasumując, kiedy połączenia dendrytyczne w mózgu są wzmacniane, mózg jest bardziej intensywnie wykorzystywany. Trening neurofeedback-EEG można uznać za trening siłowy dla mózgu, który ma pomóc w lepszym wykorzystaniu własnego potencjału (Sime, 2003). Dzięki temu treningowi sportowcy są w stanie rozpoznać zarówno stan skupienia, jak i moment, kiedy zajmują ich marzenia, rozmyślenia lub prowadzą negatywny monolog wewnętrzny (Wilson i Peper, 2011). Skutkiem tego sportowiec może stać się lepszy w regulacji swojego stanu psychicznego, radzić sobie z zakłóceniami i skupiać się na wykonywanym zadaniu (Wilson i Peper, 2011; Schwartz i Andrasik, 2016).

### **3.1.2 Wpływ treningu neurofeedback-EEG na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie u sportowców**

Uwaga jest prawdopodobnie najważniejszym czynnikiem (determinantem neuropsychologicznym) w osiąganiu sukcesu w działalności człowieka (Kumar, 2010). Badania nad wpływem neurofeedback-EEG na uwagę rozpoczęły się od badań nad ADHD (Hillard i in., 2013). Istnieje wiele badań nad wpływem neurofeedback-EEG na poprawę koncentracji u sportowców. W badaniu Maszczyka (2018) zbadano i określono jego znaczenie dla treningu równowagi dynamicznej w judo. 18 judoków zostało podzielonych na dwie grupy: eksperymentalną i kontrolną. W grupie eksperymentalnej badani zostali przeszkoleni do hamowania aktywności w pasmach częstotliwości 3–8 Hz i do wzmacniania aktywności w pasmach częstotliwości mózgowych 14–19 Hz w punktach O1 i O2 na 10 sesjach. Uczestnicy grupy kontrolnej brali udział w treningu, ale zamiast tego otrzymywali fałszywe informacje zwrotne. Wskutek tych działań poprawiła się koncentracja w grupie eksperymentalnej (Maszczyk, 2018). Chung-Hee i współpracownicy (2016) przedstawili dowody na skuteczność dwunastotygodniowego programu treningu neurofeedback-EEG dla zdolności koncentracji i wydajności w tenisie. Ośmiu tenisistów podzielono na dwie grupy (eksperymentalną i kontrolną). Grupa eksperymentalna ukończyła serię treningów neurofeedback-EEG. Wyniki wykazały, że trening neurofeedback-EEG był skuteczny w poprawie intensywności i czasu trwania koncentracji oraz pomógł poprawić skuteczność tenisistów. Korzyści płynące z neurofeedback-EEG okazały się również przydatne w treningu mającym na celu polepszenie wydajności sportowców. Korzyści te obejmują poprawę uwagi/koncentracji, poziomu pobudzenia oraz zmniejszenie zmartwień (Williams, 2006).

Celem badania Hashemian i współpracowników (2013) była natomiast ocena wpływu treningu neurofeedback-EEG na koncentrację uwagi u sportowców trenujących lekkoatletykę. Interwencja polegała na wytworzeniu zwiększonej fali beta w Cz i Fz w ciągu 12 sesji. Wyniki pokazały znaczącą różnicę między treningiem a rosnącą uwagą w grupie eksperymentalnej. Biorąc pod uwagę pozytywny efekt neurofeedback-EEG, według badaczy może to być metoda stosowana jako trening pomocniczy podczas kształcenia umiejętności uczenia się i poprawy uwagi. Mikicin (2016) zaś badał u sportowców stan gotowości uwagi (świadoma uwaga), stan zaangażowania uwagi (zautomatyzowana uwaga, nieświadoma uwaga) i stan alfa (brak uwagi, relaks). W eksperymencie wzięło udział 73 studentów uczestniczących w treningach pływania, szermierki, taekwondo, judo. Uwagę

badano przed 20 sesjami treningowymi neurofeedback-EEG i po nich. Uwzględniono również 18 sportowców w grupie eksperymentalnej, poddanej przez siedem miesięcy treningom relaksacyjnym. Dwudziestotygodniowy kurs neurofeedback-EEG polegał na wzmacnianiu amplitudy SMR i beta 1 przy jednoczesnym zmniejszeniu amplitudy theta i beta 2 u sportowców. Sportowcy trenujący neurofeedback-EEG poprawili zdolność skupiania uwagi.

Także gra w baseball wymaga ciągłej koncentracji. Sherlin i in. (2013) badali wpływ neurofeedback-EEG na pięciu profesjonalnych zawodników tej dyscypliny. Każdy z graczy w ciągu 30 dni przeszedł badanie QEEG i 15 sesji treningu neurofeedback-EEG. Gracze poprawili się w obszarach uwagi oraz zmniejszyli natrętne wzorce myślenia, a poprawili wzorce snu. Abernethy (1991) oraz Zaichkowsky i Naylor (2004) wierzą, że wzrost świadomości sportowców w kwestii poziomu uwagi jest podstawą treningu psychologicznego poprawiającego wydajność. Wykazano jednak, że trening neurofeedback-EEG doskonalił uwagę i czas reakcji w populacjach klinicznych i ogólnych, ale dowody nie są jednoznaczne w odniesieniu do różnych protokołów treningowych (Cortese i in. 2016; Mirifar i in., 2017; Xiang i in., 2018).

Jeśli chodzi o badania neurofeedback-EEG na spostrzeżenie peryferyjne, to wiele z nich wykazało związek między aktywnością fal alfa a centralną zdolnością wzrokową. Umiejętność widzenia jest zwykle oceniana za pomocą bodźców statycznych (Childers i Perry, 1971; Van Dijk, 2008). Oprócz okoliczności statycznych w rzeczywistym środowisku często zachodzą jednak zmiany dynamiczne, a zdolność widzenia peryferyjnego w takim środowisku (tj. dynamiczna zdolność widzenia peryferyjnego) jest ważna dla wszystkich, a szczególnie dla sportowców. Celem pracy Nan i in. (2014) było zbadanie, czy istnieje korelacja między dynamiczną peryferyjną zdolnością wzrokową a aktywnością fal alfa. 62 piłkarzy wykonało zadanie widzenia peryferyjnego, w którym bodźce wzrokowe były dynamiczne, a ich sygnały EEG rejestrowano z lokalizacji Cz, O1 i O2. Wyniki wskazują na brak istotnej korelacji między dynamiczną wydajnością peryferyjną a amplitudami alfa w stanie spoczynku otwartych i zamkniętych oczu. Niemniej w przypadku aktywności alfa, podczas zadania widzenia peryferyjnego, dynamiczna wydajność tego widzenia wykazała znaczące dodatnie korelacje międzysobnicze z amplitudami w paśmie alfa (8–12 Hz) oraz w indywidualnym paśmie alfa. Potencjalnym zastosowaniem tego odkrycia jest poprawa dynamicznej peryferyjnej wydajności wzrokowej poprzez zwiększenie aktywności fal alfa za pomocą technik neuromodulacji. Inne badanie Nan (2016) miało na celu poprawę pamięci

krótkotrwałej i widzenia peryferyjnego dzięki treningowi neurofeedback-EEG. Stwierdzono, że peryferyjne wyniki wizualne są dodatnio związane z falami alfa podczas zadania wzrokowego. W oparciu o tę zależność zaproponowano trening neurofeedback-EEG w celu poprawy wydajności widzenia peryferyjnego. 13 osób wykonało 20 sesji neurofeedback-EEG, co doprowadziło do udanego wzmocnienia amplitudy alfa podczas zadania wzrokowego, a także wzmocnienia peryferyjnej wydajności wizualnej w porównaniu z grupą kontrolną niestosującą neurofeedback-EEG. Zbadano też, czy zdrowe osoby są w stanie nauczyć się w ciągu 30 sesji neurofeedback-EEG, jak modulować SMR (rytm sensomotoryczny) i czy taka modulacja może prowadzić do poprawy różnych zadań poznawczych lub kreatywnych (Doppelmayr i in., 2011). Do badania dołączono grupę kontrolną, która otrzymała neurofeedback-EEG ze zmieniającymi się pasmami częstotliwości i instrukcjami. Chociaż ani grupa eksperymentalna, ani grupa kontrolna nie były w stanie modulować EEG w wyuczonych pasmach częstotliwości, grupie SMR udało się to zrobić. Ponadto tylko grupa SMR była w stanie osiągnąć znacznie lepsze wyniki w zadaniach prostych i wyborze czasu reakcji oraz w zadaniu rotacji przestrzennej po treningu, w porównaniu z dwiema innymi grupami. Seria 30 sesji treningowych SMR może zatem wzmocnić zdolność do zwiększania amplitud SMR, a więc mieć zastosowanie w przyszłości, w warunkach, w których istotna jest szybka reakcja i znaczące zdolności wzrokowo-przestrzenne (np. w sporcie).

Podczas treningów, ćwiczenia o bardzo wysokiej, nieraz maksymalnej, intensywności nie przynoszą zawsze oczekiwanych efektów. Coraz częściej trenerzy sięgają po środki oddziałujące na przebieg procesów informacyjnych, takie jak trening percepcyjny i koordynacyjny. W wielu opracowaniach wykazano, że kształtowanie koordynacji w połączeniu z doskonaleniem techniki, taktyki i funkcji psychofizjologicznych stanowi istotną rezerwę w szkoleniu początkujących i wykwalifikowanych sportowców (Nowak, 2014). Taką metodą mogą być treningi neurofeedback-EEG, które stosuje się w celu optymalizacji różnych funkcji mózgu. Wykazano wpływ treningów na poprawę funkcji płata ciemieniowego i motorycznego, które są związane z koordynacją ruchu (Bazanowa i in., 2009). Wyniki te również sugerują, że wzmocnienie pasma SMR może ułatwić wczesne uczenie się zadań motorycznych (Ros i in., 2014). Z kolei w innych badaniach dotyczących koordynacji analizowano zakres mocy SMR podczas wykonywania dwumianowych zadań koordynacyjnych przy różnych prędkościach. Zastosowano przy tym metodę quasi-eksperymentalną. Uczestnicy badania byli poddani dwumiesięcznym treningom



neurofeedback-EEG, które składały się z częstotliwości SMR 12–15 Hz przy C3 i C4. Według autorów wyższa moc rytmiczno-czuciowo-motoryczna jest związana z lepszą kontrolą motoryczną (Norouzi i Vaezmousavi, 2018). Natomiast Cheng i in. (2016) przeanalizowali różnice pasma SMR wśród nowicjuszy i ekspertów w grze w rzutki. Ich wyniki wykazały wyższą moc SMR przed rzutem u wykwalifikowanych graczy. Według badaczy zadania motoryczne można wykonać dokładniej poprzez zwiększenie aktywności pasma mocy SMR. W kolejnym eksperymencie oceniano skuteczność trzech interwencji: neurofeedback-EEG, treningu wyobrażeniowego i treningu fizycznego, dla zdolności poprawiania dokładności wzrokowo-ruchowej podczas rzucania rzutkami. 32 uczestniczki, wszystkie bez doświadczenia w rzucaniu rzutkami, zostały przypisane do jednego z trzech warunków eksperymentalnych lub do grupy kontrolnej. Sesje szkoleniowe dla neurofeedback-EEG obejmowały wzmacnianie aktywności pasma theta i rytmu sensomotorycznego. Do treningu wyobrażeniowego wykorzystano zdjęcia, podczas których uczestniczki musiały wyobrazić sobie rzucanie rzutką. W treningu fizycznym osoby badane ćwiczyły rzucanie rzutkami. Pomiarzy zostały zarejestrowane: przed interwencją, po dwóch tygodniach treningu (sześć sesji, interwencja w połowie), po pięciu tygodniach treningu (15 sesji) i ponownie dwa tygodnie po zakończeniu szkolenia. Badanie pokazuje, że oprócz tradycyjnej praktyki fizycznej, zarówno wyobrażenie ruchu, jak i neurofeedback-EEG mogą skutecznie poprawić wydajność przy drobnych zadaniach wzrokowo-ruchowych (Salehi i in., 2019). Nad efektem treningu neurofeedback-EEG w rozwoju percepcyjno-motorycznym młodych sportowców zastanawiali się Dana i in. (2019). Wybrano 30 uczniów-sportowców. Wszyscy wykonali test rozpiętości cyfr Wechslera i test zdolności percepcyjno-motorycznych Lincolna Oretretskiego. Następnie uczestnicy zostali losowo podzieleni na dwie grupy: testową i kontrolną. Grupa eksperymentalna odbyła 12 godzinnych sesji neurofeedback-EEG, podczas gdy grupa kontrolna nie doświadczyła żadnej interwencji w tym czasie. Wyniki badań potwierdzają, że trening neurofeedback-EEG działa skutecznie na rozwój percepcyjno-motoryczny młodych sportowców.

Odnosnie do celu treningu neurofeedback-EEG na pobudzenie warto wspomnieć, że sportowcy są zmuszeni do konkurowania w sytuacjach lękowych (Martin i in., 2005). Gould i in. (2002) stwierdzili, że najważniejszymi psychologicznymi cechami elitarnych sportowców są: umiejętność radzenia sobie z niepokojem i kontrolowanie go. Czynniki lękowe wiążą się z takimi bodźcami, jak: złe sędziowanie podczas meczu, złe warunki środowiskowe, reakcje publiczności podczas meczu, chęć wygrywania kosztem etyki

sportowej, doświadczenie kontuzji, spostrzeżenie oszustwa rywala, możliwość oszustwa, aby wygrać, krytykujący trener. To wszystko, i wiele innych sytuacji, jest nieuniknionych w życiu sportowca, który musi skutecznie sobie z tym poradzić w celu zachowania zdrowia psychicznego i osiągnięcia jak największego sukcesu. Często niemożność poradzenia sobie będzie skutkowałą lękiem, który będzie szkodliwy dla pomyślnego działania (Anshel i in., 2000).

Trening neurofeedback-EEG koncentruje się właśnie na rozwijaniu świadomości własnego stanu pobudzenia w celu poprawy kontroli nad ośrodkowym układem nerwowym. Polepsza także zdolność wchodzenia w stan przywspółczulny przed współczulną kontrolą nad ciałem. W ten sposób przeciwdziała lękowi – wzmacnia równowagę między działaniami współczulnego i przywspółczulnego układu nerwowego, co często prowadzi do równowagi w autonomicznym układzie nerwowym. Jedną z konsekwencji zrównoważonej aktywności układu nerwowego to optymalny poziom pobudzenia i niepokoju. Wygląda na to, że neurofeedback-EEG zmniejsza lęk, regulując centralny układ nerwowy i optymalizując poziom pobudzenia, który może wzrosnąć poprzez przepływ krwi do mózgu. Ta metoda zmniejsza lub usuwa tendencję do przeciwstawiania się i blokowania energii, która zmieniała się w nawyk (Faridnia i in., 2012). Blumenstein i in. (2002) twierdzili przy tym, że celem programów szkoleniowych z zakresu neurofeedback-EEG w sporcie jest poprawa poziomu samoregulacji i optymalizacji zachowań. Dzięki treningowi neurofeedback-EEG sportowcy są wyposażeni w umiejętność regulacji poziomu pobudzenia fizjologicznego.

Skupiając się na badaniach, Perry i in. (2011) przeprowadzili prace badawcze nad falami SMR u gimnastyczek z college'u na równoważni. Sześć gimnastyczek uczestniczyło w 10 sesjach w ciągu pięciu tygodni przy użyciu neurofeedback-EEG i biofeedbacku. Trening neurofeedback-EEG polegał na zwiększeniu aktywności w pasmie SMR, przy jednoczesnym obniżeniu aktywności w pasmie theta. Niezależny sędzia sprawdził i ocenił wyniki gimnastyczek przed treningami neurofeedback-EEG i biofeedback oraz po nich. Okazało się, że treningi poprawiły ich wydajność. Z kolei Dupee (2008) wykazała, że po treningu neurofeedback-EEG wszyscy badani znaleźli się bliżej optymalnego poziomu uwagi, spokoju i regulacji emocjonalnej. Co więcej, Tanis (2008) przeprowadził badanie na 10 piłkarzach ręcznych – dzięki niemu wiadomo, że zmniejszając lęk podczas treningu neurofeedback-EEG, sportowcy mogą poprawić swoje fizyczne i psychiczne funkcjonowanie. W innym z badań, łucznicy na poziomie uniwersyteckim brali udział w treningach neurofeedback-EEG przez cztery tygodnie. Wykonano pomiary, aby określić

wpływ treningu na spowolnienie akcji serca, poziom przyjemności przed zawodami i po zawodach, poziom pobudzenia przed zawodami i po nich, podobnie poziom wydajności i precyzji. Wynik badania sugeruje, że trening neurofeedback-EEG poprawia nieregularność łuczników w zdobywaniu punktów, ulepszając osiągnięty celny strzał (Maman i in., 2012). Celem innego badania (Faridnia i in., 2012) było określenie wpływu treningu neurofeedback-EEG na niepokój elitarnych pływaczek. Wybrano 20 profesjonalnych zawodniczek i podzielono je na grupę eksperymentalną i kontrolną. Procedura obejmowała 12 sesji (45 minut na sesję) treningu neurofeedback-EEG z dwoma protokołami: (1) zwiększona aktywność SMR i zmniejszona aktywność beta 2 i theta, (2) zwiększona aktywność beta 1 i zmniejszona wysoka beta 2. Przed treningiem przeprowadzono test wstępny za pomocą SCAT, a następnie poddano pływaczki posttestowi. Istniała znacząca różnica między wynikami testu wstępnego i końcowego po badaniu w grupie eksperymentalnej w kwestii niepokoju. Można zatem stwierdzić, że trening neurofeedback-EEG zmniejsza niepokój u elitarnych pływaczek. Co więcej, w badaniu Zadkosh i in. (2018) przeanalizowano skutki interwencji uważności i treningu neurofeedback-EEG na poziomie lęku sportowego i wyników sportowych u młodych piłkarzy. 45 zawodników zostało przydzielonych do trzech grup. Sportowcy z grupy pierwszej otrzymali 12 sesji po 30 minut alfa/theta treningu neurofeedback-EEG. W grupie drugiej piłkarze przeszli 12 sesji trzydziestominutowego treningu uważności, zaś grupa kontrolna nie doświadczyła żadnej interwencji. Zastosowano test wydajności oraz strzelanie rzutów karnych. Również według tej pracy trening neurofeedback-EEG i medytacja uważności są odpowiednie, aby zwiększyć wydajność sportową i zmniejszyć poziom lęku sportowego. Dodatkowo Szczypińska i Mikicin (2019) udowodnili, że trening neurofeedback-EEG poprawia koncentrację i koordynację sensomotoryczną u piłkarzy i piłkarek, jak również spostrzeganie peryferyjne u mężczyzn w piłce ręcznej.

### **3.2 Trening percepcyjno-motoryczny z zastosowaniem refleksomierza**

Na rynku jest wiele urządzeń do takiego treningu, które kryją się pod różnymi nazwami: BLINK Pro, stymulator refleksu, BATAK, Sport Vision Trainer, Fitlight. Są to oryginalne i nowoczesne urządzenia treningowe wykorzystywane m.in. przez kierowców F1, WRC, ale także przez profesjonalne zespoły piłkarskie, zawodowe grupy kolarskie i elitarne jednostki wojskowe. W trakcie treningu uczestnicy sprawdzają refleks, koordynację wzrokowo-ruchową, szybkość reakcji oraz poziom wytrzymałości, wydolności organizmu i widzenia peryferyjnego (<http://symulatorrefleksu.pl>; <http://www.batak.pl>). Z uwagi na

wysoką efektywność działania w wielu dyscyplinach sportowych, trening ten pozwala szybko poprawić czas reakcji zawodnika. W większości dyscyplin sportowych prędkość reakcji na bodziec jest kluczowym czynnikiem decydującym o sukcesie jednostki lub drużyny. Wdrożenie symulatora refleksu do planu treningowego pozwala osiągać przewagę nad przeciwnikami. Urządzenia oferują nową, dynamiczną i wizualną możliwość uczenia się, by poprawić zdolności umysłowe i motoryczne oraz koncentrację i reaktywność. Pozwala to użytkownikom na zaangażowanie się w funkcjonalny i społeczny proces uczenia się. Służy temu organizowanie ćwiczeń motywacyjnych dla poprawy zdolności umysłowych, postrzegania i koncentracji (<http://czasreakcji.pl>).

### **3.2.1. Trening percepcyjno-motoryczny jako narzędzie wspomagające sportowców**

Niewiele przeprowadzono jednak badań z wykorzystaniem refleksomierza. Przede wszystkim istnieją takie, które potwierdzają zasadność stosowania go do treningów percepcyjno-motorycznych. Badania, które potwierdzają rzetelność i trafność treningu, przeprowadzili Gierczuk i Bujak (2014) z zastosowaniem refleksomierza BATAK Pro. Udowodnili również poprawę szybkości reakcji, orientacji czasowo-przestrzennej i sprzężenia ruchów u zapaśników. Celem badania Ellison i in. (2014) była ocena liczby prób wymaganych do zapoznania się uczestników z urządzeniem, aby zapewnić akceptowalną wiarygodność pomiaru zadania koordynacji oko-ręka, za pomocą Sport Vision Trainer (SVT). Przeprowadzono dwa harmonogramy (S1 i S2). W przypadku S1, 64 badanych uczestniczyło w czterech sesjach co tydzień i podjęło cztery próby z wykorzystaniem SVT. W przypadku S2, 60 uczestników wzięło udział w jednym dwudziestominutowym harmonogramie, obejmującym cztery kolejne próby z wykorzystaniem SVT. Analizy granic zgodności wykazały, że w obu badaniach wzrosła bezwzględna wiarygodność. Stwierdzono, że wiarygodne pomiary koordynacji oko-ręka można uzyskać za pomocą SVT w jednej sesji.

Także urządzenie Kinect Hand-Eye Coordination Technology (KIHECT) zostało z powodzeniem opracowane jako narzędzie rehabilitacyjne do poprawy dokładności koordynacji ręka-oko wśród malezyjskich juniorów rugby. Badani zostali losowo podzieleni na trzy grupy: badaną, manualną i kontrolną, a każda składała się z 30 zawodników. Wybrano pięciu malezyjskich trenerów rugby do oceny ważności opracowanego urządzenia. Zastosowano test, który polegał na jednoczesnym wyrzuceniu piłki z obu rąk; do oceny koordynacji ręka-oko u graczy przed interwencją i po niej. Podczas etapu interwencji każda grupa otrzymała inną formę szkolenia, które trwało dwa tygodnie; grupa badana

wykorzystała urządzenie KIHECT, grupa manualna – konwencjonalne podejście do szkolenia dokładności koordynacji ręka-oko, a grupa kontrolna uczestniczyła w rutynowym szkoleniu z trenerem. Nie było istotnej różnicy między grupą badaną a grupą manualną. Istniały jednak znaczne różnice pomiędzy grupą badaną a kontrolną, a także między grupą manualną i kontrolną. To pokazało, że urządzenie KIHECT jest korzystne jako medium, aby zmaksymalizować dokładność koordynacji ręka-oko (Rozan, 2017). Natomiast ocenę FitLight Trainer przeprowadzono z udziałem dwóch ochotników w formie studium przypadku. Wolontariusze byli badani dwukrotnie. Podczas pierwszego badania ochotnicy wykonali na bieżni przyrostowy test biegowy do wyczerpania w celu określenia poboru tlenu ( $VO_{2max}$ ), tętna ( $HR_{max}$ ) i mleczanu we krwi w trakcie maksymalnej pracy. Podczas drugiego badania (tydzień po pierwszej wizycie) wolontariusze wrócili do laboratorium, aby wykonać protokół ćwiczeń FitLight Trainer. Wyniki badań laboratoryjnych wskazują, że ćwiczenia z FitLight Trainer mogą wywoływać znaczące odpowiedzi sercowo-naczyniowe i mięśniowe u wysoko wykwalifikowanych zawodników. Wyniki te sugerują, że FitLight może być stosowany jako alternatywa dla konwencjonalnych procedur treningowych w celu zwiększenia wydolności aerobowej (<https://www.fitlighttraining.com/>).

Odnośnie do parametrów motorycznych po treningach na refleksomierzu, w badaniu Vater i in. (2017) u koszykarzy odnotowano poprawę szybkości reakcji po treningach na BATAK Pro. Stwierdzono również poprawę szybkości reakcji oko-ręka po treningach KIHECT© u rugbyistów (Rozan i in., 2015). Natomiast angielscy policjanci, trenując na BATAK Pro, poprawili czas reakcji o 25% (Williams, 1983), a zawodnicy uczestniczący w regularnych sesjach treningowych na refleksomierzu (Raymond i Pontier, 2005; Gruzelier i in., 2008) uzyskali lepszą formę psychofizyczną. Badania potwierdzające poprawę czasu reakcji przeprowadzili Gierczuk i in. (2018). Zapaśnicy wybrani spośród finalistów Mistrzostw Polski Seniorów Zapaśników, którzy zdobyli od trzeciego do szóstego miejsca w tych rozgrywkach, zostali podzieleni na dwie grupy. Badani z jednej grupy byli indywidualnie parowani z zapaśnikami z drugiej grupy, zgodnie z klasą wagową. Oceniono czas reakcji przed walką i podczas przerw między trzema rundami. W badaniu zastosowano BATAK Lite. Najsilniejsze korelacje odnotowano między czasem reakcji a liczbą działań technicznych i taktycznych wykonanych podczas trzeciej rundy. Można wnioskować, że czas reakcji jest istotnym wyznacznikiem wyników zapaśników, które można obserwować przy submaksymalnej intensywności wysiłku podczas walki (Gierczuk i in., 2018).

Również za pomocą BATAK Pro mierzono czas reakcji dynamicznej całego ciała. Czas ten uważa się za ważny element różnych umiejętności piłkarskich, w tym walki z piłką. Zawodnicy podczas badania w ciągu 60 sekund musieli trafić w jak najwięcej losowo oświetlonych celów (Shabir i in., 2019). Celem badania Ricottiego i in. (2013) było zaś określenie efektów programu treningowego czasu reakcji z uwzględnieniem wczesnego zaangażowania sportowego. W badaniu wzięło udział 15 młodych koszykarzy. Program interwencji trwał pięć dni i wszyscy gracze uczestniczyli w tym samym schemacie treningowym. Do pomiaru poprawy czasu reakcji zastosowano dwa testy BATAK Pro. Wyniki sugerują poprawę czasu reakcji bez względu na wcześniejsze doświadczenia w praktyce koszykówki i karierze sportowej. To potwierdziło, że czas reakcji można poprawić poprzez krótkie i intensywne programy treningowe. Celem innego badania (Laby i in., 2019) było opisanie zdolności koordynacji i czasu reakcji ręka-oko (HEC/RT) oraz ocenienie ich związku z osiągnięciami baseballistów. System HEC/RT został zastosowany u 450 profesjonalnych baseballistów z sześciu drużyn. Wyniki porównano retrospektywnie ze standardowymi danymi dotyczącymi dyscypliny zawodowej. Stwierdzono statystycznie istotne korelacje między pomiarami HEC/RT testowanymi przy szybkich prędkościach. Wyniki te nie tylko opisują zdolność HEC/RT profesjonalnych graczy w baseball, ale pokazują też znaczący związek między zdolnością gracza HEC/RT do baseballu a wydajnością zmiany roli z defensywnej w ofensywną. Dodatkowo Mikicin i Szczypińska (2021) wskazują na to, że trening percepcyjno-motoryczny poprawił u piłkarzy ręcznych koordynację sensomotoryczną i nasilił związek między spostrzeganiem peryferyjnym a uwagą.

### **3.2.2. Wpływ treningu percepcyjno-motorycznego na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie u sportowców**

Zwinność i koordynacja to dwa z wielu atrybutów wymaganych, aby odnieść sukces w sporcie. Złożone ruchy, takie jak drybling, obracanie, podawanie i przechwytywanie, często wymagają szybkich i dużych zmian prędkości oraz kierunku, a ich prawidłowe wykonywanie – dobrej koordynacji ciała. Zwinność oznacza zdolność gwałtownej zmiany kierunku ciała lub szybkiego przesuwania kierunku ruchu bez utraty równowagi. Zależy to od kombinacji czynników, takich jak: prędkość, siła, równowaga i koordynacja. Zdolność do szybkiego skręcania czy unikania to kwestia dobrej koordynacji, którą można poprawić za pomocą treningów percepcyjno-motorycznych (<https://www.fitlighttraining.com>). Zmodyfikowany trening percepcyjny jest specjalnie zaprojektowanym treningiem, służącym rozwijaniu umiejętności wizualnych i percepcyjno-poznawczych w treningu sportowym.

Tradycyjne metody treningu w sporcie zaczynają być udoskonalane poprzez nowe technologie. Dzięki temu dają trenerom i sportowcom dostęp do szerokiej gamy dodatkowych narzędzi z zakresu treningu percepcyjno-motorycznego (Hadlow i in., 2018).

## **CZĘŚĆ EMPIRYCZNA**

### **4. Metodologia badań własnych**

#### **4.1 Uzasadnienie tematu pracy doktorskiej**

Uzasadnieniem tematu tej pracy doktorskiej jest wzbogacenie warsztatu psychologa sportu, którego istotnym elementem są narzędzia. Marzeniem każdego psychologa sportu jest znalezienie narzędzi, które będą poprawiały odpowiednio trenowane cechy, ale również będą podawać obiektywne wyniki, na podstawie których sportowiec będzie mógł zobaczyć faktyczną zmianę. Badania własne mają na celu zweryfikowanie przydatności neurofeedback-EEG i refleksomierza, które będą mogły w korzystny i efektywny sposób wspomagać proces treningowy, co później może zaowocować we współzawodnictwie sportowym. Ponadto istotne jest także poznanie fragmentu rzeczywistości dotyczącej cech poznawczych u sportowców w obszarach neuropsychologii, psychologii sportu i psychomotoryki.

Umotywowaniem tematu pracy doktorskiej jest także fakt, że pomoże ona usystematyzować wiedzę dotyczącą cech psychomotorycznych u piłkarzy ręcznych i siatkarzy. Jest to kontynuacja dotychczasowych badań, jednak wypełniająca lukę w wiedzy w badanym obszarze. Wyniki badań pozwolą sprawdzić czy treningi neurofeedback-EEG oraz z wykorzystaniem refleksomierza poprawią podstawowe cechy psychologiczne i psychomotoryczne, które są najważniejsze (według przeglądu badań) w rywalizacji sportowej w sportach zespołowych. Uzasadnienie tematu pracy doktorskiej wynika również z braku literatury na temat: czy trening neurofeedback-EEG wpływa na uwagę, koordynację sensomotoryczną oraz spostrzeganie peryferyjne, które są istotne podczas rywalizacji sportowej w zespołowych grach sportowych. Brakuje jednocześnie badań podkreślających korelację wymienionych właściwości. Tylko nieliczne analizy potwierdzają pozytywny wpływ treningu z wykorzystaniem refleksomierza

#### **4.2 Problem badań**

Głównym problemem tej pracy doktorskiej jest znalezienie odpowiedzi na pytanie: czy trening neurofeedback-EEG oraz trening z wykorzystaniem refleksomierza wpłynie na wybrane właściwości i zdolności psychiczne oraz psychomotoryczne – uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie w taki sposób, że



spowoduje w nich pozytywne zmiany? Według przeglądu badań zamieszczonych w części teoretycznej można byłoby przypuszczać, że zmiany te powinny iść w kierunku na lepsze, czyli wykorzystane narzędzia powinny usprawniać wyżej wymienione właściwości psychiczne.

Problemem badań było znalezienie narzędzi, które w umiarkowanie krótkim czasie będą mogły wesprzeć sportowców w najistotniejszych procesach poznawczych, związanych ze współzawodnictwem sportowym w zespołowych grach sportowych. Badanie miało również na celu wspomóc sportowców w rozwijaniu ich zdolności poznawczych i emocjonalnych.

### **4.3 Cel pracy, pytania badawcze**

Celem pracy jest określenie wpływu treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i optymalizację pobudzenia u sportowców gier zespołowych.

1. Czy i w jakim stopniu trening neurofeedback-EEG zmieni: uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie u sportowców gier zespołowych?
2. Czy i w jakim stopniu trening percepcyjno-motoryczny (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) zmieni: uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie sportowców gier zespołowych?
3. Który z zastosowanych treningów: trening neurofeedback-EEG czy trening percepcyjno-motoryczny (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) w większym stopniu zmieni: uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i pobudzenie?
4. Czy istnieją różnice między sportowcami i sportsmenkami oraz piłkarkami ręcznymi a siatkarkami względem: uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i pobudzeniem u sportowców gier zespołowych?
5. Czy i jakie związki zachodzą pomiędzy uwagą, spostrzeganiem peryferyjnym, koordynacją sensomotoryczną i pobudzeniem u sportowców gier zespołowych?

### **4.4 Przesłanki do hipotez**

Hipotezy zostały postawione na podstawie dwóch badań pilotażowych oraz przeglądu literatury. Przesłanki do hipotez, jakie można wysnuć na podstawie pierwszego badania pilotażowego, wskazują na to, że trening neurofeedback-EEG poprawił

koncentrację i koordynację sensomotoryczną u piłkarzy i piłkarek, jak również spostrzeganie peryferyjne u mężczyzn w piłce ręcznej. Badanie (Szczypińska i Mikicin, 2019) było analizą zmian w poziomie uwagi, spostrzegania peryferyjnego oraz koordynacji sensomotorycznej u piłkarek i piłkarzy po treningach neurofeedback-EEG. W badaniu wzięło udział 18 sportowców (9 kobiet – I liga, 9 mężczyzn – II liga) AZS AWF Warszawa w piłce ręcznej. Zastosowano Wiedeński System Testów czyli: test do pomiaru uwagi (COG), percepcja obwodowa (PP-R) i koordynacja sensomotoryczna (SMK). Pomiary zostały wykonane przed i po 20 treningach neurofeedback-EEG. Różnice między pierwszym i drugim pomiarem wskazują, że piłkarki i piłkarze poprawili ogólny poziom uwagi. Badani dokładniej wykonywali zadanie po treningach neurofeedback-EEG ( $p < 0,05$ ). Istotne różnice ( $p < 0,05$ ) odnotowano również w poziomie koordynacji sensomotorycznej. Badani poprawili koordynację oko-ręka-noga. W przypadku spostrzegania peryferyjnego istotne różnice ( $p < 0,05$ ) zaobserwowano tylko w grupie mężczyzn.

Przesłanki do hipotez, jakie można wysnuć na podstawie drugiego badania pilotażowego, wskazują na to, że trening percepcyjno-motoryczny poprawił u piłkarzy ręcznych koordynację sensomotoryczną i nasilił związek między spostrzeganiem peryferyjnym a uwagą. Drugie badanie pilotażowe (Mikicin i Szczypińska, 2021) dotyczyło określenia wpływu treningu percepcyjno-motorycznego za pomocą refleksomierza BLINK PRO na spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i uwagę piłkarzy ręcznych. Pomiary zostały wykonane przed i po 20 treningach na refleksomierzu BLINK PRO. Użyto tych samych testów, co w pierwszym badaniu pilotażowym. Usprawnienie koordynacji sensomotorycznej po treningach na refleksomierzu było bardzo wysokie ( $p < 0,000$ ). W badaniu zostały sprawdzone też związki między tymi właściwościami. Związek między spostrzeganiem peryferyjnym a uwagą po treningach na refleksomierzu był istotny statystycznie ( $p < 0,010$ ).

Istnieje wiele badań, które potwierdzają, że neurofeedback-EEG wspomaga sportowców w: koncentracji, zwiększeniu odporności na stres, lepszym samopoczuciu, wyciszeniu się, precyzji, równowadze i relaksacji oraz zwalczaniu napięcia wewnętrznego (Landers, 1991; Hammond, 2005; Vernon, 2005; Strack, 2011; Sokhadze, 2012; Maszczyk i in., 2018). Badania Mikicina i in. (2018) potwierdzają, że pod wpływem treningu neurofeedback-EEG poprawiła się uwaga u strzelców sportowych, podobnie jak w badaniach Gong i współpracowników (2020). Neurofeedback-EEG znalazł także zastosowanie w gimnastyce sportowej, gdzie zawodnicy przez poprawę poznawczej i

emocjonalnej samoregulacji zwiększyli wydajność w zadaniach sportowych (Perry i in., 2011). W badaniu Nan (2016) widzenie peryferyjne poprawiło się na skutek treningu neurofeedback-EEG. Wyniki sugerują również, że wzmocnienie fal SMR może poprawić koordynację (Ros i in., 2014). Badania potwierdzają, że trening neurofeedback-EEG działa skutecznie na rozwój percepcyjno-motoryczny młodych sportowców (Dana i in., 2019; Sidhu i Cooke, 2021).

Odnosnie do badań na refleksomierzu – jest ich o wiele mniej i trudniej wśród nich stwierdzić kierunek ewolucji zmiennych. Według badań Rozan (2017) urządzenie KIHECT jest korzystne jako medium, aby zmaksymalizować dokładność koordynacji ręki. Natomiast sportowcy uczestniczący w regularnych sesjach treningowych na refleksomierzu (Raymond i Pontier, 2005; Gruzelier, 2008) uzyskali po nich lepszą formę psychofizyczną. Zgodnie z badaniami Arede i in. (2020) stosowanie urządzeń oświetleniowych LED sprzyja wzrostowi zdolności motorycznych. Badania potwierdzają również korzyści wizualne płynące z treningów na refleksomierzu (Myers i in., 2022; Vater i Strasburger, 2021).

#### **4.5 Hipotezy**

Na podstawie wyżej przedstawionych przesłanek postawiono następujące hipotezy badawcze:

H1: W wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych nastąpi zmiana w: poziomie usprawnienia uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacji pobudzenia.

H2: W wyniku treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) u sportowców gier zespołowych nastąpi zmiana w: poziomie usprawnienia uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacji pobudzenia.

H3: Trening neurofeedback-EEG w większym stopniu spowoduje zmianę w poziomie usprawnienia uwagi oraz optymalizacji pobudzenia.

H4: Trening percepcyjno-motoryczny (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) w większym stopniu spowoduje zmianę w poziomie usprawnienia spostrzegania peryferyjnego oraz koordynacji sensomotorycznej.

H5: Mężczyźni będą mieli istotnie wyższe wyniki w takich zmiennych, jak: koordynacja sensomotoryczna i spostrzeganie peryferyjne, natomiast kobiety w uwadze i optymalizacji pobudzenia.

H6: Siatkarki będą miały istotnie wyższe wyniki w takich zmiennych, jak: uwaga i optymalizacja pobudzenia, natomiast piłkarki ręczne w spostrzeganiu peryferyjnym i koordynacji sensomotorycznej.

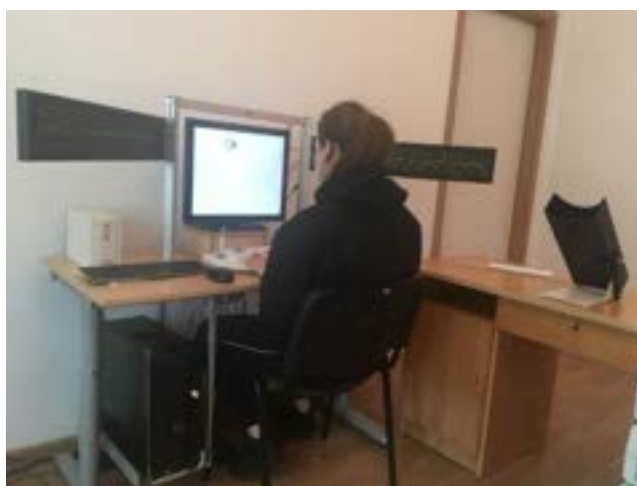
H7: Zachodzą związki dodatnie pomiędzy uwagą, spostrzeganiami peryferyjnymi, koordynacją sensomotoryczną i optymalizacją pobudzenia u sportowców gier zespołowych.

#### **4.6 Metoda**

Wyboru metody dokonano podczas tworzenia projektu badawczego DS. 269 (2017-2018) "Wpływ treningu uwagi na zmiany w spostrzeganiu peryferyjnym i koordynacji sensomotorycznej piłkarzy nożnych, piłkarzy ręcznych i siatkarzy", którego autorem jest Mirosław Mikicin. Przeprowadzono badania pilotażowe, których przebieg wskazał na możliwość realizacji celu badań za pomocą zaproponowanych skal pomiarowych i według przyjętej procedury. Metodą niniejszego badania były testy psychometryczne, które są wystandaryzowanym i zobiektywizowanym pomiarem próbki zachowania. Określają one efektywność wykorzystania zdolności poznawczych i psychomotorycznych. Testy psychometryczne pozwalają na podstawie zachowania się osoby badanej w sytuacji testowej wnioskować o jej zachowaniu w sytuacjach pozatestowych, życiowych. Testy to najbardziej typowa i popularna metoda badań psychologicznych. Stosowana jest przez psychologów zarówno w celach naukowo-badawczych, jak i diagnostycznych.

W badaniach wykorzystano Wiedeński System Testów (WST), czyli „komputerowy systemem wspierający diagnostykę psychologiczną, którego twórcą i producentem jest austriacka firma Dr. G. Schuhfried GmbH” (Łuczak, 2005, s. 22; fot. 1). Znajdują się w nim testy psychologiczne o szerokim spectrum. Wiedeński System Testów (VTS, Schuhfried GmbH, Austria) zawiera niewerbalne testy inteligencji, testy zdolności ogólnych, testy zdolności specjalnych. Jest przeznaczony do diagnozowania szerokiego zakresu zdolności motorycznych i neuropsychicznych, a także predyspozycji neurofizjologicznych warunkujących procesy kontroli motorycznej (Kiss i Balogh, 2019). Dzięki specjalnie wybranym testom komputerowym możliwe jest dokładne określenie rozwoju

koordynacyjnych zdolności motorycznych sportowca. Wspomagana komputerowo diagnostyka psychologiczna gwarantuje przystępność oraz zwiększoną precyzję kontrolowania zadań, które mają limit czasowy, oraz możliwość korzystniejszej kontroli sposobu i poziomu ich wykonywania. Wiedeński System Testów umożliwia także stopniowanie trudności zadań, jak również dostosowywanie ich do potrzeb, zdolności i zainteresowań badanego. Rozmaitością bodźców i zadań pobudza ciekawość osoby badanej, stwarza bowiem możliwość pobudzania jego indywidualnych zamiłowań i umiejętności. Dla jednostek doświadczających lęku w bezpośrednim kontakcie z badającym umożliwia jego minimalizowanie, daje osobie badanej możliwość samokontroli poziomu wykonania zadań i autokorekty (Chłodzińska-Kiejna i in., 2013; cognific.pl). Podczas każdego badania korzystano z krzesła bez kółek, natomiast stół, na którym stał Wiedeński System Testów był regulowany w zależności od wzrostu osoby badanej. Badania były prowadzone na jednym stanowisku Wiedeńskiego Systemu Testów (fot. 1).



Ryc. 2 Stanowisko Wiedeńskiego Systemu Testów (źródło własne)

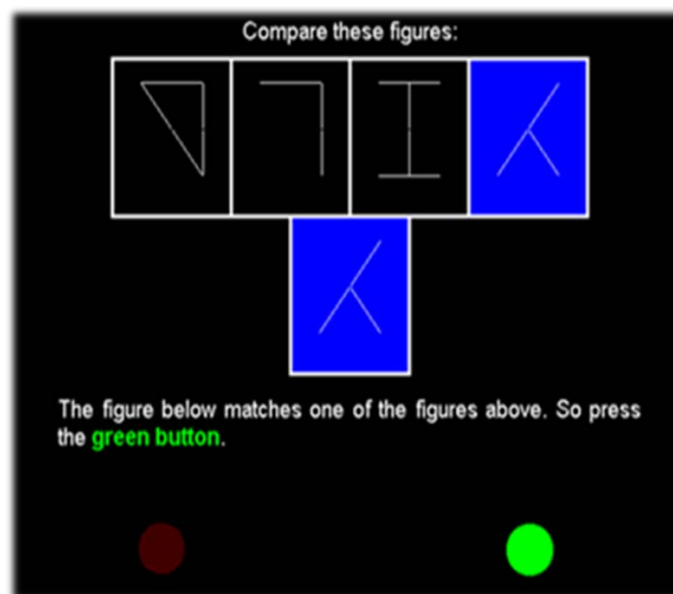
#### 4.6.1 Narzędzia badawcze

- COG Cognitron

Test służy do badania uwagi i koncentracji oraz mierzy ogólną zdolność do „bycia uważnym”. COG rozpoczyna się fazą instrukcji, po czym następuje faza ćwiczeń, w trakcie której osoba badana jest zwrotnie informowana o błędach, które popełniła. Później następuje prezentacja zadań testowych. Test wyświetla cztery kwadratowe pola tworzące jeden szereg (pola wyświetlania) oraz jedno pole poniżej (pole zadania). W podtestach, w których nie ma ograniczenia czasu, zadanie osoby badanej polega na uznaniu, czy abstrakcyjna figura zaprezentowana na dole jest identyczna z którąś z figur przedstawionych w górnym rzędzie

i naciśnięciu odpowiedniego przycisku (tak – zielony przycisk; nie – czerwony przycisk). Po uzyskanej odpowiedzi program automatycznie przechodzi do prezentacji następnego zadania (Schulfried G 2016 Cognitron; fot. 2). COG wykorzystywany jest w psychologii klinicznej i stosowanej. Rzetelność testu jest ogólnie bardzo wysoka, najczęściej przewyższa  $r = 0,95$ . Przeprowadzono również wiele badań w oparciu o różne koncepcje trafności (trafność treściowa, zbieżna/różnicowa, teoretyczna, kryterialna), które jednoznacznie wskazują, że metoda trafnie mierzy badane parametry. Jednocześnie liczne badania z zakresu psychologii transportu potwierdzają trafność metody.

„Test jest przydatny wówczas, gdy mierzy zdolność, której pomiar jest pożądanym z praktycznego punktu widzenia. Wysoką przydatnością odznacza się taki test, którego funkcji nie można zastąpić żadnym innym” (Lienert i in., 1994, s. 19). Test Cognitron należy uznać za przydatny, ponieważ pomiar uwagi i postrzegania jest potrzebny w wielu sytuacjach. Ponadto istnieje niewiele testów, które mierzą te cechy w adekwatny sposób.

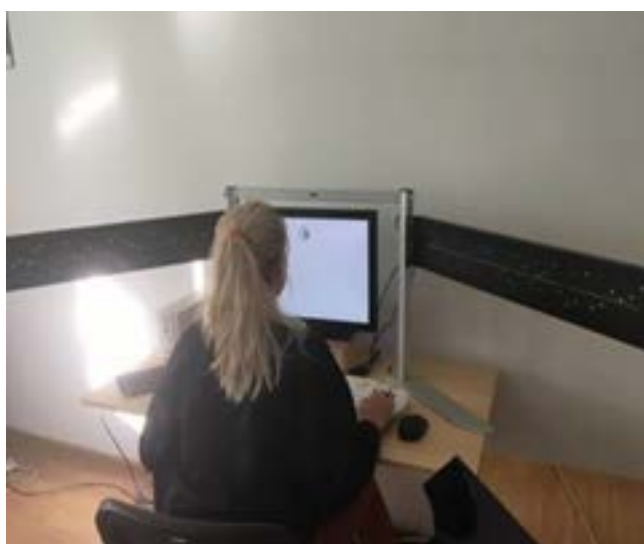


Ryc. 3 Wyświetlacz testu COG

- PP-R

Test PP-R składa się z dwóch rodzajów zadań przeprowadzanych jednocześnie: z zadania spostrzegania peryferyjnego oraz z centralnego zadania śledzącego, dzięki któremu uwaga osoby badanej skupiona powinna być w centrum pola widzenia. Zadanie spostrzegania peryferyjnego obejmuje drugoplanową obserwację migających pionowych linii, które od czasu do czasu pojawiają się w peryferyjnym polu widzenia. Należy rozpoznać taką linię i zareagować poprzez naciśnięcie stopą pedału. Zadanie polega na takim

sterowaniu „celownikiem” za pomocą prawego pokrętła na panelu osoby badanej, aby ten (celownik) pokrył się z czerwoną kulką (celownik i kulka – na ekranie). Kiedy celownik znajduje się we właściwej pozycji, kulka miga (Schulfried G 2016 PP-R; fot. 3). Spostrzeganie peryferyjne przedstawiane jest w połączeniu z trzema funkcjami: oceną prędkości, kierowaniem i śledzeniem otoczenia. Na tej podstawie skonstruowano test PP-R obejmujący obszar zdolności do przyjęcia i przetworzenia peryferyjnej informacji wzrokowej: badane jest rozpoznawanie we właściwym czasie bodźców pojawiających się w pobocznym polu widzenia (Michon, 1985; Marshall i in., 2007). Spójność wewnętrzna dla zmiennej „pole widzenia” wynosi  $r = 0,99$ ; wewnętrzna spójność zmiennej „odchylenie śledzenia” wynosi  $r = 0,96$ . Ważność testu można domniemywać na podstawie rozważań merytorycznych, jak również na podstawie dotychczas dostępnych dowodów empirycznych.

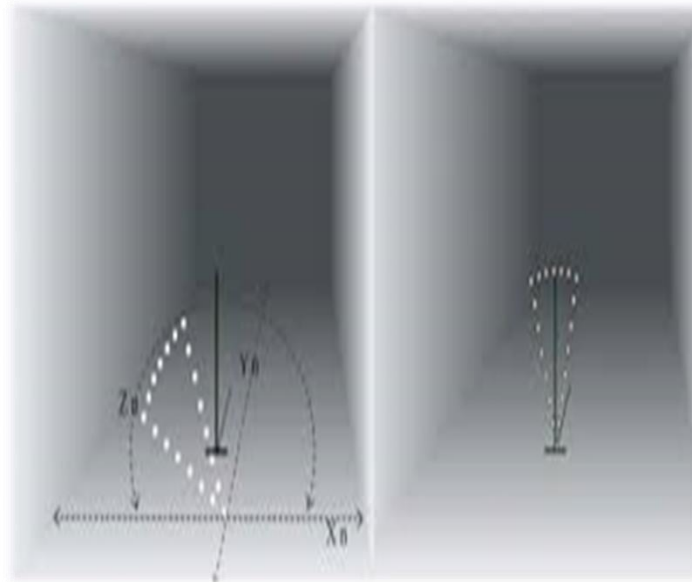


Ryc. 4 Test PP

- SMK

Test SMK służy do pomiaru koordynacji sensomotorycznej (oko-ręka-noga). W trakcie testu na ekranie przedstawiony jest pokój, w którym znajduje się punkt docelowy (zielone odwrócone „T”) oraz obiekt, którym należy sterować (żółty wycinek koła; fot. 4). Żółty wycinek koła zaczyna wykonywać nieprzewidywalne (ale dla wszystkich osób badanych identyczne) ruchy w trzech różnych kierunkach (Schulfried G 2016, SMK). Celem zadania było obniżenie poziomu odchylenia od kątów X, Z i Y oraz zwiększenie czasu w obszarze idealnym zakresie. Wymaga to wysokiego poziomu czujności i umiejętnego zarządzania osobistą aktywnością (Biernacki i Tarnowski, 2015). Test SMK ma podobne wymagania poznawcze, jak i inne popularne testy (np. test koordynacji dwiema rękami lub

złożony test koordynacji z testu podstawowych atrybutów; Carretta i in., 1997; Carretta i Ree, 2003). Spójność wewnętrzna we wszystkich skalach sytuuje się powyżej  $r = 0,90$ . Wyniki statystycznych analiz korelacji i porównań międzygrupowych (w tym innych testów i różne kryteria zewnętrzne) potwierdzają zbieżną i dyskryminacyjną trafność SMK.



Ryc. 5 Test SMK

- FLIM

Do oceny zmian podniecenia OUN powszechnie stosuje się próg migotania (CFFT). CFFT jest zdefiniowany jako próg, przy którym podmiot postrzega dokładny moment, w którym migające światło staje się ciągłe i moment, w którym ciągłe światło zaczyna migotać. A zatem, CFFT jest miarą wpływu bodźców środowiskowych, wpływających na obciążenie pracą i pobudzenie korowe. Inne dostępne badania sugerują potencjał CFFT do przewidywania wyższych zdolności poznawczych (Biernacki i in., 2017). Procedura pomiarowa testu FLIM umożliwia określenie gotowości funkcjonalnej centralnego układu nerwowego w sensie pobudzenia. W teście w wersji „zwiększania” częstotliwość migającego źródła światła jest stopniowo zwiększana aż do momentu, w którym światło wydaje się stałe (ciągłe). W wersji „zmniejszania”, częstotliwość źródła światła początkowo jest tak wysoka, że osoba badana uznaje światło za stałe (niemigające), stopniowo ulega zmniejszeniu, aż do momentu subiektywnego odczucia migotania. Badany powinien każdą zauważoną zmianę „natury” światła (zmienne → stałe lub odwrotnie) zaakceptować poprzez naciśnięcie przycisku. Owa krytyczna częstotliwość jest zapamiętywana (fot. 5). Wartość średnia częstotliwości krytycznej dla wersji „zwiększania” i „zmniejszania” stanowi wartość



krytyczną i nazywana jest „częstotliwością zlewania” (CZ) lub „częstotliwością migotania” (CM; Schulfried G 2016, FLIM). Test FLIM znajduje zastosowanie w psychologii klinicznej, neuropsychologii, psychologii sportu i psychologii pracy (Katalog WST). Specjalne badania z udziałem wyższej kadry kierowniczej dały połówkowe współczynniki niezawodności  $r = 0,92$  – dla częstotliwości syntezy jądrowej (VF) i  $r = 0,91$  – dla częstotliwości migotania (FF). Dla grupy pacjentów psychiatrycznych stwierdzono wartości  $r = 0,86$  i  $r = 0,92$ . Współczynniki stabilności dla odstępu między testami i ponownymi testami, wynoszącymi od dwóch do ośmiu godzin, wynosiły  $r = 0,86$  (VF) i  $r = 0,85$  (FF) dla wyższej kadry kierowniczej. W badaniach farmakologicznych metoda ta ujawniła biologicznie istotne różnice począwszy od 0,8 Hz. Równoległe ze spadkiem częstotliwości migotania i fuzji stwierdzono odpowiadające im zmiany innych parametrów wydajności (pamięć, uwaga, szybkość reakcji, itp.).

Badania fizjologiczne udowadniają (Weiß i in.,1977), że aktywizacja (pobudzenie) organizmu jest sterowana centralnie. Jednym z kryteriów (obok np. EEG, oporności skórnogalwanicznej), będącym wskaźnikiem takiej gotowości do działania centralnego układu nerwowego, jest częstotliwość, przy której dochodzi do migotania (stałe > migające) lub zlewania się (migające > stałe) punktowego źródła światła.



Ryc. 6 Stanowisko do testu FLIM

#### 4.6.2 Wskaźniki empiryczne

Wskaźniki empiryczne: **COG 1** – Suma poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi – liczba przypadków, w których dane były identyczne, a badany nacisnął przycisk zielony (skala 0–80 odpowiedzi); **COG 2** – Suma poprawnie odrzuconych odpowiedzi – liczba

przypadków, w których dane nie były identyczne, a badany nacisnął przycisk czerwony (skala 0–200 odpowiedzi); **COG 3** – Średni czas poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (s) – średni czas wyrażony w sekundach, potrzebny respondentowi do podjęcia decyzji, że porównywane figury są identyczne (skala 1–5 sekund); **COG 4** – Średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi (s) – średni czas wyrażony w sekundach, potrzebny respondentowi do podjęcia decyzji, że porównywane figury nie są identyczne (skala 1–5 sekund); **COG 5** – Suma poprawnych odpowiedzi – ogólna liczba pozycji testowych, w których udzielono prawidłowej odpowiedzi (tzn. naciśnięto odpowiedni przycisk w przypadku zgodności/niezgodności figur); **COG 6** – Średni czas poprawnych odpowiedzi (s) – średni czas udzielania prawidłowych odpowiedzi; **COG 7** – Suma niepoprawnych reakcji – ogólna liczba pozycji testowych, w których udzielono błędnej odpowiedzi (tzn. naciśnięto nieodpowiedni przycisk w przypadku zgodności/niezgodności figur); **COG 8** – Suma niepoprawnie zaakceptowanych odpowiedzi; **COG 9** – Suma niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi; **PP 1** – Pole widzenia (skala 157– 208 stopni) – jest to suma lewej i prawej strony kątów wizualnych. Obliczenie kąta widzenia opiera się na położeniu bodźca, położeniu koła śledzącego i odległości głowy od jednostki pomiarowej; **PP 2** – Odchylenie śledzenia z percepcją peryferyjną (skala 3,2–7,9 milimetra) – odchylenie koła śledzącego od celu; **PP 3** – Odchylenie trackingowe z postrzeganiem peryferyjnym (w pikselach); **PP 4** – Kąt widzenia lewo – jest obliczany na podstawie pozycji bodźca, położenia koła śledzące i odległości głowy od jednostki pomiarowej; **PP 5** – Kąt widzenia prawo – jest obliczany na podstawie pozycji bodźca, położenia koła śledzącego i odległości głowy od jednostki pomiarowej; **PP 6** – Liczba braków reakcji – brak reakcji w odpowiedzi na krytyczny bodziec; **PP 7** – Liczba reakcji nieprawidłowych – liczba naciśnień pedału nożnego pomimo braku bodźca krytycznego; **PP 8** – Liczba reakcji trafionych po lewej – liczba naciśnień pedału nożnego w odpowiedzi na krytyczny bodziec po lewej stronie; **PP 9** – Liczba reakcji trafionych po prawej – liczba naciśnień pedału nożnego w odpowiedzi na krytyczny bodziec po lewej stronie; **SMK 1** – czas w obszarze idealnym w całym teście (skala 0–20%) – procent czasu, przez jaki odcinek koła znajdował się obszarze idealnym w częściowym interwale (100% – odcinek koła zawsze znajdował się w idealnym zakresie). Zakres oznacza tutaj: odchylenie max. +/-25 pikseli w poziomie lub w pionie; odchylenie max. +/-25 stopni, jeśli dotyczy ruchu przechylania; **SMK 2** – czas w obszarze idealnym do pięciu pierwszych minut (skala 0–20%) – procent czasu, przez jaki odcinek koła znajdował się w obszarze idealnym w zakresie w częściowym interwale (100% – odcinek koła zawsze znajdował się w idealnym zakresie). Zakres oznacza tutaj: odchylenie max. +/-25 pikseli w poziomie lub w pionie;

odchylenie max.  $\pm 25$  stopni, jeśli dotyczy ruchu przechylania; **SMK 3** – Odchylenie kątowe (w stopniach) – wartość określa zdolność osoby badanej do kontrolowania i wpływania na ruszający się punkt; **SMK 4** – Odchylenie kątowe (w stopniach; po pięciu minutach) – wartość określa zdolność osoby badanej do kontrolowania ruszającego się punktu i wpływania na niego, **SMK 5** – Odchylenie poziome (w pikselach) – wartość określa zdolność osoby testującej do kontrolowania ruszającego się punktu i wpływania na niego; **SMK 6** – Odchylenie poziome (w pikselach; po pięciu minutach) – wartość określa zdolność osoby testującej do kontrolowania ruszającego się punktu i wpływania na niego; **SMK 7** – Odchylenie pionowe (w pikselach) – wartość określa zdolność osoby testującej do kontrolowania ruszającego się punktu i wpływania na niego, **SMK 8** – Odchylenie pionowe (w pikselach; po pięciu minutach) – wartość określa zdolność osoby testującej do kontrolowania ruszającego się punktu i wpływania na niego; **SMK 9** – Średnia odchylenia kąтового (w stopniach) – wartość określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować i wpływać na ruch przechylający; **SMK 10** – Średnia odchylenia kąтового (w stopniach; po pięciu minutach) – wartość określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować i wpływać na ruch przechylający; **SMK 11** – Średnia odchylenia poziomego (w pikselach) – wartość określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować i wpływać na ruch poziomy; **SMK 12** – Średnia odchylenia poziomego (w pikselach; po pięciu minutach) – wartość określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować i wpływać na ruch poziomy; **SMK 13** – Średnia odchylenia pionowego (w pikselach) – wartość określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować i wpływać na ruchy od przodu do tyłu; **SMK 14** – Średnia odchylenia pionowego (w pikselach; po pięciu minutach) – wartość określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować i wpływać na ruchy od przodu do tyłu; **FLIM 1** – Częstotliwości migotania – subiektywnie odbierane przez osobę badaną przejście od światła ciągłego w światło migoczące (skala 25–65 Hz); **FLIM 2** – Błąd pomiarowy „częstotliwości migotania” (Hz); **FLIM 3** – Częstotliwość zlewania – subiektywnie odbierane przez osobę badaną przejście od światła migającego w światło ciągłe (skala 25–65 Hz); **FLIM 4** – Błąd pomiarowy „częstotliwości zlewania się” (Hz).

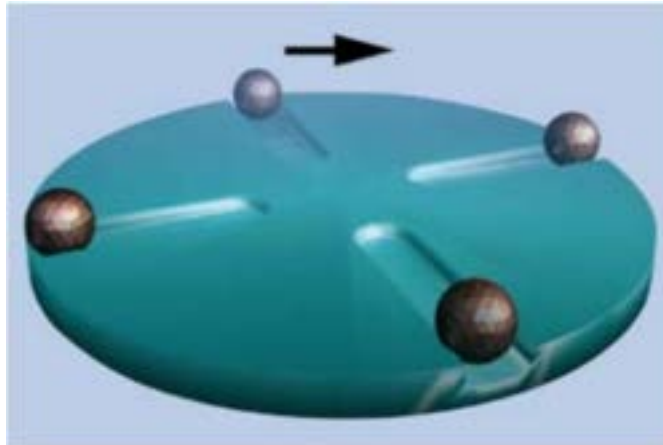
#### 4.6.3 Zastosowane treningi

- Neurofeedback-EEG

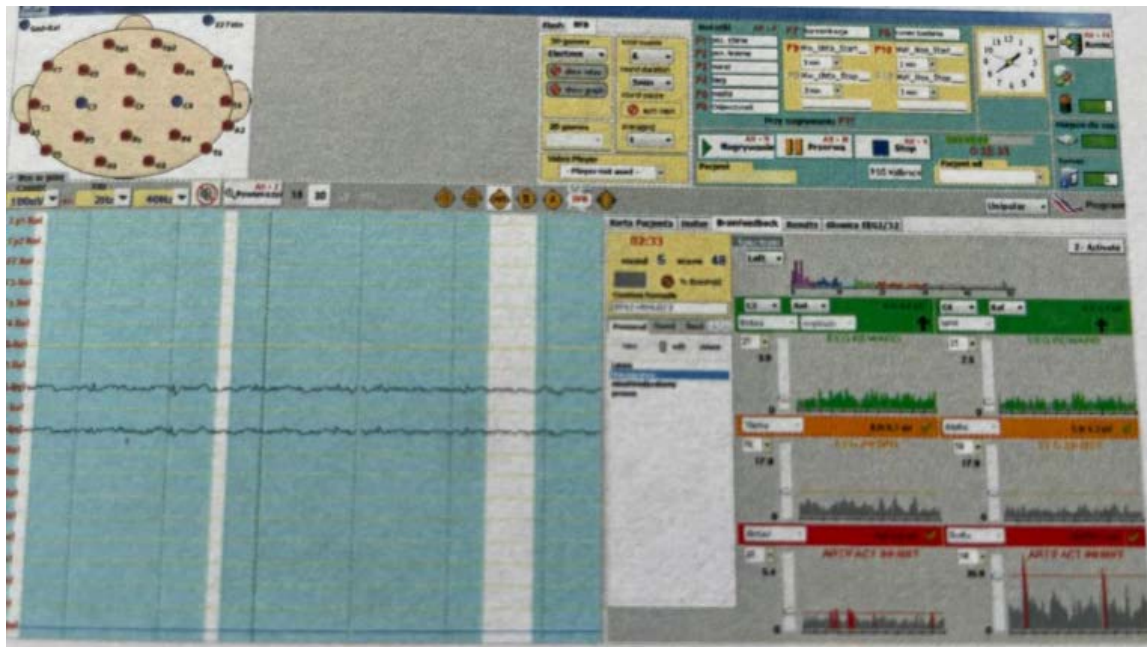
Trening neurofeedback-EEG ma następujący przebieg: komórki nerwowe mózgu wywołują aktywność neuronalną w postaci sygnałów bioelektrycznych. Ich wypadkowa za pomocą elektrod jest rejestrowana przez wzmacniacze EEG i przetwarzana w programie

komputerowym na zadanie, które pojawia się na monitorze. Trenujący koncentruje się na grze (fot. 6). W tym samym czasie otrzymuje informacje zwrotne dotyczące poziomu aktywności bioelektrycznej z obszaru mózgu, który objęty jest rejestracją. Gdy udaje mu się osiągnąć poprawny wzorzec częstotliwości bioelektrycznej mózgu (np. dobrą koncentracją uwagi), to zdobywa punkty. Jeśli natomiast w mózgu osoby badanej dominują pasma o niepożądaney częstotliwości (np. brak koncentracji uwagi), punkty nie są przyznawane. Badacz widzi na pulpicie komputera wartości amplitudowe w poszczególnych zakresach częstotliwości i dostosowuje trening, ograniczając przepuszczalność sygnału EEG. Sygnały aktywności mózgowej EEG są przetwarzane komputerowo (fot. 7). Doprowadza to do sprzężenia zwrotnego między obserwacją wizualną a reakcją bioelektryczną mózgu (Mikicin, 2016).

Podczas treningu neurofeedback-EEG badani byli proszeni o wykonanie zadania polegającego na kontrolowaniu obrazów wyświetlanych na ekranie, tak aby umieścić cztery kule na środku ekranu. Właściwemu ruchowi kulek na ekranie towarzyszy wzmocnienie akustyczne sygnału (skok 0,5 s powtarzany co 1 s, gdy spełnione są jednocześnie warunki dla wszystkich trzech pasm częstotliwości). W wyniku sprzężenia zwrotnego, ze wzmacniacza EEG, zarejestrowano amplitudę sygnału EEG z elektrod C3 i C4 (w układzie 10–20) w pasmie theta (4–7 Hz) i beta 2 (21–35 Hz), gdy malało, a amplituda pasma SMR (12–15 Hz) i pasma beta 1 (15–20 Hz) rosła. Napięcie progu ustalono przy zmniejszeniu pasm theta i beta 2 przy 40% (odpowiednio 2,6  $\mu\text{V}$  i 2  $\mu\text{V}$ ) powyżej średniej zarejestrowanych amplitud theta i beta 2 (6,5  $\mu\text{V}$  i odpowiednio 5  $\mu\text{V}$ ), dla SMR i beta 1 próg ustawiono na ~ 35% (1,4  $\mu\text{V}$ ) poniżej ich średnich amplitud (~ 3,5 i 4,5). Stanowisko neurofeedback-EEG przedstawiono na fotografii numer 9.



Ryc. 7. Gra. Celem uczestników jest przesunięcie czterech punktów początkowo umieszczonych na zewnętrznych krawędziach okręgu do jego środka. Nagroda zostaje przyznana, gdy cztery kule będą w środku (Mikicin i in., 2015)



Ryc. 8. Pulpit terapii treningu neurofeedback-EEG (źródło własne)



Ryc. 9. Stanowisko neurofeedback-EEG (źródło własne)

- Trening percepcyjno-motoryczny (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO)

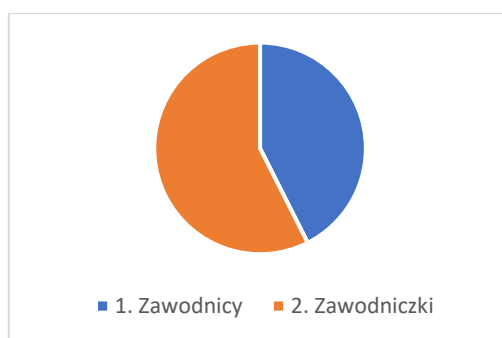
Trening oparty jest na prostych zasadach, łączy elementy zabawy i konkurencji. Polega na jak najszybszym naciskaniu zapalających się losowo przycisków z diodami LED na refleksomierzu BLINK PRO, sterowanych przez wewnętrzny komputer. Wyniki osiągnięte przez poszczególnych zawodników są na bieżąco prezentowane na wyświetlaczu (<https://www.blink.pro/>; fot. 10).



Ryc. 10. Refleksomierz BLINK PRO (źródło własne)

## 4.7 Osoby badane

Grupę quasi-eksperymentalną stanowiło 39 sportowców: 15 mężczyzn oraz 14 kobiet trenowało w piłkę ręczną w klubie AZS AWF Warszawa oraz 10 kobiet trenowało siatkówkę w klubie AZS AWF Warszawa. Grupę kontrolną stanowiło pięciu piłkarzy ręcznych, osiem piłkarek ręcznych i pięć siatkarek (razem 18) klubu AZS AWF Warszawa. W literaturze przedmiotu (Gabbett, 2003) takich sportowców nazywa się półprofesjonalistami (ang. semi-professionals), ponieważ trenują oni kilka razy w tygodniu, startują w zawodach, turniejach i ligach. Stanowią pomost pomiędzy amatorami a zawodowcami; biorą udział w sporcie kwalifikowanym. Wiek badanych mieścił się w przedziale od 18 do 25 lat. Grupę stanowili głównie studenci Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie, którzy grali w I lub II lidze. Osoby badane zostały wyselekcjonowane do badania przez swoich trenerów, którzy wiedzieli o badaniu od eksperymentatora. Wszyscy sportowcy mieli podobny poziom umiejętności oraz stażu treningowego (10 lat). Udział w badaniu był anonimowy i dobrowolny. Wszystkie procedury zostały zatwierdzone zgodnie ze standardami Senackiej Komisji Etyki Badań Naukowych AWF Warszawa (01-44/2016) i z normami określonymi w Deklaracji Helsińskiej. Tylko sportowcy niekontuzjowani mogli przystąpić do badań i treningów. Sportowcy po ukończonych testach i treningach otrzymali informację zwrotną na temat swoich wyników.



Ryc. 11 Płeć



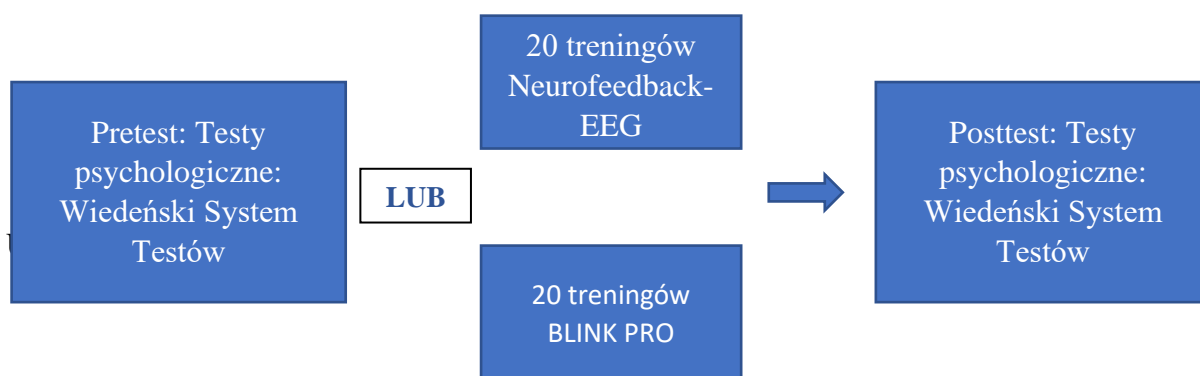
Ryc. 12 Uprawiane dyscypliny sportu

#### 4.8 Procedura badawcza

Badania zostały przeprowadzone w Międzywydziałowym Laboratorium Neuropsychofizjologii MLN Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie w latach 2017–2020. Grupa badana została podzielona na dwie podgrupy. Pierwsza grupa (n = 20) trenowała na neurofeedback-EEG, natomiast druga grupa (n = 19) trenowała na refleksomierzu. Osoby badane zostały przebadane dwukrotnie testami wiedeńskimi COG, PP, FLIM, SMK przed i po treningach neurofeedback-EEG lub na refleksomierzu BLINK PRO. Treningi odbywały się dwa razy w tygodniu. W badaniu neurofeedback-EEG wzmacniania była częstotliwość pasm beta (13–20 Hz.), SMR (12–15 Hz) oraz hamowana częstotliwość pasma theta (4–7 Hz) i beta 2 (20–35 Hz), rejestrowane z elektrod C3 i C4. Pasma beta obrazuje gotowość i zaangażowanie kory mózgowej w aktywność poznawczą (Thompson, 2008), która ma związek z lepszą koncentracją oraz stanem uwagowym (Baker, 2007). Każda sesja składała się z ośmiu rund (po trzy minuty) z trzydziestosekundowymi przerwami pomiędzy nimi. Jeden trening neurofeedback-EEG trwał ok. 30 minut. Treningi prowadził wykwalifikowany terapeuta (tu: autorka niniejszej rozprawy). Dodatkowo każdy ze sportowców został nauczony poprawnego, relaksującego oddychania. Treningi na refleksomierzu BLINK PRO trwały 24 minuty – jedna minuta pracy, po której następuje jedna minuta odpoczynku. Treningi były również prowadzone przez terapeutę (autorkę rozprawy). Grupa kontrolna została przebadana dwukrotnie testami COG, PP, FLIM i SMK bez treningów w odstępie trzech miesięcy. Schemat przebiegu badania przedstawiono na rycinie 3.



## Grupa badana



## Grupa kontrolna



Ryc. 13. Schemat przebiegu badań

Konieczność swobodnego operowania bodźcem eksperymentalnym oraz kontrolowania wszystkich pozostałych czynników skłania do przeprowadzenia eksperymentów w warunkach laboratoryjnych (Mayntz i in., 1985). Z powodu charakteru tego badania ma ono jednak schemat quasi-eksperymentu, ponieważ nie zastosowano doboru losowego, który umożliwia wykorzystanie klasycznego modelu eksperymentu. Wyniki quasi-eksperymentu nie dają pewności wnioskowania, jednak wyniki można odpowiednio zróżnicować za pomocą analizy wariancji lub analizy regresji, odwołując się zaś do teorii, zinterpretować zależności przyczynowe w stopniu przynajmniej prawdopodobnym (Skarbek, 2013).

W badaniu zastosowano dobór ochotniczy, dzięki któremu siatkarki, piłkarze i piłkarki ręczne (studiujący na AWF-ie oraz mieszkający w pobliskim akademiku) byli w stanie wziąć udział w badaniu i spędzić w laboratorium około 22 godzin w ciągu dwóch miesięcy. Grupa złożona z ochotników jest tendencyjna (Brzeziński, 2007), jednak cechy tendencyjne, o których mówią Rosenthal i Rosnowa (1976), nie są przedmiotem moich

badan (a wśród nich: wyższy poziom wykształcenia, przynależność do wyższej klasy społeczno-ekonomicznej, wyższy poziom inteligencji, wyższy poziom zmiennej aprobaty społecznej, większe zsocjalizowanie).

Dla większego bezpieczeństwa wnioskowania dodatkowo posłużono się w badaniu grupą quasi-kontrolną, która nie spełnia warunków klasycznego schematu eksperymentalnego (brak próby losowej). Zastosowanie doboru ochotniczego wiązało się z tym, że sportowcy z grup badanych byli przebadani przed sportowcami z grupy kontrolnej. Wymóg randomizacji jest bardzo ważny, a jego niespełnienie sprawia, że model eksperymentalny – nie odpowiadając wymogom definicyjnym eksperymentu – staje się modelem quasi-eksperymentalnym. Krathwohl (1984) uważa, że tzw. quasi-eksperymenty są popularne i użyteczne, a określenie ich mianem „prawdziwe”, respektujące zasadę randomizacji, może sugerować, że ich rezultaty nie podlegają alternatywnym wyjaśnieniom, jako że uzyskane zostały w „prawdziwym” eksperymencie. W przypadku niniejszej pracy podejście quasi-eksperymentalne było najlepszym sposobem uzyskiwania informacji (Mayntz i in., 1985).

## **5. Wyniki**

### **5.1 Metody analizy statystycznej**

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytania badawcze przeprowadzono analizy statystyczne przy użyciu pakietu IBM SPSS Statistics, który posłużył do analizy podstawowych statystyk opisowych. Ponadto wykorzystano liczne testy: testy Kołmogorowa-Smirnowa, które są nieparametrycznymi testami do oceny zgodności rozkładu analizowanych zmiennych z rozkładem normalnym; dwuczynnikowe analizy wariancji w schemacie mieszanym oraz jednoczynnikowe analizy wariancji w schemacie międzygrupowym wykorzystano do badania wpływu czynników (zmiennych niezależnych) na zmienną zależną; test Kruskala-Wallisa posłużył za nieparametryczny odpowiednik jednoczynnikowej analizy wariancji; natomiast test t Studenta dla prób niezależnych i zależnych pozwolił porównać dwie średnie. Co istotne, w przypadku testu t dla prób niezależnych porównywano dwie średnie pochodzące z dwóch niezależnych grup, z kolei w przypadku testu t dla prób zależnych – dwie porównywane średnie pochodzą z jednej grupy, której wyniki zostały zmierzone dwa razy. Testy U Manna-Whitneya to nieparametryczny odpowiednik testu t Studenta dla prób niezależnych. Testy Wilcoxon należą również do grup testów nieparametrycznych, które wykorzystuje się w celu porównania ze sobą dwóch grupy zależnych, czyli dwóch zmiennych pomiarowych. Analizy korelacji rangowej  $\rho$  Spearmana pozwalają z kolei korelować ze sobą zmienne na skali porządkowej oraz ilościowej, nieposiadające rozkładu normalnego. Ostatnim wykorzystanym testem był współczynnik korelacji  $r$  Pearsona, który służy do sprawdzenia, czy dwie zmienne ilościowe są powiązane ze sobą związkiem liniowym.

Za poziom istotności uznano klasyczny próg  $\alpha = 0,05$ , jednakże wyniki prawdopodobieństwa statystyki testu na poziomie  $0,05 < p < 0,1$  interpretowano jako istotne na poziomie tendencji statystycznej.

### **5.2 Podstawowe statystyki opisowe mierzonych zmiennych ilościowych**

W pierwszej kolejności obliczono podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych ilościowych oraz posłużono się testami Kołmogorowa-Smirnowa, które sprawdzały normalność rozkładów badanych zmiennych. Analizy wykonano oddzielnie dla trzech grup badanych. Zdecydowana większość badanych rozkładów jest zbliżona do rozkładu Gaussa. W przypadku istotnych statystycznie wyników testu Kołmogorowa-Smirnowa dodatkowo zweryfikowano wartości skośności rozkładów tych zmiennych. Jeśli

mieściła się ona w przedziale  $\pm 3$ , przyjmowano, że rozkład badanej zmiennej nie jest znacząco asymetryczny względem średniej. Przekroczenie tych wartości odnotowano w przypadku sześciu zmiennych:

W teście COG: suma niepoprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (grupa kontrolna pomiar II); średni czas (s) poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (grupa neurofeedback, różnica między pomiarem II i I).

W teście FLIM: błąd pomiarowy „częstotliwości zlewania się” SE, CZ (grupa kontrolna pomiar II); częstotliwość zlewania się CZ (grupa neurofeedback pomiar I oraz różnica między pomiarem II i I).

W teście PP: odchylenie trackingowe z postrzeganiem peryferyjnym (grupa kontrolna pomiar I); odchylenie trackingowe z postrzeganiem peryferyjnym (grupa kontrolna pomiar I); liczba nieprawidłowych reakcji (grupa neurofeedback pomiar II).

W następnym podrozdziale zostaną zaprezentowane analizy statystyczne dla wyżej wymienionych zmiennych. W celu ich dokonania posłużono się testami nieparametrycznymi. Natomiast dla pozostałych zmiennych wykonano analizy przy użyciu testów parametrycznych. Ze względu na bardzo małe grupy badawcze odstąpiono od procedury usuwania wartości odstających.

### **5.3 Usprawnianie: uwagi, spostrzeżenia peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacja pobudzenia u sportowców w grach zespołowych w wyniku treningu neurofeedback-EEG**

#### **5.3.1 Usprawnienie uwagi w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych**

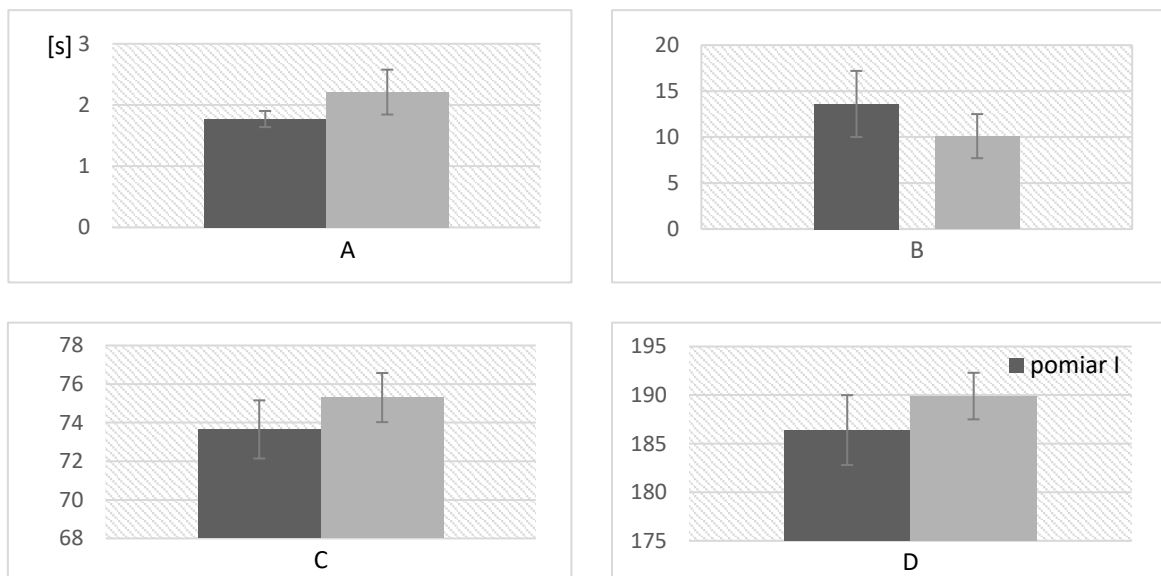
W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening neurofeedback-EEG zmienia uwagę badanych, wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Odnotowano cztery wyniki istotnie statystycznie. W przypadku sumy niepoprawnych odpowiedzi (COG 7;  $p < 0,030$ ) odnotowano spadek tego wskaźnika po treningach neurofeedback-EEG. Siła odnotowanego efektu była duża ( $d = 0,52$ ). Odnotowano także spadek liczby niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 9:  $p < 0,026$ ) po treningach neurofeedback-EEG. Siła odnotowanego efektu była duża ( $d = 0,54$ ). W zakresie sumy poprawnych odpowiedzi (COG 5;  $p < 0,030$ ) odnotowano wzrost po treningach neurofeedback-EEG. Siła tego efektu była duża ( $d = 0,52$ ). Natomiast w przypadku ostatniego parametru, dla którego odnotowano zmianę istotną statystycznie między pomiarem przed treningiem i po treningu – sumy

poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 1;  $p < 0,026$ ), odnotowano znaczący wzrost po treningach neurofeedback-EEG. Siła tego efektu była duża ( $d = 0,54$ ). Powyższe dwie zmienne dotyczą precyzji uwagi. Suma prawidłowych odpowiedzi dodatkowo jest zmienną będącą miarą dokładności w warunkach presji czasu. Rezultat zaprezentowano na rysunku 3. Dodatkowo odnotowano dwa wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). W przypadku zmiennej średni czas poprawnych odpowiedzi (COG 6) nieznacznie zmalał po treningach neurofeedback-EEG. Siła odnotowanego efektu była niska ( $d = 0,42$ ). Średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 4) także malał w II pomiarze. Siła tego efektu również była niska ( $d = 0,42$ ). Wyżej wymienione zmienne mierzą uwagę selektywną w formie energii koniecznej do utrzymania poziomu precyzji. W zakresie pozostałych czterech zmiennych nie odnotowano różnic na poziomie tendencji statystycznej. Dodatkowo dla zmiennej: średni czas poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 3) wykonano nieparametryczny test Wilcoxon. Podobnie jak w przypadku wyniku testu parametrycznego (tabela 1) wynik nie był istotny statystycznie ( $Z = -1,49$ ;  $p = 0,136$ ).

Tabela 1. Poziom uwagi przed i po treningach neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych (N = 20)

	Pomiar I		Pomiar II		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
GOG1	73,65	3,44	75,30	2,90	-2,41	0,026*	-3,08	-0,22	0,54
COG 2	112,75	5,79	114,60	3,72	-1,63	0,119	-4,22	0,52	0,36
COG 3	1,75	0,28	1,72	0,37	0,30	0,768	-0,13	0,17	0,07
COG 4	1,83	0,35	1,73	0,35	1,97	0,063	-0,01	0,20	0,44
COG 5	186,40	8,20	189,90	5,47	-2,34	0,030*	-6,62	-0,38	0,52
COG 6	1,77	0,28	1,71	0,31	1,89	0,074	-0,01	0,14	0,42
COG 7	13,60	8,20	10,10	5,47	2,34	0,030*	0,38	6,62	0,52
COG 8	7,25	5,79	5,40	3,72	1,63	0,119	-0,52	4,22	0,36
COG 9	6,35	3,44	4,70	2,90	2,41	0,026*	0,22	3,08	0,54
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>			
COG 3	1,75	0,28	1,72	0,37	-1,49	0,164			

\*  $p < 0,05$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica



Legenda: A – średni czas niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi; B – suma niepoprawnych odpowiedzi; C – suma poprawnie zaakceptowanych; D – suma poprawnych odpowiedzi.

Ryc. 5. Istotne statystycznie różnice w poziomie uwagi przed i po treningach neurofeedback-EEG u zawodników gier zespołowych (N = 19)

### 5.3.2 Usprawnienie spostrzegania peryferyjnego w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych

W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening neurofeedback-EEG zmienił wyniki w zakresie poziomu spostrzegania peryferyjnego, wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Jak obrazują dane zestawione w tabeli 2, nie odnotowano żadnych różnic istotnych statystycznie ani bliskich istotności statystycznej. Dodatkowo dla liczby reakcji nieprawidłowych (PP 7) wykonano nieparametryczny test Wilcoxon, w rezultacie którego nie odnotowano wyniku na poziomie tendencji statystycznej ( $Z = -0,33$ ;  $p = 0,740$ ). Należy więc przyjąć brak znaczących zmian pomiędzy treningami.

Tabela 2. Poziom spostrzegania peryferyjnego przed i po treningach neurofeedback-EEG u zawodników gier zespołowych (N = 20)

	Pomiar I		Pomiar II				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
PP 1	181,54	4,91	179,47	9,17	0,99	0,336	-2,32	6,45	0,22
PP 2	9,03	1,83	8,70	0,84	0,71	0,485	-0,64	1,29	0,16
PP 3	4,26	0,85	4,10	0,40	0,75	0,463	-0,29	0,61	0,17
PP 4	91,88	4,14	90,50	6,42	0,76	0,456	-2,42	5,18	0,17
PP 5	89,67	3,81	88,98	4,06	0,63	0,537	-1,61	2,99	0,14
PP 6	22,75	3,70	22,70	5,55	0,04	0,968	-2,56	2,66	0,01
PP 7	1,60	2,06	1,85	4,08	-0,25	0,807	-2,37	1,87	0,06
PP 8	14,70	1,95	14,70	3,51	0,00	1	-2,07	2,07	0,00
PP 9	14,30	2,43	14,00	2,47	0,50	0,624	-0,96	1,56	0,11
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>			
PP 7	1,75	0,28	1,72	0,37	-0,33	0,740			

\*  $p < 0,05$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

### 5.3.3 Usprawnienie koordynacji sensomotorycznej w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych

Weryfikacja, czy i w jakim stopniu trening neurofeedback-EEG zmienił wyniki w zakresie koordynacji sensomotorycznej, wymagała wykonania serii testów t Studenta dla prób zależnych. Jak obrazują dane zawarte w tabeli 3, nie odnotowano wyników istotnych statystycznie. W przypadku czterech zmiennych zaobserwowano jednak wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ).

W przypadku wskaźnika odchylenia kąowego (SMK 3) odnotowano spadek wartości po treningach neurofeedback-EEG. Siła efektu, mierzona współczynnikiem d Cohena, była niska ( $d = 0,42$ ). Również zmienna odchylenia kąowego po 5 minutach (SMK 4) wykazała spadek. Siła odnotowanego efektu była niska ( $d = 0,39$ ). Ponadto po treningach neurofeedback-EEG, w porównaniu do sytuacji przed nimi, spadła wartość wskaźnika średnia odchylenia kąowego (SMK 9). Siła odnotowanego efektu była niska ( $d = 0,48$ ). W rezultacie treningów neurofeedback-EEG spadł również poziom wskaźnika: średnia odchylenia kąowego po 5 minutach (SMK 10). Siła omawianego efektu była niska ( $d = 0,48$ ).

Uzyskane wyniki analiz wskazują, że osoby badane po treningach neurofeedback-EEG lepiej kontrolowały ruszający się punkt oraz lepiej na niego wpływały. Poprawę rezultatów uzyskano także w przypadku kontroli ruchów przylegających. W obu sytuacjach miało to miejsce niezależnie od czasu w obszarze idealnym zasięgu. Wskazuje to na poprawę koordynacji sensomotorycznej badanych, ale tylko na poziomie tendencji statystycznej.

Tabela 3. Poziom koordynacji sensomotorycznej przed i po treningach neurofeedback-EEG u zawodników gier zespołowych (N = 20)

	Pomiar I		Pomiar II		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
SMK 1	4,55	3,75	5,90	3,58	-1,12	0,277	-3,88	1,18	0,25
SMK 2	6,15	5,00	8,10	5,13	-1,13	0,271	-5,55	1,65	0,25
SMK 3	19,35	2,35	17,75	2,68	2,02	0,058	-0,06	3,26	0,45
SMK 4	18,29	2,87	16,71	3,01	1,74	0,098	-0,33	3,50	0,39
SMK 5	89,57	24,89	82,37	25,82	0,87	0,395	-10,13	24,54	0,19
SMK 6	82,61	25,03	78,39	26,46	0,50	0,625	-13,59	22,04	0,11
SMK 7	47,04	9,18	43,88	10,05	0,91	0,371	-4,06	10,37	0,20
SMK 8	45,10	10,13	43,12	10,37	0,52	0,606	-5,92	9,88	0,12
SMK 9	30,09	4,85	27,24	4,05	2,09	0,051	-0,01	5,71	0,48
SMK 10	27,41	5,42	24,59	4,23	1,99	0,061	-0,15	5,78	0,45
SMK 11	106,84	44,99	94,65	29,72	1,06	0,301	-11,84	36,23	0,24
SMK 12	100,20	37,96	89,16	31,02	1,04	0,313	-11,26	33,34	0,23
SMK 13	69,66	22,96	61,92	21,11	1,00	0,330	-8,46	23,94	0,22
SMK 14	66,20	24,02	57,39	19,72	1,11	0,282	-7,86	25,48	0,25

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

### 5.3.4 Optymalizacja pobudzenia w wyniku treningu neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych

W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening neurofeedback-EEG wpłynął na optymalizację pobudzenia badanych, wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Jak obrazują dane zawarte w tabeli 4, odnotowano dwa wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ).



Poziom percepcji progu (FLIM 1) malał po treningach neurofeedback-EEG. Siła odnotowanego efektu, mierzona współczynnikiem *d* Cohena, była jednak niska ( $d = 0,41$ ). Zmienna ta oznacza subiektywnie odbierane przez osobę badaną przejście od światła ciągłego w światło migoczące. Z kolei poziom częstotliwości zlewania (FLIM 3; szybsze, subiektywnie odbierane – zauważone – przez osobę badaną przejście od światła migającego w światło ciągłe) wzrósł po treningach neurofeedback-EEG. Siła odnotowanego efektu także była niska ( $d = 0,46$ ).

Dla tej zmiennej obliczono także równoległe test nieparametryczny Wilcozona, który nie był bliski istotności statystycznej:  $Z = -0,52$ ;  $p = 0,601$ . W związku z powyższym do zmian częstotliwości zlewania się należy podchodzić z dużą dozą ostrożności interpretacyjnej.

Wyniki dotyczące poprawy optymalizacji pobudzenia emocjonalnego po treningach neurofeedback-EEG są sprzeczne, tym samym niejednoznaczne.

Dwie pozostałe zmienne nie były istotne statystycznie.

Tabela 4. Poziom pobudzenia emocjonalnego przed i po treningach neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych ( $N = 20$ )

	Pomiar I		Pomiar II				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
FLIM 1	43,02	6,68	40,35	2,51	1,81	0,085	-0,41	5,75	0,41
FLIM 2	0,50	0,45	0,49	0,23	0,07	0,946	-0,13	0,14	0,02
FLIM 3	37,07	3,17	38,58	1,60	-2,07	0,052	-3,04	0,02	0,46
FLIM 4	0,28	0,19	0,29	0,14	-0,25	0,804	-0,11	0,09	0,06
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>			
FLIM 3	37,07	3,17	38,58	1,60	-0,52	0,601			

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

## 5.4 Zmiany w uwadze, spostrzeganiu peryferyjnym, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacja pobudzenia emocjonalnego w wyniku treningu z zastosowaniem refleksomierza u sportowców gier zespołowych

### 5.4.1 Zmiany w uwadze w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych

W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening z zastosowaniem refleksomierza zmieniał wyniki w zakresie uwagi, wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Wyniki zostały zaprezentowane w tabeli 5.

Odnotowano dwa wyniki istotne statystycznie. W przypadku średniego czasu poprawnych odpowiedzi (COG 6;  $p < 0,030$ ) odnotowano spadek tego wskaźnika po treningach na refleksomierzu. Siła odnotowanego efektu była umiarkowanie duża ( $d = 0,54$ ). Odnotowano także obniżenie średniego czasu poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 4;  $p < 0,015$ ). Ponownie siła odnotowanego efektu była umiarkowanie duża ( $d = 0,62$ ). Wyniki zaprezentowano na rysunku 4.

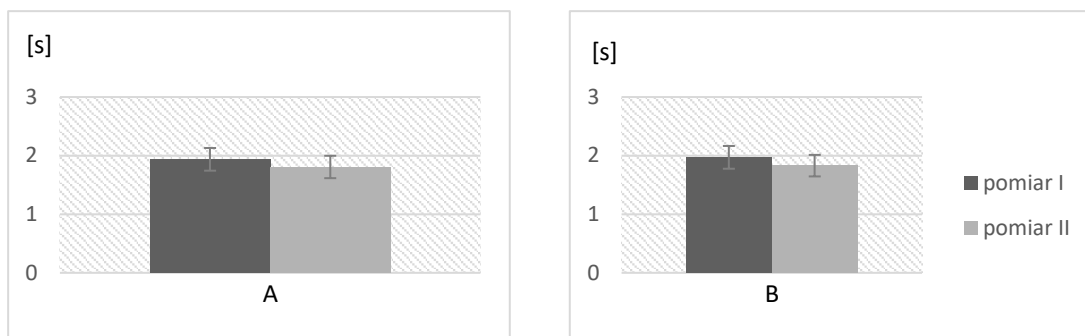
Zawodnicy po dwudziestu treningach na refleksomierzu wykonywali test szybciej, choć nadal tak samo poprawnie. Średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi jest główną zmienną w teście COG – mierzy ona uwagę selektywną w formie energii koniecznej do utrzymania określonego poziomu precyzji. Należy zwrócić uwagę, że trening poprawił czas odpowiedzi, lecz nie poprawiał dokładności.

W zakresie pozostałych zmiennych nie odnotowano różnic istotnych statystycznie.

Tabela 5. Poziom uwagi przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

	Pomiar I		Pomiar II		t	p	95% CI		$d$ Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
COG 1	73,53	4,41	73,63	4,44	-0,09	0,929	-2,56	2,35	0,02
COG 2	111,63	4,98	113,26	4,92	-1,57	0,133	-3,81	0,55	0,36
COG 3	1,88	0,44	1,78	0,47	1,57	0,133	-0,04	0,26	0,36
COG 4	1,97	0,43	1,83	0,41	2,68	0,015*	0,03	0,25	0,62
COG 5	185,16	7,54	186,89	7,75	-1,06	0,302	-5,17	1,70	0,24
COG 6	1,94	0,43	1,81	0,43	2,35	0,030*	0,01	0,25	0,54
COG 7	14,84	7,54	13,11	7,75	1,06	0,302	-1,70	5,17	0,24
COG 8	8,37	4,98	6,74	4,92	1,57	0,133	-0,55	3,81	0,36
COG 9	6,47	4,41	6,37	4,44	0,09	0,929	-2,35	2,56	0,02

\*  $p < 0,05$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica



Legenda: A – Średni czas poprawnych reakcji; B – Średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi.

Ryc. 6. Istotnie statystycznie różnice w poziomie uwagi przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

#### 5.4.2 Zmiany w spostrzeganiu peryferyjnym w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych

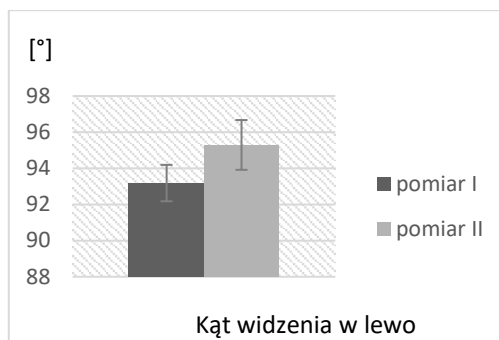
W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening z zastosowaniem refleksomierza zmienia wyniki w zakresie spostrzegania peryferyjnego, wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Jak obrazują dane zawarte w tabeli 6, odnotowano jeden wynik istotny statystycznie. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że poziom kąta widzenia w lewo (PP 4;  $p < 0,016$ ) po treningach na refleksomierzu zwiększył się. Trening z zastosowaniem refleksomierza poprawił spostrzeganie w lewą stronę. Siła odnotowanego efektu była umiarkowanie duża ( $d = 0,61$ ). Wynik zaprezentowano na rysunku numer 5.

W zakresie pozostałych zmiennych nie odnotowano różnic istotnych statystycznie.

Tabela 6. Poziom spostrzegania peryferyjnego przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

	Pomiar I		Pomiar II		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
PP 1	181,71	5,44	181,93	6,28	-0,12	0,907	-4,18	3,74	0,03
PP 2	8,93	1,79	8,75	1,68	0,35	0,733	-0,88	1,23	0,08
PP 3	4,22	0,83	4,13	0,79	0,38	0,709	-0,41	0,59	0,09
PP 4	93,18	2,24	95,29	3,06	-2,64	0,016**	-3,79	-0,43	0,61
PP 5	88,51	5,47	86,64	4,94	1,12	0,278	-1,65	5,40	0,26
PP 5	24,53	2,93	24,42	2,50	0,11	0,915	-1,94	2,15	0,02
PP 7	2,63	4,09	2,63	2,17	0,00	1	-1,85	1,85	0,00
PP 8	14,11	1,97	14,42	1,71	-0,54	0,597	-1,55	0,92	0,12
PP 9	14,26	1,82	13,84	1,38	0,95	0,352	-0,51	1,35	0,22

\*\*\* $p < 0,01$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica



Ryc. 7 Istotnie statystycznie różnice w spostrzeganiu peryferyjnym przed i po treningach na refleksomierzu u zawodników gier zespołowych (N=19)

### 5.4.3 Zmiany w koordynacji sensomotorycznej w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych

W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening z zastosowaniem refleksomierza zmienił wyniki w koordynacji sensomotorycznej, wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Jak obrazują dane zaprezentowane w tabeli 7, odnotowano 7 wyników istotnych statystycznie. W przypadku trzech zmiennych są to wyniki na poziomie tendencji statystycznej.

W zakresie wskaźnika odchylenia poziomego (SMK 5) ( $p < 0,013$ ) ustalono obniżenie jego wartości po treningach na refleksomierzu. Siła odnotowanego efektu była umiarkowanie duża ( $d=0,65$ ). Także poziom wskaźnika odchylenia poziomego po 5 minutach (SMK 6) ( $p < 0,023$ ) malał po treningach na refleksomierzu. Siła tego efektu także była umiarkowanie duża ( $d = 0,59$ ). Wykazano także obniżenie poziomu wskaźnika odchylenia pionowego po 5 minutach (SMK 8;  $p < 0,043$ ) po treningach na refleksomierzu. Siła tego efektu była umiarkowanie duża ( $d = 0,51$ ).

Z kolei w przypadku zmiennej: czas w obszarze idealnym (SMK 1;  $p < 0,040$ ) nastąpił wzrost po treningach na refleksomierzu. Siła tego efektu także była umiarkowanie duża ( $d = 0,52$ ). Podobny efekt o umiarkowanie dużej sile ( $d = 0,50$ ) odnotowano dla wskaźnika: czas w obszarze idealnym po 5 minutach (SMK 2;  $p < 0,049$ ).

W odniesieniu do wskaźnika: średnia odchylenia poziomego (SMK 11;  $p < 0,046$ ) odnotowano obniżenie wartości po treningach na refleksomierzu. Siła efektu była umiarkowana ( $d = 0,51$ ). Zbliżony efekt o umiarkowanej sile ( $d = 0,56$ ) odnotowano dla wskaźnika: średnia odchylenia pionowego po 5 minutach (SMK 14;  $p < 0,029$ ).

Odnotowano także pięć tendencji statystycznych ( $p < 0,1$ ) między treningami na refleksomierzu w zakresie wskaźnika odchylenia pionowego (SMK 7), średniej odchylenia

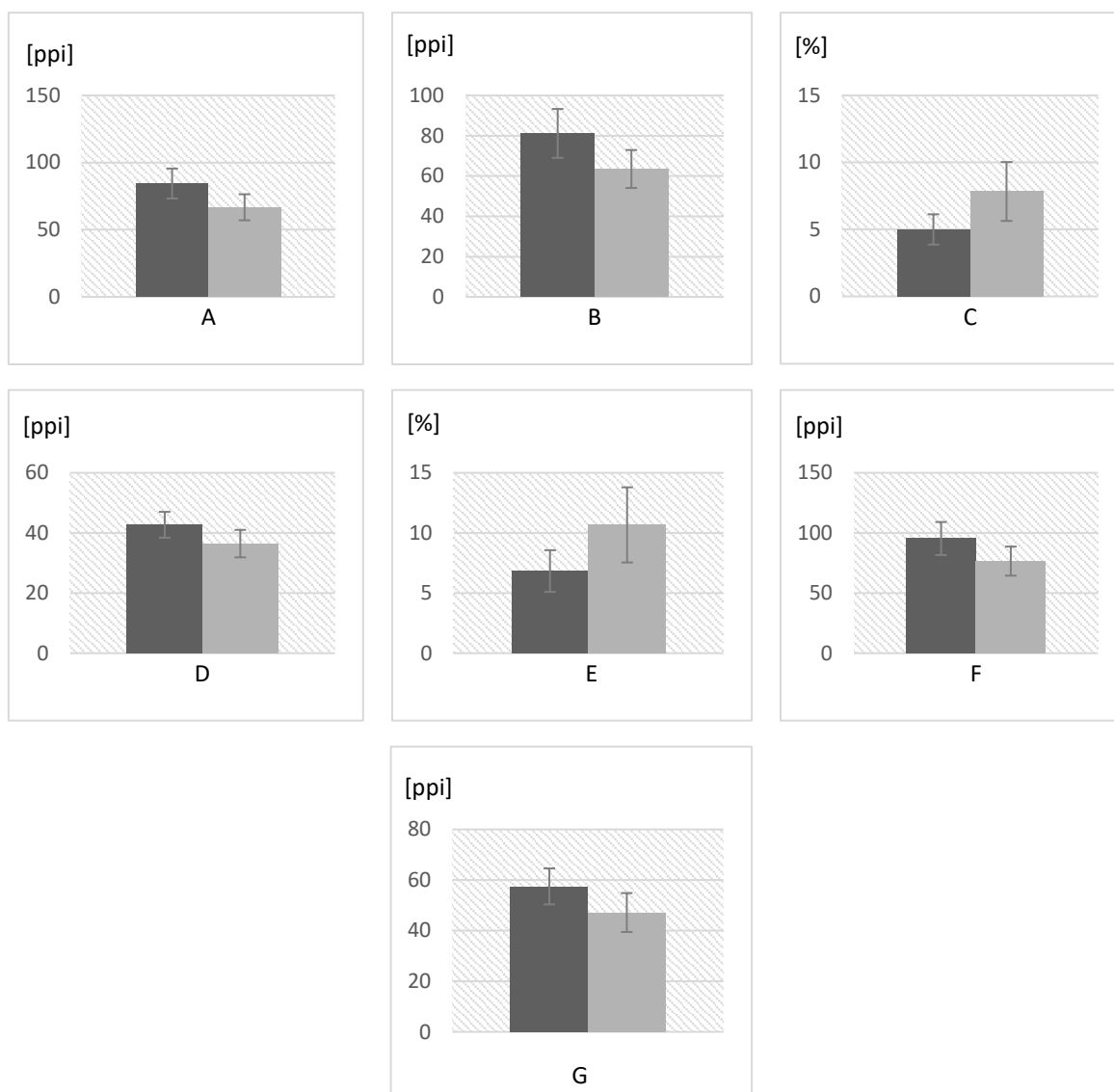
poziomego po 5 minutach (SMK 8), średniej odchylenia pionowego (SMK 13). Siła wszystkich tych efektów, mierzona współczynnikiem d Cohena, była niewielka ( $d = 0,45$ ;  $d = 0,48$ ;  $d = 0,47$ ).

Dwie główne zmienne testu SMK, jakimi są czas w obszarze idealnym i czas w obszarze idealnym po pięciu minutach, istotnie się poprawiły. Zmienne te opisują procent czasu, w trakcie którego odcinek koła znajdował się w obszarze idealnym. Pozostałe zmienne wskazują, że osoby badane miały większe zdolności do kontrolowania ruchu poziomego i pionowego i wpływania na nie niezależnie od czasu w obszarze idealnym zakresu po treningach na refleksomierzu. Dzięki treningowi na refleksomierzu koordynacja sensomotoryczna poprawiła się.

Tabela 7. Poziom koordynacji sensomotorycznej przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

	pomiar I		pomiar II		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
SMK 1	5,00	2,45	7,83	4,76	-2,22	0,040*	-5,53	-0,14	0,52
SMK 2	6,83	3,75	10,67	6,76	-2,11	0,049*	-7,66	0,00	0,50
SMK 3	19,68	1,70	18,84	2,64	1,18	0,255	-0,66	2,33	0,28
SMK 4	18,42	2,19	17,58	3,11	1,03	0,318	-0,89	2,59	0,24
SMK 5	84,44	24,14	66,74	21,00	2,74	0,013*	4,09	31,30	0,65
SMK 6	81,16	26,25	63,50	20,39	2,50	0,023*	2,75	32,58	0,59
SMK 7	44,01	8,71	38,83	10,31	1,90	0,075	-0,59	10,96	0,45
SMK 8	42,72	9,29	36,45	9,90	2,18	0,043*	0,20	12,33	0,51
SMK 9	29,87	2,93	29,33	6,17	0,34	0,741	-2,84	3,92	0,08
SMK 10	26,83	3,84	25,93	6,21	0,52	0,610	-2,74	4,53	0,12
SMK 11	95,35	29,76	76,57	26,14	2,15	0,046*	0,35	37,22	0,51
SMK 12	88,04	31,38	69,86	24,02	2,02	0,059	-0,83	37,19	0,48
SMK 13	61,54	14,86	52,65	18,09	1,98	0,063	-0,58	18,36	0,47
SMK 14	57,49	15,39	47,16	16,64	2,38	0,029*	1,17	19,50	0,56

$p < 0,05$  \* M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica



Legenda: A – Odchylenie poziome; B – Odchylenie poziome po 5 minutach; C – Czas w obszarze idealnym; D – Odchylenie pionowe po 5 minutach; E – Czas w obszarze idealnym po 5 minutach; F – Średnia odchylenia poziomego G – Średnia odchylenia pionowego po 5 minutach.

Ryc. 8. Istotne statystycznie różnice w koordynacji sensomotorycznej przed treningami na refleksomierzu i po treningach u sportowców gier zespołowych (N = 19)

#### 5.4.4 Zmiany w optymalizacji pobudzenia w wyniku treningu na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych

W celu weryfikacji, czy i w jakim stopniu trening z zastosowaniem refleksomierza zmienił wyniki w zakresie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego, ponownie wykonano serię testów t Studenta dla prób zależnych. Jak obrazują dane zestawione w tabeli 8, nie odnotowano jednak żadnych wyników istotnych statystycznie. Zatem należy stwierdzić, że trening z zastosowaniem refleksomierza nie zmienił poziomu optymalizacji pobudzenia.

Tabela 8. Poziom pobudzenia przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

	Pomiar I		Pomiar II				95% CI		<sup>d</sup> Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
FLIM 1	39,21	3,85	39,54	3,01	-0,35	0,731	-2,26	1,62	0,08
FLIM 2	0,72	0,60	0,72	0,58	0,00	0,998	-0,33	0,33	0,00
FLIM 3	36,64	1,94	36,79	1,63	-0,59	0,560	-0,67	0,38	0,14
FLIM 4	0,40	0,24	0,34	0,13	1,04	0,313	-0,07	0,20	0,24

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

### **5.5 Różnice w poziomie uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacja pobudzenia w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) w porównaniu z grupą kontrolną u sportowców gier zespołowych**

W celu uzyskania odpowiedzi na postawione pytanie badawcze zweryfikowano różnice w: poziomie uwagi, optymalizacji pobudzenia emocjonalnego, spostrzeganiu peryferyjnym, koordynacji sensomotorycznej; w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego względem grupy kontrolnej.

#### **5.5.1 Różnice w poziomie uwagi w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza BLINK PRO) względem grupy kontrolnej**

W celu weryfikacji wpływu treningu neurofeedback-EEG oraz treningu na refleksomierzu na poziom uwagi wykonano serię jednoczynnikowych analiz wariancji w schemacie międzygrupowym, porównując zmiany w wynikach testu Cognitron COG (różnica wyniku w drugim i pierwszym pomiarze) między tymi grupami i grupą kontrolną. Jak obrazują dane zestawione w tabeli 9, nie odnotowano wyników istotnych statystycznie.

Dodatkowo dla zmiennej: średni czas poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 3) wykonano test Kruskala-Wallisa. Podobnie jak w przypadku parametrycznego odpowiednika, także i tym razem nie odnotowano wyniku istotnego statystycznie,  $H(2) = 1,32$ ;  $p = 0,517$ . Nie istniały różnice pod względem uwagi po treningach i w drugim pomiarze pomiędzy zawodnikami trenującymi na neurofeedback-EEG, refleksomierzu i w grupie kontrolnej.

Tabela 9. Różnice w poziomie uwagi po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

	Refleksomierz (n = 19)		Neurofeedback-EEG (n = 20)		Kontrola (n = 18)		F	p	$\eta^2$
	M	SD	M	SD	M	SD			
COG 1	0,11	5,10	1,65	3,07	1,33	4,03	0,75	0,477	0,03
COG 2	1,63	4,52	1,85	5,07	1,83	3,96	0,01	0,986	0,00
COG 3	-0,11	0,30	-0,02	0,32	-0,06	0,19	0,47	0,626	0,02
COG 4	-0,13	0,45	-0,03	0,41	-0,08	0,37	0,31	0,735	0,01
COG 5	1,74	7,13	3,50	6,68	3,17	5,62	0,40	0,675	0,01
COG 6	-0,13	0,24	-0,07	0,16	-0,06	0,15	0,76	0,470	0,03
COG 7	-1,74	7,13	-3,50	6,68	-3,17	5,62	0,40	0,675	0,01
COG 8	-1,63	4,52	-1,85	5,07	-1,83	3,96	0,01	0,986	0,00
COG 9	-0,11	5,10	-1,65	3,07	-1,33	4,03	0,75	0,477	0,03
	M	SD	M	SD	M	SD	H	p	
COG 3	-0,11	0,30	-0,02	0,32	-0,06	0,19	1,32	0,517	

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; F – wynik testu ANOVA,  $\eta^2$  – siła efektu eta kwadrat \*\*p < 0.01; \*p < 0.0

### 5.5.2 Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu na refleksomierzu względem grupy kontrolnej

W celu weryfikacji, jak treningi neurofeedback-EEG oraz na refleksomierzu wpływają na różnice w spostrzeganiu peryferyjnym, wykonano serie jednoczynnikowych analiz wariancji w schemacie międzygrupowym, porównując zmiany w wynikach testu Spostrzeganie Peryferyjne PP (różnica wyniku w drugim i pierwszym pomiarze) między tymi grupami i grupą kontrolną. Jak jednak obrazują dane zestawione w tabeli 10, nie odnotowano żadnych wyników istotnych statystycznie. Tak więc zmiana między pomiarem drugim i pierwszym odnotowana w trzech porównywanych grupach nie była znacząco odmienna. Warto zwrócić uwagę na wysokie wartości odchyleń standardowych, które wskazują na znaczne zróżnicowanie uzyskiwanych wyników wewnątrz badanych grup. Nie istniały różnice po treningach i w drugim pomiarze pomiędzy zawodnikami trenującymi na neurofeedback-EEG, refleksomierzu i w grupie kontrolnej pod względem spostrzegania peryferyjnego.



Tabela 10. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

	Refleksomierz (n = 19)		Neurofeedback-EEG (n = 20)		Kontrola (n = 18)		F	p	$\eta^2$
	M	SD	M	SD	M	SD			
PP 1	0,22	8,22	-2,07	9,37	-1,09	9,25	0,32	0,728	0,01
PP 2	-0,17	2,20	-0,33	2,06	0,25	2,69	0,31	0,736	0,01
PP 3	-0,09	1,03	-0,16	0,96	0,12	1,23	0,35	0,707	0,01
PP 4	2,11	3,48	-1,38	8,12	-1,87	6,56	2,18	0,122	0,07
PP 5	-1,87	7,31	-0,69	4,92	0,77	6,30	0,83	0,439	0,03
PP 6	-0,11	4,24	-0,05	5,59	-1,44	4,40	0,50	0,609	0,02
PP 7	0,00	3,83	0,25	4,53	0,39	2,50	0,05	0,949	0,00
PP 8	0,32	2,56	0,00	4,41	1,61	3,52	1,05	0,357	0,04
PP 9	-0,42	1,92	-0,30	2,70	0,33	1,71	0,64	0,530	0,02

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; F- wynik testu ANOVA,  $\eta^2$  – siła efektu eta kwadrat

### 5.5.3 Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu na refleksomierzu względem grupy kontrolnej

W celu weryfikacji wpływu treningu neurofeedback-EEG oraz treningu na refleksomierzu na koordynację sensomotoryczną wykonano serie jednoczynnikowych analiz wariancji w schemacie międzygrupowym (bądź też mocnych testów równości średnich Browna-Forsythe'a w przypadku niespełnienia założenia o homogeniczności wariancji), porównując zmiany w wynikach w teście Koordynacja Sensomotoryczna SMK (różnica wyniku w drugim i pierwszym pomiarze) między tymi grupami i grupą kontrolną. Jak obrazują dane zestawione w tabeli 11, nie stwierdzono żadnych wyników na poziomie istotności statystycznej. Tak więc różnice po treningach odnotowane w trzech porównywanych grupach badawczych nie były znacząco odmienne. Ponownie warto zwrócić uwagę na wysokie wartości odchyłeń standardowych, wskazujące na znaczne zróżnicowanie uzyskiwanych wyników wewnątrz analizowanych grup. Nie istniały różnice po treningach i w drugim pomiarze pomiędzy zawodnikami trenującymi na neurofeedback-EEG, refleksomierzu i w grupie kontrolnej pod względem koordynacji sensomotorycznej.

Tabela 11. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

	Refleksomierz (n = 19)		Neurofeedback-EEG (n = 20)		Kontrola (n = 18)		F	p	$\eta^2$
	M	SD	M	SD	M	SD			
SKM 1	2,83	5,42	1,35	5,40	1,67	4,27	0,44	0,645	0,02
SMK 2	3,83	7,70	1,95	7,70	2,39	6,06	0,35	0,708	0,01
SMK 3	-0,84	3,01	-1,60	3,55	-0,78	3,52	0,36	0,701	0,01
SMK 4	-0,85	3,50	-1,59	4,08	-0,74	4,31	0,26	0,774	0,01
SMK 5	-17,70	27,36	-7,20	37,04	-11,77	34,66	0,47	0,628	0,02
SMK 6	-17,66	30,00	-4,23	38,06	-13,13	37,10	0,72	0,493	0,03
SMK 7	-5,19	11,61	-3,15	15,42	-3,87	12,58	0,11	0,895	0,00
SMK 8	-6,26	12,19	-1,98	16,89	-3,83	14,21	0,41	0,668	0,02
SMK 9	-0,54	6,80	-2,85	5,94	-0,56	6,17	0,83	0,442	0,03
SMK 10	-0,89	7,31	-2,82	6,33	-0,72	7,13	0,55	0,582	0,02
SMK 11	-18,79	37,07	-12,20	51,35	-16,22	47,70	0,10	0,905	0,00
SMK 12	-18,18	38,22	-11,04	47,65	-17,80	49,54	0,15	0,860	0,01
SMK 13	-8,89	19,04	-7,74	34,61	-5,53	25,55	0,07	0,932	0,00
SMK 14	-10,33	18,43	-8,81	35,63	-6,96	24,20	0,07	0,934	0,00

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; F – wynik testu ANOVA,  $\eta^2$  – siła efektu eta kwadrat

#### 5.5.4 Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia w wyniku treningu neurofeedback-EEG i treningu na refleksomierzu względem grupy kontrolnej

W celu weryfikacji wpływu treningu neurofeedback-EEG oraz treningu na refleksomierzu na różnice w poziomie pobudzenia emocjonalnego wykonano serie jednoczynnikowych analiz wariancji w schemacie międzygrupowym, porównując zmiany w wynikach testu FLIM (różnica wyniku w drugim i pierwszym pomiarze) między tymi grupami i grupą kontrolną. Jak obrazują dane zestawione w tabeli 12, odnotowano jeden istotny statystycznie wynik – w zakresie wskaźnika częstotliwości zlewania się. Wykonano więc analizę *post-hoc* przy użyciu testów Sidaka.

Po treningach neurofeedback-EEG odnotowano większy wzrost częstości zlewania się (FLIM 3;  $p < 0,047$ ) w porównaniu do grupy kontrolnej, gdzie zmiana była nieznacznie ujemna ( $p = 0,062$ ). Oznacza to, że trening neurofeedback-EEG w porównaniu do grupy

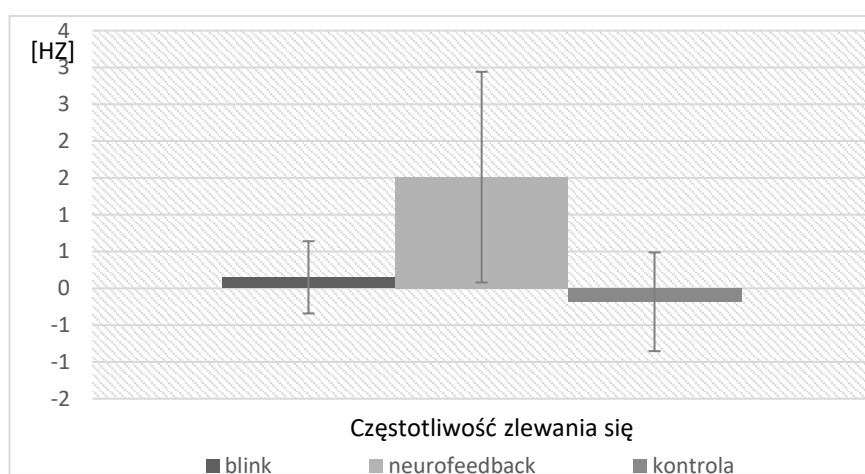
kontrolnej poprawił poziom optymalizacji pobudzenia emocjonalnego. Wykazane różnice między grupą po treningach na refleksomierzu a dwiema pozostałymi grupami okazały się nie być istotne statystycznie. Wyniki zestawiono na rysunku 7.

W przypadku pozostałych zmiennych różnice okazały się nie być istotne statystycznie. Dla zmiennej częstotliwość zlewania się (FLIM 3) wykonano także równoległe test Kruskala-Wallisa. Wynik tego testu okazał się nie być istotny statystycznie:  $H(2) = 2,62$ ;  $p = 0,270$ . Warto więc zauważyć, że wyniki testu parametrycznego i nieparametrycznego w tym przypadku są odmienne.

Tabela 12. Różnice w poziomie pobudzenia po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

	Refleksomierz (n = 19)		Neurofeedback-EEG (n = 20)		Kontrola (n = 18)		F	p	$\eta^2$
	M	SD	M	SD	M	SD			
FLIM 1	0,32	4,02	-2,67	6,58	-1,03	3,01	1,87	0,164	0,06
FLIM 2	0,00	0,69	0,00	0,29	-0,08	0,41	0,17	0,847	0,01
FLIM 3	0,15	1,09	1,51	3,26	-0,18	1,45	3,23	0,047*	0,11
FLIM 4	-0,07	0,28	0,01	0,21	0,08	0,33	1,21	0,305	0,04
	M	SD	M	SD	M	SD	H	p	
Częstotliwość zlewania się CZ (Hz)	0,15	1,09	1,51	3,26	-0,18	1,45	2,62	0,270	

$p < 0,05$  \* M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; F- wynik testu ANOVA,  $\eta^2$  – siła efektu eta kwadrat



Rys. 7. Zmiana częstotliwości zlewania się po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u zawodników gier zespołowych (N = 39)

## 5.6 Różnice w poziomie uwagi, w spostrzeganiu peryferyjnym, koordynacji sensomotorycznej i pobudzenia u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną

Kolejnym etapem badań było porównanie wyników kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną. Wzięto pod uwagę zarówno wyniki uzyskane w pierwszym pomiarze, w drugim pomiarze, jak i różnice między pomiarami. Na początku zweryfikowano statystyki opisowe i wartości testów Kołmogorowa-Smirnowa w obu grupach, w celu sprawdzenia, czy możliwe jest wykonanie analiz parametrycznych. W przypadku znacznej części badanych zmiennych odnotowano wyniki nieistotne statystycznie testu Kołmogorowa-Smirnowa, wskazujące na uzyskanie rozkładów zbliżonych do rozkładu Gaussa. W przypadku pozostałych zmiennych zweryfikowano wartości skośności, które mieściły się w przedziale umownym  $-3$  do  $+3$ . Tak więc w przedmiotowej analizie możliwe było wykorzystanie testów parametrycznych do wszystkich badanych zmiennych. Wykonano więc serię testów t Studenta dla prób niezależnych.

### 5.6.1 Różnice w poziomie uwagi u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną

W pierwszym kroku porównano wyniki uzyskane przed treningami. Jak widać w tabeli 13, nie odnotowano żadnej istotnej różnicy między badanymi płci żeńskiej i męskiej w zakresie poziomu uwagi.

Tabela 13. Różnice w poziomie uwagi przed treningami u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
COG 1	74,43	3,83	72,50	4,99	1,39	0,172	-0,87	4,73	0,44
COG 2	110,57	5,50	110,50	10,68	0,03	0,979	-5,26	5,40	0,01
COG 3	1,81	0,41	1,73	0,29	0,73	0,469	-0,14	0,30	0,23
COG 4	1,92	0,42	1,86	0,32	0,45	0,653	-0,18	0,29	0,14
COG 5	185,00	7,91	183,00	13,06	0,60	0,554	-4,78	8,78	0,19
COG 6	1,88	0,40	1,79	0,26	0,79	0,436	-0,13	0,30	0,24
COG 7	15,00	7,91	17,00	13,06	-0,60	0,554	-8,78	4,78	0,19
COG 8	9,43	5,50	9,50	10,68	-0,03	0,979	-5,40	5,26	0,01
COG 9	5,57	3,83	7,50	4,99	-1,39	0,172	-4,73	0,87	0,44

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Następnie wykonano analizy w podziale na trzy grupy badanych po treningach (tabela 14). Odnotowano cztery wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ) – po dwie po treningach na refleksomierzu i neurofeedback-EEG. Suma niepoprawnych odpowiedzi (COG 7) była wyższa w grupie kobiet po treningu na refleksomierzu. Z kolei suma poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 2) była wyższa w grupie mężczyzn.

Zarówno średni czas poprawnych odpowiedzi (COG 3), jak i średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 4), były wyższe w grupie mężczyzn po treningach neurofeedback-EEG. Siła wszystkich odnotowanych efektów była duża ( $d = 0,97$ ). Pozostałe różnice nie były istotne statystycznie. Mężczyźni lepiej wykonywali test uwagi, jednak robili to wolniej niż kobiety.

Tabela 14. Różnice w poziomie uwagi kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
Po treningach na refleksomierzu									
COG 7	9,38	6,26	4,67	1,37	1,80	0,098	-1,01	10,43	0,97
COG 2	110,63	6,26	115,33	1,37	-1,80	0,098	-10,43	1,01	0,97
Po treningach neurofeedback-EEG									
COG 3	1,55	0,13	1,80	0,30	-1,95	0,073	-0,54	0,03	1,03
COG 4	1,55	0,11	1,86	0,35	-2,09	0,057	-0,63	0,01	1,10

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Następnie wykonano analizy dla różnic w wynikach spośród pomiarów między treningami w zakresie uwagi w podziale na trzy grupy badanych (tabela 15). Odnotowano jeden wynik na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). Średni czas poprawnych odpowiedzi (COG 6) pogorszył się w grupie kobiet (w grupie kontrolnej) w porównaniu do niemal zerowego wyniku w grupie mężczyzn z grupy kontrolnej. Siła odnotowanego efektu była duża ( $d = 1,18$ ). Wszystkie pozostałe różnice – zarówno w grupie kontrolnej, jak i dwóch pozostałych grupach – nie były istotne statystycznie.

Tabela 15. Różnice w poziomie uwagi między treningami u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		95% CI					
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	d Cohena	
	Grupa kontrolna									
COG 6	-0,16	0,13	-0,01	0,13	-2,02	0,072	-0,31	0,02	1,18	

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

### 5.6.2 Różnice w spostrzeganiu peryferyjnym u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną

W zakresie spostrzegania peryferyjnego przed treningami odnotowano jedną różnicę istotną statystycznie. Poziom wskaźnika: liczba reakcji nieprawidłowych (PP 7;  $p < 0,042$ ) był wyższy w grupie mężczyzn w porównaniu do badanych kobiet. W pierwszym pomiarze poziom wskaźnika liczby reakcji nieprawidłowych był niższy w grupie kobiet. Zawodniczki miały mniejszą liczbę naciśnień pedału nożnego, pomimo braku bodźca krytycznego. Siła efektu była umiarkowanie duża ( $d = 0,69$ ). Odnotowano także dwa wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). Rezultaty w zakresie wskaźnika: odchylenie trackingowe z postrzeganiem peryferyjnym (w pikselach; PP2) oraz wskaźnika: odchylenie trackingowe z postrzeganiem peryferyjnym (PP3) były wyższe w grupie mężczyzn. Siła odnotowanych efektów ponownie była umiarkowanie duża ( $d = 0,62$  i  $d = 0,63$ ). Zmienne te dostarczają informacji o zdolności badanych do podzielności uwagi. Wysokie stopnie centylowe wskazują na dobrze rozwiniętą umiejętność podzielności uwagi, która w przypadku badania własnego jest lepsza u kobiet. W zakresie pozostałych zmiennych nie odnotowano natomiast wyników na poziomie istotności statystycznej (tabela 16).

Tabela 16. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
PP 1	179,88	6,20	181,63	5,56	-0,95	0,348	-5,47	1,98	0,30
PP 2	8,40	1,74	9,70	2,43	-1,98	0,055	-2,63	0,03	0,62
PP 3	3,96	0,81	4,57	1,12	-2,01	0,051	-1,23	0,00	0,63
PP 4	91,84	2,75	93,27	3,88	-1,36	0,182	-3,54	0,69	0,42
PP 5	88,04	4,47	88,36	5,48	-0,21	0,837	-3,47	2,83	0,06
PP 6	24,38	2,40	24,40	3,39	-0,02	0,983	-1,87	1,83	0,01
PP 7	0,91	1,26	3,00	4,17	-2,16	0,042*	-4,11	-0,08	0,69
PP 8	14,05	1,80	13,90	1,80	0,26	0,795	-0,99	1,29	0,08
PP 9	14,19	1,69	13,65	2,41	0,83	0,409	-0,77	1,85	0,26

\* p < 0.05 M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Po treningach neurofeedback i na refleksomierzu, i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej, nie odnotowano żadnych różnic na poziomie istotności statystycznej pomiędzy kobietami a mężczyznami (tabela 17).

Tabela 17. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
PP 1	180,53	7,39	180,29	9,72	0,09	0,928	-5,19	5,68	0,03
PP 2	8,91	1,55	8,56	1,08	0,85	0,404	-0,49	1,20	0,26
PP 3	4,21	0,73	4,03	0,51	0,91	0,369	-0,22	0,58	0,28
PP 4	92,22	6,02	91,35	6,71	0,44	0,663	-3,15	4,90	0,14
PP 5	88,32	4,39	88,94	5,37	-0,40	0,689	-3,71	2,48	0,13
PP 6	23,71	3,29	23,05	5,54	0,47	0,641	-2,20	3,53	0,15
PP 7	2,52	2,02	2,45	4,17	0,07	0,942	-1,98	2,13	0,02
PP 8	14,95	2,40	14,55	3,40	0,44	0,662	-1,45	2,25	0,14
PP 9	14,05	1,69	14,30	2,39	-0,39	0,697	-1,55	1,05	0,12

\*  $p < 0,05$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

W zakresie spostrzegania peryferyjnego pomiędzy treningami wykonano analogiczne analizy w podziale na trzy grupy badanych osób (tabela 18). Odnotowano trzy wyniki istotne statystycznie – wszystkie po treningach na refleksomierzu. Większy wzrost kąta widzenia w lewo (PP 4;  $p < 0,047$ ) oraz wzrost liczby reakcji nieprawidłowych (PP 7;  $p < 0,040$ ) odnotowano w grupie kobiet, zaś wzrost liczby reakcji trafionych po lewej (PP 8;  $p < 0,017$ ) – w grupie mężczyzn. Siła efektów była bardzo duża ( $d = 1,19$ ;  $d = 1,24$ ;  $d = 1,24$ ). Odnotowano także trzy wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). Po treningach na refleksomierzu w grupie kobiet wystąpiła dodatnia zmiana w zakresie liczby braków reakcji (PP 6) w porównaniu do ujemnej w grupie mężczyzn. Z kolei w grupie kontrolnej kobiet odnotowano dodatnią zmianę odchylenia trackingowego z postrzeganiem peryferyjnym zarówno w pikselach (PP 2), jak i nie w pikselach (PP 3), w porównaniu do ujemnej zmiany w grupie mężczyzn. Siła tych trzech efektów także była duża ( $d = 1,10$ ;  $d = 1,08$ ;  $d = 1,10$ ). Pozostałe różnice nie były istotne statystycznie. Kobiety miały więc większy kąt widzenia, jednak to mężczyźni poprawniej wykonywali test.

Tabela 18. Różnica w poziomie spostrzegania peryferyjnego między kobietami i mężczyznami uprawiającymi piłkę ręczną i różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
Grupa trenująca na refleksomierzu									
PP 4	3,64	2,67	0,57	2,44	2,21	0,047*	0,04	6,10	1,19
PP 6	1,00	3,51	-3,00	3,85	2,03	0,065	-0,30	8,30	1,10
PP 7	1,88	3,04	-2,83	4,62	2,31	0,040*	0,26	9,16	1,24
PP 8	-0,63	2,39	2,33	1,21	-2,76	0,017*	-5,29	-0,62	1,49
Grupa kontrolna									
PP 2	0,80	0,95	-2,02	3,96	1,84	0,096	-0,59	6,22	1,08
PP3	0,40	0,45	-0,92	1,81	1,88	0,089	-0,24	2,88	1,10

\*  $p < 0,05$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica



### 5.6.3 Różnice w koordynacji sensomotorycznej u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną

W zakresie wyników koordynacji sensomotorycznej przed treningami oraz przed pierwszym pomiarem odnośnie do grupy kontrolnej, nie odnotowano żadnych różnic na poziomie istotności statystycznej (tabela 19).

Tabela 19. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej przed treningami u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
SMK 1	4,05	2,11	4,79	3,46	-0,83	0,413	-2,56	1,07	0,26
SMK 2	5,48	3,16	6,63	4,80	-0,91	0,370	-3,73	1,42	0,29
SMK 3	19,23	1,99	19,34	2,32	-0,16	0,871	-1,49	1,27	0,05
SMK 4	18,11	2,43	18,01	2,85	0,12	0,906	-1,59	1,79	0,04
SMK 5	88,39	20,70	90,87	22,68	-0,36	0,720	-16,36	11,40	0,11
SMK 6	86,79	22,26	82,20	24,01	0,63	0,535	-10,23	19,40	0,20
SMK 7	47,13	7,62	45,93	7,69	0,50	0,623	-3,71	6,11	0,16
SMK 8	45,98	7,58	43,51	9,03	0,94	0,354	-2,85	7,78	0,30
SMK 9	29,21	3,49	29,64	4,46	-0,34	0,738	-3,02	2,16	0,11
SMK 10	26,56	3,91	26,59	5,18	-0,02	0,986	-2,95	2,90	0,01
SMK 11	99,72	30,50	108,24	30,52	-0,88	0,383	-28,08	11,03	0,28
SMK 12	97,12	25,12	96,54	30,83	0,07	0,948	-17,35	18,51	0,02
SMK 13	66,82	15,52	66,13	17,89	0,13	0,897	-10,01	11,38	0,04
SMK 14	63,98	15,76	61,52	20,38	0,43	0,669	-9,13	14,06	0,14

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Natomiast po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej, odnotowano istotne wyniki, które zestawiono w tabeli 20. Zauważono dwa rezultaty istotne statystycznie u osób trenujących na refleksomierzu. Poziom wskaźników: odchylenie poziome po 5 minutach (SMK 6;  $p < 0,028$ ) i średnia odchylenia poziomego po 5 minutach (SMK 12;  $p < 0,43$ ) były wyższy w grupie mężczyzn. Siła odnotowanych efektów była bardzo duża ( $d = 1,45$ ;  $d = 1,30$ ). Zarejestrowano także dwa wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). W grupie trenującej na refleksomierzu stwierdzono wyższą wartość wskaźnika: średnia odchylenia poziomego (SMK 11), która odnotowana w grupie kobiet, podobnie jak w grupie kontrolnej, była wyższa. Siła tych dwóch efektów także była duża ( $d = 1,03$ ;  $d = 1,25$ ). Pozostałe różnice okazały się nie być istotne statystycznie. Po treningach na refleksomierzu koordynacja sensomotoryczna była lepsza u kobiet.

Tabela 20. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
Po treningach na refleksomierzu									
SMK 6	57,41	14,87	80,60	17,87	-2,54	0,028*	-43,30	-3,08	1,45
SMK 11	69,58	21,78	93,77	26,42	-1,80	0,099	-53,78	5,39	1,03
SMK 12	62,05	17,70	88,31	23,93	-2,28	0,043*	-51,59	-0,92	1,30
Grupa kontrolna									
SMK 6	64,17	18,14	97,33	35,64	-2,13	0,059	-67,81	1,50	1,25

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \*  $p < 0,05$

Różnice między treningami (różnice w pomiarze drugim i pierwszym) w poziomie koordynacji sensomotorycznej zestawiono w tabeli 21. Odnotowano jeden wynik istotny statystycznie w grupie kontrolnej. Poziom wskaźnika: średnia odchylenia pionowego (SMK 13;  $p < 0,46$ ), zmienił się dodatnio w grupie mężczyzn, a ujemnie w grupie kobiet. Siła efektów była bardzo duża ( $d = 1,3$ ). Odnotowano także trzy wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). W grupie kontrolnej dodatnie zmiany w grupie mężczyzn były różne od ujemnych w grupie kobiet w zakresie wskaźników: średnia odchylenia poziomego (SMK

11), średnia odchylenia poziomego po 5 minutach (SMK 12), średnia odchylenia pionowego (SMK 13). Siła tych efektów także była duża ( $d = 1,15$ ;  $d = 1,15$ ;  $d = 1,10$ ). Pozostałe różnice okazały się nie być nawet bliskie istotności statystycznej. Zawodniczki znowu okazały się lepsze od mężczyzn w umiejętności koordynacji sensomotorycznej.

Tabela 21. Różnice w poziomie w koordynacji sensomotorycznej między treningami w grupie kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni				95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	
Grupa kontrolna									
SMK 11	-32,51	38,36	19,34	53,30	-1,97	0,077	-110,48	6,77	1,15
SMK 12	-32,94	41,73	21,60	55,03	-1,96	0,078	-116,51	7,43	1,15
SMK 13	-12,07	16,53	13,29	30,33	-1,88	0,090	-55,44	4,73	1,10
SMK 14	-13,52	15,18	13,90	26,61	-2,28	0,046*	-54,20	-0,62	1,33

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \*  $p < 0,05$

#### 5.6.4 Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną

Przed treningami w zakresie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego odnotowano jedną różnicę na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). Wyniki w zakresie wskaźnika: błąd pomiarowy „częstotliwość zlewania się” (FLIM 4) były wyższe w grupie mężczyzn, co oznacza, że cechowała ich większa niedokładność, niż u kobiet, podczas wykonywania testu. Siła odnotowanego efektu, mierzona współczynnikiem d Cohena, była umiarkowanie duża ( $d = 0,61$ ; tabela 22). W zakresie pozostałych zmiennych nie odnotowano wyników na poziomie istotności statystycznej.

Tabela 22. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		95% CI				
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	d Cohena
FLIM 1	40,53	5,82	41,33	3,94	-0,51	0,614	-3,95	2,36	0,16
FLIM 2	0,55	0,33	0,74	0,68	-1,14	0,263	-0,52	0,15	0,36
FLIM 3	37,11	1,70	37,38	1,86	-0,48	0,635	-1,39	0,86	0,15
FLIM 4	0,29	0,13	0,41	0,26	-1,96	0,058	-0,25	0,00	0,61

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

W dalszej kolejności przeprowadzono analogiczne analizy w podziale na trzy grupy badanych osób po treningach i w drugim pomiarze odnośnie do grupy kontrolnej (tabela 23), w wyniku których odnotowano jeden wynik istotny statystycznie. Poziom błęd pomiarowego „częstotliwości zlewania się” (FLIM 4) był wyższy w grupie mężczyzn z grupy neurofeedback-EEG w porównaniu do kobiet z tej grupy ( $p < 0,027$ ). Siła efektu była duża ( $d = 1,31$ ). Zaobserwowano także różnicę na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ) w zakresie błęd pomiarowego „częstotliwości migotania” (FLIM 2). Wyższe wyniki wystąpiły w grupie mężczyzn z grupy neurofeedback-EEG. Siła tego efektu także była duża ( $d = 0,97$ ). Wszystkie pozostałe różnice – zarówno w grupie neurofeedback, jak i w dwóch pozostałych grupach – nie były istotnie statystycznie. Zawodniczki trenujące na neurofeedbacku lepiej radziły sobie z pobudzeniem.

Tabela 23. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u kobiet i mężczyzn po treningach neurofeedback i na refleksomierzu, uprawiających piłkę ręczną, i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N=42)

	Kobiety		Mężczyźni		95% CI				
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	d Cohena
Po treningach na neurofeedback-EEG									
FLIM 2	0,37	0,19	0,60	0,27	-1,83	0,090	-0,51	0,04	0,97
FLIM 3	0,21	0,09	0,38	0,15	-2,49	0,027*	-0,31	-0,02	1,31

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \*  $p < 0,05$

Następnie przeprowadzono analizy dla różnic w wynikach pomiędzy treningami. Jak obrazują dane zestawione w tabeli 24, w zakresie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego, nie odnotowano różnic na poziomie istotności statystycznej między kobietami i mężczyznami.

Tabela 24. Różnice w poziomie pobudzenia między kobietami i mężczyznami uprawiającymi piłkę ręczną (N = 42)

	Kobiety		Mężczyźni		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
FLIM 1	-1,26	5,73	-0,64	4,29	0,39	0,701	-3,82	2,59	0,12
FLIM 2	-0,01	0,45	-0,08	0,66	-0,40	0,691	-0,29	0,43	0,13
FLIM 3	0,07	0,32	-0,08	0,30	-1,53	0,134	-0,05	0,34	0,48
FLIM 4	-0,04	1,26	0,52	1,64	1,25	0,221	-1,49	0,35	0,39

### **5.7 Różnice w poziomie uwagi, spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i w optymalizacji pobudzenia u sportswomenek w piłce ręcznej i siatkówce**

W kolejnym kroku porównano wyniki siatkarek i piłkarek ręcznych. Wzięto pod uwagę zarówno wyniki uzyskane w pierwszym pomiarze, w drugim pomiarze, jak i różnicę między pomiarami. W pierwszej kolejności dokonano weryfikacji statystyk opisowych i wartości testów Kołmogorowa-Smirnowa w obu grupach, celem sprawdzenia, czy możliwe jest wykonanie analiz parametrycznych (wyniki w formie tabelarycznej dodano jako załącznik). W przypadku znacznej części badanych zmiennych odnotowano nieistotne statystycznie wyniki testu Kołmogorowa-Smirnowa wskazujące na uzyskanie rozkładów zbliżonych do rozkładu Gaussa. W przypadku pozostałych zmiennych zweryfikowano wartości skośności, które mieściły się w przedziale umownym od -3 do +3, z wyjątkiem skali częstotliwości migotania w grupie siatkarek w zakresie różnicy między pomiarem drugim i pierwszym. Tak więc w niniejszej analizie możliwe było wykorzystanie testów parametrycznych do wszystkich badanych zmiennych, zaś dla zmiennej częstotliwość migotania, w zakresie zmiany między pomiarem drugim i pierwszym, został wykonany test U Manna-Whitneya. Przeprowadzono serię testów t Studenta dla prób niezależnych.

### 5.7.1 Różnice w poziomie uwagi u sportswomenek w piłce ręcznej i siatkówce

W pierwszym kroku porównano wyniki uzyskane przed treningami i podczas pierwszego pomiaru w grupie kontrolnej. Jak obrazują dane dotyczące poziomu uwagi zestawione w tabeli 25, odnotowano dwie różnice na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). W zakresie wskaźnika: suma niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 9) – wyższe wyniki odnotowano w grupie siatkarek, zaś w zakresie wskaźnika: suma poprawnych odpowiedzi (COG 5) – wyższe wyniki odnotowano w grupie piłkarek ręcznych. Siła obu odnotowanych efektów była umiarkowanie duża ( $d = 0,57$ ). Można zatem stwierdzić, że piłkarki ręczne charakteryzują się większą precyzją i dokładnością sterowania uwagą. W zakresie pozostałych zmiennych nie odnotowano różnic na poziomie istotności statystycznej.

Tabela 25. Różnice w poziomie uwagi u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówki przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
COG 1	74,43	3,83	72,25	3,82	1,72	0,095	-0,40	4,76	0,57
COG 2	110,57	5,50	113,00	3,88	-1,50	0,142	-5,71	0,85	0,50
COG 3	1,81	0,41	1,78	0,39	0,26	0,799	-0,23	0,30	0,09
COG 4	1,92	0,42	1,81	0,36	0,81	0,426	-0,16	0,37	0,27
COG 5	185,00	7,91	185,25	6,76	-0,10	0,920	-5,26	4,76	0,03
COG 6	1,88	0,40	1,80	0,36	0,59	0,558	-0,18	0,34	0,20
COG 7	15,00	7,91	14,75	6,76	0,10	0,920	-4,76	5,26	0,03
COG 8	9,43	5,50	7,00	3,88	1,50	0,142	-0,85	5,71	0,50
COG 9	5,57	3,83	7,75	3,82	-1,72	0,095	-4,76	0,40	0,57

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Wykonano także analogiczne analizy po treningach i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (tabela 26). Odnotowano dwa wyniki o wartości tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ) – oba w grupie kontrolnej. Większa liczba niepoprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 9) wystąpiła w grupie piłkarek ręcznych, zaś poprawnie odrzuconych (COG 2) – w grupie siatkarek. Siła tych efektów także była duża ( $d = 1,20$ ;  $d = 1,20$ ). W tym wypadku

wyniki były bardziej korzystne dla siatkarek. Pozostałe różnice okazały się nie być istotne statystycznie.

Tabela 26. Różnice w poziomie uwagi u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówki po treningach neurofeedback-EEG i na refleksomierzu, i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		
	M	SD	M	SD			LL	UL	d Cohena
	Grupa kontrolna								
COG 9	7,43	3,26	4,17	1,84	2,17	0,053	-0,05	6,58	1,20
COG 2	112,57	3,26	115,83	1,84	-2,17	0,053	-6,58	0,05	1,20

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica;

Ponadto przeprowadzono analogiczne analizy w podziale na trzy grupy badanych osób (tabela 27) pomiędzy treningami i pomiędzy drugim, i pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej. Odnotowano pięć wskaźników istotnych statystycznie – wszystkie w grupie po treningu na refleksomierzu. Zauważono dodatnią zmianę w grupie siatkarek, w porównaniu do ujemnej w grupie piłkarek ręcznych w zakresie średniego czasu poprawnych odpowiedzi (COG 6;  $p < 0,036$ ), sumy poprawnych odpowiedzi (COG 5;  $p < 0,48$ ) i sumy poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 1;  $p < 0,14$ ), a także odwrotny wynik dla sumy niepoprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 8;  $p < 0,048$ ) i sumy niepoprawnych odpowiedzi (COG 9;  $p < 0,014$ ). Siła odnotowanych efektów była bardzo duża ( $d = 1,36$ ;  $d = 1,27$ ;  $d = 1,66$ ;  $d = 1,27$ ;  $d = 1,66$ ). Zarejestrowano także cztery wyniki o tendencji istotnej statystycznie ( $p < 0,1$ ) – dwa po treningach na refleksomierzu i dwa w grupie kontrolnej. Po treningach na refleksomierzu zauważono dodatnią zmianę w grupie siatkarek w zakresie średniego czasu poprawnie zaakceptowanych (COG 3) i średniego czasu poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 4). Natomiast w przypadku grupy kontrolnej, w grupie siatkarek stwierdzono także dodatnią zmianę dla średniego czasu poprawnych odpowiedzi (COG 6) i średniego czasu poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 3) w porównaniu do ujemnej zmiany w grupie piłkarek ręcznych. Siła tych efektów także była duża ( $d = 1,16$ ;  $d = 1,06$ ;  $d = 1,17$ ;  $d = 1,10$ ). Pozostałe różnice okazały się nie być istotne statystycznie. Podsumowując, można stwierdzić, że trening na refleksomierzu wpłynął pozytywnie na poziom uwagi u piłkarek ręcznych.

Tabela 27. Różnice w poziomie uwagi między treningami w grupie siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
Grupa trenująca na refleksomierzu									
COG 6	-0,22	0,21	0,08	0,25	-2,39	0,036*	-0,58	-0,02	1,36
COG 3	-0,21	0,30	0,13	0,28	-2,03	0,067	-0,71	0,03	1,16
COG 4	-0,25	0,45	0,22	0,43	-1,86	0,089	-1,02	0,08	1,06
COG 7	1,50	8,67	-7,60	3,21	2,22	0,048*	0,09	18,11	1,27
COG 9	2,13	4,42	-4,60	3,29	2,92	0,014*	1,65	11,80	1,66
COG 5	-1,50	8,67	7,60	3,21	-2,22	0,048*	-18,11	-0,09	1,27
COG 1	-2,13	4,42	4,60	3,29	-2,92	0,014*	-11,80	-1,65	1,66
Grupa kontrolna									
COG 6	-0,16	0,13	0,01	0,16	-2,10	0,059	-0,34	0,01	1,17
COG3	-0,18	0,22	0,02	0,14	-1,97	0,075	-0,44	0,02	1,10

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \* p < 0,05

### 5.7.2 Różnice w spostrzeganiu peryferyjnym u sportsmenek w piłce ręcznej i siatkówce

W zakresie spostrzegania peryferyjnego odnotowano trzy różnice istotne statystycznie. Poziom wskaźników: pole widzenia (PP 1; p < 0,045), kąt widzenia w prawo (PP 5; p < 0,026) oraz liczba reakcji nieprawidłowych (PP 7; p < 0,029) był wyższy w grupie siatkarek w porównaniu do wyników uzyskiwanych przez piłkarki ręczne przed treningami. Pod względem pola widzenia lepsze okazały się siatkarki, z kolei przy zadaniu na poprawność reakcji lepsze były piłkarki ręczne. Siła odnotowanych efektów była umiarkowanie duża (d = 0,69; d = 0,77; d = 0,76; tabela 28).



Tabela 28. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u piłkarek ręcznych i siatkarek przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	P	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
PP 1	179,88	6,20	183,97	5,54	-2,08	0,045*	-8,08	-0,10	0,69
PP 2	8,40	1,74	8,58	1,48	-0,34	0,740	-1,28	0,92	0,11
PP 3	3,96	0,81	4,06	0,69	-0,39	0,696	-0,61	0,41	0,13
PP 4	91,84	2,75	92,63	2,62	-0,88	0,388	-2,60	1,03	0,29
PP 5	88,04	4,47	91,35	4,06	-2,32	0,026*	-6,21	-0,42	0,77
PP 6	24,38	2,40	22,81	3,41	1,57	0,129	-0,49	3,63	0,55
PP 7	0,91	1,26	2,25	2,29	-2,28	0,029*	-2,54	-0,15	0,76
PP 8	14,05	1,80	14,81	1,97	-1,23	0,228	-2,03	0,50	0,40
PP 9	14,19	1,69	14,63	1,67	-0,78	0,441	-1,57	0,70	0,26

\*p < 0.05 M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Po treningach i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej nie uzyskano żadnych wyników istotnych statystycznie w poziomie spostrzegania peryferyjnego (tabela 29).

Tabela 29. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u siatkarek i piłkarek ręcznych po treningach neurofeedback, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej – wyniki istotne bądź bliskie istotności statystycznej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
PP 1	180,53	7,39	181,23	4,39	-0,36	0,725	-4,66	3,27	0,11
PP 2	8,91	1,55	8,99	2,20	-0,13	0,901	-1,33	1,17	0,04
PP 3	4,21	0,73	4,23	1,02	-0,08	0,940	-0,60	0,56	0,03
PP4	92,22	6,02	93,21	3,68	-0,58	0,567	-4,46	2,48	0,19
PP 5	88,32	4,39	88,03	3,41	0,22	0,827	-2,40	2,99	0,07
PP 6	23,71	3,29	23,56	2,99	0,15	0,886	-1,98	2,28	0,05
PP 7	2,52	2,02	1,56	1,26	1,67	0,104	-0,21	2,13	0,55
PP 8	14,95	2,40	15,00	2,13	-0,06	0,950	-1,59	1,49	0,02
PP 9	14,05	1,69	13,50	1,16	1,11	0,273	-0,45	1,55	0,37

\* $p < 0,05$  M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Przeprowadzone analizy między treningami oraz między drugim i pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (tabela 30) przyniosły znaczące rezultaty. W grupie trenującej na refleksomierzu odnotowano dwie różnice istotne statystycznie. Zmiana w zakresie pola widzenia (PP 1;  $p < 0,032$ ) i kąta widzenia w prawo (PP 5;  $p < 0,024$ ) była ujemna w grupie siatkarek i dodatnia w grupie piłkarek ręcznych. Siła odnotowanych efektów była bardzo duża ( $d = 1,40$ ;  $d = 1,49$ ). Ponadto zarejestrowano dwa wyniki na poziomie tendencji statystycznej. Zauważono zmiany dodatnie w grupie piłkarek ręcznych trenujących na neurofeedback-EEG w zakresie liczby reakcji trafionych po prawej (PP 9) oraz w grupie kontrolnej w zakresie liczby reakcji nieprawidłowych (PP 7) w porównaniu do zmian ujemnych w grupach piłkarek ręcznych. Siła odnotowanych efektów była duża ( $d = 1,27$ ;  $d = 1,09$ ). Uzyskane rezultaty pozwalają stwierdzić, że trening na refleksomierzu pomógł piłkarkom ręcznym w zwiększeniu pola widzenia.

Tabela 30. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego między treningami u siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N=37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
Grupa trenująca na refleksomierzu									
PP 1	2,78	4,33	-5,06	7,33	2,45	0,032*	0,80	14,87	1,40
PP 5	-0,84	3,85	-6,60	3,91	2,61	0,024*	0,90	10,62	1,49
Grupa trenująca na neurofeedback-EEG									
PP 9	0,67	2,34	-2,20	2,17	2,09	0,066	-0,23	5,97	1,27
Grupa kontrolna									
PP 7	1,57	2,15	-1,17	2,48	2,13	0,056	-0,09	5,56	1,19

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \*  $p < 0,05$

### 5.7.3 Różnice w koordynacji sensomotorycznej u sportsmenek piłki ręcznej i siatkówce

W zakresie koordynacji sensomotorycznej nie odnotowano różnic istotnych statystycznie, ani przed treningami (oraz dokonaniem pierwszego pomiaru (tabela 31), ani po treningach (oraz dokonaniu drugiego pomiaru (tabela 32)).

Tabela 31. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej u piłkarek ręcznych i siatkarek przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		95% CI				
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	d Cohena
SMK 1	4,05	2,11	5,00	3,63	-0,94	0,360	-3,06	1,16	0,33
SMK 2	5,48	3,16	6,94	4,86	-1,05	0,306	-4,34	1,42	0,37
SMK 3	19,23	1,99	19,64	1,92	-0,62	0,537	-1,73	0,91	0,21
SMK 4	18,11	2,43	18,59	2,27	-0,61	0,544	-2,07	1,11	0,20
SMK5	88,39	20,70	85,35	28,49	0,38	0,708	-13,36	19,45	0,13
SMK 6	86,79	22,26	80,90	28,11	0,71	0,481	-10,91	22,69	0,24
SMK 7	47,13	7,62	45,82	10,03	0,45	0,655	-4,58	7,19	0,15
SMK 8	45,98	7,58	44,84	11,24	0,35	0,731	-5,58	7,85	0,12
SMK 9	29,21	3,49	30,32	3,85	-0,91	0,372	-3,60	1,38	0,30
SMK 10	26,56	3,91	27,42	4,60	-0,61	0,545	-3,70	1,99	0,20
SMK 11	99,72	30,50	101,63	46,41	-0,15	0,880	-27,61	23,78	0,05
SMK 12	97,12	25,12	94,31	44,76	0,24	0,809	-20,71	26,34	0,08
SMK 13	66,82	15,52	66,53	21,68	0,05	0,963	-12,12	12,69	0,02
SMK 14	63,98	15,76	62,74	21,59	0,20	0,841	-11,21	13,69	0,07

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Tabela 32. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej u siatkarek i piłkarek ręcznych po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
SMK1	6,81	3,08	7,25	4,44	-0,36	0,723	-2,95	2,07	0,12
SMK 2	9,62	4,61	10,06	5,89	-0,26	0,799	-3,95	3,06	0,08
SMK 3	18,16	2,14	17,65	2,85	0,63	0,533	-1,15	2,18	0,21
SMK 4	16,99	2,40	16,31	3,07	0,75	0,456	-1,15	2,50	0,25
SMK 5	66,97	17,62	74,39	24,81	-1,07	0,294	-21,57	6,73	0,35
SMK 6	63,52	15,74	67,79	24,01	-0,65	0,517	-17,56	9,00	0,22
SMK 7	41,22	9,70	40,77	9,78	0,14	0,890	-6,11	7,01	0,05
SMK 8	39,48	9,53	39,15	9,88	0,10	0,919	-6,20	6,85	0,03
SMK 9	27,61	3,47	27,08	4,05	0,43	0,668	-1,98	3,05	0,14
SMK 10	24,73	3,74	23,83	4,29	0,69	0,497	-1,78	3,59	0,23
SMK 11	75,57	21,82	85,05	26,97	-1,18	0,245	-25,75	6,80	0,39
SMK 12	68,97	19,05	76,23	25,79	-0,99	0,331	-22,21	7,69	0,33
SMK 13	55,45	15,59	55,19	16,48	0,05	0,961	-10,50	11,02	0,02
SMK 14	50,25	14,04	50,51	14,81	-0,05	0,958	-9,94	9,43	0,02

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Z kolei dla zmiany między treningami, odnotowano jeden wynik na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ) – oba w grupie trenującej na refleksomierzu (tabela 33). Zmiana w zakresie wskaźników: średnia odchylenia poziomego po 5 minutach (SMK 12) była ujemna w grupie piłkarek ręcznych, a dodatnia w grupie siatkarek. Piłkarki ręczne po treningu na refleksomierzu poprawiły swoją koordynację na poziomie tendencji statystycznej. Siła odnotowanych efektów była duża ( $d = 1,12$ ).

Tabela 33. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej między treningami u siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		95% CI				
	M	SD	M	SD	t	p	LL	UL	d Cohena
Grupa trenująca na refleksomierzu									
SMK 12	-25,59	18,89	1,68	31,76	-1,96	0,075	-57,85	3,31	1,12

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \* p < 0,05

#### 5.7.4 Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u sportswerek piłki ręcznej i siatkówce

W zakresie pobudzenia emocjonalnego nie odnotowano różnic istotnych statystycznie przed treningami i w pierwszym pomiarze (tabela 34). Również wykonana równolegle analiza przy użyciu testu U Manna-Whitneya dla skali częstotliwości migotania (FLIM 1) nie wykazała różnicy istotnej statystycznie (U = 128; p = 0,229). Tak więc wyniki testu parametrycznego i nieparametrycznego były tożsame.

Tabela 34. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u sportswerek piłki ręcznej i siatkówki przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		95% CI				
	M	SD	M	SD	t	P	LL	UL	d Cohena
FLIM 1	40,53	5,82	41,24	5,42	-0,38	0,708	-4,52	3,10	0,13
FLIM 2	0,55	0,33	0,41	0,19	1,62	0,115	-0,04	0,32	0,50
FLIM 3	37,11	1,70	36,57	3,45	0,63	0,530	-1,20	2,30	0,21
FLIM 4	0,29	0,13	0,25	0,12	0,87	0,389	-0,05	0,12	0,29

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Wykonano także analogiczną analizę w podziale na trzy grupy badanych po treningach i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (tabela 35). Po treningach na refleksomierzu odnotowano jedną różnicę na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). Wyższy poziom błędu pomiarowego częstotliwości migotania (FLIM 2) zaobserwowano w grupie piłkarek ręcznych. Siła efektu była duża ( $d = 0,86$ ). Trening na refleksomierzu nie poprawił optymalizacji pobudzenia piłkarek ręcznych.

Tabela 35. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego u piłkarek ręcznych i siatkarek po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu oraz w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
Po treningach na refleksomierzu									
FLIM 2	0,82	0,56	0,43	0,10	1,92	0,093	-0,08	0,86	0,86

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica

Przeprowadzono także analizy między treningami i pomiędzy pomiarami w grupie kontrolnej (tabela 36). W grupie trenującej na refleksomierzu odnotowano jedną różnicę istotną statystycznie. Zmiana w zakresie częstotliwości migotania (FLIM 1;  $p < 0,024$ ) była ujemna w grupie siatkarek i dodatnia w grupie piłkarek ręcznych. Siła odnotowanego efektu była bardzo duża ( $d = 1,49$ ). Odnotowano także dwa wyniki na poziomie tendencji statystycznej ( $p < 0,1$ ). Zauważono zmiany dodatnie wśród siatkarek w grupie neurofeedback-EEG w zakresie błędu pomiarowego „częstotliwości migotania” (FLIM 2) oraz w grupie kontrolnej w zakresie częstotliwości zlewania się (FLIM 3) w porównaniu do zmian ujemnych w grupach piłkarek ręcznych. Siła odnotowanych efektów była duża ( $d = 1,25$ ;  $d = 1,04$ ). Refleksomierz poprawił optymalizację pobudzenia emocjonalnego piłkarek ręcznych.

Tabela 36. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia między treningami u siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 37)

	Piłka ręczna		Siatkówka		t	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD			LL	UL	
Grupa trenująca na refleksomierzu									
FLIM 1	1,91	1,70	-0,44	1,34	2,61	0,024*	0,37	4,33	1,49
Grupa trenująca na neurofeedback-EEG									
FLIM 2	-0,08	0,19	0,17	0,20	-2,06	0,069	-0,52	0,02	1,25
Grupa kontrolna									
FLIM 3	-0,74	1,10	0,44	1,16	-1,88	0,087	-2,56	0,20	1,04

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \* p < 0,05

## 5.8 Związki pomiędzy uwagą, spostrzeganiem peryferyjnym, koordynacją sensomotoryczną i pobudzeniem w zespołowych grach sportowych

W kolejnym kroku postanowiono sprawdzić, czy istnieje związek pomiędzy wynikami uzyskanymi przez badane osoby w różnych testach. W związku z tym, że analizy dokonywano pośród wszystkich badanych osób (bez podziału na trzy grupy), konieczna była weryfikacja statystyk opisowych i testów normalności rozkładu dla takiej grupy osób. W jej rezultacie ustalono, że doszło do złamania założeń w przypadku czterech zmiennych: suma niepoprawnie zaakceptowanych odpowiedzi, suma poprawnie odrzuconych odpowiedzi, błąd pomiarowy „częstotliwości zlewania się” i liczba reakcji nieprawidłowych, zawsze w drugim pomiarze. Dla tych zmiennych w przypadku analizy całej grupy wykonywane będą testy nieparametryczne.

Przeprowadzono serię analiz korelacji ze współczynnikiem r Pearsona bądź też analiz korelacji rangowych  $\rho$  Spearmana. Analizy wykonano oddzielnie dla rezultatów uzyskanych w pomiarze pierwszym i drugim.

### 5.8.1 Związki pomiędzy pobudzeniem a uwagą, spostrzeganiem peryferyjnym, koordynacją sensomotoryczną w zespołowych grach sportowych

W pierwszej kolejności zestawiono wyniki uzyskane w pierwszym pomiarze. Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 37, odnotowano dwa związki na poziomie tendencji statystycznej pomiędzy uwagą a pobudzeniem. Średni czas poprawnych odpowiedzi (COG

6) i poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 3) jest związany ujemnie z częstotliwością migotania (FLIM 1).

Współzależność ta świadczy o tym, że im zawodnicy mieli bardziej optymalne pobudzenie, tym szybciej wykonywali test. Obie korelacje cechowały się niską siłą ( $r = -0,238$ ;  $r = -0,257$ ).

Tabela 37. Związki pomiędzy uwagą a pobudzeniem w pierwszym pomiarze u sportowców gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

	FLIM 1	FLIM 2	FLIM 3	FLIM 4
COG 1	-0,128	0,093	0,095	0,217
COG 2	-0,103	0,029	0,029	0,095
COG 3	-0,202	0,021	0,174	0,031
COG 4	-0,257	0,089	0,094	0,111
COG 5	-0,136	0,064	0,064	0,17
COG 6	-0,238	0,077	0,136	0,091
COG 7	0,136	-0,064	-0,064	-0,170
COG 8	0,103	-0,029	-0,029	-0,095
COG 9	0,128	-0,093	-0,095	-0,217

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; t – wynik testu t Studenta; p – istotność statystyczna; CI – przedział ufności; LL – dolna granica; UL – górna granica; \*  $p < 0,05$

Następnie zestawiono wyniki uzyskane przed treningami pomiędzy spostrzeganiem peryferyjnym a pobudzeniem. Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 38, odnotowano cztery związki istotne statystycznie. Poziom błędu pomiarowego częstotliwości migotania (FLIM 1) korelował dodatnio z wynikiem liczby reakcji nieprawidłowych (PP 7;  $r = 0,445$ ), poziom błędu pomiarowego częstotliwości zlewania się (FLIM 4) korelował dodatnio z poziomem odchylenia trackingowego z postrzeganiem peryferyjnym (w pikselach) (PP 2;  $r = 0,041$ ) i odchyleniem trackingowym z postrzeganiem peryferyjnym ( $r = 0,274$ ; PP 3), zaś poziom częstotliwości zlewania się (FLIM 3) ujemnie korelował z poziomem liczby reakcji nieprawidłowych (PP 7;  $r = -0,349$ ). Siła pierwszego i ostatniego z tych związków była umiarkowanie duża, dwóch pozostałych – niska. Dodatkowo odnotowano jedną korelację na poziomie tendencji statystycznej. Poziom błędu pomiarowego częstotliwość zlewania się (FLIM 4) korelował ujemnie z poziomem liczby reakcji trafionych po prawej (PP 9). Siła tego związku była niska ( $r = -0,252$ ). Uzyskane rezultaty oznaczają, że im pobudzenie jest



bardziej nieprawidłowe, tym częściej zawodnicy będą popełniać błędy, czyli będą mieli gorsze spostrzeganie. Oznacza to zależność odwrotną: im lepsza optymalizacja pobudzenia, tym mniej błędów w spostrzeganiu peryferyjnym.

Tabela 38. Związki spostrzegania peryferyjnego i pobudzenia emocjonalnego w pierwszym pomiarze u sportowców gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

	FLIM 1	FLIM 2	FLIM 3	FLIM 4
PP 1	0,009	-0,012	-0,019	0,043
PP 2	0,055	0,100	-0,029	0,271**
PP 3	0,055	0,105	-0,034	0,274**
PP 4	-0,087	0,123	0,015	0,193
PP5	0,067	-0,096	-0,031	-0,077
PP 6	-0,077	0,189	0,121	0,140
PP 7	0,072	0,445**	-0,349**	0,168
PP 8	0,123	-0,103	-0,139	-0,02
PP 9	-0,136	-0,206	0,211	-0,252

\*\*p < 0.01

Kolejnym etapem analizy było zestawienie wyników uzyskanych w pierwszym pomiarze pomiędzy koordynacją sensomotoryczną i pobudzeniem. Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 39, nie odnotowano żadnego związku istotnego statystycznie.

Tabela 39. Związki koordynacji sensomotorycznej i pobudzenia przed treningami u sportowców gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

	FLIM 1	FLIM 2	FLIM 3	FLIM 4
SMK1	0,140	-0,035	-0,104	0,067
SMK 2	0,125	-0,002	-0,101	0,017
SMK 3	-0,126	0,202	-0,009	0,184
SMK 4	-0,122	0,121	-0,013	0,129
SMK 5	-0,078	-0,013	0,058	-0,119
SMK 6	-0,124	-0,088	0,096	-0,105
SMK 7	-0,177	-0,037	0,163	-0,147
SMK 8	-0,219	-0,094	0,201	-0,144
SMK 9	-0,067	0,171	-0,078	0,177
SMK 10	-0,091	0,088	-0,068	0,162
SMK 11	-0,044	-0,059	0,099	-0,122
SMK 12	-0,077	-0,089	0,089	-0,113
SMK 13	-0,150	-0,071	0,118	-0,104
SMK 14	-0,159	-0,108	0,137	-0,081

Analogiczną analizę wykonano w drugim pomiarze w podziale na trzy podgrupy, korelując uwagę z pobudzeniem. Na początku przeanalizowano wyniki osób trenujących na refleksomierzu. Odnotowano dwa związki istotne statystycznie. Częstotliwość zlewania się korelowała ujemnie z sumą niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = -0,76$ ;  $p = 0,002$ ) oraz dodatnio z sumą poprawnie zaakceptowanych ( $r = 0,76$ ;  $p = 0,002$ ). Siła obu związków była bardzo duża. Odnotowano także dwa związki na poziomie tendencji statystycznej. Częstotliwość zlewania się korelowała ujemnie z poziomem sumy niepoprawnych odpowiedzi ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,078$ ) oraz dodatnio z sumą poprawnych odpowiedzi ( $r = 0,51$ ;  $p = 0,078$ ). Siła obu tych związków była duża. Wyniki świadczyły o tym, że trening na refleksomierzu wzmocnił związek uwagi i pobudzenia. Pozostałe korelacje po treningach na refleksomierzu oraz wszystkie związki w grupie neurofeedback-EEG i kontrolnej okazały się nie być istotne statystycznie.

Tożsąmą analizę wykonano w podziale na trzy podgrupy w drugim pomiarze, korelując spostrzeganie peryferyjne z pobudzeniem. W pierwszym etapie przeanalizowano wyniki osób trenujących na refleksomierzu. Odnotowano jeden związek istotny

statystycznie. Częstotliwość zlewania się korelowała ujemnie z kątem widzenia w lewo ( $r = -0,58$ ;  $p = 0,039$ ). Siła tego związku była duża. Odnotowano także korelację na poziomie tendencji statystycznej pomiędzy częstotliwością migotania a kątem widzenia w lewo ( $r = -0,54$ ;  $p = 0,055$ ). I ten związek był silny. Związek pobudzenia i spostrzegania (im lepsze pobudzenie, tym lepsze spostrzeganie peryferyjne), zostało wzmocnione przez trening na refleksomierzu.

W grupie osób trenujących na neurofeedback-EEG także odnotowano jeden związek istotny statystycznie. Błąd pomiarowy częstotliwości zlewania się korelował ujemnie z kątem widzenia w prawo ( $r = -0,63$ ;  $p = 0,039$ ). Siła tego związku była duża. Odnotowano także związek na poziomie tendencji statystycznej między błędem pomiarowym częstotliwości migotania a liczbą reakcji trafionych po prawej ( $r = 0,55$ ;  $p = 0,078$ ). Siła tego związku także była duża. Trening neurofeedback-EEG również poprawił związek spostrzegania peryferyjnego i pobudzenia.

W grupie kontrolnej odnotowano natomiast aż sześć związków istotnych statystycznie. Częstotliwość migotania korelowała ujemnie z poziomem pola widzenia ( $r = -0,60$ ;  $p = 0,030$ ), z lewym kątem widzenia ( $r = -0,77$ ;  $p = 0,002$ ). Błąd pomiarowy częstotliwości migotania korelował dodatnio z poziomem liczby braków reakcji ( $r = 0,60$ ;  $p = 0,031$ ) i ujemnie z odchyleniem trackingowym z postrzeganiem peryferyjnym w pikselach ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,027$ ) oraz odchyleniem trackingowym z postrzeganiem peryferyjnym ( $r = -0,63$ ;  $p = 0,022$ ), zaś częstotliwość zlewania się korelowała ujemnie z kątem widzenia w lewo ( $r = -0,76$ ;  $p = 0,002$ ). Siła drugiego i ostatniego z wymienionych związków była bardzo duża, pozostałych zaś duża. Odnotowano także dwa związki na poziomie tendencji statystycznej – pomiędzy częstotliwością migotania a liczbą reakcji trafionych po lewej ( $r = -0,50$ ;  $p = 0,084$ ) oraz między częstotliwością zlewania się i polem widzenia ( $r = -0,53$ ;  $p = 0,064$ ). Oba związki cechowały się ujemnym znakiem i dużą siłą. W grupie kontrolnej związek pobudzenia i spostrzegania stał się odwrotny – im lepsze pobudzenie, tym gorsze spostrzeganie.

Analogiczną analizę wykonano w podziale na trzy podgrupy pomiędzy koordynacją sensomotoryczną a pobudzeniem w drugim pomiarze. W pierwszej kolejności przeanalizowano wyniki w grupie trenującej na refleksomierzu. Odnotowano jeden związek istotny statystycznie. Częstotliwość migotania korelowała ujemnie ze wskaźnikiem – średnia odchylenia pionowego ( $r = -0,60$ ;  $p = 0,029$ ). Siła tego związku była duża. Odnotowano także aż sześć korelacji na poziomie tendencji statystycznej. Wskaźnik częstotliwości migotania korelował ujemnie z poziomem wskaźników odchylenia

poziomego ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,074$ ), odchylenia pionowego ( $r = -0,54$ ;  $p = 0,058$ ), odchylenia pionowego po 5 minutach ( $r = -0,54$ ;  $p = 0,055$ ), średnią odchylenia poziomego ( $r = -0,54$ ;  $p = 0,058$ ), średnią odchylenia pionowego po 5 minutach ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,078$ ), zaś częstotliwość zlewania się korelowała ujemnie z poziomem wskaźnika średnia odchylenia kąтового po 5 minutach ( $r = -0,50$ ;  $p = 0,086$ ). Wszystkie te związki cechowały się dużą siłą. Trening na refleksomierzu wzmocnił związek pomiędzy pobudzeniem i koordynacją sensomotoryczną – im lepsze pobudzenie, tym większa koordynacja.

W grupie neurofeedback-EEG odnotowano jeden związek istotny statystycznie. Błąd pomiarowy częstotliwości migotania korelował ujemnie ze wskaźnikiem odchylenia kąтового po 5 minutach ( $r = -0,63$ ;  $p = 0,039$ ). Siła tego związku była duża. Odnotowano także trzy związki na poziomie tendencji statystycznej. Błąd pomiarowy częstotliwości migotania korelował ujemnie z poziomem wskaźnika średnia odchylenia kąтового po 5 minutach ( $r = -0,58$ ;  $p = 0,072$ ), dodatnio zaś ze wskaźnikiem czas w obszarze idealnym po 5 minutach ( $r = 0,55$ ;  $p = 0,081$ ), z kolei wskaźnik częstotliwości zlewania się korelował ujemnie z poziomem wskaźnika odchylenia pionowego ( $r = -0,56$ ;  $p = 0,077$ ). Siła tych związków także była duża. Po treningu neurofeedback-EEG istniała taka sama zależność, jak po treningu na refleksomierzu, jednak trochę słabsza.

W grupie kontrolnej odnotowano natomiast dwa związki istotne statystycznie. Błąd pomiarowy częstotliwości migotania korelował ujemnie z poziomem wskaźników: średnia odchylenia poziomego ( $r = -0,56$ ;  $p = 0,046$ ), średnia odchylenia poziomego po 5 minutach ( $r = -0,57$ ;  $p = 0,044$ ). Siła tych związków była duża. Odnotowano także cztery związki na poziomie tendencji statystycznej. Błąd pomiarowy „częstotliwości migotania” korelował ujemnie ze wskaźnikiem odchylenia poziomego ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,078$ ) i dodatnio ze wskaźnikiem czas w obszarze idealnym ( $r = 0,51$ ;  $p = 0,074$ ), zaś błąd pomiarowy częstotliwości zlewania się korelował dodatnio ze wskaźnikami: średnia odchylenia kąтового ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,058$ ), średnia odchylenia kąтового po 5 minutach ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,067$ ). Wszystkie te związki cechowały się dużą siłą. Związki w grupie kontrolnej były niejednoznaczne.

### 5.8.2 Korelacje pomiędzy spostrzeganiem peryferyjnym a uwagą i koordynacją sensomotoryczną u sportowców gier zespołowych

W pierwszej kolejności dokonano zestawienia dwóch wyników uzyskanych w pierwszym pomiarze: uwagi i spostrzegania peryferyjnego.

Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 40, odnotowano jeden związek istotny statystycznie. Poziom wskaźnika: liczba reakcji nieprawidłowych (PP 7) korelował ujemnie z wartością sumy poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 1;  $r = -0,290$ ). Siła tego związku była jednak niska. Im zawodnicy wykazywali większą uwagę, tym mniej błędów popełniali w zadaniach na spostrzeganie peryferyjne. Dodatkowo jedna korelacja okazała się być istotna na poziomie tendencji statystycznej. Poziom liczby reakcji trafionych po prawej (PP 9) korelował dodatnio z wartościami średniego czasu poprawnie zaakceptowanych reakcji (COG 3). Siła tego związku była jednak niska. Zawodnicy mieli większą precyzję, co spowodowało więcej trafień po prawej stronie.

Tabela 40. Związki uwagi i spostrzegania peryferyjnego przed treningami u zawodników gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

	PP 1	PP 2	PP 3	PP 4	PP 5	PP 6	PP 7	PP 8	PP 9
COG 1	-0,057	-0,070	-0,071	0,007	-0,074	-0,100	-0,290*	0,061	0,118
COG 2	0,048	0,048	0,056	0,105	-0,008	-0,090	0,031	0,042	0,187
COG 3	-0,047	0,037	0,039	0,060	-0,096	0,015	-0,053	-0,041	0,254
COG 4	0,017	0,117	0,122	0,186	-0,099	0,019	0,012	0,031	0,167
COG 5	0,011	0,005	0,011	0,084	-0,039	-0,113	-0,105	0,059	0,196
COG 6	-0,011	0,083	0,087	0,104	-0,080	0,018	-0,045	-0,015	0,214
COG 7	-0,011	-0,005	-0,011	-0,084	0,039	0,113	0,105	-0,059	-0,196
COG 8	-0,048	-0,048	-0,056	-0,105	0,008	0,090	-0,031	-0,042	-0,187
COG 9	0,057	0,070	0,071	-0,007	0,074	0,100	0,290	-0,061	-0,118

\*  $p < 0,05$

Następnie zestawiono ze sobą spostrzeganie peryferyjne i koordynację sensomotoryczną w pierwszym pomiarze. Odnotowano istnienie czterech istotnych statystycznie związków. Poziom kąta widzenia w lewo (PP 4) korelował dodatnio z poziomem odchylenia kąтового (SMK 7;  $r = 0,289$ ) i ze średnią odchylenia kąтового (SMK 9;  $r = 0,274$ ). Im większy kąt widzenia po lewej stronie, tym mniejsza kontrola nad

wpływaniem na ruch przechylający. Kąt widzenia po lewej stronie również ujemnie korelował z poziomem czasu w obszarze idealnym (SMK 1;  $r = -0,333$ ) i z czasem w obszarze idealnym po 5 minutach (SMK 2;  $r = -0,291$ ). Uzyskane wyniki świadczą o tym, że im szersze pole widzenia mieli badani, tym mniejsza była ich koordynacja. Tylko ostatni z tych związków cechował się umiarkowanie dużą siłą, pozostałe były zaś słabe. Dodatkowo odnotowano jeden związek na poziomie tendencji statystycznej. Poziom kąta widzenia w lewo korelował dodatnio z poziomem odchylenia kąтового po 5 minutach (SMK 4). Siła tego związku była jednak niska. Wyniki przedstawiono w tabeli 41.

Tabela 41. Związki spostrzegania peryferyjnego i koordynacji sensomotorycznej przed treningami u zawodników gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

	PP 1	PP 2	PP 3	PP4	PP 5	PP 6	PP 7	PP 8	PP 9
SMK 1	-0,054	-0,108	-0,107	-0,333*	0,148	-0,171	0,140	0,062	-0,008
SMK 2	-0,042	-0,122	-0,119	-0,291*	0,137	-0,151	0,163	0,049	-0,016
SMK 3	-0,013	0,115	0,110	0,289*	-0,203	0,056	-0,059	0,137	0,050
SMK 4	-0,039	0,080	0,074	0,249	-0,207	0,057	-0,103	0,099	0,047
SMK 5	0,061	0,126	0,123	0,204	-0,060	-0,102	0,012	-0,089	0,067
SMK 6	-0,004	0,108	0,104	0,156	-0,108	-0,133	-0,059	-0,060	0,118
SMK 7	0,018	0,042	0,041	0,131	-0,062	-0,003	-0,073	-0,077	0,047
SMK 8	0,030	-0,011	-0,013	0,106	-0,032	-0,029	-0,118	-0,060	0,129
SMK 9	0,018	0,085	0,079	0,274*	-0,154	0,003	-0,070	0,161	0,058
SMK 10	-0,034	0,057	0,051	0,214	-0,178	0,018	-0,110	0,115	0,036
SMK 11	0,016	0,195	0,191	0,155	-0,081	-0,067	-0,031	-0,155	0,075
SMK 12	-0,038	0,145	0,141	0,137	-0,136	-0,086	-0,096	-0,104	0,078
SMK 13	0,014	0,124	0,123	0,101	-0,048	-0,010	-0,097	-0,116	0,057
SMK 14	0,035	0,086	0,084	0,099	-0,020	-0,025	-0,152	-0,056	0,096

\*  $p < 0,05$

Analogiczną procedurę wykonano w podziale na trzy podgrupy w drugim pomiarze między uwagą a spostrzeganiem peryferyjnym. W pierwszej kolejności przeanalizowano wyniki zawodników trenujących na refleksomierzu. Odnotowano trzy związki istotne statystycznie. Liczba braków reakcji korelowała ujemnie ze wskaźnikami: średni czas poprawnych odpowiedzi ( $r = -0,69$ ;  $p = 0,009$ ), średni czas poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi ( $r = -0,64$ ;  $p = 0,019$ ) oraz średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r =$

-0,68;  $p = 0,010$ ). Korelacje te cechowały się dużą siłą. Odnotowano także sześć związków na poziomie tendencji statystycznej. Kąt widzenia w prawo korelował dodatnio ze wskaźnikiem: średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = 0,53$ ;  $p = 0,062$ ); natomiast liczba braków reakcji korelowała dodatnio ze wskaźnikiem: suma niepoprawnych odpowiedzi ( $r = 0,49$ ;  $p = 0,088$ ) i ujemnie ze wskaźnikiem: suma poprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = -0,49$ ;  $p = 0,088$ ). Z kolei wskaźnik: liczba reakcji trafionych po lewej korelował dodatnio z poziomem wskaźników: średni czas poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,068$ ) i suma poprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,068$ ), ujemnie zaś z poziomem wskaźnika: suma niepoprawnych odpowiedzi ( $r = -0,52$ ;  $p = 0,068$ ). Siła tych związków także była duża bądź umiarkowanie duża. Wyniki istotne statystycznie wskazują na związek czasu reakcji i dokładności. Natomiast wyniki na poziomie tendencji statystycznej wskazują na związek uwagi i spostrzegania – im lepsza uwaga, tym lepsze spostrzeganie.

Następnie przeanalizowano wyniki zawodników po treningach neurofeedback-EEG. Kąt widzenia w prawo korelował dodatnio ze wskaźnikami: suma niepoprawnych odpowiedzi ( $r = 0,73$ ;  $p = 0,011$ ), suma niepoprawnych zaakceptowanych odpowiedzi ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,048$ ) oraz suma niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = 0,63$ ;  $p = 0,040$ ). Natomiast ujemnie korelował ze wskaźnikami: suma poprawnych odpowiedzi ( $r = -0,73$ ;  $p = 0,011$ ), suma poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi ( $r = -0,63$ ;  $p = 0,040$ ) oraz suma poprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,048$ ). Z kolei liczba reakcji nieprawidłowych korelowała ujemnie z poziomem wskaźników: suma niepoprawnych odpowiedzi ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,046$ ) oraz suma niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi ( $r = -0,74$ ;  $p = 0,009$ ); dodatnio zaś z poziomem wskaźników: suma poprawnych odpowiedzi ( $r = 0,61$ ;  $p = 0,046$ ) i suma poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi ( $r = 0,74$ ;  $p = 0,009$ ). Siła odnotowanych korelacji była duża, a nawet bardzo duża (wartości powyżej 0,7). W tym przypadku wszystko było odwrotnie – im lepsza uwaga, tym gorsze spostrzeganie peryferyjne.

Z kolei w grupie kontrolnej żaden z badanych związków nie okazał się istotny statystycznie.

Analogiczną analizę korelacji pomiędzy spostrzeganiem peryferyjnym a koordynacją sensomotoryczną wykonano w podziale na trzy podgrupy w drugim pomiarze. W pierwszej kolejności przeanalizowano wyniki zawodników trenujących na refleksomierzu. Odnotowano sześć związków istotnych statystycznie. Wskaźnik liczby braków reakcji korelował dodatnio z poziomem wskaźnika odchylenia poziomego po 5

minutach ( $r = 0,67$ ;  $p = 0,012$ ), ujemnie zaś z poziomem wskaźnika – czas w obszarze idealnym po 5 minutach ( $r = -0,58$ ;  $p = 0,038$ ). Z kolei poziom liczby reakcji nieprawidłowych korelował ujemnie z poziomem wskaźników: odchylenie kątowe ( $r = -0,69$ ;  $p = 0,010$ ), odchylenie kątowe po 5 minutach ( $r = -0,68$ ;  $p = 0,010$ ), średnia odchylenia kąтового ( $r = -0,62$ ;  $p = 0,025$ ), średnia odchylenia kąтового po 5 minutach ( $r = -0,60$ ;  $p = 0,030$ ). Siła wszystkich tych związków była duża. Odnotowano także pięć związków na poziomie tendencji statystycznej. Liczba braków reakcji korelowała dodatnio ze wskaźnikami: odchylenie pionowe ( $r = 0,53$ ;  $p = 0,062$ ), odchylenie pionowe po 5 minutach ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,055$ ), średnia odchylenia poziomego po 5 minutach ( $r = 0,50$ ;  $p = 0,079$ ), średnia odchylenia pionowego po 5 minutach ( $r = 0,55$ ;  $p = 0,051$ ); ujemnie zaś z poziomem wskaźnika – czas w obszarze idealnym ( $r = -0,52$ ;  $p = 0,072$ ). Siła tych związków także była duża. Podsumowując dużą liczbę wyników, można powiedzieć, że im lepsze spostrzeganie peryferyjne, tym lepsza koordynacja sensomotoryczna.

W grupie trenującej neurofeedback-EEG odnotowano natomiast sześć istotnych statystycznie związków. Liczba trafionych reakcji po lewej korelowała ujemnie z poziomem wskaźników: odchylenie kątowe ( $r = -0,66$ ;  $p = 0,028$ ), odchylenie kątowe po 5 minutach ( $r = -0,67$ ;  $p = 0,025$ ), średnia odchylenia kąтового ( $r = -0,63$ ;  $p = 0,039$ ), średnia odchylenia kąтового po 5 minutach ( $r = -0,71$ ;  $p = 0,014$ ), średnia odchylenia pionowego po 5 minutach ( $r = -0,65$ ;  $p = 0,032$ ), zaś liczba trafionych reakcji po prawej korelowała ujemnie z poziomem wskaźników: odchylenie poziome po 5 minutach ( $r = -0,71$ ;  $p = 0,015$ ) oraz średnią odchylenia poziomego po 5 minutach ( $r = -0,61$ ;  $p = 0,045$ ). Siła wszystkich związków była duża, a nawet bardzo duża. Dodatkowo odnotowano sześć związków na poziomie tendencji statystycznej. Pole widzenia korelowało dodatnio z poziomem wskaźnika: czas w obszarze idealnym ( $r = 0,60$ ;  $p = 0,050$ ). Liczba reakcji nieprawidłowych korelowała ujemnie z poziomem wskaźników: odchylenie pionowe po 5 minutach ( $r = -0,54$ ;  $p = 0,089$ ), średnia odchylenia pionowego ( $r = -0,56$ ;  $p = 0,073$ ), średnia odchylenia pionowego po 5 minutach ( $r = -0,60$ ;  $p = 0,052$ ). Natomiast liczba reakcji trafionych po prawej korelowała dodatnio z poziomem wskaźników: czas w obszarze idealnym ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,068$ ) oraz czas w obszarze idealnym po 5 minutach ( $r = 0,58$ ;  $p = 0,064$ ). Również trening neurofeedback-EEG wzmocnił pozytywny związek między spostrzeganiem peryferyjnym a koordynacją sensomotoryczną.

Z kolei w grupie kontrolnej odnotowano trzy istotne statystycznie związki. Prawy kąt widzenia korelował dodatnio z poziomem wskaźników: odchylenie kątowe po 5 minutach ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,041$ ), odchylenie poziome po 5 minutach ( $r = 0,56$ ;  $p = 0,046$ ),



średnia odchylenia poziomego po 5 minutach ( $r = 0,57$ ;  $p = 0,044$ ). Siła wszystkich tych korelacji była duża. Odnotowano także sześć korelacji na poziomie tendencji statystycznej. Pole widzenia korelowało dodatnio z poziomem wskaźników: odchylenie poziome ( $r = 0,51$ ;  $p = 0,078$ ), odchylenie poziome po 5 minutach ( $r = 0,53$ ;  $p = 0,062$ ), średnia odchylenia poziomego ( $r = 0,54$ ;  $p = 0,059$ ). Natomiast prawy kąt widzenia korelował ujemnie z poziomem wskaźników: czas w obszarze idealnym ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,069$ ) oraz czas w obszarze idealnym po 5 minutach ( $r = -0,49$ ;  $p = 0,076$ ), dodatnio zaś z poziomem wskaźników: odchylenie kątowe ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,071$ ). Związki te także cechowały się dużą siłą z wyjątkiem korelacji między prawym kątem widzenia i wskaźnikiem: czas w obszarze idealnym. Korelacja ta okazała się umiarkowanie silna. W grupie kontrolnej związek był odwrotny niż w przypadku treningów na refleksomierzu i neurofeedback-EEG – im lepsze spostrzeganie peryferyjne tym gorsza koordynacja sensomotoryczna.

### **5.8.3 Związki pomiędzy uwagą a koordynacją sensomotoryczną u sportowców gier zespołowych**

Na wstępie dokonano analizy pomiarów uzyskanych w pierwszym pomiarze. Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 42, nie odnotowano jednak żadnego związku istotnego statystycznie. Zaobserwowano natomiast szereg korelacji bliskich istotności statystycznej. Poziom odchylenia kąтового (SMK 3) korelował dodatnio z poziomem sumy poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 1); ujemnie zaś z poziomem sumy niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 9). Natomiast poziom odchylenia kąтового po 5 minutach (SMK 4) korelował dodatnio z poziomem średniego czasu poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 3), z sumą poprawnych odpowiedzi (COG 5) i sumą poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi (COG 1); ujemnie zaś z poziomem sumy niepoprawnych odpowiedzi (COG 7) i sumy niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 9). Z kolei poziom średniego odchylenia kąтового po 5 minutach (SMK 9) korelował dodatnio z poziomem średniego czasu poprawnie odrzuconych odpowiedzi (COG 4). Wszystkie te związki cechowały się niską siłą.

Tabela 42. Związki uwagi i koordynacji sensomotorycznej przed treningami u zawodników gier zespołowych na podstawie testu r Pearsona (N = 57)

	SMK 1	SMK 2	SMK 3	SMK 4	SMK 5	SMK 6	SMK 7	SMK 8	SMK 9	SMK 10	SMK 11	SMK 12	SMK 13	SMK 14
COG 1	-0,162	-0,186	0,189	0,205	0,039	0,060	0,056	0,063	0,174	0,208	0,120	0,108	0,095	0,077
COG 2	-0,146	-0,171	0,204	0,232	0,034	0,068	0,068	0,073	0,177	0,219	0,100	0,100	0,089	0,069
COG 3	-0,182	-0,201	0,205	0,211	0,065	0,064	0,051	0,055	0,208	0,229	0,145	0,123	0,091	0,070
COG 4	0,102	0,094	-0,217	0,253	0,083	0,059	0,042	0,080	0,165	0,185	0,043	0,002	0,041	0,085
COG 5	-0,038	-0,035	0,229	0,248	0,033	0,008	0,006	0,033	0,185	0,213	0,040	0,017	0,028	0,017
COG 6	-0,110	-0,102	0,149	0,186	0,089	0,073	0,058	0,085	0,107	0,118	0,032	0,008	0,070	0,101
COG 7	0,110	0,102	-0,149	0,186	0,089	0,073	0,058	0,085	0,107	0,118	0,032	0,008	0,070	0,101
COG 8	0,038	0,035	-0,229	0,248	0,033	0,008	0,006	0,033	0,185	0,213	0,040	0,017	0,028	0,017
COG 9	-0,102	-0,094	0,217	0,253	0,083	0,059	0,042	0,080	0,165	0,185	0,043	0,002	0,041	0,085

Następnie skorelowano uwagę i koordynację sensomotoryczną w drugim pomiarze, w podziale na trzy podgrupy. W grupie trenującej na refleksomierzu nie odnotowano żadnych związków istotnych statystycznie. Dwa związki okazały się być bliskie istotności statystycznej – dodatnie pomiędzy wskaźnikami sumy niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi a wskaźnikiem – średnia odchylenia kąowego po 5 minutach ( $r = 0,53$ ;  $p = 0,066$ ) oraz ujemne między sumą poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi i wskaźnikiem średniego odchylenia kąowego po 5 minutach ( $r = 0,53$ ;  $p = 0,066$ ). Siła tych związków była duża.

W grupie neurofeedback-EEG i kontrolnej żaden związek nie okazał się istotny statystycznie.

## Dyskusja

Celem pracy było określenie wpływu treningu neurofeedback-EEG i treningu percepcyjno-motorycznego (z zastosowaniem refleksomierza) na uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i optymalizację pobudzenia u sportowców gier zespołowych.

W badaniach, po 10 tygodniach treningów **neurofeedback-EEG**, została dokonana analiza pod względem **uwagi** ogólnej. Różnice, które były istotne statystycznie ( $p = 0,030$ ;  $p = 0,026$ ;  $p = 0,030$ ;  $p = 0,026$ ), dotyczyły precyzji **uwagi** i dokładności w warunkach presji czasu. Osoby badane po odbyciu 20 treningów **neurofeedback-EEG** potrafiły skuteczniej dostosować tempo pracy do zadań uwagowych o różnym stopniu złożoności. Sportowcy utrzymywali stałą precyzję uwagi, tak aby praca była szybka i bezbłędna. Według Thelwell i in. (2010) pełne skupienie się na zadaniu sportowym, pomimo osobistych lub konkurencyjnych dystraktorów, pomaga sportowcom. Podobnie przedstawili to Golby i Sheard (2004) – międzynarodowi rugbiści mieli wyższe poziomy kontroli **uwagi** od zawodników na poziomie narodowym.

Na poziomie tendencji statystycznej ( $p = 0,074$ ;  $p = 0,063$ ) czas reakcji zmalał po treningach **neurofeedback-EEG**. Czas ten dotyczył zarówno wykonania całego testu **uwagi**, jak i poprawnych, i odrzuconych odpowiedzi. Obie zmienne dotyczą **uwagi** selektywnej w formie energii koniecznej do utrzymania odpowiedniego poziomu precyzji **uwagi** (Podręcznik COG). Ze względu na ograniczony czas na udzielenie odpowiedzi w teście uwagi, badane osoby musiały znaleźć kompromis między szybkością a dokładnością. Sportowcy powinni więc byli wybrać taką szybkość odpowiedzi, która zagwarantuje optymalną – w ich odczuciu – jakość. Obserwując uczestników podczas badania, można było dostrzec wysoki poziom uważności. Prawdopodobnie badani zdawali sobie sprawę, że zbyt duża szybkość w wykonywaniu działań, wpływa na częściej pojawiające się błędy. Podobnie jak w sporcie, w teście **uwagi** uczestnicy wiedzieli, że ważniejsza jest poprawność rozwiązywania zadań, a czas ich wykonywania jest drugorzędny. Wyniki badania własnego korespondują z wynikami uzyskanymi przez Arnsa (2008), Perry'ego (2011), Verona (2005), Egnera (2003), które potwierdzają poprawę funkcji poznawczych w zakresie poziomu **uwagi** po treningach **neurofeedback-EEG**. Co więcej, w badaniu pilotażowym (Szczypińskiej i Mikicina, 2019) różnice między pierwszym a drugim pomiarem wskazują, że badani piłkarze ręczni znacząco poprawili ogólny poziom **uwagi**. Badani wykonali

zadanie dokładniej w trakcie drugiego pomiaru. Jest to zgodne z badaniem Mikicina (2016), z którego wynika, że sportowcy podczas 20 sesji treningów **neurofeedback-EEG**, mających na celu wzmocnienie amplitudy pasm SMR i beta 1 przy jednoczesnym zmniejszeniu amplitudy pasm theta i beta 2, również poprawili swoją **uwagę**. Także badania Farzaneh (2017) wskazują na znaczny wzrost poziomu **uwagi** po wdrożeniu treningu biofeedback i **neurofeedback-EEG**. Nadto wyniki niniejszego badania zostały potwierdzone przez Egnera i Gruzelię (2004). Według tych autorów trening **neurofeedback-EEG** wzmacniający pasma SMR i pasma beta 1 doprowadził do znaczących i specyficznych zmian u zdrowych osób. Dodatkowo taki sam protokół treningowy (wzmocnienie amplitudy pasm SMR i beta 1 przy jednoczesnym zmniejszeniu amplitudy pasm theta i beta 2), jak we własnym quasi-eksperymentcie, okazał się być skuteczny w poprawie wyników uzyskanych w zadaniach **uwagi** w badaniu Vernona i in. (2003).

W pracy została przeprowadzona ocena **spostrzegania peryferyjnego** pod wpływem 20 treningów **neurofeedback-EEG**. Trening ten nie poprawił jednak **spostrzegania peryferyjnego** u sportowców gier zespołowych ( $p = 0,335$ ;  $p = 0,485$ ). Wyniki nie są spójne z badaniami pilotażowymi niniejszego projektu (Szczypińska i Mikicin, 2019), w których istotne różnice w **spostrzeganiu peryferyjnym** zaobserwowano w grupie mężczyzn trenujących piłkę ręczną. Podobnie w badaniu Nan i in. (2013) wyniki ujawniły, że grupa trenująca **neurofeedback-EEG** wykazała znaczną poprawę obwodowej sprawności wzrokowej, jak również względnej amplitudy fal alfa podczas obwodowego testu wzrokowego. Odkrycia te sugerują, że trening **neurofeedback-EEG** był skuteczny w poprawie obwodowej wydajności widzenia. Badania Nan wykorzystywały protokół treningowy wzmacniający pasma alfa, a zatem inny niż w zaprezentowanym w przedmiotowej pracy doświadczeniu. Również Schmidt (2013) w swoich badaniach wykazał, że zwiększenie pasm alfa powoduje odzyskanie pola widzenia u pacjentów. Tym samym zastosowanie innego protokołu w badaniu własnym mogłoby być prawdopodobną przyczyną niepowodzenia treningu **neurofeedback-EEG**, który miał wzmocnić **spostrzeganie peryferyjne**.

W sporcie wymagane są różne właściwości poznawcze, które należy dostosować do sytuacji na boisku i umiejętności zawodnika. Nie są to jednak właściwości czysto umysłowe lub fizyczne. Dopiero ich połączenie, czyli właściwości sensomotoryczne, będą wpływały na umiejętności sportowca (Bauer i in., 2002; Hatfield i Hillman, 2001). W pracy poddano analizie **koordynację sensomotoryczną** pod wpływem 20 treningów **neurofeedback-**

**EEG.** Odnotowano aż cztery wskaźniki ( $p = 0,058$ ;  $p = 0,098$ ;  $p = 0,051$ ;  $p = 0,061$ ), które były bliskie istotności statystycznej, jednak żaden nie okazał się być statystycznie istotny. Wyniki badania własnego świadczą, że osoba badana była w stanie lepiej kontrolować i wpływać na przemieszczający się punkt oraz na ruchy przechylające, niezależnie od czasu w obszarze idealnym w teście **koordynacji sensomotorycznej**. Wyniki wskazują na przeciętną poprawę **koordynacji sensomotorycznej**. Na podstawie badania własnego można przypuszczać, że trening **neurofeedback-EEG** w małym stopniu (ponieważ wyniki są na poziomie tendencji statystycznej) poprawił **koordynację sensomotoryczną**. Ponadto, najważniejsze wskaźniki empiryczne testu **koordynacji sensomotorycznej** nie są istotne statystycznie (czas w obszarze idealnym i czas w obszarze idealnym po pięciu minutach). Może to wskazywać, że trening **neurofeedback-EEG** tylko w pewnym stopniu poprawia **koordynację sensomotoryczną**. Wyniki w badaniu pilotażowym (Szcypińska, Mikicin, 2019) potwierdzają jednak skuteczność treningu **neurofeedback-EEG** na **koordynację sensomotoryczną**. Badani poprawili koordynację oko-ręka-noga. Badania Zijlstra i in. (2010) również udokumentowały, że szkolenie w zakresie pasm SMR poprawia zdolność człowieka do utrzymania równowagi, która jest jedną ze składowych koordynacji. Inne badania (Silverman, 2011), które także potwierdzają zasadność zastosowanego w niniejszym badaniu protokołu, wskazują, że zindywidualizowany program **neurofeedback-EEG** obniżający aktywność pasm theta, a zwiększający pasma beta 1, poprawił koordynację.

W pracy sprawdzono poziom pobudzenia po 20 treningach **neurofeedback-EEG**. Przyjęto za Li i in. (2004), że wzrost progu częstotliwości migotania wskazuje na optymalizację **pobudzenia** korowego oraz wrażliwości sensorycznej, a spadek progu krytycznej częstotliwości migotania sugeruje zmniejszenie wydajności systemu przetwarzania informacji (pobudzenia). W badaniu własnym trudno jednoznacznie stwierdzić, czy trening **neurofeedback-EEG** zmienił poziom **pobudzenia**. Odnotowano zwiększenie poziomu częstotliwości zlewania się w teście mierzącym **pobudzenie** na poziomie tendencji statystycznej ( $p = 0,085$ ). Oznacza to szybsze, subiektywnie odbierane (zauważone) przez osobę badaną, przejście od światła ciągłego w światło migoczące. Jednocześnie częstotliwość migotania zmalała w drugim pomiarze ( $p = 0,052$ ; subiektywnie odbierane przez osobę badaną przejście od światła migającego w światło ciągłe). Obie zmienne mierzą to samo kryterium, a mianowicie wizualną dyskryminację jako funkcję aktualnego **pobudzenia**. We własnym quasi-eksperymentcie zmienne te zmniejszyły się i

wzrastały przeciwstawnie. Należałoby oczekiwać wzrostu częstotliwości zlewania się i częstotliwości migotania. Wyniki są zatem sprzeczne. Jednakże warto zwrócić uwagę, że zwykle wartości częstotliwości migotania będą znacznie niższe niż wartości częstotliwości zlewania się (Maneke, 1957). Smith (1971) przypisuje to tworzeniu się powidoków w trybie narastającym, co prowadzi do redukcji częstotliwości zlewania się. Dodatkowo **pobudzenie**, w porównaniu do innych właściwości mierzonych w tej analizie, jest najbardziej niestabilne i będzie zależęć m.in. od: poziomu zmęczenia, energii, nastroju i nastawienia. Badania (Dekker i in., 2014) potwierdzają jednak zasadność stosowania treningu **neurofeedback-EEG** w celu zoptymalizowania **pobudzenia**. Ponadto Faller i in. (2019) pokazują, że możemy stosować **neurofeedback-EEG online**, aby przesunąć **pobudzenie** danej osoby z prawej strony krzywej Yerkesa-Dodsona w lewo, w kierunku stanu lepszej wydajności. Należy podkreślić, że kilka eksperymentów (Allen i in., 2001; Hoedlmoser i in., 2008; Keizer i in., 2010) wyraźnie wykazuje na pozytywne efekty treningu **neurofeedback-EEG** na optymalizację **pobudzenia**. Jednak w innych badaniach (Egner i in., 2002; Berner i in., 2006; Logemann i in., 2010) **neurofeedback-EEG** nie okazał się być skuteczny. Ta rozbieżność może wynikać z braku optymalnych protokołów treningowych oraz z dużej zmienności **pobudzenia**, zależnej od aktualnego stanu osoby badanej.

Można zastanawiać się, dlaczego **neurofeedback-EEG** w badaniach tych nie działa w sposób, w jaki został opisany w części teoretycznej. Prawdopodobnie wynika to z tego, że zastosowano różne protokoły treningowe. Okazuje się, że różne protokoły będą potrzebne do różnych właściwości psychologicznych i nie będzie zasadne stosować jednego programu dla wszystkich tych właściwości. Dodatkowo trening **neurofeedback-EEG** jest formą terapii, stąd każdy trening powinien być zindywidualizowany. W badaniach naukowych najczęściej osoby badane mają te same protokoły, bez przeprowadzenia wcześniejszego badania na okoliczność ich zindywidualizowanego zapotrzebowania. Ponadto należy dociekać, z jakiego powodu trening **neurofeedback-EEG** nie był skuteczny w badaniu sportowców zespołowych gier sportowych na **spostrzeganie peryferyjne i pobudzenie**. Należy również nadmienić, że według Michaela i Lyndy Thompson (2013) osoba przeprowadzająca trening powinna aktywnie współdziałać z badanym; jej obowiązkiem jest pomagać, modelować i zawsze wykazywać pozytywne nastawienie – taka strategia sugerowana jest w treningach **neurofeedback-EEG**. Od instruktorów oczekuje się również wizualnej oceny zapisów EEG i FFT w celu umożliwienia wykrycia wszelkich przeniesień aktywności EMG i poinstruowania uczestników, aby poprawili swoje zachowanie.

Dodatkowo prowadzący trening powinien nauczyć sportowca, aby nie próbował regulować swojej aktywności mózgowej poprzez niepożądane napięcia mięśniowe (Paluch i in., 2017). W badaniu własnym ten warunek został spełniony. Prawdopodobne jest, że gdyby w przedmiotowej pracy badawczej zastosowano trening **neurofeedback-EEG** wraz z treningiem relaksacyjnym, jego skutki byłyby korzystniejsze (Mikicin i in., 2015; Chung, 2018). Należy przy tym pamiętać, że konieczne jest wyjaśnienie sportowcom, jakie znaczenie ma relaksacja podczas sesji dla przyszłego sukcesu biofeedbacku (Cherapkina, 2012).

W pracy odnotowano istotnie statystycznie różnice **uwagi** po treningach na **refleksomierzu** u sportowców gier zespołowych. Po treningach głównie poprawiły się czasy reakcji ( $p < 0,030$ ;  $p < 0,015$ ). Sportowcy po dwudziestu treningach na **refleksomierzu** wykonywali test **uwagi** szybciej oraz nadal poprawnie. Średni czas poprawnie odrzuconych odpowiedzi jest główną zmienną w teście **uwagi**, który został wykorzystany w pracy. Mierzy ona „indywidualne tempo pracy”, które jest wskaźnikiem zdolności koncentracji. Sportowcy musieli spełnić warunek poprawnego wykonania testu w przynajmniej 85% zadań, ponieważ tylko wtedy regulację tempa pracy przez osobę badaną można ocenić jako udaną. Piłkarze ręczni oraz siatkarze potrzebowali mniej czasu do podjęcia decyzji, czy porównywane figury w teście **uwagi** są identyczne. Należy podkreślić, że trening na **refleksomierzu** poprawił czas reakcji, ale nie poprawił dokładności. Jest to zatem przede wszystkim trening czasu reakcji. Badani mieli za zadanie jak najszybciej przyciskać zapalające się diody, co spowodowało, że średni czas zmiennych w teście **uwagi** się zmniejszył. Nie można jednak stwierdzić, czy trening na **refleksomierzu** poprawił uwagę we wszystkich 3 aspektach, o których mówił Reulecke (1991). Według tego autora osoba znajdująca się w stanie koncentracji musi w stały oraz zamierzony sposób regulować „energię”, „funkcję” i „precyzję” wykonywanej czynności („nie za dużo, ani nie za mało”). Wyniki badań własnych są spójne z badaniem Zwierko i in. (2014), w którym analizowano zdolności do utrzymania **uwagi** podczas wykonywania zadania w czasie reakcji seryjnej piłkarzy ręcznych i nie-sportowców.

W pracy rozpatrywano również poziom **spostzegania peryferyjnego** po 20 treningach na **refleksomierzu**. W tej analizie poziom kąta widzenia w lewo wzrósł ( $p < 0,016$ ) w drugim pomiarze po treningach na **refleksomierzu**. Jest to zmienna pomocnicza, która charakteryzuje obszar po lewej stronie, w którym dana osoba może zidentyfikować bodziec wzrokowy. Ze względu na to, że zmienna ta nie jest zmienną główną, można

przypuszczać, że po treningach na **refleksomierzu** **spostreżenie peryferyjne** zmieniło się tylko częściowo. Pomimo tego, że podczas treningu na **refleksomierzu** osoba badana musi mieć „oczy dookoła głowy”, szukając odpowiedniej palącej się diody, to badania pokazują, że nie ma to do końca przełożenia na wynik testu **spostreżenia peryferyjnego**. Prawdopodobnie badany bardziej podążał wzrokiem za świecącymi diodami, niż obejmował je całym swoim polem widzenia. Być może lewy kąt spostreżenia zwiększył się ze względu na to, że to właśnie prawa półkula jest odpowiedzialna za przetwarzanie przestrzeni, co potwierdza badanie Corballis (2014). Ponadto Jäncke (2009) podkreśla, że pole widzenia nie jest symetryczne. Dla osób zdrowych lewy obszar pola widzenia w centrum jest nieco większy niż prawy. Wyniki pracy korespondują częściowo z wynikami badania Abernethy’ego i Wooda (2001), którzy, w przeciwieństwie do twierdzeń zwolenników uogólnionego treningu wzrokowego, nie znaleźli żadnych dowodów na to, że programy treningu wzrokowego doprowadziły do poprawy spostreżenia. Ponadto badania Abernethy’ego i Wooda (2001) oraz Cohna i Chaplika (1991) zaprzeczają pozytywnym efektom treningu percepcyjno-motorycznego, który ma poprawić spostreżenie u sportowca. Z drugiej strony w badaniu Čotara i in. (2020) analizowany był możliwy udział systemów treningu wzrokowego w uczeniu się umiejętności percepcyjno-poznawczych. Naukowcy (Revien i Gabor, 1981; McLeod i Hansen, 1989; Kulka i in., 1996) doprowadzili do koncepcji Transfer of Training, czyli zrozumienia, że bodźce wizualne mogą tworzyć nowe pola uczenia się, aby to, czego zawodnik nauczył się podczas treningu, można było przenieść na zawody.

W pracy również oceniano wyniki pod względem **koordynacji sensomotorycznej** po 20 treningach na **refleksomierzu**. Dwie główne zmienne w teście **koordynacji sensomotorycznej**, jakimi są: czas w obszarze idealnym i czas w obszarze idealnym po pięciu minutach, istotnie ( $p < 0,040$ ;  $p < 0,049$ ) się poprawiły. Obie zmienne opisują procent czasu, przez jaki odcinek koła znajdował się obszarze idealnym. Zmienne pomocnicze (np. odchylenie poziome i pionowe) były również istotne statystycznie ( $p < 0,013$ ;  $p < 0,043$ ). Osoby badane po treningach na **refleksomierzu** miały większe umiejętności kontroli i wpływania na ruch poziomy oraz pionowy, niezależnie od czasu w obszarze idealnego zakresu. Dzięki większej precyzji ruchu badane osoby poprawiły **koordynację sensomotoryczną**. Trening na **refleksomierzu** zmuszał badanych do szybkiego reagowania na świecące się diody na urządzeniu, które pojawiały się w różnych miejscach na okręgu, co spowodowało poprawę koordynacji oko-ręka-noga. Badania (Reigal i in., 2019)



potwierdzają pozytywny wpływ treningu percepcyjno-motorycznego na **koordynację sensomotoryczną**. W badaniach tych poprawa **koordynacji sensomotorycznej** wynikała z faktu, że ćwiczenia Fitlight (inny rodzaj treningu percepcyjno-motorycznego, również zawierający czujniki świetlne) zastosowane w grupie eksperymentalnej pozwoliły poprawić nie tylko połączenia nerwowo-mięśniowe, ale także wrażenia dotykowe sportowców. Celem innego badania (Arede, 2020), które koresponduje z wynikami niniejszej analizy było sprawdzenie wpływu programu treningowego BATAK Pro w połączeniu z regularnym treningiem sportowym na koordynację, w porównaniu z samym treningiem specyficznym dla sportu. Badanie wskazuje, że stosowanie urządzeń oświetleniowych LED, oprócz treningu sportowego, sprzyja wzrostowi zdolności koordynacyjnych. Literatura jednak nie jest do końca zgodna z wynikami analizowanymi w tej pracy. W badaniu Ellisona i in. (2014) przeanalizowano teoretyczne założenie, na którym oparte są urządzenia do badania koordynacji oko-ręka, czyli: czy koordynacja oko-ręka jest zdolnością ogólną. Wyniki wspomnianego badania nie potwierdzają istnienia wspólnej zdolności koordynacyjnej oko-ręka, która może stanowić podstawę działania treningów na urządzeniach do treningu percepcyjno-motorycznego.

W niniejszej pracy nie odnotowano istotnie statystycznych zmian po treningach na **refleksomierzu** w zakresie optymalizacji **pobudzenia** u sportowców gier zespołowych. Brak jest również badań potwierdzających wpływ różnego rodzaju **refleksomierzy** na poziom **pobudzenia**. Może to wynikać z faktu, że trening refleksu nie będzie wpływał na samoregulację **pobudzenia**. Brak pożądanых wyników mógłby świadczyć, że hipoteza odwróconego U jest błędna. Jednostka nie musi doświadczać umiarkowanego poziomu **pobudzenia**, jak proponuje się w hipotezie odwróconego U. Sportowcy nie mają obowiązku mieć wysokiego lub niskiego poziomu **pobudzenia**. Ważne jest, aby sportowcy tworzyli ten sam poziom **pobudzenia** podczas treningów i zawodów. Innymi słowy, wysoki poziom **pobudzenia** może być korzystny, jeśli sportowcy doświadczają go podczas kilku kolejnych sesji szkoleniowych. Możliwe, że podczas treningu na **refleksomierzu** piłkarze ręczni i siatkarze mieli inny poziom **pobudzenia** niż podczas posttestu, stąd pojawiły się rozbieżne wyniki (Movahedi, 2007). O'Connor i Bradley (1988) stwierdzili jednak, że są pewne dowody na poparcie hipotezy odwróconego U dla zadania motorycznego. Zauważają oni, że wiele badań, które potwierdzają hipotezę odwróconego U wykorzystuje próbki nie-sportowców lub początkujących zawodników. Badania te, często nie były związane z zadaniami motorycznymi i oceniano efekty uczenia się, a nie optymalizację **pobudzenia**. W

badaniu własnym uczestniczyli zawodnicy semiprofesjonalni (półprofesjonalni), co mogło wpłynąć na końcowy wynik tego quasi-eksperymentu.

Dociekano także, który trening w większym stopniu usprawni **uwagę, spostrzeganie peryferyjne, koordynację sensomotoryczną i optymalizację pobudzenia**, i czy uzyskane wyniki będą różniły się od grupy kontrolnej. W przypadku **uwagi** nie odnotowano żadnych różnic pomiędzy pierwszym i drugim pomiarem w grupie trenującej na **neurofeedback-EEG, refleksomierzu** i w grupie kontrolnej. Nie można zatem uznać, że zmienna niezależna, jaką był trening percepcyjny, zadziałała, ponieważ wyniki nie różnią się od grupy kontrolnej, która nie była objęta żadnym treningiem. Nie można tym samym mówić o wpływie treningów **neurofeedback-EEG** i na **refleksomierzu na uwagę**. Wiele badań pokazuje jednak skuteczność treningu **neurofeedback-EEG**. W badaniach zaburzeń **uwagi** (Othmer i in., 1999) wykazano skuteczność treningu **neurofeedback-EEG** u 342 dzieci. Poprawa uwagi nastąpiła po około 20 sesjach treningowych, czyli po takiej samej liczbie, jak w przypadku wyników niniejszej pracy. Ponadto w badaniu (Mikicin i in., 2018) osoby w grupie eksperymentalnej oraz kontrolnej poprawiły swoje wyniki w teście **uwagi**. Różnicą pomiędzy badaniami własnymi, a wyżej przytoczonymi był fakt, że badani z grupy eksperymentalnej wykonywali treningi **neurofeedback-EEG**, podczas gdy, grupa kontrolna również ćwiczyła **neurofeedback-EEG**, ale informacja zwrotna nie była związana z faktycznymi działaniami osób badanych. Oznacza to, że sportowcy otrzymywali pozytywną lub negatywną informację zwrotną, niezależnie od tego, czy byli odpowiednio zrelaksowani i skoncentrowani. Prawdopodobnie badani byli przekonani, że jeśli regularnie ćwiczą koncentrację, takie ćwiczenia przyniosą wymierne rezultaty. Wydaje się zatem, że sama koncentracja na ćwiczeniu, nawet przy mylącej informacji zwrotnej, może pomóc poprawić poziom **uwagi** (Kaptchuk, 2006; Colloc, 2005). Jednak niektóre badania (Alkobyia i in., 2018) wskazują, że znaczna część osób badanych nie odnosi korzyści z treningów **neurofeedback-EEG**. Z tego punktu widzenia, istotna jest możliwość wcześniejszego zidentyfikowania osób, u których **neurofeedback-EEG** jest lub nie jest przydatnym treningiem.

**Spostrzeganie peryferyjne oraz koordynacja sensomotoryczna** również nie zmieniły się pod wpływem treningów **neurofeedback-EEG oraz na refleksomierzu** względem grupy kontrolnej. Wyniki badań własnych nie są zgodne z wynikami Tasi in. (2017), które wskazują, że **refleksomierz** jest realnym narzędziem do uzyskiwania szybkich, obiektywnych i ilościowo pożądaných wyników. W innych badaniach (Ellison i in., 2014)

również stwierdzono, że wiarygodne pomiary koordynacji wzrokowo-ruchowej można uzyskać za pomocą SVT (Sport Vision Testing). Wiele dociekań naukowych (Quevedo in., 1999; Vickers, 2007, Balasaheb i in., 2008; Rezaee i in., 2012; Schwab i Memmert, 2012) potwierdza także wpływ treningu funkcji okulomotorycznych na poprawę mechanizmu funkcji wzrokowych w sporcie. Z wyżej wymienionych badań wynika, że trening funkcji wzrokowych powinien być rozpatrywany, jako integralna część treningu sportowca na każdym poziomie zaawansowania sportowego. Pomimo istotnych prac w zakresie propozycji ćwiczeń i treningu funkcji wzrokowych (Wilson i Falker, 2003; Erickson, 2007; Teig, 2015) prawidłowa metodologia programu treningowego kształtowania i poprawy sprawności wzrokowych mechanizmów percepcyjnych nadal pozostaje jedną z aktualnych kwestii rozważań naukowych. W celu zwiększenia efektów treningowych prowadzących do skrócenia okresu kształtowania dyspozycji zawodników w grach zespołowych należy wdrażać programy treningowe ukierunkowane na doskonalenie elementów percepcji wzorkowej.

Wykorzystując serię jednoczynnikowych analiz wariancji w schemacie międzygrupowym, pod wpływem treningu **neurofeedback-EEG** poprawiła się istotnie optymalizacja **pobudzenia** u sportowców gier zespołowych. W grupie **neurofeedback-EEG** odnotowano większy wzrost zmiennej częstości zlewania się ( $p < 0,047$ ) w porównaniu do grupy kontrolnej, w przypadku której nastąpiła destabilizacja pobudzenia. Odnośnie do treningu na **refleksomierzu** nie zostały zauważone żadne zmiany. Można zatem uznać, że trening **neurofeedback-EEG** miał korzystniejszy wpływ na optymalizację **pobudzenia**. Badani szybciej zauważali przejście światła migającego w światło ciągłe w teście na **pobudzenia**. Trening **neurofeedback-EEG** polega na jednoczesnej relaksacji i skupieniu się, czego podstawą właśnie jest optymalizacja **pobudzenia**. Wynik ten jest zgodny z aktualnymi badaniami (Faller i in., 2019). Zakłada się, że stan pobudzenia może znacząco wpłynąć na zdolność do podejmowania optymalnych decyzji, osądów i działań w dynamicznych środowiskach rzeczywistych, czyli takim, jak np. środowisko sportowe.

Czynniki poznawcze pomagają sportowcom w uzyskaniu właściwej percepcji, analizy i odpowiedniego działania w sytuacjach sportowych. Różnice między płciami w czynnościach poznawczych były przedmiotem obszernej literatury (Warrick i Naglieri, 1993), która często pozostawia podstawowe pytania bez odpowiedzi. W badaniu własnym przed treningami (czyli w preteście) nie odnotowano żadnych istotnych różnic pomiędzy kobietami a mężczyznami trenującymi piłkę ręczną w poziomie **uwagi** ogólnej, która

zapewnia celowość i porządek działania, w obliczu mnogości możliwych zachowań. Natomiast po treningach na **refleksomierzu** ( $p = 0,098$ ;  $p = 0,098$ ) wyższy poziom **uwagi** mieli mężczyźni. Nie tylko poprawnie odrzucali niepoprawne odpowiedzi w teście **uwagi**, co powodowało lepsze spostrzeżenie, która figura nie pasuje do reszty, ale również popełniali mniej błędów. Także po treningach **neurofeedback-EEG** ( $p = 0,073$ ;  $p = 0,057$ ) mężczyźni osiągnęli lepsze wyniki w teście **uwagi**. Ich czasy reakcji w teście **uwagi** były szybsze zarówno przy prawidłowych odpowiedziach, jak i przy prawidłowo odrzuconych odpowiedziach. Mężczyźni lepiej wykorzystali oba treningi i poprawili swoją uwagę, jednak różnice pojawiają się tylko na poziomie tendencji statystycznej. Wyniki niniejszej analizy nie są jednakowe z badaniami Warricka i Nagleriego (1993). W badaniu tych autorów dziewczęta znacznie przewyższyły chłopców w zadaniach **uwagi** w klasie 3. oraz w testach planowania w klasie 6. Podobne wyniki uzyskali Solianik i in. (2016) i Aslan i in. (2020), którzy również wskazują na przewagę kobiet nad mężczyznami w poziomie **uwagi**.

Porównując kobiety i mężczyzn trenujących piłkę ręczną pod względem **spostrzegania peryferyjnego**, można zauważyć, że w pierwszym pomiarze kobiety osiągały wyższe wyniki ( $p = 0,042$ ) od mężczyzn. Kobiety nie tylko popełniały mniej błędów w teście **spostrzegania peryferyjnego** niż mężczyźni, ale również miały większą zdolność do podzielności uwagi. Oznacza to, że kobiety lepiej dysponowały zasobami poznawczymi, które w teście **spostrzegania peryferyjnego** musiały zostać podzielone między zadanie **percepcji peryferyjnej** i zadania śledzenia. W drugim pomiarze nie odnotowano żadnych różnic między grupami. Natomiast w różnicach pomiędzy drugim i pierwszym pomiarem w zakresie testu **spostrzegania peryferyjnego** odnotowano 3 wyniki istotne statystycznie – wszystkie po treningach na **refleksomierzu** ( $p < 0,047$ ;  $p < 0,040$ ;  $p < 0,017$ ). Większy wzrost kąta widzenia w lewo oraz wzrost liczby reakcji nieprawidłowych odnotowano u kobiet, zaś wzrost liczby reakcji trafionych po lewej – w grupie mężczyzn. Można więc uznać, że kobiety poprawiły kąt widzenia po treningach na **refleksomierzu**, lecz robiły to kosztem większej liczby błędów w teście **spostrzegania peryferyjnego**. Z badania własnego wynika, że to właśnie mężczyźni lepiej wykorzystali trening na **refleksomierzu** na swoją korzyść. Podsumowując, w preteście kobiety były lepsze w poziomie **spostrzegania peryferyjnego**, jednak to na mężczyzn zadziałał trening zaproponowany w niniejszej analizie. Inni badacze (Williams i Thirer, 1975) również podkreślają, że w spostrzeganiu wzrokowym wśród sportowców nie ma różnic płciowych.

Jeżeli chodzi o **koordynację sensomotoryczną**, w pierwszym pomiarze nie zanotowano żadnych różnic pomiędzy kobietami a mężczyznami. Jednak po treningach na **refleksomierzu** u kobiet poprawił się istotnie poziom zmiennych pomocniczych (odchylenie poziome po 5 minutach i średnia odchylenia poziomego po 5 minutach;  $p = 0,028$ ;  $p = 0,43$ ). Oznacza to, że kobiety miały wyższe rezultaty w poziomie **koordynacji sensomotorycznej**. Piłkarki ręczne okazały się również skuteczniejsze w przypadku różnicy między drugim a pierwszym badaniem w **koordynacji sensomotorycznej** ( $p = 0,046$ ). Warto zwrócić uwagę, że na poziomie tendencji statystycznej różniły się głównie odchylenia standardowe i średnie odchylenia poziomego ( $p = 0,077$ ;  $p = 0,078$ ;  $p = 0,090$ ). Właściwość ta oznacza wartość, która określa, jak dobrze osoba badana może kontrolować ruch poziomy i wpływać na niego, niezależnie od czasu w obszarze idealnym. Należy podkreślić, że nie dość, że kobiety były sprawniejsze od mężczyzn w umiejętnościach koordynacyjnych, to dzięki treningom na **refleksomierzu** poprawiły się one jeszcze w tym zakresie. Istnieje niewiele badań (Chraif i Aniței, 2013), które korespondują z wynikami analizowanymi w tej pracy. Chraif i Aniței (2013) twierdzą, że młode studentki mają istotnie statystycznie wyższe, niż młodzi studenci, zdolności w koordynacji (m.in. kalibracji, korygowania błędów i uczenia się na błędach). W społeczeństwie jednak dziewczęta i kobiety mają znacznie mniej wolnego czasu niż chłopcy i mężczyźni (Chick, 2010; Whiteside i Hardin, 2011). Spowodowane jest to innym procesem socjalizacji dziewczynek i chłopców. W dzieciństwie chłopcy są bardziej biegli niż dziewczynki w manipulowaniu przedmiotami, np. w łapaniu lub kopaniu piłki (Raudsepp i Pääsuke, 1995; van Beurden i in., 2002; Ehl i in., 2005), ponieważ jest to od nich oczekiwane społecznie. Inne badania również przeczą analizowanym tutaj wynikom, ponieważ wskazują na to, że mężczyźni w zadaniach przestrzennych są bardziej skoordynowani niż kobiety (Halpern, 2000). Również Baenninger i Newcombe (1989) podkreślali, że mężczyźni są skuteczniejsi od kobiet w koordynacji wzrokowo-ruchowej, ponieważ są to ich zwykle działania środowiskowe, które wymagają tych umiejętności.

W pracy przeprowadzono również analizę między kobietami a mężczyznami w umiejętności optymalizacji **pobudzenia**. W analizie tych badań odnotowano zarówno w pierwszym, jak i w drugim pomiarze różnice w błędzie pomiarowym częstotliwości zlewania ( $p = 0,058$ ;  $p = 0,027$ ). Błąd ten był większy w grupie mężczyzn, co oznacza, że charakteryzowali się oni mniejszą dokładnością przy wykonywaniu testu mierzącego **pobudzenie**. Błąd pomiaru wynika z różnych źródeł zakłóceń, np.: ze zmiennych

parametrów, z braku koncentracji, motywacji, niepokoju itp. (Goldstone, 1955; Segerstrom i Miller, 2004). Dodatkowo efekt ten po treningach **neurofeedback-EEG** zwiększył się, ponieważ oba błędy pomiarowe (zarówno w migotaniu, jak i zlewania) były niższe w grupie kobiet. Kobiety miały większą umiejętność kontrolowania swojego **pobudzenia**. Sądzoneo (Staniloiu i Markowitsch, 2012), że mężczyźni mogą być łatwiej **pobudzeni** bodźcami emocjonalnymi związanymi z agresją oraz że mogą mieć większe trudności z regulowaniem stanów pobudzenia niż kobiety. Jednak badania Abdoshahi i in. (2020) pokazują, że to właśnie kobiety charakteryzowały się wyższym nieoptymalnym poziomem pobudzenia. Również fakt różnicy w gospodarce hormonalnej u kobiet i mężczyzn będzie w opozycji do wyników badania własnego (Schaal i in., 2011). Warto także się zastanowić nad potencjalnym dużym błędem pomiarowym w częstotliwości zlewania w grupie mężczyzn. Może to wskazywać, że mężczyźni byli słabiej zmotywowani i skoncentrowani do testu mierzącego **pobudzenie**. Mogło to również wynikać z pierwszego spotkania z osobą prowadzącą badania oraz sytuacja testową. Prawdopodobnie, mężczyźni chcieli wyjść na opanowanych i mających luźny stosunek do badania. Natomiast kobiety podeszły do testowania bardziej profesjonalnie.

Porównując siatkarki i piłkarki ręczne podczas pierwszego pomiaru w poziomie **uwagi**, można zauważyć nieznaczną przewagę tych drugich ( $p = 0,095$ ). Uważa się (Mahoney i in., 1987; Thomas i in., 1999), że piłkarki ręczne charakteryzują się większą umiejętnością sterowania **uwagą**. Może być to spowodowane różną dynamiką gry w obu dyscyplinach. Sytuacja w drugim pomiarze uwagi diametralnie się zmieniła. Siatkarki w wyznaczonym czasie ( $p = 0,053$ ;  $p = 0,053$ ) potrafiły wykonać ponadprzeciętnie dużo zadań w teście uwagi, co świadczy o szybkości wykonywania testu. Owe różnice występowały tylko w grupie kontrolnej, zatem żaden z treningów nie poprawił **uwagi**. Między drugim i pierwszym pomiarem wyniki nie wskazują, kto uzyskał lepsze rezultaty. W przypadku piłkarek ręcznych poprawił się czas poprawnych odpowiedzi ( $p < 0,036$ ) – przy takiej samej dokładności wykonywały one zadania szybciej. Piłka ręczna jest bardzo dynamiczną dyscypliną, o wiele szybszą niż siatkówka, dlatego piłkarki ręczne muszą jak najszybciej podjąć prawidłową decyzję na boisku. Potwierdzają to badania Akilana i Mohda (2014), w których porównywali oni szybkość i zwinność w piłce ręcznej i siatkówce. Podkreślono, że szybkość i zwinność odgrywają kluczową rolę w obu dyscyplinach, jednak piłkarze ręczni wykazują się większą szybkością niż siatkarze, ze względu na przerywany charakter meczów i sprint podczas ataku oraz kontrataku podczas gry. Bardziej dokładne okazały się

jednak siatkarki, ponieważ suma poprawnie zaakceptowanych odpowiedzi była wyższa ( $p = 0,048$ ), a suma niepoprawnie odrzuconych odpowiedzi – niższa ( $p = 0,014$ ). Każdy błąd siatkarek prawdopodobnie będzie kosztować je stratę punktów. Inaczej jest w piłce ręcznej, która jest grą na czas (mecz dzieli się na połowy po 30 minut z dziesięciominutową przerwą).

W przypadku pierwszego pomiaru **spozstrzeganie peryferyjne** u siatkarek ręcznych i siatkarek różniło się polem widzenia ( $p = 0,045$ ) oraz kątem widzenia ( $p = 0,026$ ). Wyniki okazały się być wyższe u siatkarek. Z kolei w przypadku zadania na poprawność reakcji ( $p = 0,029$ ) bardziej spostrzegawcze były siatkarki ręczne. Może to wynikać z faktu, że każda siatkarka musi przez cały czas patrzeć uważnie na całe boisko, natomiast siatkarki ręczne mają swoją część boiska, za którą są odpowiedzialne. W przypadku różnicy pomiędzy drugim i pierwszym pomiarem, wyższe wyniki okazały się mieć siatkarki ręczne. Ich pole i kąt widzenia ( $p = 0,032$ ;  $p = 0,024$ ), zostały wzmocnione poprzez trening na **refleksomierzu**. Piłka ręczna to szybki i agresywny sport. Uważa się (Henderson i Hollingworth, 2003), że jest to najszybsza gra drużynowa na świecie, zrozumiałe jest więc, że szybkie i dokładne ruchy oczu są niezbędne do osiągnięcia sukcesu sportowego.

Wyniki badań tu analizowanych wskazują, że siatkarki i siatkarki ręczne miały taki sam poziom (zarówno w preteście jak i postteście) umiejętności **koordynacji sensomotorycznej**. Bycie sportowcem wiąże się z dużymi umiejętnościami koordynacyjnymi. Prawdopodobnie siatkarki jak i siatkarki ręczne były szkolone do profesjonalnych występów sportowych. Wymaga to pracy od najmłodszych lat – odpowiedni wiek na kształtowanie **koordynacji** u dziewczynek wynosi od ośmiu do jedenastu lat (Bodański, 2008).

Siatkarki i siatkarki ręczne nie różniły się również umiejętnością optymalizacji **pobudzenia**, ani w pierwszym pomiarze, ani w drugim. Jednak w przypadku różnicy między drugim i pierwszym pomiarem, to siatkarki ręczne poprawiły swoją umiejętność optymalizacji pobudzenia ( $p = 0,024$ ) dzięki treningom na **refleksomierzu**. Choć obie dyscypliny mogłyby być podobne do siebie pod względem zarządzania energią – są zespołowe, więc nie ma tu sytuacji skupienia się na indywidualności – wyniki okazały się być jednak różne. Dodatkowo sportyżenki prezentowały także podobny poziom sportowy – obie grały w I ligach.

Szukając związków między **uwagą a pobudzeniem**, wyniki niniejszego badania wskazywały na pozytywny związek między tymi właściwościami psychicznymi podczas

pierwszego pomiaru. Im sportowiec miał bardziej optymalne **pobudzenie**, tym szybciej wykonywał test **uwagi**. Należy podkreślić, że związek ten był na poziomie tendencji statystycznej. Potrzebna jest zatem odpowiednia regulacja **pobudzenia**, aby zawodnicy zachowali precyzję i podejmowali właściwą decyzję. Istotne wyniki tego związku ( $r = -0,76$ ;  $r = 0,76$ ) uzyskano w drugim pomiarze, które zostały wzmocnione przez treningi na **refleksomierzu**. Wyniki analizowane w tej pracy wyraźnie pokazują zależność między **uwagą a pobudzeniem**. Przy optymalnym pobudzeniu i wysokim poziomie uwagi, jednostka osiąga najlepsze wyniki, natomiast przy zbyt wysokim lub zbyt niskim pobudzeniu dokładność i szybkość wykonywania może ucierpieć (Mikicin, 2022). Można przypuszczać, że optymalny poziom **pobudzenia** wspiera zdolność sportowca do skupiania **uwagi** na rzeczach istotnych i dokładnego wykonywania pracy. Jak wykazali inni badacze (Eysenck i Calvo, 1992; Eubank i in., 2000), dzięki związkowi optymalnego **pobudzenia i uwagi**, można zapobiec rozproszeniu i koncentracji na groźnych lub potencjalnie nieistotnych wskazówkach, w miejsce wskazówek istotnych. Inni z kolei wskazują (Maxwell, 2000), że zbyt **pobudzeni** sportowcy częściej wykonują ruchy świadomie, a nie automatycznie, co z kolei ma szkodliwy wpływ na sprawność motoryczną w różnych zadaniach wykonywanych we własnym tempie.

Analizując związki pomiędzy optymalizacją **pobudzenia** a **spozrzeganiem peryferyjnym**, wyniki w pierwszym pomiarze wskazują, że im sportowcy mieli bardziej optymalne **pobudzenie**, tym mniej błędów popełniali w teście na **spozreganie peryferyjne** ( $r = 0,445$ ;  $r = 0,041$ ;  $r = 0,274$ ;  $r = -0,349$ ). Związek ten charakteryzuje się również tym, że im bardziej optymalne **pobudzenie** ma sportowiec, tym ma lepszą zdolność do dzielenia uwagi pomiędzy zadaniem percepcji peryferyjnej a zadaniem śledzenia. Można uznać, że istnieje związek między optymalizacją **pobudzenia** a **spozrzeganiem peryferyjnym**. Podczas drugiego pomiaru związek **pobudzenia i spozregania peryferyjnego** został wzmocniony przez trening na **refleksomierzu** ( $r = -0,58$ ) i **neurofeedback-EEG** ( $r = -0,63$ ). Wyniki tu analizowane korespondują z badaniami Rogersa i Landersa (2005), którzy badali obszar pola widzenia u dwóch grup zawodników z optymalnym pobudzeniem, a także z podwyższonym pobudzeniem. Według Janelle i in. (1999) w warunkach wysokiego pobudzenia wzrok staje się bardziej ekscentryczny (oko wykonuje skaczące, niespokojne ruchy, zatem wyklucza to płynność i precyzję ruchów), z większym naciskiem na peryferyjne lokalizacje i bardziej egzogenne sakkady (mimowolne ruchy oka, które wykonywane są podczas obserwowania obiektów). Dowody na działanie



treningów **neurofeedback-EEG** i **refleksomierza** na związek **pobudzenia** i **spostrozenia peryferyjnego** podkreśla jednocześnie fakt, że w grupie kontrolnej związek **pobudzenia** i **spostrozenia** jest odwrotnie proporcjonalny – im bardziej optymalne **pobudzenie**, tym gorsze **spostrozenie**.

Rozpatrując związki pomiędzy optymalizacją **pobudzenia** a **koordynacją sensomotoryczną**, w pierwszym pomiarze nie wykryto żadnych istotnych korelacji. Jednak wyniki w drugim pomiarze wskazują, że trening na **refleksomierzu** umocnił związek ( $r = -0,60$ ) pomiędzy optymalizacją **pobudzenia** a **koordynacją sensomotoryczną** – im sportowiec miał bardziej optymalne **pobudzenie**, tym posiadał wyższy poziom **koordynacji sensomotorycznej**. Po treningach **neurofeedback-EEG** ( $r = -0,63$ ) istniała taka sama zależność jak po treningach na **refleksomierzu**, jednak związek ten był słabszy. Co jest istotne – aby podkreślić dodatkowo siłę treningów – związki w grupie kontrolnej były niespójne. Wyniki badanego związku oznaczały, że im bardziej było optymalne **pobudzenie** sportowca, tym lepiej kontrolował i wpływał on na ruchy od przodu do tyłu, posiadał większą kontrolę i wpływał na ruch przechylający oraz ruch od przodu do tyłu w teście **koordynacji sensomotorycznej**. Badania Görtelmeyer (1982) potwierdzają pozytywny związek **koordynacji sensomotorycznej** z optymalizacją **pobudzenia**.

Chociaż **spostrozenie** i **uwaga** to dwa oddzielne procesy poznawcze, są one ze sobą powiązane. W przypadku pierwszego pomiaru wynik wskazywał ( $r = -0,290$ ), że im sportowcy mieli wyższy poziom **uwagi**, tym mniej błędów popełniali w zadaniach na **spostrozenie peryferyjne**. Dodatkowo mieli oni większą precyzję, co spowodowało więcej trafionych bodźców po prawej stronie. Odnośnie do drugiego pomiaru, związek **spostrozenia peryferyjnego** i **uwagi**, po treningach na refleksomierzu ( $r = -0,69$ ;  $r = -0,64$ ;  $r = -0,68$ ) przedstawia zależność czasu reakcji i dokładności na poziomie istotności statystycznej. Niestety, na podstawie niniejszej analizy, trening **neurofeedback-EEG** osłabił związek między **uwagą** a **spostrozeniem peryferyjnym** ( $r = 0,73$ ;  $r = 0,61$ ;  $r = 0,63$ ;  $r = -0,73$ ;  $r = -0,63$ ;  $r = -0,61$ ;  $r = -0,61$ ;  $r = -0,74$ ;  $r = 0,61$ ;  $r = 0,74$ ). Badania (Radlo i in., 2001) prowadzone wśród sportowców wskazują, że skupienie uwagi wzrokowej na właściwych punktach fiksacji jest warunkowane doświadczeniem i poziomem sportowym. Z kolei w badaniach Savelsbergh i in. (2002) zawodnicy wysokokwalifikowani stosowali skuteczniejszą strategię spostrozenia peryferyjnego, niż w grupie o niższym poziomie sportowym. Strategia polegała na mniejszej liczbie fiksacji na miejscach, w których skupiali wzrok. W analizowanej pracy badani sportowcy byli na poziomie semi-profesjonalnym.

Możliwe, że gdyby w badaniu zostali przebadani sportowcy w pełni profesjonalni, związki między **uwagą** a **spostrozaniem peryferyjnym** byłyby mocniejsze.

Wyniki pierwszego pomiaru analizującego związek między **spostrozaniem peryferyjnym a koordynacją sensomotoryczną** wskazują korelacje odwrotnie proporcjonalną ( $r = 0,289$ ;  $r = 0,274$ ;  $r = -0,333$ ;  $r = -0,291$ ). Im większy jest kąt widzenia po lewej stronie u sportowca, tym mniejsza jest kontrola nad wpływaniem na ruch przechylający w teście **koordynacji sensomotorycznej**. Inaczej było w drugim pomiarze, w którym po treningach **neurofeedback-EEG** i na **refleksomierzu** można było zauważyć proporcjonalny związek pomiędzy **koordynacją sensomotoryczną a spostrozaniem peryferyjnym** ( $r = 0,67$ ;  $r = -0,58$ ;  $r = -0,69$ ;  $r = -0,68$ ;  $r = -0,62$ ;  $r = -0,60$ ;  $r = -0,66$ ;  $r = -0,67$ ;  $r = -0,63$ ;  $r = -0,71$ ;  $r = -0,65$ ;  $r = -0,71$ ). Podsumowując dużą liczbę wyników, można powiedzieć, że im sportowiec ma wyższy poziom **spostrozenia peryferyjnego**, tym ma wyższy poziom **koordynacji sensomotorycznej**. Na korzyść treningów na **refleksomierzu i neurofeedback-EEG** przemawia również fakt, że w grupie kontrolnej związek był odwrotny – im lepsze spostrozenie peryferyjne, tym gorsza koordynacja sensomotoryczna. Badanie Mamana i in., (2011) również wskazuje, że trening spostrozenia wpływa pozytywnie na umiejętności wizualne i koordynacyjne. Jednak, jak wiadomo, w badaniach korelacyjnych, nie jesteśmy w stanie określić co jest przyczyną, a co skutkiem. Odnośnie do związku **spostrozenia peryferyjnego i koordynacji**, można wpływać na niego również odwrotnie, tj. ćwiczeniami koordynacyjnymi na spostrozenie. Na przykład, celem badania du Toita i in. (2007) było ustalenie, czy pewne ćwiczenia koordynacyjne poprawią widzenie. Wspierając wyżej wymienione poglądy, Quevedo i in. (1999) stwierdzili, że trening sportowo-wzrokowy jest grupą technik, które poprawiają funkcje wzroku w celu zwiększenia wyników sportowych poprzez proces, który obejmuje nauczanie zachowań wizualnych wymaganych w praktyce sportowej. Badania ich były prowadzone pod wpływem określonego treningu wzrokowego na wykonanie inicjacji strzelania. Grupa eksperymentalna przeszła program szkolenia strzeleckiego, który obejmował elementy techniczne, fizyczne i psychologiczne, wraz z określonymi ćwiczeniami wizualnymi. Grupa kontrolna realizowała ten sam program z jedną różnicą: ta grupa otrzymywała teoretyczne wykłady na temat technik treningu psychologicznego zamiast ćwiczeń wizualnych.

Zarówno podczas pierwszego, jak i drugiego pomiaru, nie uzyskano żadnych istotnych statystycznie wyników dotyczących związku **uwagi i koordynacji sensomotorycznej**. Analiza tych rezultatów badań nie wykazała, że im sportowiec będzie

bardziej uważny, tym zwiększy się jego **koordynacja sensomotoryczna**. Również Kaplan i in. (1998) nie potwierdzają braku związku między **uwagą a koordynacją sensomotoryczną**. Udowodnili oni w swoich badaniach, że dzieci z problemami motorycznymi często mają problemy z uwagą. Natomiast w badaniu Haryanto i Amra (2020) została wykonana analiza związku między uwagą i koordynacją. Badanie to potwierdza, że koncentracja i koordynacja ręka-oko mają razem wystarczająco silny związek z serwisem backspinów (zagranie rozpoczynające grę z rotacją wsteczną).

## Podsumowanie

Pierwsze dwa pytania badawcze dotyczyły zmiany pewnych procesów psychomotorycznych pod wpływem treningów neurofeedback-EEG i na refleksomierzu. Podsumowując wyniki badań własnych dotyczących treningów neurofeedback-EEG, można stwierdzić, że tylko jedynie uwaga i koordynacja sensomotoryczna istotnie się poprawiły. Wyniki dotyczyły precyzji uwagi i dokładności w warunkach presji czasu. Osoba badana lepiej potrafiła dostosować tempo pracy oraz była bardziej precyzyjna. Odnośnie do koordynacji sensomotorycznej, zawodnicy potrafili lepiej kontrolować ruch oko-ręka-noga. Podsumowując badania na refleksomierzu można stwierdzić, że wyniki poprawiały się aż w trzech obszarach: uwagi, spostrzegania peryferyjnego, a przede wszystkim w koordynacji sensomotorycznej. Treningi na refleksomierzu powodowały, że czasy reakcji malały – zawodnicy po dwudziestu treningach na wykonywali test szybciej, choć nadal poprawnie. W badaniu własnym poziom kąta widzenia w lewo również wzrósł w drugim pomiarze po treningu na refleksomierzu. Zawodnik po treningach na urządzeniu BLINK PRO miał szersze pole widzenia po lewej stronie. Jednak należy podkreślić, iż trening na refleksomierzu sprawdził się najlepiej w poprawie koordynacji sensomotorycznej. Osoby badane po treningach na refleksomierzu miały większe zdolności do kontrolowania i wpływania na ruch poziomy oraz pionowy.

Kolejne pytanie badawcze dotyczyło wpływu treningów na badane zmienne. W kwestii porównania treningów neurofeedback-EEG, na refleksomierzu BLINK PRO i grupą kontrolną, odnotowano tylko poprawę pobudzenia po pierwszym z nich. W grupie neurofeedback-EEG zauważono większy wzrost częstości zlewania się w porównaniu do grupy kontrolnej, w której zmiana była nieznacznie ujemna. Odnośnie do treningu na refleksomierzu nie zostały zauważone żadne zmiany. Jest to jedyny przypadek w całym badaniu, gdzie możemy faktycznie stwierdzić pozytywny wpływ treningu neurofeedback-EEG na pobudzenie u zawodników sportów zespołowych.

Biorąc pod uwagę ewolucyjny podział pracy na myśliwych i zbieraczki oraz utrzymujące się stereotypy związane z płcią w edukacji, odkrycie to niezmiennie podnosi kwestię natury kontra wychowanie (Lombardo i Deaner, 2018). Badania różnic między płciami są często trudne do dostrzeżenia i zawile. W badaniu własnym w kwestii uwagi lepsi okazali się zawodnicy. Dodatkowo dzięki treningom neurofeedback-EEG i na refleksomierzu powiększyli swoją przewagę. Jednak to zawodniczki miały lepsze wyniki w

spostrzeganiu peryferyjnym. Kobiety miały lepszą podzielność między zadaniem percepcji peryferyjnej i zadaniem śledzenia. Jednakże to mężczyźni poprawili się względem kobiet w spostrzeganiu peryferyjnym. Zawodnicy byli bardziej wrażliwi po treningach na refleksomierzu. Można zauważyć, że wyjściowo kobiety były lepsze w poziomie zmiennej spostrzeganie peryferyjne, jednak to na zawodników zadziałały treningi zaproponowane w badaniu. Odnoście do koordynacji sensomotorycznej kobiety miały lepsze rezultaty w tej zmiennej. Dodatkowo dzięki treningom na refleksomierzu poprawiły się one w tym zakresie. Zawodniczki również były skuteczniejsze od mężczyzn w optymalizacji pobudzenia. Efekt ten wzmocnił dodatkowo trening neurofeedback-EEG.

Porównując do siebie zawodniczki piłki ręcznej i siatkówki, można wywnioskować na podstawie badań własnych, że lepiej radziły sobie te pierwsze. Wyniki badania własnego pokazały, że piłkarki ręczne odznaczają się większą szybkością niż siatkarki. Ponadto piłkarki ręczne miały lepsze wyniki w polu widzenia. Poza tym, to właśnie piłkarki ręczne potrafiły wykorzystać trening na refleksomierzu, który pomógł im lepiej optymalizować pobudzenie.

Badania własne potwierdziły prawie wszystkie pozytywne związki między zmiennymi. Im zawodnicy mieli bardziej optymalne pobudzenie, tym ich uwaga, spostrzeganie peryferyjne oraz koordynacja sensomotoryczna była bardziej skuteczna. Dodatkowo badania pokazały, że im zawodnicy mają lepszą uwagę, tym popełniają mniej błędów w zadaniach na spostrzeganie peryferyjne. Istnieje również związek między koordynacją sensomotoryczną a spostrzeganiem peryferyjnym.

Głównym mankamentem badań była mała liczba badanych oraz grupa badana, w której skład wchodził sportowcy amatorzy. Potrzeba więcej badań, aby móc potwierdzić, czy korzyści wynikające z treningu przy użyciu tych nowatorskich treningów są wyższe w porównaniu z innymi podejściami i czy wyniki te można przełożyć na wyniki sportowe. Trenerzy, którzy chcą zmaksymalizować wyniki poprzez skoncentrowaną uwagę, powinni jednak zacząć od pomocy sportowcom w uzyskaniu większej świadomości ich poziomów pobudzenia, które można kontrolować za pomocą umiejętności psychologicznych, takich jak: relaksacja, wizualizacja, wyznaczanie celów, pozytywna autorozmowa, czy skupienie się. Jednakże ustalenia tych badań mogą dać trenerom z danej dyscypliny wiedzę praktyczną i zasugerować im, aby postępowali zgodnie z najnowszymi metodami procesu selekcji i byli bardziej ostrożni podczas procesu identyfikacji talentów. W wielu dyscyplinach sportowych

(np. sportach drużynowych) gracze muszą jednocześnie radzić sobie z obydwoma obciążeniami: fizjologicznymi i poznawczymi. Lepsze zrozumienie interakcji między fizjologią a procesami poznawczymi zachodzącymi podczas ćwiczeń byłyby korzystne dla praktyków, aby doskonalić procedury treningowe, konkurencyjne strategie sportowe i przewidywać szkodliwe konsekwencje wystąpienia zjawisk zmęczenia. Przedstawione wyniki badań mogą być pewną wskazówką dla trenerów, instruktorów, nauczycieli wychowania fizycznego, jak również zawodników będących na etapie szkolenia.

## Wnioski

1. Po treningach neurofeedback-EEG zmienił się poziom uwagi i koordynacji sensomotorycznej u sportowców gier zespołowych.
2. Po treningach na refleksomierzu zmienił się poziom uwagi, spostrzegania peryferyjnego i koordynacji sensomotorycznej u sportowców gier zespołowych.
3. Trening neurofeedback-EEG miał pozytywny wpływ na optymalizację pobudzenia u sportowców gier zespołowych.
4. Piłkarki okazały się być sprawniejsze od piłkarzy w poziomie spostrzegania peryferyjnego, koordynacji sensomotorycznej i optymalizacji pobudzenia.
5. Piłkarki ręczne były skuteczniejsze od siatkarek w takich zmiennych, jak: spostrzeganie peryferyjne i optymalizacji pobudzenia.
6. Istnieje dodatnia korelacja między uwagą a pobudzeniem, pobudzeniem a spostrzeganiem peryferyjnym, pobudzeniem a koordynacją sensomotoryczną, spostrzeganiem peryferyjnym a uwagą i spostrzeganiem peryferyjnym a koordynacją sensomotoryczną u sportowców gier zespołowych.

## Bibliografia

- Abdoshahi, M., Kondric, M., Huang, C. J. (2021). Sex-based differences in cognitive anxiety and felt arousal of elite archers: a field study. *The Journal of general psychology*, s. 1–15. <https://doi.org/10.1080/00221309.2021.2008857>
- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22 (3–4), s. 189–210.
- Abernethy, B. (2001). *Attention*. W; R. N., Singer, H. A., Hausenblas, C. M., Janelle (red.), *Handbook of Sport Psychology* (2nd ed.), New York: John Wiley & Sons, Inc, s. 53–85.
- Abernethy, B., Wood, J. M. (2001). Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation. *Journal of sports sciences*, 19 (3), 203–222. <https://doi.org/10.1080/026404101750095376>
- Allen, J. J., Harmon-Jones, E., Cavender, J. H. (2001). Manipulation of frontal EEG asymmetry through biofeedback alters self-reported emotional responses and facial EMG. *Psychophysiology*, 38 (4), s. 685– 693.
- Allport, D. A. (1980). Attention and Performance. W: G. Claxton (red.), *Cognitive Psychology: New Directions*, London: Routledge & Kegan Paul, s. 112–153.
- Alkoby, O., Abu-Rmileh, A., Shriki, O., Todder, D. (2018). Can We Predict Who Will Respond to Neurofeedback? A Review of the Inefficacy Problem and Existing Predictors for Successful EEG Neurofeedback Learning. *Neuroscience*, 378, s. 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.12.050>
- Akilan, N., Mohd, S. (2014). Comparison of Speed and Agility between Handball and Volleyball Players. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*. Volume 3, Issue 1.
- Andrade, M., Walker, N. (2021). *History of Attention*. *College of the Canyons*. <https://socialsci.libretexts.org/@go/page/54125>
- Anderson, JR. (2004). *Cognitive Psychology and Its Implications* (6th ed.). Worth Publishers. s. 519. ISBN: 978-0-7167-0110-1.
- Anshel M. H. (2000). A Conceptual Model and Implications for Coping with Stressful Events in Police Work. *Criminal Justice and Behavior*, 27 (3), s. 375–400. <https://doi.org/10.1177/0093854800027003006>.
- Anzeneder, C. P., Bösel, R. (1998). Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10 (3), s. 247–267. : <https://doi.org/10.1080/713752275>
- Appelbaum, L. G., Erickson, G. (2016). Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *International Review of Sport and Exercise Psychology* 1–30, <https://doi.org/10.1080/1750984X.2016.1266376>
- Appelbaum, G., Lu, Y., Khanna, R., Detwiler, K. (2016). The Effects of Sports Vision Training on Sensorimotor Abilities in Collegiate Softball Athletes. *Athletic Training & Sports Health Care*; 8 (4), s.154–163.
- Apter, M. J. (1982). *The experience of motivation: The theory of psychological reversals*. New York, NY: Academic Press.
- Arede, J., Carvalho, M., Esteves, P., de las Heras, B., Leite, N. (2021). Exploring the Effects of LED Lighting Training Program on Motor Performance among Young Athletes. *Creativity Research Journal*, 33 (1), s. 63–73, DOI: 10.1080/10400419.2020.1817693.
- Ariel (2012). *Perceptual training: What can be trained? Skill Acquisition in Sport*.



- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG and neuroscience*, 40 (3), s. 180–189. <https://doi.org/10.1177/155005940904000311>
- Aslan, H., Aksoy, Y., İmamoglu, O. (2020). The Effect Of Sports On The Attention Levels Of Primary School Students. *Turkish Journal of Sport and Exercise*. 22, s. 122–126.
- Azemar, G., Stein, J., Rippoll H. (2007). Effects of ocular dominance on eye–hand Coordination in sporting duels. *Sci Sports*, 23, s. 263–277.
- Baenninger, M., Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles: A Journal of Research*, 20 (5–6), s. 327–344. <https://doi.org/10.1007/BF00287729>.
- Bagheri asl, F. (2017). The Effect of Bio/Neurofeedback Training on Performance, Audio and Visual Attention in Elite Shooters. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 6 (3), s. 85–90. <https://doi.org/10.22631/ijaep.v6i3.189>.
- Bahill, A. T., Baldwin, D. G. (2004). The rising fastball and other perceptual illusions of batters. *Biomedical Engineering Principles in Sports*, Hung, G., Pallis J. (red.), Kluwer Academic, s. 257–287.
- Baker, S. N. (2007). Oscillatory interactions between sensorimotor cortex and the periphery. *Current opinion in neurobiology*, 17 (6), s. 649–655. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2008.01.007>.
- Bakhshayesh, A. R., Hänsch, S., Wyschkon, A., Rezai, M. J., Esser, G. (2011). Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *European child & adolescent psychiatry*, 20 (9), s. 481–491. <https://doi.org/10.1007/s00787-011-0208-y>.
- Balasaheb, T.S., Maman, P., Sandhu, J. (2008). *The impact of visual of visual skills training program on batting performance in cricketers*. Psychology
- Barnett, L. M., van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., Beard, J. R. (2008). Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness. *Med Sci Sports Exerc*, 40 (12), s. 137–144
- Barnett, L. M., van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., Beard, J. R. (2010). Gender differences in motor skill proficiency from childhood to adolescence: a longitudinal study. *Research quarterly for exercise and sport*, 81 (2), s. 162–170. <https://doi.org/10.1080/02701367.2010.10599663>
- Barreiros, A., Garganta da Silva, J., Fernandes de Freitas, A., Teixeira da Silva, D., Mendonça da Fonseca, D. (2011). *O que pensam os treinadores portugueses da 1ª liga sobre a importância da intervenção psicológica no Futebol profissional*. Motriz, Rio Claro, 17 (1), jan./mar. 2011, s.128–137.
- Bauer, H., Guttman, G., Leodolter, M., Leodolter, U. (2002) *Manual for the Sensorimotor Coordination Test*. Modling, Austria: Dr. G. Schuhfried GmbH.
- Baumeister, J., Reinecke, K., Liesen, H., Weiss, M. (2008). Cortical activity of skilled performance in a complex sports related motor task. *European Journal of Applied Physiology*, 104, s. 625–631.
- Baumeister, S., Wolf, I., Holz, N., Boecker-Schlier, R., Adamo, N., Holtmann, M., Ruf, M., Banaschewski, T., Hohmann, S., Brandeis, D. (2018). Neurofeedback Training Effects on Inhibitory Brain Activation in ADHD: A Matter of Learning? *Neuroscience*, 378, s. 89–99. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2016.09.025>
- Bazanova, O. M., Mernaya, E. M., Shtark, M. B. (2009). Biofeedback in psychomotor training. Electrophysiological basis [Biofeedback w treningu psychomotorycznym. Podstawa elektrofizjologiczna]. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, (39), s. 437–447.
- Beckerman, S. A., Hitzeman, S. (2001). The ocular and visual characteristics of an athletic population. *Optometry*, 72, s. 498–509.

- Berner, I., Schabus, M., Wienerroither, T., Klimesch, W. (2006). The significance of sigma neurofeedback training on sleep spindles and aspects of declarative memory. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 31 (2), s. 97–114.: <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9013>
- Bernstein, N. A. (1947). *O postroenii dvizhenij* [On the construction of movements], Moscow, Medicine, s. 254.
- Bernstein, N. A. (1966). *Oczerki po fizjologii dwizenij i fizjologii aktiwnosti*. Medicina, Moskva.
- Besserve, M., Philippe, M., Florence, G., Laurent, F., Garnero, L. Martinerie J. (2008). Prediction of performance level during a cognitive task from ongoing EEG oscillatory activities. *Clinical neurophysiology*, 119 (4), s. 897–908.
- Best, J. B., Stanford, C. A. (1983). Gender, grade point average, and test anxiety. *Psychological Reports*, 52 (3), s. 892–894. <https://doi.org/10.2466/pr0.1983.52.3.892>
- Binford, J. R., Loeb, M. (1966). Changes within and over repeated sessions in criterion and effective sensitivity in an auditory vigilance task. *Journal of Experimental Psychology*, 72 (3), s. 339–345. <https://doi.org/10.1037/h0023633>
- Bink, M., Bongers, I. L., Popma, A., Janssen, T. W., van Nieuwenhuizen, C. (2016). 1-year follow-up of neurofeedback treatment in adolescents with attention-deficit hyperactivity disorder: randomised controlled trial. *BJPsych open*, 2 (2), s. 107–115. <https://doi.org/10.1192/bjpo.bp.115.000166>.
- Bloom, B., Krathwohl, D., Bertram, M. (1984). *Taxonomy of educational objectives : the classification of educational goals*. New York: Longman.
- Blume, D. D. (1981). Kennzeichnung koordinativen Fähigkeiten und Möglichkeiten ihrer Herausbildung in Trainingprozess. *Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK*, 22/1, Leipzig, s. 17–41.
- Blume, D. D., Zimmermann, K. (1987). Koordinativen Fähigkeiten. W: *Bewegungslehre – Sportmotorik* (red.), K. Meinel, G. Schnabel. Volk und Wissen, Berlin, s. 242–247.
- Blumenstein, B., Bar-Eli, M., Tenenbaum, G. (2002). *Brain and Body in Sport and Exercise: Biofeedback Applications in Performance Enhancement 1st Edition*; Wiley; 1st edition.
- Bodański, S. (2008). *Struktura i poziom zdolności koordynacyjnych u piłkarzy ręcznych w wieku 17–18 lat*.
- Bressler, S. L., Kelso, J. A. (2001). Cortical coordination dynamics and cognition. *Trends Cogn Sci*. 2001 Jan 1, 5v (1), s. 26–36. DOI: 10.1016/s1364-6613(00)01564-3. PMID: 11164733.
- Bridgeman, B., Hendry, D., Stark, L. (1975). Failure to detect displacement of the visual world during saccadic eye movements. *Vision Research*, 15 (6), s. 719–722. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(75\)90290-4](https://doi.org/10.1016/0042-6989(75)90290-4)
- Brill, M. S. (1980). *Selection in team sports*. *Fizkultura i Sport* [in Russian], s. 26–29.
- Brisswalter, J., Collardeau, M., Arcelin, R. (2002). Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. *Sports Med*, 32, 555–566.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, A. M. Ford, P. R. (2015). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field: Future research directions. *European Journal of Sport Science*, 15, 322–331.
- Brown, T., Jamieson, G., Cooper, N. (2012). Sensori-Motor Rhythm Neurofeedback Increases Fine Motor Skills in Elite Racket Sport Athletes. Conference Abstract: ACNS–2012 *Australasian Cognitive Neuroscience Conference*. DOI: 10.3389/conf.fnhum.2012.208.00022.
- Bruhn, S., Kullmann, N., Gollhofer, A. (2004). The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. *International journal of sports medicine*, 25 (1), 56–60. <https://doi.org/10.1055/s-2003-45228>.

- Brynin, R. I, Farrar, K. L. (1995). The use of proprioceptive exercise in athletic training. *Chiropr Sports Med*, 141–145.
- Brzeziński, J. (2007). *Psychologia. Między teorią, metodą a praktyką. Prace dedykowane Profesorowi Ryszardowi Stachowskiemu w siedemdziesiątą rocznicę urodzin*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Budnik-Przybylska, D., Staniszewski, C. (2018). Doskonalenie koncentracji uwagi w przygotowania zawodnika w strzelectwie. *Strzelectwo sportowe (Nowoczesne rozwiązania treningowe)*, zeszyt 15, Wrocław.
- Burr, D. C., Morrone, M. C. (1996). Temporal impulse response functions for luminance and color during saccades. *Vision Res*, 36, 2069–2078.
- Burton, A. W., Rodgerson, R. W. (2001). New Perspectives on the Assessment of Movement Skills and Motor Abilities. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 18 (4), s. 347–365.
- Cantwell, D. P. (1996). Attention deficit disorder: a review of the past 10 years. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 35 (8), s. 978–987. <https://doi.org/10.1097/00004583-199608000-00008>.
- Carling, C. (2011) Influence of opposition team formation on physical and skill-related performance in a professional soccer team. *European Journal of Sport Science*, 11 (3), s. 155–164, DOI: 10.1080/17461391.2010.499972.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports* (Washington, D.C., 1974), 100 (2), 126–131.
- Castiello, U., Umiltà, C. (1992). Splitting focal attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18 (3), 837–848. Pobrano z: <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.3.837> (12.07.2022).
- Causser, J. (2012). Perceptual training: What can be trained? *Skill Acquisition in Sport*.
- Cheng, M. Y., Hung, C. L., Huang, C. J., Chang, Y. K., Lo, L. C., Shen, C., (2015). Expert-novice differences in SMR activity during dart throwing. *Biological Psychology*. 2015, 110 (2), s. 212–218. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2015.08.003.
- Cherapkina, L. (2012). The neurofeedback successfulness of sportsmen. *J Hum Sport Exerc*, 7 (1), s. 116–127.
- Childers, D., Perry, N. (1971). Alpha-like activity in vision. *Brain Research*, Volume 25, Issue 1.
- Chick, K. A., Sleskar, T. D., Charles, E. P. (2010), A Gender Analysis of NCSS Notable Picture Book Winners: 2006–2008. *Social Studies Research and Practice*, 5 (3), s. 21–35. <https://doi.org/10.1108/SSRP-03-2010-B0002>.
- Chraif, M., Anîtei, M. (2013). Gender Differences in Motor Coordination at Young Students at Psychology. *International Journal of Social Science and Humanity*, 3 (2).
- Chung, S. Y., Seo, J. W., Kim, J. W., Hwang, W. W. (2008). The effects of breath meditation with neurofeedback on memory and concentration of healthy adult volunteers. *J Orient Neuropsychiatry*, 19 (2), s.15–39.
- Chung-Hee, C., Byoung-Jun, K., Chang-Yong, J., Eun-Kyu, C. (2016) Effects of Concentration Training with Brainwave Biofeedback on Tennis Performance. *J Phys Ther Sci*. 2016, 28 (10) 2938–2941.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohn, T. E., Chaplik, D. D. (1991). Visual Training in Soccer. *Perceptual and Motor Skills*, 72 (3). <https://doi.org/10.2466/pms.1991.72.3c.1238>.
- Colloca, L., Benedetti, F. (2005). Placebos and painkillers: is mind as real as matter? *Nature reviews. Neuroscience*, 6 (7), s. 545–552. <https://doi.org/10.1038/nrn1705>.
- Collura, T. (2003). Neurofeedback Approach to Improving at Golf and Other Sports Considerations for the use of neurofeedback protocols and techniques in the improvement of golf and similar sports performance.

- Conde, E., Filgueiras, A., Lacerda, A., Ribeiro, P., Sanchez, T. (2015). The Effects of EEG Neurofeedback Training on the Behavioral Complaints of Soccer Athletes – A Case Study. In Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support (icSPORTS 2015), s. 132–138.
- Coombs, C. H., Dave, R. M., Tversky, A. (1977). *Wprowadzenie do psychologii matematycznej*. Warszawa: PWN.
- Corballis, M. C. (2014). Left brain, right brain: Facts and fantasies. *PLoS Biology*, 12 (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001767>.
- Corbin, C., Corbin, R., Pangrazi, R. (2000). *Health, Fitness, and Physical Activity*. PCPFS Research Digests.
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Holtmann, M., Aggensteiner, P., Daley, D., Santosh, P., Simonoff, E., Stevenson, J., Stringaris, A., Sonuga-Barke, E. J., European ADHD Guidelines Group (EAGG) (2016). Neurofeedback for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: Meta-Analysis of Clinical and Neuropsychological Outcomes From Randomized Controlled Trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 55 (6), s. 444–455. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.03.007>.
- Cortos, A., De Valck, E., Arns, M., Breteler, M. H., Cluydts, R. (2010). An exploratory study on the effects of tele-neurofeedback and tele-biofeedback on objective and subjective sleep in patients with primary insomnia. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 35 (2), s. 125–134. <https://doi.org/10.1007/s10484-009-9116-z>.
- Čotar, S., Ascione, A., Di Palma, D., Agosti, V. (2020). Visual stimuli for improving perceptual-cognitive skills in sport activities: the technology support. *Giornale Italiano di educazione alla salute*. Sport didattica inclusive.
- Coventry, K. R., Hudson, J. (2001). Gender differences, physiological arousal and the role of winning in fruit machine gamblers. *Addiction*, 96, s. 871–879.
- Cratty, B. (1979). *Perceptual and motor development in infants and children*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall
- Czyż, S. (2013). *Nabywanie umiejętności ruchowych. Teoria i praktyka w zarysie*. MWW.
- Dana, A., Rafiee, S., Gholami, A. (2019). The effect of Neurofeedback Training on Working Memory and Perceptual-motor development in Athlete Boys. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research*, 6 (1), s. 34–40. DOI: 10.30476/jrsr.2019.44737.
- Davies, D. R., Parasuraman, R. (1982). *The psychology of vigilance*. New York: Academic Press.
- Davies, D. R., Tune, G. S. (1969). *Human vigilance performance*. American Elsevier.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M., Hasbroucq, T. (2006). Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: an electromyographic analysis. *Neuroscience letters*, 396 (1), s. 54–56. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.11.008>.
- Davranche, K., Pichon, A. (2005). Critical Flicker Frequency Threshold Increment after an Exhausting Exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 27 (4), s. 515–520.
- Deeny, S. P., Hillman, C. H., Janelle, C. M., Hatfield, B. D. (2003). Corticocortical communication and superior performance in skilled marksmen: An EEG coherence analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25 (2), s. 188–204.
- Dekker, M., Van den Berg, B., Denissen, A., Sitskoorn, M., Van Boxtel, G. (2014). Feasibility of eyes open in alpha power training for mental enhancement in elite gymnasts. *Journal of sport science*, 32, s. 1550–1560.
- Demos, J. N. (2005). *Getting started with neurofeedback*. New York: W. W. Norton & Company.
- Dencikowska, A. (2012). *Piłka ręczna*. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Doppelmayr, W. (2011). Effects of SMR and Theta/Beta Neurofeedback on Reaction Times, Spatial Abilities, and Creativity. *Journal of Neurotherapy Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience Volume 15*, 2011 – Issue 2.

- Duda, H. (2011). *Uwarunkowania osobnicze działań w grze sportowej – rozważania teoretyczno-aplikacyjne* (red H. Zdebska), AWF Wrocław.
- Duffy, E. (1957). *The psychological significance of the concept of “arousal” or “activation”*. *Psychological Review*, 64 (5), s. 265–275. Pobrano z: <https://doi.org/10.1037/h0048837> (12.07.2022).
- Duffy, E. (1962). *Activation and behavior*. Wiley.
- Duffy, F. H., McAnulty, G. B., Jones, K., Als, H., Albert, M. (1993). *Brain electrical correlates of psychological measures: Strategies and problems*. *Brain Topography*, 5, s. 399–412.
- Duława, M. (2016). *Piłka ręczna*. Seria Sport.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113 (4), s. 501–517. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.113.4.501>.
- Duncan, J., Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96 (3), s. 433–458. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.3.433>.
- Dupee, M., Werthner, P. (2011) Managing the Stress Response: The Use of Biofeedback and Neurofeedback with Olympic Athletes. *Biofeedback*. Vol. 39, No. 3, pp. 92–94. <https://doi.org/10.5298/1081-5937-39.3.02>.
- du Toit, J., Krüger, P., Neves, R. (2007). *Exercise, performance and sports vision testing*. African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance (AJPHERD), s. 140–149.
- Easterbrook, J. A. (1959). The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, 66 (3), s. 183–201. <https://doi.org/10.1037/h0047707>.
- Egner, T., Gruzelier, J. H. (2001). Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans. *NeuroReport*, 12 (18), s. 4155–4159. <https://doi.org/10.1097/00001756-200112210-00058>.
- Ehl, T., Robertson, M., Langendorfer, S. (2005). Does the throwing „gender gap” occur in Germany? *Res. Q. Exerc. Sport*, 76, s. 488–493. [10.1080/02701367.2005.10599322](https://doi.org/10.1080/02701367.2005.10599322).
- Eliasz, A. (1981). *Temperament a system regulacji stymulacji*, PWN, Warszawa.
- Ellison, P. H., Sparks, S. A., Murphy, P. N., Carnegie, E., Marchant, D. C. (2014). Determining eye-hand coordination using the sport vision trainer: an evaluation of test-retest reliability. *Research in sports medicine (Print)*, 22 (1), s. 36–48. <https://doi.org/10.1080/15438627.2013.852090>.
- Ellison, P., Kearney, P., Sparks, S., Murphy, P., Marchant, D. (2018). Further evidence against eye-hand coordination as a general ability. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13 (5), s. 687–693. <https://doi.org/10.1177/1747954117747132>.
- Ellison, P. S. Sparks, A., Murphy, P., Carnegie, E., Marchant, D. (2004). *Determining Eye-Hand Coordination Using the Sport Vision Trainer: An Evaluation of Test-Retest Reliability* s.36–48. <https://doi.org/10.1080/15438627.2013.852090>.
- Erickson, G. (2020). *Sports Vision Care for the Enhancement of Sports Performance*. Elsevier – Health Sciences Division, 2020.
- Eubank, M., Collins, D., Smith, N. (2000). The influence of anxiety direction on processing bias. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 22, s. 292–306.
- Eysenck, H. J., Nias, D. K., Cox, D. N. (1982). Sport and personality. *Advances in Behaviour Research and Therapy*. 4 (1), s. 1–56. [https://doi.org/10.1016/0146-6402\(82\)90004-2](https://doi.org/10.1016/0146-6402(82)90004-2).
- Eysenck, M. W., Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6 (6), s. 409–434. <https://doi.org/10.1080/02699939208409696>.
- Falcetti, C., Esterow, G. (2008). *The Vision Care Institute™, LLC Helps 2008 U.S. Olympic Hopefuls and Athletes See Gold Through its New AchieveVision™ Program: New State-Of-The-Art Vision Program to Optimize Vision of U.S. Athletes*. In press release – Jacksonville, FL: The Vision Care Institute™, LLC, a Johnson + Johnson company.

- Falkowski, A. (2000). *Spostrzeganie jako mechanizm tworzenia doświadczenia za pomocą zmysłów*. W: J. Strelau (red.), *Psychologia, Podręcznik akademicki*, s. 25–55. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
- Faller, J., Cummings, J., Saproo, S., Sajda, P. (2019). Regulation of arousal via online neurofeedback improves human performance in a demanding sensory-motor task: Correction. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116 (13), s. 1.
- Faridnia, M., Shojaei, M., Rahimi, A. (2012). The effect of neurofeedback training on the anxiety of elite female swimmers. *Annals of Biological Research*, 3, s. 1020–1028.
- Farzaneh, B. Asl. (2017). The Effect of Bio/Neurofeedback Training on Performance, Audio and Visual Attention in Elite Shooters. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 6 (3), s. 85–90.
- Fernandez-Duque, D., Johnson, M. L. (1999). Attention metaphors: How metaphors guide the cognitive psychology of attention. *Cognitive Science*, 23, s. 83–116.
- Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho E Silva, M. J., Malina, R. M. (2009). Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of sports sciences*, 27 (9), s. 883–891. <https://doi.org/10.1080/02640410902946469>.
- Fischera, S., Hawkesb, E. (2015). 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015).
- Fitts, P. M., Peterson, J. R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 67 (2), s. 103–112. <https://doi.org/10.1037/h0045689>.
- Ford, J. L., Ildefonso, K., Jones, M. L., Arvinen-Barrow, M. (2017). Sport-related anxiety: current insights. *Open access journal of sports medicine*, 8, s. 205–212. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S125845>.
- Formenti, D., Duca, M., Trecroci, A. (2019). *Perceptual vision training in non-sport-specific context: effect on performance skills and cognition in young females*. *Sci Rep* 9, 18671 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55252-1>.
- Fortenbaugh, F. C., DeGutis, J., Germine, L., Wilmer, J. B., Grosso, M., Russo, K., Esterman, M. (2015). Sustained Attention Across the Life Span in a Sample of 10,000: Dissociating Ability and Strategy. *Psychological Science*, 26 (9), s. 1497–1510. <https://doi.org/10.1177/0956797615594896>.
- Frączek, K. (2009). Wpływ specjalnych ćwiczeń koordynacyjnych na postępy w opanowaniu podstawowych umiejętności siatkarskich. (W): *Akademicka kultura fizyczna na przełomie stuleci. Tom 3. Sprawność fizyczna*. Uniwersytet Rzeszowski. Rzeszów.
- Frączek, K. (2012). *Przygotowanie motoryczne siatkarza: podstawy teoretyczne, przykłady ćwiczeń*. Krosno: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa.
- Gabbett, T. J., (2003). Incidence of injury in semi-professional rugby league players. *British journal of sports medicine*, 37 (1), s. 36–44. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.1.36>.
- Gabbett, T. J., Kelly, J. N., Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal of strength and conditioning research*, 22(1), s. 174–181. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815ef700>.
- Garnefski, N., Kraaij, V., (2018). Specificity of relations between adolescents' cognitive emotion regulation strategies and symptoms of depression and anxiety. *Cognition and Emotion*, 32 (7), s. 1401–1408, DOI: 10.1080/02699931.2016.1232698.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R., Mangun, G. (2010). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*, s. 96–146.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O. (2009). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 2009, 50 (7), s. 780–89.

- Gierczuk, D., Bujak, Z. (2004). Reliability and Accuracy of Batak Lite Tests Used for Assessing Coordination Motor Abilities in Wrestlers. *Polish Journal of Sport and Tourism* 21 (2). DOI: 10.2478/pjst-2014-0007.
- Gierczuk, D., Bujak, Z., Cieśliński, I., Lyakh, V., Sadowski, J. (2018). Response Time and Effectiveness in Elite Greco-Roman Wrestlers Under Simulated Fight Conditions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Volume 32 – Issue 1. 2, s. 3433–3440
- Giglia, G., Brighina, F., Zangla, D., Bianco, A., Chiavetta, E., Palma, A., Fierro, B. (2011). Visuospatial attention lateralization in volleyball players and in rowers. *Perceptual and motor skills*, 112 (3), s. 915–925. [https://doi.org/10.2466/05.22.27.PMS.112.3.915–925](https://doi.org/10.2466/05.22.27.PMS.112.3.915-925).
- Gil-Arias, A., Moreno, M., García-Mas, A., Moreno, A., García-González, L., Del Villar, F. (2016). Reasoning and Action: Implementation of a Decision-Making Program in Sport. *The Spanish Journal of Psychology*, 19, s. 60. DOI:10.1017/sjp.2016.58.
- Golby, J., Sheard, M. (2004). Mental toughness and hardiness at different levels of rugby league. *Personality and Individual Differences*, 37 (5), s. 933–942. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.10.015>.
- Goldstone, S. (1955). Flicker fusion measurements and anxiety level. *Journal of Experimental Psychology*. 49(3), 200–202. <https://doi.org/10.1037/h0043393>
- Gómez-López, M., Ruiz-Sánchez, V., Granero-Gallegos, A. (2019). Analysis of the prediction of motivational climate in handball players' fear of failure. *Int. J. Environ. Res. Public Health*.
- Goodale, M. A., Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in neurosciences*, 15 (1), s. 20–25. [https://doi.org/10.1016/0166–2236\(92\)90344–8](https://doi.org/10.1016/0166-2236(92)90344-8).
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, J., Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International journal of sports medicine*, 26 (3), s. 225–232. [https://doi.org/10.1055/s-2004–820974](https://doi.org/10.1055/s-2004-820974).
- Gould, D., Dieffenbach, K., Moffett, A. (2002). Psychological Characteristics and Their Development in Olympic Champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14:3, s. 172–204, DOI: 10.1080/10413200290103482.
- Görtelmeyer, R. (1982). Experimental Comparison of Four Methods Used for Measuring the CFF in Healthy Volunteers. W: H. Ott, et al. (red.), *Flicker Techniques in Psychopharmacology*, Weinheim: Beltz-Verlag, s. 76–89.
- Grabowski, A. (2018). *Okulistyka*. Wrocław: Edra Urban & Partner.
- Gracz, J., Sankowski, T. (2000). *Psychologia aktywności sportowej*. AWF Poznań.
- Green, D. i Swets, J. (1966). *Signal detection theory and psychophysics*. New York: Wiley.
- Gregory, L. (2007). *Stany nagłe w neurologii: od objawu do rozpoznania*, Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Griffiths, G. (2002) Eye speed, motility and athletic potential. *Optometry Today Volume*. 42. Issue. 12, s. 34–37.
- Gromeier, M, Koester, D., Schack, T. (2017). Gender Differences in Motor Skills of the Overarm Throw. *Front. Psychol.* 8 (212). DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00212.
- Grosprêtre, S., Ruffino, C., Lebon, F. (2016). Motor imagery and cortico-spinal excitability: A review. *European journal of sport science*, 16 (3), s. 317–324. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1024756>.
- Gruzelier, J. H. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. I: a review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 44, s. 124–141. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.09.015>.
- Grządziel, G., Lyakh, W. (2000). *Piłka siatkowa. Podstawy treningu – zasób ćwiczeń*. COS Warszawa.
- Grządziel, G., Szade, D., Nowak, B. (2012). *Piłka siatkowa*, Wydawnictwo AWF Katowice.
- Grzybowska, E. B. (2013). Propriocepcja – zmysł, który (nie zawsze) pozwala czuć siebie. *Integracja Sensoryczna*, nr 1.

- Gunkelman, J. D., Johnstone, J. (2005). Neurofeedback and the Brain. *J. Adult Dev* 12, s. 93–98. <https://doi.org/10.1007/s10804-005-7024-x>.
- Gwin, J. T., Gramann, K., Makeig, S., Ferris, D. P. (2011). Electro cortical activity is coupled to gait cycle phase during treadmill walking. *NeuroImage*. 54, s. 1289–1296. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2010.08.066.
- Hadlow, S. M., Panchuk, D., Mann, D. L., Portus, M. R., Abernethy, B. (2018). Modified perceptual training in sport: A new classification framework. *Journal of science and medicine in sport*, 21 (9), s. 950–958. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.011>.
- Hagemann, N., Schorer, J., Cañal-Bruland, R. (2010). Visual perception in fencing: Do the eye movements of fencers represent their information pickup? *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, s. 2204–2214. <https://doi.org/10.3758/BF03196695>.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities* (3rd ed.). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hanin, Y. L. (2003). *Performance related emotional states in sport: a qualitative analysis*. Paper presented at the Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research.
- Hanin, Y. (1997). *Emotions and athletic performance: Individual zones of optimal functioning model*. *European Yearbook of Sport Psychology*, 1, s. 29–72.
- Hammond, D. C. (2005). Neurofeedback with anxiety and affective disorders. *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, 14 (1), <https://doi.org/10.1016/j.chc.2004.07.008>.
- Hardy, L. (1990). A catastrophe model of anxiety and performance. W: J. G. Jones, L. Hardy (red.), *Stress and performance in sport*, Chichester: Wiley, s. 81–106.
- Hardy, L., Parfitt, G. (1991). A catastrophe model of anxiety and performance. *British Journal of Psychology*, 82 (2), s. 163–178. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1991.tb02391.x>.
- Hardy, J., Drescher, D., Sarkar, K. (2012). Enhancing visual attention and working memory with a web-based cognitive training program. *Mensa Research Journal*, 42 (2).
- Harle, S. K., Vickers, J. N. (2001). Training Quiet Eye Improves Accuracy in the Basketball Free Throw. *The Sport Psychologist*, 15(3), s. 289–305.
- Haryanto, J., Amra, F. (2020). The relationship of concentration and eye-hand coordination with accuracy of backhand backspin serve in table tennis.
- Hatfield, B. D., Hauflar, A. (2006). *A cognitive neuroscience perspective on sport performance*. T. W. Spalding.
- Hatfield, B. D., Hillman, C. H. (2001). The psychophysiology of sport. W: R. N. Singer, H. A. Hausenblas & C. M. Janelle (red.), *The handbook of research on sport psychology* (2nd ed.), New York: John Wiley, s. 319–339.
- Hatfield, B. D., Landers, D. M., Ray, W. J. (1984). Cognitive processes during self-paced motor performance: An electroencephalographic profile of skilled marksmen. *Journal of Sport Psychology*, 6 (1), s. 42–59.
- Hebb, D. O. (1955). Drives and the C. N. S. (conceptual nervous system). *Psychological Review*, 62 (4), s. 243–254. <https://doi.org/10.1037/h0041823>.
- Hee Byoung-Jung, C., Jang C., Eun-Kyu, C., (2001). Effects of Concentration Training with Brainwave. Biofeedback on Tennis Performance. *The Journal of education research*.
- Henderson, J., Hollingworth, A. (2003), Eye movements and visual memory: Detecting changes to saccade targets in scenes. *Perception & Psychophysics*, 65, s. 58–71.
- Hijazi, M. (2013). Attention, Visual Perception and their Relationship to Sport Performance in Fencing. *Journal of Human Kinetics*, 39 (1), s. 195–201. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0082>.
- Hill, B. D., Taylor, S. E., Beach, J. D. (2019). Attention in sport. W: M. H. Anshel, T. A. Petrie, J. A. Steinfeldt (red.), *APA handbooks in psychology series*. APA handbook of sport and exercise psychology, Vol. 1. *Sport psychology*, American Psychological Association, s. 259–271). <https://doi.org/10.1037/0000123-014>.



- Hillard, B., El-Baz, A. S., Sears, L., Tasman, A., Sokhadze, E. M. (2013). Neurofeedback training aimed to improve focused attention and alertness in children with ADHD: a study of relative power of EEG rhythms using custom-made software application. *Clinical EEG and neuroscience*, 44 (3), s. 193–202. <https://doi.org/10.1177/1550059412458262>.
- Hoedlmoser, K., Pecherstorfer, T., Gruber, G., Anderer, P., Doppelmayr, M., Klimesch, W., Schabus, M. (2008). Instrumental conditioning of human sensorimotor rhythm (12–15 Hz) and its impact on sleep as well as declarative learning. *Sleep*, 31 (10), s.1401–1408.
- Hoffman, J. R. (2020). Evaluation of a Reactive Agility Assessment Device in Youth Football Players. *Journal of strength and conditioning research*, 34 (12), s. 3311–3315. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003867>.
- Hu, K., Zhang, X., Gu, Y., Wang, Y. (2014). Fusing target information from multiple views for robust visual tracking. *IET Computer Vision*, 8, 2, s. 86–97.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior: an introduction to behavior theory*. Appleton-Century.
- Imas, Y., Borysova, O., Dutchak, M., Shlonska, O., Kogut, I., Marynych. (2018). Technical and tactical preparation of elite athletes in team sports (volleyball). *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 2018. 18 (2), art 144, s. 972–979.
- Ivaskevych, D., Borysova, O., Fedorchuk, S., Tukaityna, S., (2019). Association between competitive anxiety, hardiness, and coping strategies: a study of the national handball team *Journal of Physical Education and Sport ® (JPES)*, 20 (Supplement issue 1), Art 51, s. 359–365.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibáñez, J., Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European journal of applied physiology*, 87(3), s. 264–271. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0628-y>.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. 2 vols. Dover Publications
- Janelle, C. M. (2002). Modification of visual attention parameters under conditions of height-ened anxiety and arousal. *Journal of Sports Sciences*, 20, s. 237–251.
- Janelle, C. M., Singer, R. N., Williams, A. M. (1999). External distraction and attentional narrowing: Visual search evidence. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 21, s. 70–91.
- Jarvis, M. (2003). *Psychologia sportu*. Gdańsk: GWP.
- Jaśkowski, P. (2009). *Neuronauka poznawcza*. Vizja Press.
- Jäncke, L. (2009). The plastic human brain. *Restorative neurology and neuroscience*, 27 (5), s. 521–538. <https://doi.org/10.3233/RNN-2009-0519>.
- Jirsa, V. K., Kelso, J. A. S. (2005). The excitator as a minimal model for the coordination dynamics of discrete and rhythmic movement generation. *J. Mot Behav*. 2005, 37 (1), s. 35–51. DOI: 10.3200/JMBR.37.1.35-51.
- Jodzio, K. (2018). Neuropsychologiczne badania funkcji wykonawczych u schyłku życia. *Psychologia rozwojowa*, tom 13, nr 1, s. 13–24.
- Johnston, W. A., Dark, V. J. (1982). In defense of intraperceptual theories of attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8 (3), s. 407–421. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.8.3.407>.
- Johnston, W. A., Heinz, S. P. (1979). Depth of nontarget processing in an attention task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5 (1), 168–175. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.5.1.168>.
- Joniak, G., Joniak, W. (2010). *Biofeedback i inne techniki terapii psychopedagogicznej. Materiały szkoleniowe pracowni technik poradni psychopedagogicznej*. Landzmiarz.
- Jung, R., Dietz, V. (1976). Übung und Seitendominanz der menschlichen Willkürmotorik. Zur Programmierung der Stoss- und Wurfbewegung im Rechts-Links-Vergleich [Training and dominance in human voluntary movements. Right-left-comparisons of putting and throwing

- programs (author's transl)]. *Archiv fur Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 222 (2–3), 87–116. <https://doi.org/10.1007/BF02206612>.
- Juras, G., Waśkiewicz, Z. (1998). Czasowe, przestrzenne oraz dynamiczne aspekty koordynacyjnych zdolności motorycznych. *Studia nad motorycznością ludzką*, 3, AWF, Katowice.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kaiser, D. A. (2006). What is quantitative EEG? *Journal of Neurotherapy*, 10 (4), s. 2536.
- Kamiński, A. (1974). *Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej*. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław.
- Kaplan, B. J., Wilson, B. N., Dewey, D. M., Crawford, S. G. (1998). DCD may not be a discretedisorder. *Human Movement Science*, 17, s. 471–490.
- Kaptchuk, T. J., Stason, W. B., Davis, R. B., Legedza, A. R., Schnyer, R. N., Kerr, C. E., Stone, D. A., Nam, B. H., Kirsch, I., Goldman, R. H. (2006). Sham device v inert pill: randomised controlled trial of two placebo treatments. *BMJ (Clinical research ed.)*, 332 (7538), s. 391–397. <https://doi.org/10.1136/bmj.38726.603310.55>.
- Kavussanu, M., Crews, D. J., Gill, D. L. (1998). The effects of single versus multiple measures of biofeedback on basketball free throw shooting performance. *International Journal of Sport Psychology*, 29 (2), s. 132–144.
- Keihani, M., Mirifar, A., Hashemian, P., Farrokhi, A. (2013). The effect of neurofeedback training on competitive state-anxiety track and field athletics. *Journal of Fundamentals of Mental Health*, 15 (59), s. 225–232. DOI: 10.22038/jfmh.2013.1896.
- Keizer, A. W., Verment, R. S., Hommel, B. (2010). Enhancing cognitive control through neurofeedback: a role of gamma-band activity in managing episodic retrieval. *NeuroImage*, 49 (4), s. 3404–3413.: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.11.023>.
- Keogh, J., Sugden, D. (1985). *Movement Skill Development*. Macmillan.
- Kerkhoff, G. (2000). Neurovisual rehabilitation: recent developments and future directions. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 68, s. 691–706. doi: 10.1136/jnnp.68.6.691.
- Kerkhof, G. A., Van der Schaaf, T. W., Korving, H. J. (1980). Auditory signal detection: Effects of long-term practice and time on task. *Perception & Psychophysics*, 28 (1), s. 79–81. z: <https://doi.org/10.3758/BF03204319>.
- Kerr, B., Condon, S. M., McDonald, L. A. (1985). Cognitive spatial processing and the regulation of posture. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 11 (5), s. 617–622. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.11.5.617>.
- Kerr, J. H., Cox, T. (1988) Effects of telic dominance and metamotivational state on squash task performance. *Perceptual and Motor Skills*, 67, s. 171–174.
- Kiss, B., Balogh, L. (2019). A study of key cognitive skills in handball using the Vienna test system. *Journal of Physical Education and Sport ® (JPES)*, 19 (1), Art .105, 2019, s. 733– 41.
- Klingenhöfer, S., Bremmer, F. (2011). Saccadic suppression of displacement in face of saccade adaptation. *Vision Res.*, 51 (8), s. 881–889. DOI: 10.1016/j.visres.2010.12.006.
- Knight, G. P., Guthrie, I. K., Page, M. C., Fabes, R. A. (2002). Emotional arousal and gender differences in aggression: A meta-analysis. *Aggressive Behavior*, 28 (5), s. 366–393. <https://doi.org/10.1002/ab.80011>.
- Knudson, D., Kluka, D. (1997). The Impact of Vision and Vision Training on Sport Performance, *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 68 (4), s. 17–24, DOI: 10.1080/07303084.1997.10604922.
- Kosakowski, M. (2021). Wpływ różnorodności emocjonalnej (emodiversity) na reakcje układu sercowo-naczyniowego w sytuacji interpersonalnego konfliktu o zasoby. Analiza stanów emocjonalnych i cech w ujęciu teorii poliwalgalnej. Praca doktorska. UAM: Poznań.
- Kostiukow, A., Kulaga, E., Samborki, W., Rostowska, E. (2014). *Rozwój badań nad koordynacją ruchową człowieka*. E-Wydawnictwo NCBKF, s. 16–20.

- Koush, Y., Rosa, M. J., Robineau, F., Heinen, K., Rieger, S. (2013). Connectivity-based neurofeedback: Dynamic causal modeling for real-time fMRI. *Neuroimage*, 2013, 1 (81), s. 422–430.
- Kulka, D., Love, P., Hammack, K, Wesson, M. (1996). The effect of a visual skills training program on selected female intercollegiate volleyball athletes. *International Journal of Sports Vision*, 3, s. 22–25.
- Kumar, P. (2010). *Pay attention to the things that bring you success. The economic times*.
- Laby, D. M., Kirschen, D. G., Govindarajulu, U., DeLand, P. (2019). *The Effect of Visual Function on the Batting Performance of Professional Baseball Players. Scientific reports*, 9 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52546-2>.
- Laferi, T. (2004). Szybkość i dokładność spostrzegania a skuteczność działań siatkarzy podczas gry. *Sport Wyczynowy*, 1/2, s. 33–39.
- Lage, G. M., Gallo, L. G., Cassiano, G. J., Lôbo, I. L., Vieira, M. V., Salgado, J. V., Fuentes, D., Malloy-Diniz, L. F. (2011). *Hu. Psychology*, 2, 721–726.
- Lambourne, K., Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*, 1341, s. 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.03.091>.
- Landers, D. M. (1985). Psychophysiological assessment and biofeedback: Applications for athletes in closed-skills sports. W: J. H. Sandweiss, S. L. Wolf (red.), *Biofeedback and sports sciences*, s. 63–105. New York: Plenum Press.
- Landers, D. M., Petruzzello, S. J. (1994). *Physical activity, fitness, and anxiety*. In Bouchard, C. R., Shephard, J., Stephens, T. (red.), s. 868–882. Human Kinetics Publishers.
- Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Salazar, W., Crews, D. J., Kubitz, K. A., Gannon, T. L., Han, M. (1991). The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers. *Medicine and science in sports and exercise*, 23 (1), s. 123–129.
- Latash, M. (2008). Neurophysiological Basis of Movement. *Human Kinetics*, s. 427.
- Lehrl, S., Fischer, B. (1988). The basic parameters of human information processing: their role in determination of intelligence. *Personality and Individual Differences*, s. 9, 883–896.
- Lens, A. L., Coyne, N., Ledford, J. (2020). *Anatomia i fizjologia narządu wzroku*. Wydawnictwo: Górnicki.
- Li, M., Zheng, C., Sato, T., Kawada, T., Sugimachi, M., Sunagawa, K. (2004). Vagal nerve stimulation markedly improves long-term survival after chronic heart failure in rats. *Circulation* 109, s. 120–124.
- Lienert, G. A., Raatz, U. (1994). *Testaufbau und Testpraxis*. Weinheim: Beltz.
- Livesey, D., Keen, J., Rouse, J., White, F. (2005). The relationship between measures of executive function, motor performance and externalising behaviour in 5- and 6-year-old children. *Human Movement Science*, 25 (1), 2006, s. 50–64, ISSN: 0167–9457. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.10.008>.
- Liviotti, G., Lobietti, R., Fantozzi, S., Merni, F. (2007). Reaction time in volleyball block: a biomechanical analysis. *En, Book of Abstracts X International Scientific Conference of Sport Kinetics*, s. 44. Belgrado, Sport Kinetics University.
- Ljach, W. I. (1983). Ponjatja koordinacionnyje sposobnosti i łowkost. Teorija i Praktika. *Fiziczeskoj Kultury*, no. 8.
- Ljach, W. (1998). *Tests in physical education of students*. Moskwa. [in Russian].
- Logemann, H. N., Lansbergen, M. M., Van Os, T. W., Böcker, K. B., Kenemans, J. L. (2010). The effectiveness of EEG-feedback on attention, impulsivity and EEG: a sham feedback controlled study. *Neuroscience letters*, 479 (1), s. 49–53. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.05.026>.
- Lombardo, M., Deaner, R. (2018). On The Evolution of The Sex Differences in Throwing: Throwing is a Male Adaptation in Humans. *The Quarterly Review of Biology*, 93 (2), s. 91–119.

- Loo, S. K., Makeig, S. (2012). Clinical utility of EEG in attention-deficit/hyperactivity disorder: a research update. *Neurotherapeutics: the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 9 (3), s. 569–587. <https://doi.org/10.1007/s13311-012-0131-z>.
- Lopes, A. D., Hespagnol Júnior, L. C., Yeung, S. S., Costa, L. O. (2012). What are the main running-related musculoskeletal injuries? *A Systematic Review. Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42 (10), s. 891–905. <https://doi.org/10.1007/BF03262301>.
- Loran, D., Griffiths, G. (2001). Visual performance and soccer skills in young players. *Optometry Today*, v. 41, s. 32–34.
- Lau, T. M., Gwin, J. T., Ferris, D. P. (2012). How many electrodes are really needed for EEG-based mobile brain imaging? *Journal of Behavioral and Brain Sciences*. 2, s. 387–393. DOI: 10.4236/jbbs.2012.23044.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., Okely, A. D. (2010). *Fundamental movement skills in children and adolescents. Sports Med.*, 40 (12), s. 1019–1035.
- Lubar, J. F., Bahler, W. W. (1976). Behavioral management of epileptic seizures following EEG biofeedbacktraining of the sensorimotor rhythm. *Biofeedback and Self Regulation*, 7, s. 77–104.
- Luo, D. G., Xue, T., Yau, K. W. (2008). How vision begins: An odyssey. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (29), s. 9855–9862. <https://doi.org/10.1073/pnas.0708405105>.
- Luria, A. R. (1966). *Higher cortical functions in man*. Basic Books.
- Łuczak, A. (2005). Wiedeński System Testów w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych. *Bezpieczeństwo pracy*, 2.
- Mandryk, R., Dielschneider, S., Kalyn, M., Bertram, Ch., Gaetz, M., Doucette, A., Taylor, B., Pritchard Orr, A, Keiver, K. (2013). *Games as neurofeedback training for children with FASD. In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. ACM, s. 165–172.
- Magill, R. A. (2007). *Motor learning and control: Concepts and applications (8th edition)*, McGraw-Hill, New York, NY.
- Mahoney, M. J., Gabriel, T. J., Perkins, T. S. (1987). Psychological skills and exceptional athletic performance. *The Sport Psychologist*, 1 (3), s. 181–199.
- Makepeace, T., Young, B. W., Rathwell, S. (2021). Masters Athletes' Views on Sport Psychology for Performance Enhancement and Sport Lifestyle Adherence, *The Sport Psychologist*, 35(3), 200-212.
- Makowiec, P. (2020) Influence of unwanted thoughts about other people on drivers' attention processes. *Pedagogy and Psychology of Sport [online]*. T. 6, nr 2, s. 147–158. DOI: 10.12775/PPS.2020.06.02.014
- Malmo, R. B., Davis, J. F. (1956). Physiological gradients as indicants of "arousal" in mirror tracing. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 10 (4), s. 231–238. <https://doi.org/10.1037/h0083674>.
- Maman, P., Biswas, K., Singh Sandhu, S. (2011). Role of sports vision and eye hand coordination training in performance of table tennis players. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 5 (2), 2011, s. 106–116.
- Maman, P., Ganesan, H., Sundhu, J., Simon J. (2012). Effect of Sensory Motor Rhythm Neurofeedback on Psycho-physiological, Electro-encephalographic Measures and Performance of Archery Players. *Ibnosina Journal of Medicine and Biomedical Sciences*. 2012, 4 (2), 32–39.
- Maneke, A. (1957). Flicker fusion thresholds (comparison between the continuous and the discontinuous method). *Acta ophthal.*, 35, s. 53–61.

- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of sport & exercise psychology*, 29 (4), s. 457–478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>.
- Marshall, S. C., Molnar, F. M., Man-Son-Hing, M., Blair, R., Brosseau, L., Finestone, H. M., Lamothe, C., Korner-Bitensky, N. (2007). Predictors of Driving Ability Following Stroke: A Systematic Review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14, s. 98–114.
- Martin, G., Johnson, C. (2005). The Boys Totem Town Neurofeedback Project: A Pilot Study of EEG Biofeedback with Incarcerated Juvenile Felons, *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation. Neurofeedback and Applied Neuroscience*, 9 (3), s. 71–86.
- Martens, R., Vealey, R., Burton, D. (1990). *Competitive Anxiety in Sport*. Champaign. Human Kinestics.
- Maruszewski, T. (2017). *Psychologia poznania*. Gdańsk: GWP.
- Maszczyk, A., Gołaś, A., Pietraszewski, P., Kowalczyk, M., Cieszczyk, P., Kochanowicz, A., Smółka, W., Zajac, A. (2017). Neurofeedback for the enhancement of dynamic balance of judokas. *Biol Sport*. 2018 Mar; 35 (1), s. 99–102. Published online 2017 Nov 19. DOI: 10.5114/biolSport.2018.71488 PMID: PMC6135976.
- Mateus, N., Skrupskelis, T., Leite, N. (2017). Early sports involvement and improvements in reaction time: a specific training program approach. *Motricidade*, 13 (1), s. 214.
- Matin, E. (1974). Saccadic suppression: A review and an analysis. *Psychological Bulletin*, 81 (12), s. 899–917. <https://doi.org/10.1037/h0037368>.
- Maxwell, S. E. (2000). Sample Size and Multiple Regression Analysis. *Psychological Methods*, 5, s. 434–458. <http://dx.doi.org/10.1037/1082-989X.5.4.434>.
- McKay, M. J., Baldwin, J. N., Ferreira, P., Simic, M., Vanicek, N., Burns, J., et al. (2017). Reference values for developing responsive functional outcome measures across the lifespan. *Neurology*, 88, s. 1512–1519. DOI:10.1212/wnl.0000000000003847.
- McLeod, B., Hansen, E. (1989). Effects of the Eyerobics Visual Skills Training Program on Static Balance Performance of Male and Female Subjects. *Perceptual and Motor Skills*, 69 (3), s. 1123–1126. <https://doi.org/10.2466/pms.1989.69.3f.1123>.
- McMorris, T., Graydon J. (2000). The effect of incremental exercise on cognitive performance. *Int J Sport Psychol*, 31 (66), s. 81.
- Mella, N., Conty, L., Pouthas, V. (2011). The role of physiological arousal in time perception: psychophysiological evidence from an emotion regulation paradigm. *Brain and cognition*, 75 (2), s. 182–187. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2010.11.012>.
- Memmert, D., Simons, D. J., Grimme, T. (2009). The relationship between visual attention and expertise in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 10, s. 146–151. DOI: 10.1016/j.psychsport.2008.06.002.
- Merritt, P., Hirshman, E., Wharton, W., Stangl, B., Devlin, J., Lenz, A. (2007). Evidence for gender differences in visual selective attention. *Personality and Individual Differences*. 43 (3), s. 597–609. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.01.016>
- Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do? W: L. Evans, R.C. Schwing (red.). *Human Behavior and traffic safety*, s. 485–521. New York: PlenumPress.
- Milazzo, N., Farrow, D., Ruffault, A., Fournier, J. F. (2016). Do karate fighters use situational probability information to improve decision-making performance during on-mat tasks? *J Sports Sci*. 34 (16), s. 1547–1556. DOI: 10.1080/02640414.2015.1122824. Epub 2015 Dec 14. PMID: 26651505.
- Mikicin, M. (2016a). *Autoteliczne stany umysłu – funkcjonalna czynność mózgu i uwaga w przygotowaniu mentalnym sportowców*. Studia i Monografie AWF Warszawa.

- Mikicin, M. (2016b). *State of mind as a subjective mental sensation results from objective brain activity following neurofeedback – EEG and relaxation trainings. Acta Neuropsychologica*, 14, 1, s. 17–33.
- Mikicin M. (2022a). The increase or decrease in the speed and accuracy of tasks is a measure of mental work performance in the aspect of mental fatigue. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(6), 1564 – 1570. DOI:10.7752/jpes.2022.06197
- Mikicin M. (2022b). Relationships of attention and arousal are responsible for action in sports. *Biomedical Human Kinetics*, 14, 229–235, 2022
- Mikicin, M., Orzechowski, G., Jurewicz, K., Paluch, K., Kowalczyk, M., Wróbel, A. (2015). Brain-training for physical performance: a study of EEG-neurofeedback and alpha relaxation training in athletes. *Acta Neurobiol*, 75 (4), s. 434–445.
- Mikicin, M., Szczypińska, M. (2021). Does attention training induce any changes in the level of the selected cognitive processes in handball players. *Journal of Physical Education and Sport® (JPES)*, Vol 19 (Supplement issue 4), Art 210 pp 1445 – 1452
- Mikicin, M., Szczypińska, M., Skwarek, K. (2018). Neurofeedback needs support! Effects of neurofeedback-EEG training in terms of the level of attention and arousal control in sports shooters. *Baltic Journal of Health and Physical Activity. The Journal of Gdansk University of Physical Education and Sport*. 10, s. 3.
- Mirifar, A., Beckmann, J., Ehrlenspiel, F. (2017). Neurofeedback as supplementary training for optimizing athletes' performance: A systematic review with implications for future research. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 75, s. 419–432. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.02.005>.
- Missiuro, W. (1965). *Zarys fizjologii pracy*.
- Mohammadi, V., Alizadeh, M., Gaieni, A. (2012). The Effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, s. 247–250.
- Monastra, V. J., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J. F., Gruzelier, J., LaVaque, T. J. (2005). Electroencephalo-graphic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30, s. 95–114.
- Moore, N. C. (2000). A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders. *Clinical EEG (electroencephalography)*, 31 (1), s. 1–6. <https://doi.org/10.1177/155005940003100105>.
- Moran, R., Zehetleitner, M., Liesefeld, H. R. (2016). Serial vs. parallel models of attention in visual search: accounting for benchmark RT-distributions. *Psychon Bull*, 23, s. 1300–1315. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0978-1>.
- Morgan, W. P., O'Connor, P. J., Ellickson, K. A., Bradley, P. W. (1988). Personality structure, mood states, and performance in elite male distance runners. *International Journal of Sport Psychology*, 19 (4), s. 247–263.
- Movahedi, A., Sheikh, M., Bagherzadeh, F., Hemayattalab, R., Ashayeri, H. (2007). A practice-specificity-based model of arousal for achieving peak performance. *Journal of motor behavior*, 39 (6), s. 457–462. <https://doi.org/10.3200/JMBR.39.6.457-462>.
- Mugford, A., & Cremades, J.G. (Eds.). (2018). *Sport, Exercise and Performance Psychology: Theories and Applications* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429438851>
- Myers, L. R., Toonstra, J. L., Cripps, A. E. (2022). The Test–Retest Reliability and Minimal Detectable Change of the FitLight Trainer™. *International Journal of Athletic Therapy and Training*.
- Mylik, M. (2003). *Uwagi o sporcie i o człowieku, w pracy zbiorowej pt.: Antropologia sportu*, redakcja naukowa Zbigniew Dziubiński, Wydawnictwo Salezjańskiej Organizacji Sportowej RP (SALOS), Warszawa 2002, s. 98–103.
- Nagalak, Z. (1999). *Teoria zespołowej gry sportowej kształcenie gracza*, Wrocław: AWF Wrocław.
- Nagalak, Z. (2001). *Gry z piłką jako dyscypliny sportu. Człowiek i Ruch 2001*, 6 (1), s. 14–20.

- Naglak, Z. (2005). *Nauczanie i uczenie się wielopodmiotowej gry z piłką Tom 1. Kształcenie gracza na wstępnym etapie*. Wrocław: AWF Wrocław.
- Nan, W. (2016). *EEG Neurofeedback on Short Term Memory and Peripheral Vision and Prediction of EEG Learning*. Faculty of Science and Technology University of Macau.
- Nan, W., Migotina, D., Wan, F., Lou, C., Rodrigues, J., Semedo, J., Vai, M., Pereira, J., Melicio, F., Da Rosa A. (2014). Dynamic peripheral visual performance relates to alpha activity in soccer players. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, s. 913 DOI=10.3389/fnhum.2014.00913
- Nan, W., Rodrigues, J. P., Ma, J., Qu, X., Wan, F., Mak, P. I., Mak, P. U., Vai, M. I., Rosa, A. (2012). Individual alpha neurofeedback training effect on short term memory. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 86 (1), s. 83–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.07.18>.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Neiss, R. (1988). Reconceptualizing arousal: Psychobiological states in motor performance. *Psychological Bulletin*, 103 (3), s. 345–366. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.345>.
- Neisser, U., Becklen, R. (1975). Selective looking: Attending to visually specified events. *Cognitive Psychology*, 7 (4), s. 480–494. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90019-5](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90019-5).
- Neumann, E., DeSchepper, B. G. (1992). An inhibition-based fan effect: Evidence for an active suppression mechanism in selective attention. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 46 (1), s. 1–40. <https://doi.org/10.1037/h0084309>.
- Nęcka, E. (1994). *Inteligencja i procesy poznawcze*. Kraków 1994.
- Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B. (2008). *Psychologia poznawcza*. Warszawa: PWN.
- Nicholson, K. G., Kimura, D. (1996). Sex differences for speech and manual skill. *Perceptual and motor skills*, 82 (1), s. 3–13. <https://doi.org/10.2466/pms.1996.82.1.3>.
- Nicholson, A. A., Ros, T., Frewen, P. A., Densmore, M., Théberge, J., Kluetsch, R. C., Jetly, R., Lanius, R. A. (2016). Alpha oscillation neurofeedback modulates amygdala complex connectivity and arousal in posttraumatic stress disorder. *NeuroImage. Clinical*, 12, s. 506–516. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2016.07.006>.
- Nideffer, R., Sagal, M. S. (2001). *Assessment in sport psychology*. Morgantown, W. Va.: Fitness Information Technology.
- Nideffer, R. M. (1986). *Concentration and attention control training*. W: J. Williams (red.). *Applied sport psychology*, Palo Alto: Mayfield.
- Niederer, I., Kriemler, S., Gut, J., Hartmann, T., Schindler, C., Barral, J., Puder, J. J. (2011). Relationship of aerobic fitness and motor skills with memory and attention in preschoolers (Ballabeina): a cross-sectional and longitudinal study. *BMC pediatrics*, 11, s. 34. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-11-34>.
- Norouzi, E., Vaezmousavi, M. (2018). The Differences in Sensorimotor Rhythm Power During Performing In-Phase and Anti-Phase Patterns in Bimanual Coordination. *PTJ*, 8 (1), s. 1–8.
- Nowak, P. (2014). Kilka słów o koordynacji ruchowej... <https://wychowaniefizyczne.net/>
- Nowiński, W. (2002). *Piłka ręczna. Wyszukowanie indywidualne*. Centralny ośrodek sportu.
- Nunes, H., Iglesias, X., Daza, G., Irurtia, A., Caparrós, T., Anguera, M. T. (2016). The influence of pick and roll in attacking play in top-level basketball. *Cuad Psicol Deporte*; 16, s. 129–142.
- Othmer, S., Othmer, S. F., Kaiser, D. A. (1999). EEG biofeedback: Training for AD/HD and related disruptive behavior disorders. W: J. A. Incorvaia, B. F. Mark-Goldstein, D. Tessmer (red.), *Understanding, Diagnosing, & Treating AD/HD in Children and Adolescents*. New York: Aronson, s. 235–297.
- Pacheco, N. (2006). *Neurofeedback for Peak Performance Training*. Professional Edge, Springfield, IL Williams.

- Paillard, J. (1980). Le corps situé et le corps identifié. Une approche psychophysiologique de la notion de schéma corporel [The object localized and identified. Psychophysiologic approach to the concept of body image]. *Revue médicale de la Suisse romande*, 100 (2), s. 129–141.
- Paluch, K., Jurewicz, K., Rogala, J. (2017). Beware: Recruitment of muscle activity by the EEG-neurofeedback trainings of high frequencies. *Front Hum Neurosci*, 11, s. 119.
- Panfil, R. (2000). *Edukacja uzdolnionego gracza i zarządzanie zespołem sportowym*. Wrocław: AWF Wrocław.
- Panfil, R. (2006). *Prakseologia gier sportowych*. Wrocław: Studia i Monografie AWF we Wrocławiu.
- Panfil, R. (2012). *Pragmatyka współdziałania w grach zespołowych podręcznik refleksyjnego trenera*. Wrocław: WSZiC.
- Panfil, R., Zdebska, H. (2012). *W kręgu ludzi zespołowych gier sportowych księga jubileuszowa z okazji 80-lecia urodzin profesora Zbigniewa Naglaka*. Wrocław: Międzynarodowe Towarzystwo Naukowe Gier Zespołowych.
- Park, J. L., Fairweather, M. M., Donaldson, D. I. (2015). Making the case for mobile cognition: EEG and sports performance. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 52, s. 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.02.014>.
- Parkin, A. (2000). *Essential cognitive psychology*. East Sussex: Psychology Press.
- Paterka, S. (1997). *Zespołowe gry sportowe. Piłka ręczna, cz. I*, Warszawa: Agencja Promo-Lider.
- Perry, F. D., Shaw, L., Zaichkowsky, L., (2011). Biofeedback and neurofeedback in sports. *Biofeedback*. 39 (3), s. 95–100.
- Petryński, W. (2005). *Uczenie się czynności ruchowych w świetle teorii Bernszejna. Antropomotoryka*.
- Piek, J. P., Dyck, M. J., Nieman, A., Anderson, M., Hay, D., Smith, L. M., McCoy, M., Hallmayer, J. (2004). *The relationship between motor coordination, executive functioning and attention in school aged children*. *Archives of clinical neuropsychology: the official journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 19 (8), s. 1063–1076. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.12.007>.
- Piek, J. P., Pitcher, T. M., Hay, D. A. (1999). Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Developmental medicine and child neurology*, 41 (3), s. 159–165. <https://doi.org/10.1017/s0012162299000341>.
- Pitcher, J. B., Ogston, K. M., Miles, T. S. (2003). Age and sex differences in human motor cortex input-output characteristics. *The Journal of physiology*, 546 (2), s. 605–613. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.029454>.
- Pitcher, T. M., Piek, J. P., Hay, D. A. (2003). Fine and gross motor ability in males with ADHD. *Developmental medicine and child neurology*, 45 (8), s. 525–535. <https://doi.org/10.1017/s0012162203000975>.
- Pop-Jordanova, N., Demerdzieva, A. (2010). Biofeedback Training for Peak Performance in Sport - Case Study. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 3 (2).
- Porac, C., Coren, S. (1981). *Lateral Preferences and Human Behavior Autoren: Springer Biologische Psychologie*, January 2006. DOI: 10.1007/978-3-540-95938
- Porter, J. M., Nolan, R. P., Ostrowski, E. J., Wulf, G. (2010). Directing attention externally enhances agility performance: a qualitative and quantitative analysis of the efficacy of using verbal instructions to focus attention. *Frontiers in psychology*, 1, s. 216. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00216>.
- Presland, J. D., Dowson, M. N., Cairns, S. P. (2005). Changes of motor drive, cortical arousal and perceived exertion following prolonged cycling to exhaustion. *European journal of applied physiology*, 9 (1), s. 42–51. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1395-3>.



- Quevedo, L., Solé, J., Palmi, J., Planas, A., Soana, C. (1999). Experimental study of visual training effects in shooting initiation. *Clinical & experimental optometry*, 82 (1), s. 23–28.: <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.1999.tb06783.x>.
- Quevedo, L., Junyent, L., Solé, J., Fortó, J. (1995). Visual training programme applied to precision shooting. *Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 15 (5), s. 519–523. [https://doi.org/10.1016/0275-5408\(95\)00068-o](https://doi.org/10.1016/0275-5408(95)00068-o).
- Raczek, J. (1991). Koordynacyjne zdolności motoryczne: Podstawy teoretyczne, empiryczne i znaczenie w sporcie. *Sport Wyczynowy*, nr 5.
- Raczek, J., Mynarski, W., Ljach, W. (2002). *Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych. Podręcznik dla nauczycieli, trenerów i studentów*, Katowice: AWF, s. 237.
- Radlo, S. J., Steinberg, G. M., Singer, R. N., Barba, D. A., Melnikov, A. (2002). The influence of an attentional focus strategy on alpha brain wave activity, heart rate and dart-throwing performance. *International Journal of Sport Psychology*, 33 (2), s. 205–217.
- Radlo, S., Janelle, Ch., Barba, D., Frehlich, S. (2001). Perceptual Decision Making for Baseball Pitch Recognition: Using P300 Latency and Amplitude to Index Attentional Processing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72 (1), s. 22–31, DOI: 10.1080/02701367.2001.10608928.
- Ramtekkar, U., Reiersen, A., Todorov, A., Todd, R. (2010). Sex and age differences in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder symptoms and diagnoses: Implications for DSM-V and ICD–11. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 49 (3), s. 217–28.
- Raudsepp, L., Pääsuke, M. (1995). Gender Differences in Fundamental Movement Patterns, Motor Performances, and Strength Measurements of Prepubertal Children. *Pediatric Exercise Science*, 7 (3), s. 294–304.
- Raymond, M., Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness? Laterality: Asymmetries of Body. *Brain and Cognition*, 9 (1), s. 35–51.
- Reigal, R. E., Barrero, S., Martín, I., Morales-Sánchez, V., Juárez-Ruiz de Mier, R., Hernández-Mendo, A. (2019). Relationships Between Reaction Time, Selective Attention, Physical Activity, and Physical Fitness in Children. *Frontiers in psychology*, 10, s. 2278. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02278>.
- Reulecke, W. (1991). Konzentration als trivalente Performanzvariable – theoretische. Prämissen, Rastermodell und empirisches Umsetzungsbeispiel. W: J. Janssen, E. Hahn (red.). *Konzentration und Leistung*, Göttingen: Hogrefe, s. 63–73.
- Revien, L.; Gabor, M. (1981). *Sports Vision: Dr. Revien's Eye Exercises for Athletes*. New York: Workman Publishing.
- Revlín, R. (2013). *Cognition: Theory and Practice*. New York: Worth Publishers.
- Reykowski, J. (1974). *Eksperymentalna psychologia emocji*. Warszawa: Książka i Wiedza,
- Reynolds, J. H., Gottlieb, J. P. and Kastner, S. (2008): *Attention*. W: *Fundamental Neuroscience*, 2nd edition, Squire et al. (red.), Academic Press, San Diego, s. 1113–1132.
- Rezaee, M., Ghasemi, A., Momeni, M. (2012). Visual and athletic skills training enhance sport performance. *Eur J Exp Bio*, 2 (6), s. 2243–2250.
- Ricotti, L., Rigosa, J., Niosi, A., Menciacchi, A. (2013). *Analysis of balance, rapidity, force and reaction times of soccer players at different levels of competition*. *PLoS one*, 8 (10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077264>.
- Riemann, B. L., Lephart, S. M. (2002). *The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability*. *Journal of athletic training*, 37 (1), s. 71–79.
- Rocha, V., Osório, F. (2018). Associations between competitive anxiety, athlete characteristics and sport context: evidence from a systematic review and meta-analysis. *Archives of Clinical Psychiatry*, 45, s. 67–74.

- Rodrigues, S. T., Vickers, J. N., Williams, A. M. (2002). *Head, eye and arm coordination in table tennis*. *Journal of sports sciences*, 20 (3), s. 187–200. <https://doi.org/10.1080/026404102317284754>.
- Roebers, C. M., Kauer, M. (2009). Motor and cognitive control in a normative sample of 7-year-olds. *Developmental science*, 12 (1), s. 175–181. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00755.x>.
- Rogers, T. J., Landers, D. M. (2005). Mediating Effects of Peripheral Vision in the Life Event Stress/Athletic Injury Relationship. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 27 (3), s. 271–288.
- Ros, T., Munneke, M. A., Parkinson, L. A., Gruzelier, J. H. (2014). Neurofeedback facilitation of implicit motor learning. *Biological psychology*, 95, s. 54–58. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.04.013>
- Rosenthal, R., Rosnowa, R. L. (1976.) *The volunteer subject*. New York: Wiley.
- Ross, J. A., & Van Bockstaele, E. J. (2021). The Locus Coeruleus- Norepinephrine System in Stress and Arousal: Unraveling Historical, Current, and Future Perspectives. *Frontiers in psychiatry*, 11, 601519. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.601519>
- Rostami, R., Sadeghi, H., Karami, K., Abadi M., Salamati, P. (2012). The Effects of Neurofeedback on the Improvement of Rifle Shooters' Performance. *Journal of Neurotherapy*, 16 (4), s. 264–269, DOI: 10.1080/10874208.2012.730388.
- Rozan, M. (2017). Kihect as a rehabilitation toll to improve the accuracy of hand eye coordination among malasian rugbt juniors. *Degree of Master of Philosophy (Rehabilitation Technology)*. Faculty of Biosciences and Medical Engineering Universiti Teknologi Malaysia.
- Rozan, M. R., Sidik, M. K. M., Sunar, M. S., Omar, A. H. (2015). KIHECT<sup>®</sup>: Reliability of Hand-Eye Coordination among Rugby Players Using Consumer Depth Camera. W: S. Phon-Amnuaisuk, T. Au (red.) *Computational Intelligence in Information Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 331. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-13153-5\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-13153-5_20).
- Ruiz, M. C., Raglin, J. S., Hanin, Y. L. (2017). The individual zones of optimal functioning (IZOF) model (1978–2014): historical overview of its development and use. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15 (1), s. 41–63.
- Russell, S., Jenkins, D., Rynne, S., Halson, S, Kelly V. (2019) What is mental fatigue in elite sport? Perceptions from athletes and staff, *European Journal of Sport Science*, 19:10, 1367-1376, DOI: 10.1080/17461391.2019.1618397
- Ryan, R. M., Rigby, C. S., Przybylski, A. K. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 30, s. 347–364.
- Rychta, T., Gorący, A., Guskowska, M., Żyto-Sitkiewicz, D. (1995). *Osobowość studentów AWF w Warszawie w kontekście ich aktywności sportowej*. Roczniki Naukowe AWF.
- Rynkiewicz, T. (2003). *Struktura zdolności motorycznych oraz jej globalne i lokalne przejawy*. Akademia Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu, Poznań 2003.
- Ryu, D., Abernethy, B., Mann, D. L., Poolton, J. M., Gorman, A. D. (2013). The role of central and peripheral vision in expert decision making. *Perception*, 42 (6), s. 591–607. DOI: 10.1068/p7487. PMID: 24422243.
- Ryu, D., Abernethy, B., Mann, D. L., Poolton, J. M. (2015). The contributions of central and peripheral vision to expertise in basketball: How blur helps to provide a clearer picture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41, s. b167–185. DOI:10.1037/a0038306.
- Sadowski, J., Wołosz, P., Zieliński, J. (2012). *Koordynacyjne zdolności motoryczne i umiejętności techniczne koszykarzy*. Biała Podlaska: Monografie i Opracowania, Akademia

Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie. Wydział Wychowania Fizycznego i Sportu w Białej Podlaskiej.

- Salehi, M., Pyke, W., Mohammadzadeh, H., Nazari, M., Javadi, A. (2019). *Neurofeedback and Motor Imagery are as good as physical training on Dart Throwing*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/aqnvu>.
- Salmela, J. H., Fiorito, P. (1979). Visual cues in ice hockey goaltending. *Can J Appl Sport Sci*, 4 (1), s. 56–59. PMID: 498402.
- Samuel, J., Vine, Lee, J., Moore, Mark, R., Wilson. (2012). Quiet eye training: The acquisition, refinement and resilient performance of targeting skills. *European Journal of Sport Science*, DOI:10.1080/17461391.2012.683815.
- Sardegna, J., Shelly, S., Rutzen, A., Scott S. (2002). *The Encyclopedia of Blindness and Vision Impairment*. Infobase Publishing. p. 253. ISBN 978–0–8160–6623–0. Retrieved 30 November 2014.
- Sarmento, H., Figueiredo, A., Lago-Peñas, C., Milanovic, Z., Barbosa, A., Tadeu, P., Bradley, P. (2018). Influence of Tactical and Situational Variables on Offensive Sequences During Elite Football Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32 (8), s. 2331–2339. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002147.
- Sarter, M., Givens, B., Bruno, J. P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain research reviews*, 35 (2), s. 146–160. [https://doi.org/10.1016/s0165-0173\(01\)00044-3](https://doi.org/10.1016/s0165-0173(01)00044-3).
- Savelsbergh, G. J., Williams, A. M., Van der Kamp, J., Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of sports sciences*, 20 (3), s. 279–287. <https://doi.org/10.1080/026404102317284826>.
- Schaal, K., Tafflet, M., Nassif, H., Thibault, V., Pichard, C., Alcotte, M., Guillet, T., El Helou, N., Berthelot, G., Simon, S., Toussaint, J. F. (2011). Psychological balance in high level athletes: gender-based differences and sport-specific patterns. *PloS one*, 6 (5).
- Schaffer, F., Sarlegna, R., Sainburg, L. (2021). A rare case of deafferentation reveals an essential role of proprioception in bilateral coordination. *Neuropsychologia*. Volume 160.
- Scharnowski, F., Hutton, Ch., Josephs, O., Weiskopf, N., Rees, G. (2012). Improving Visual Perception through Neurofeedback. *Journal of Neuroscience*, 32 (49), s. 17830–17841; DOI: 10.1523/JNEUROSCI.6334-11.2012.
- Schmidt, J. R. (2013). The Parallel Episodic Processing (PEP) model: dissociating contingency and conflict adaptation in the item-specific proportion congruent paradigm. *Acta Psychol.* 142, s. 119–126. DOI: 10.1016/j.actpsy.2012.11.004.
- Schroeder, C. E., Lakatos, P. (2009). Low-frequency neuronal oscillations as instruments of sensory selection. *Trends in neurosciences*, 32 (1), s. 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2008.09.012>.
- Schorer, J., Wattie, N., Baker, J. R. (2013). A new dimension to relative age effects: constant year effects in German youth handball. *PloS one*, 8 (4), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060336>.
- Schunk, D. H., Zimmerman, B. J. (1994). *Self-regulation of learning and performance: issues and educational applications*. Denmark: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Schwab, S., Memmert, D. (2012). The impact of a sports vision training program in youth field hockey players. *J Sports Sci Med*, 11 (4), s. 624–631.
- Schwartz, M., Andrasik F. (2016). *Biofeedback: A Practitioner's Guide, Fourth Edition*, edited by New York, NY: The Guilford Press.
- Seegerstrom, S. C., Miller, G. E. (2004). Psychological stress and the human immune system: a meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychological bulletin*, 130 (4), s. 601–630. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.601>.

- Seifert, L., Button, C., Davids, K. (2013). Key Properties of Expert Movement Systems in Sport. *Sports Med*, 43, s. 167–178 (2013). <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0011-z>.
- Serences, J. T., Kastner, S. (2014). A multi-level account of selective attention. In Nobre, A. C., Kastner, S. (red.), *The Oxford handbook of attention*, Oxford University Press, s. 76–104.
- Seyed, M., Zadkhosh, H., Gharayagh, Z., Rasool, H. (2018). Neurofeedback versus mindfulness on young football players' anxiety and performance. *Turk J Kinesiol*, 4 (4), s. 132–141.
- Shabir, A., Hooton, A., Spencer, G., Storey, M., Ensor, O., Sandford, L., Tallis, J., Saunders, B., Higgins, M. F. (2019). The Influence of Caffeine Expectancies on Simulated Soccer Performance in Recreational Individuals. *Nutrients*, 11, s. 2289. <https://doi.org/10.3390/nu11102289>.
- Shea, C. H., Wulf, G. (1999). Enhancing motor learning through external-focus instructions and feedback. *Human Movement Science*, 18 (4), s. 553–571. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(99\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(99)00031-7).
- Sherlin, L. H., Larson, N. C., Sherlin, R. M. (2013). Developing a Performance Brain Training™ approach for baseball: a process analysis with descriptive data. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 38 (1), s. 29–44. <https://doi.org/10.1007/s10484-012-9205-2>.
- Sherlin, L. (2016). *NFB for Optimal Performance and Sport Nova Tech EEG*, Inc., Mesa, Arizona, USA International Society for Neurofeedback and ResearchNeuroRegulation; Proceedings of the ISNR Conference: Plenary Presentations.
- Sherlin, L. H., Gervais, M., Talley, C., Walshe, A. (2011). *Comprehensive sport performance program. Biofeedback*, 39, s. 119–122.
- Sherrington, C. (1906). *The integrative action of the nervous system (1st ed.)*. Oxford University Press: H. Milford.
- Shim, J., Carlton, L., Kwon, Y. (2006). Perception of Kinematic Characteristics of Tennis Strokes for Anticipating Stroke Type and Direction. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77 (3), s. 326–339, DOI: 10.1080/02701367.2006.10599367.
- Silverman. (2011). *Effecting Peak Athletic Performance with Neurofeedback, Interactive Metronome, and EMDR: A Case Study. Biofeedback*, 39 (1), s. 40–42. DOI:10.5298/1081-5937-39.1.08.
- Sime, W. (2003). Sport psychology applications of biofeedback and neurofeedback. W: M. S. Schwartz, F. Andrasik (red.), *Biofeedback: A practitioner's guide*, Guilford Press, s. 560–588.
- Skarbek, W. (2013). *Wybrane zagadnienia metodologii nauk społecznych*. Naukowe Wydawnictwo Piotrkowskie: Piotrków Trybunalskich.
- Skinner, B. F. (1963). *Operant behavior. American Psychologist*, 18 (8), s. 503–515. <https://doi.org/10.1037/h0045185>.
- Smith, J. (1971). Studies of temporal frequency adaptation in visual contrast sensitivity. *Journal of Physiology*, 216, s. 531–552.
- Smith, R. E., Smoll, F. L. (1990). Sport performance anxiety. W: H. Leitenberg (red.), *Handbook of social and evaluation anxiety*. Plenum Press, s. 417–454. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2504-6\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2504-6_14).
- Smyk, K., Smyk, K. (2008). *Terapia neurofeedback. Kurs dla zaawansowanych neuroterapeutów*. Lublin.
- Sokhadze, E. M., Baruth, J. M., Sears, L., Sokhadze, G. E., El-Baz, A. S., Casanova, M. F. (2012). Prefrontal neuromodulation using rTMS improves error monitoring and correction function in autism. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 37 (2), s. 91–102. <https://doi.org/10.1007/s10484-012-9182-5>.
- Solianik, R., Brazaitis, M., Skurvydas, A. (2016). Sex-related differences in attention and memory. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 52 (6), s. 372–377. <https://doi.org/10.1016/j.medic.2016.11.007>.

- Spieler, D. H., Balota, D. A., Faust, M. E. (2000). Levels of selective attention revealed through analyses of response time distributions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26 (2), s. 506–526. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.26.2.506>.
- Stanković, V., Malacko, J. (2008). Relations between systems of motor, cognitive and conativ variables of top-class handball players. *Kinesiologia slovenica*, 14 (3), s. 33–43.
- Staniloiu, A., Markowitsch, H. (2012). Gender differences in violence and aggression – a neurobiological perspective. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 33, s. 1032–1036.
- Starosta, W. (1995). *Zdolności koordynacyjne i kondycyjne w zespołowych grach sportowych*. An International Conference on Science in Sports Team Games, (red.) Bergier, J. Instytut Wychowania Fizycznego i Sportu, Biała Podlaska, s. 105–138.
- Starosta, W. (2003). *Motoryczne zdolności koordynacyjne*. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej, Warszawa.
- Starosta, W. (2006). *The concept of modern training in sport*. Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu.
- Steffert, T., Steed, A., Leach, J., Thompson, T., Gruzelier, J. (2008). *Revista Espanola de Neuropsicologia*, 10, s. 71–77.
- Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., Brennan, R. T., Perrin, E. C. (2014). Neurofeedback and cognitive attention training for children with attention-deficit hyperactivity disorder in schools. *Journal of developmental and behavioral pediatrics: JDBP*, 35 (1), s. 18–27. <https://doi.org/10.1097/DBP.0000000000000009>.
- Sterman, M. B. (2000). Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning. *Clinical Electroencephalography*, 31 (1), s. 45–55.
- Sterman, M. B., Friar, L. (1972). Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 33 (1), s. 89–95. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(72\)90028-4](https://doi.org/10.1016/0013-4694(72)90028-4).
- Sternberg, R. J. (2005). *Cognitive Psychology*. Oklahoma State University Oklahoma State University. Wadsworth Publishing.
- Strack, B., Linden, M., Wilson, S. (2011). *Biofeedback & Neurofeedback Applications in Sport Psychology*. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback.
- Strleau, J. (1974). *Temperament i typ układu nerwowego*. Warszawa: PWN, 1969 (wyd. 2., 1974).
- Strelau, J., Jurkowski, A., Putkiewicz, Z. (1979). *Podstawy psychologii dla nauczycieli*. Warszawa: PWN, s. 120.
- Stults-Kolehmainen, M. A., Sinha, R. (2014). The effects of stress on physical activity and exercise. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44 (1), s. 81–121. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0090-5>.
- Stuła, A. (1998). Konieczność optymalizacji koordynacyjnej złożoności środków treningowych stosowanych w nauczaniu elementów techniki gry w piłkę nożną. W: *Wychowanie fizyczne i sport w badaniach naukowych*. V Konferencja środowiskowa Poznań, dnia 22 maja 1997 r. Wachowski, E., Strzelczyk, R. Poznań: AWF, s. 135–138, 1 tab. bibliogr. 9 poz.
- Szczepanik, M. (1993). Wpływ treningu koordynacyjnego na szybkość uczenia się techniki ruchu u młodych siatkarzy. *Sport Wyczynowy*, nr 3–4, s. 41–51.
- Szczepanik, M., Szopa, J. (1993). Wpływ ukierunkowanego treningu na rozwój predyspozycji koordynacyjnych oraz szybkość uczenia się techniki ruchu u młodych siatkarzy. Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha.
- Szczypińska, M., Mikicin, M. (2019). Does attention training induce any changes in the level of the selected cognitive processes in handball players. *Journal of Physical Education and Sport*, 19 (4), Art 210, s. 1445–1452.
- Šimonek, J. (2014). *Coordination Abilities in Volleyball*, De Gruyter Open Ltd, Warsaw/Berlin.

- Tan, G., Thornby, J., Hammond, D. C., Strehl, U., Canady, B., Arnemann, K., Kaiser, D. A. (2009). *Meta-analysis of EEG biofeedback in treating epilepsy*. *Clinical EEG and neuroscience*, 40 (3), s. 173–179. <https://doi.org/10.1177/155005940904000310> (12.07.2022).
- Tanis, C. (2008). *Thesis*. Capella Universit.
- Tarnowski, A. (2007). System Test2Drive w badaniach psychologicznych kierowców. *Transport Samochodowy*, Tom. 2, s. 83–96.
- Tasi, N. T., Goodwin, J. S., Semler, M. E., Kothera, R. T., Van Horn, M., Wolf, B. J., Garner, D. P. (2017). *Development of non-invasive blink reflexometer*. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 5.
- Teig, D. (2015). *High Performance Vision How to improve your visual acuity, hone your motor skills and up your game*. Square One Publishers.
- Tenenbaum, G., Basevitch, I. Gutierrez, O. (2015). Cognitive Capabilities. W: C. R. Eklund, R. Tenenbaum, (red.), *Encyclopedia of Sport and Exercise Psychology*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: Sage. S. 135–136.
- Thelwell, R. C., Such, B. A., Weston, N. J. V., Such, J. D., Greenlees, I. A. (2010). Developing mental toughness: Perceptions of elite female gymnasts. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 8 (2), s. 170–188. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2010.9671941>.
- Thomas, J. R., French, K. E. (1985). *Gender differences across age in motor performance: A meta-analysis*. *Psychological Bulletin*, 98 (2), s. 260–282. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.260>.
- Thomas, P. R., Murphy, S. M., Hardy, L. (1999). Test of Performance Strategies: development and preliminary validation of a comprehensive measure of athletes' psychological skills. *Journal of Sports Sciences*, 17, s. 697–711.
- Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods*, 45, s. 279–288.
- Thompson, M., Thompson L. (2003). *The Neurofeedback Book. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback*
- Thompson, M., Thompson, L. (2013). *Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej*. Biomed Neurotechnologie.
- Tomaszewski, T. (1992). *Psychologia*. Warszawa: PWN.
- Torralba, A., Oliva, A., Castelhana, M. S., Henderson, J. M. (2006). Contextual guidance of eye movements and attention in real-world scenes: the role of global features in object search. *Psychol Rev.* Oct, 113 (4), s. 766–86. DOI: 10.1037/0033-295X.113.4.766. PMID: 17014302.
- Treisman, A. M. (1960). Contextual cues in selective listening. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, s. 242–248. <https://doi.org/10.1080/17470216008416732> (12.07.2022).
- Tuthill, J. C., Azim, E. (2018). Proprioception. *Current biology : CB*, 28(5), R194–R203. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.01.064>
- Turvey, M. T., Fitch, H.L., Tuller, B. (1982). The Bernstein perspective: I. The problem of degrees of freedom and context-conditioned variability. W: J. A. S. Kelso (red.). *Human motor behavior: An introduction*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, s. 239–251.
- Turvey, M. T. (2007). Action and perception at the level of synergies. *Human movement science*, 26 (4), s. 657–697. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2007.04.002>.
- Udermann, B. E., Murray, S. R., Mayer, J. M., Sagendorf, K. (2004). Influence of cup stacking on hand-eye coordination and reaction time of second-grade students. *Perceptual and motor skills*, 98 (2), s. 409–414. <https://doi.org/10.2466/pms.98.2.409-414>.
- Underwood, G., Chapman, P., Brocklehurst, N., Underwood, J., Crundall, D. (2003). Visual attention while driving: sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers.

- Ergonomics*, 15, 46 (6), s. 629–646. DOI: 10.1080/0014013031000090116. PMID: 12745692.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport: current models and future directions. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 38 (9), s. 703–714 <https://doi.org/10.2165/00007256-200838090-00001>.
- Van Beurden, E., Zask, A., Barnett, L. M., Dietrich, U. C. (2002). Fundamental movement skills--how do primary school children perform? The 'Move it Groove it' program in rural Australia. *Journal of science and medicine in sport*, 5 (3), s. 244–252. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(02\)80010-x](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(02)80010-x)
- Van der Fels, I. M., Te Wierike, S. C., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport*, 18 (6), s 697–703. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.007>.
- Van Dijk, H., Schoffelen, J. Oostenveld, R., Jednens, O. (2008). Prestimulus Oscillatory Activity in the Alpha Band Predicts Visual Discrimination Ability. *Journal of Neuroscience*, 28 (8), s. 1816–1823; DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1853-07.
- van Maarseveen, M., Savelsbergh, G., & Oudejans, R. (2018). In situ examination of decision-making skills and gaze behaviour of basketball players. *Human movement science*, 57, 205–216. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2017.12.006>
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J. B., Vaeyens, R., Pion, J., Lefevre, J., Philippaerts, R. M., Lenoir, M. (2010). The value of a non-sport-specific motor test battery in predicting performance in young female gymnasts. *J Sport Sci*, 30, s. 497–505.
- Vater, C., Kredel, R., Hossner, E. J. (2017). Detecting target changes in multiple object tracking with peripheral vision: More pronounced eccentricity effects for changes in form than in motion. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 43 (5), s. 903–913. <https://doi.org/10.1037/xhp0000376>.
- Vernon, D. J. (2005). Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 30 (4), s. 347–364. <https://doi.org/10.1007/s10484-005-8421-4>.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 47 (1), s. 75–85. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(02\)00091-0](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(02)00091-0).
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE*, 12 (2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>.
- Vickers, J. N. (1996). *Visual Control When Aiming at Far Target*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, s. 342–354. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.22.2.342>.
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Human Kinetics.
- Vickers, J. N., Causer, J., Vanhooren, D. (2019). The Role of Quiet Eye Timing and Location in the Basketball Three-Point Shot: A New Research Paradigm. *Front. Psychol*, 10, 2424. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.02424.
- Wallace, B., Cardinale, M. (1997). *Conditioning for Team Handball, Strength and Conditioning*, 19 (6), s. 7–12.
- Warrick, P. D., Naglieri, J. A. (1993). Gender differences in planning, attention, simultaneous, and successive (PASS) cognitive processes. *Journal of Educational Psychology*, 85 (4), s. 693–701. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.4.693>.

- Weber, E., Köberl, A., Frank, S., Doppelmayr, M. (2011). Predicting successful learning of SMR neurofeedback in healthy participants: methodological considerations. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 36 (1), s. 37–45. <https://doi.org/10.1007/s10484-010-9142-x>.
- Weinberg, R. S., Gould, D. (2007). *Foundations of sport and exercise psychology (4th ed.)*. Human Kinetics, s. 78.
- Weinberg, R. S., Hunt, V. V. (1976). The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal of motor behavior*, 8 (3), s. 219–224. <https://doi.org/10.1080/00222895.1976.10735075>.
- Wenya, N., Feng, W., Chin, I., Mang, I., Agostinho, R. (2013). Peripheral Visual Performance Enhancement by Neurofeedback Training. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 38, 4, s. 285–291.
- West, K. L., Bressan, E. S. (1996). The effect of a general versus specific visual skills training programme on accuracy in judging length-of-ball in cricket. *International Journal of Sports Vision*, 3, s. 41–45.
- Whiteside, E., Hardin, M. (2011). Women (Not) Watching Women: Leisure Time, Television, and Implications for Televised Coverage of Women's Sports. *Communication, Culture and Critique*, 4, (2), June 2011, s. 122–143. <https://doi.org/10.1111/j.1753-9137.2011.01098.x>
- Williams, J. (2015). *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance*, Palo Alto, CA: Mayfield, s. 163–184.
- Williams, A. (2000). Perceptual skill in soccer: Implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18 (9), s. 737–750, DOI: 10.1080/02640410050120113.
- Williams, A. M; Davids, K; Williams, J. G. P. (1999). *Visual perception and action in sports*. London: E. & F. N. Spon.
- Williams, A. M., Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research quarterly for exercise and sport*, 69 (2), s. 111–128. <https://doi.org/10.1080/02701367.1998.10607677>.
- Williams, A. M., Elliott, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 21 (4), s. 362–375. <https://doi.org/10.1123/jsep.21.4.362> (12.07.2022).
- Williams, A. M., Janelle, C. M., Davids, K. (2004). *Constraints on the Search for Visual Information in Sports*. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2 (3), s. 301–318. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2004.9671747>.
- Williams, J. M., Straub, W. F. (1998). Sport psychology: Past, present, future. W: J. M. Williams (red.) *Applied sport psychology. Personal growth to peak performance (3rd ed.)*, Mayfield, Mountain View, Calif, s. 1–12.
- Williams, J.M., Thirer, J. (1975). *Vertical and horizontal peripheral vision in male and female athletes and non-athletes*. *Res Quarterly*, 46 (2), s. 200–205.
- Williams, D., Liang, J. (2000). *Method and apparatus for improving vision and the resolution of retinal images*. University of Rochester.
- Williams, H. G. (1983). *Perceptual and motor development*. NJ: Englewood Cliffs.
- Wilson, T. A., Falkel, J. (2004). What is Sports Vision? W: M. S. Bahrke, R. Crist, R. T. Pyrtel (red.), *SportsVision: Training for better performance*, Champaign: Human Kinetics, s. 1–32.
- Wilson, V. E., Gunkelman, J. (2001). *Neurofeedback in sport*. *Biofeedback*, 29 (1), s. 16–18.
- Wilson, V., Peper, E. (2011). *Athletes are different: factors that differentiate biofeedback/neurofeedback for sport versus clinical practice* *Biofeedback*, 39 (1), s. 27–30.
- Wilson, V., Peper, E., Moss, D. (2006). *"The Mind Room" in Italian Soccer Training: The Use of Biofeedback and Neurofeedback for Optimum Performance*.



- Witkowski, I. Z., Ljach, W. (2004). Podstawy kształtowania gibkości u piłkarzy nożnych. *Medicina Sportiva*, 8 (1), s. 69–73.
- Wołyniec, J. (2006). *Przepisy gier sportowych w zakresie podstawowy*. Wrocław: Wydawnictwo BK.
- Wood, J. M., Abernethy, B. (1997). An assessment of the efficacy of sports vision training programs. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, 74 (8), s. 646–659. <https://doi.org/10.1097/00006324-199708000-00026>
- Woollacott, J., Shumway-Cook, A., (2016). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*.
- Wnorowski, R., Jastrzebski, Z. (2019) *Wydolność i sprawność fizyczna siatkarzy w okresie przygotowawczym – teoria i praktyka*. AWG Gdańsk.
- Wulf, G. (2007). *Attention and motor skill learning*. Human Kinetics.
- Xiang, M. Q., Hou, X. H., Liao, B. G., Liao, J. W., Hu, M. (2018). The effect of neurofeedback training for sport performance in athletes: A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 36, s. 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.02.004>.
- Yamashita, A., Hayasaka, S., Kawato, M., Imamizu, H. (2017). *Connectivity Neurofeedback Training Can Differentially Change Functional Connectivity and Cognitive Performance. Cerebral cortex* (New York, N.Y.: 1991), 27 (10), s. 4960–4970. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx177>.
- Yerkes, R. M. Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, s. 459–482.
- Yu, H.-H., Chaplin, T., Rosa, M. G. (2015). *Representation of central and peripheral vision in the primate cerebral cortex: insights from studies of the marmoset brain. Neuroscience Research*, 93, s. 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.09.004>.
- Zachry, T., Wulf, G., Mercer, J., Bezodis, N. (2005). Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain research bulletin*, 67 (4), s. 304–309. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.06.035>.
- Zaichkowsky, L. D., Baltzell, A. (2001). *Arousal and performance*. W: *Handbook of Sport Psychology*, (red.) R.N. Singer, H. A. Hausenblas, C. M. Janelle, 2nd, Wiley & Sons: New York, 2001, s. 319–339.
- Zaichkowsky, L., Naylor, A. (2004). *Arousal in Sport*.
- Zihl, J. (2010). *Rehabilitation of Visual Disorders After Brain Injury*. 2nd Edn. New York: Psychology Press.
- Zijlstra, A., Mancini, M., Chiari, L., Zijlstra, W. (2010). Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 7 (1), s. 58. Pobrano z: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-58> (12.07.2022).
- Zimmermann, K. (1983). *Zur Weiterentwicklung der Theorie der koordinativen Fähigkeiten. Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK*, 3, Leipzig, s. 33–44.
- Zou D., Hong, L., WANG F. (2022). An investigation into the definition of arousal and its cognitive neurophysiological basis. *Advances in Psychological Science*. Vol. 30, Issue (9)
- Zupan, M., Arata, A., Wile, A., Parker, R. (2006). Visual adaptations to sports vision enhancement training. *Optometry Today*, 46, s. 43–48.
- Zwierko, T., Florkiewicz, B., Fogtman, S., Kszak-Krzyżanowska, A. (2014). The ability to maintain attention during visuomotor task performance in handball players and non-athletes. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 7 (3), s. 99–106.

Zwierko, T. (2016). *Percepcja wzrokowa w grach sportowych: podstawy teoretyczne i implikacje praktyczne*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.

**Netografia:**

<https://www.fitlighttraining.com>

<http://www.batak.pl>

<http://symulatorrefleksu.pl/symulator>

<http://czasreakcji.pl/sport>

Spis tabel, rycin

Spis tabel:

Tabela 1. Poziom uwagi przed i po treningach neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych (N = 20)

Tabela 2. Poziom spostrzegania peryferyjnego przed i po treningach neurofeedback-EEG u zawodników gier zespołowych (N = 20)

Tabela 3. Poziom koordynacji sensomotorycznej przed i po treningach neurofeedback-EEG u zawodników gier zespołowych (N = 20)

Tabela 4. Poziom pobudzenia emocjonalnego przed i po treningach neurofeedback-EEG u sportowców gier zespołowych (N = 20)

Tabela 5. Poziom uwagi przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

Tabela 6. Poziom spostrzegania peryferyjnego przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

Tabela 7. Poziom koordynacji sensomotorycznej przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

Tabela 8. Poziom pobudzenia przed i po treningach na refleksomierzu u sportowców gier zespołowych (N = 19)

Tabela 9. Różnice w poziomie uwagi po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

Tabela 10. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

Tabela 11. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

Tabela 12. Różnice w poziomie pobudzenia po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej u sportowców gier zespołowych (N = 39)

Tabela 13. Różnice w poziomie uwagi przed treningami u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej

Tabela 14. Różnice w poziomie uwagi kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 15. Różnice w poziomie uwagi między treningami u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 16. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 17. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 18. Różnica w poziomie spostrzegania peryferyjnego między kobietami i mężczyznami uprawiającymi piłkę ręczną i różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 19. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej przed treningami u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 20. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 21. Różnice w poziomie w koordynacji sensomotorycznej między treningami w grupie kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną i różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 22. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego u kobiet i mężczyzn uprawiających piłkę ręczną przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 42)

Tabela 23. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u kobiet i mężczyzn po treningach neurofeedback i na refleksomierzu, uprawiających piłkę ręczną, i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N=42)

Tabela 24. Różnice w poziomie pobudzenia między kobietami i mężczyznami uprawiającymi piłkę ręczną (N = 42)

Tabela 25. Różnice w poziomie uwagi u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówki przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 26. Różnice w poziomie uwagi u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówki po treningach neurofeedback-EEG i na refleksomierzu, i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 27. Różnice w poziomie uwagi między treningami w grupie siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 28. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u piłkarek ręcznych i siatkarek przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 29. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego u siatkarek i piłkarek ręcznych po treningach neurofeedback, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej – wyniki istotne bądź bliskie istotności statystycznej (N = 37)

Tabela 30. Różnice w poziomie spostrzegania peryferyjnego między treningami u siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N=37)

Tabela 31. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej u piłkarek ręcznych i siatkarek przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 32. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej u siatkarek i piłkarek ręcznych po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 33. Różnice w poziomie koordynacji sensomotorycznej między treningami u siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 34. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia u sportswomenek piłki ręcznej i siatkówki przed treningami neurofeedback-EEG, na refleksomierzu i w pierwszym pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 35. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia emocjonalnego u piłkarek ręcznych i siatkarek po treningach neurofeedback-EEG, na refleksomierzu oraz w drugim pomiarze w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 36. Różnice w poziomie optymalizacji pobudzenia między treningami u siatkarek i piłkarek ręcznych oraz różnice między drugim a pierwszym pomiarem w grupie kontrolnej (N = 37)

Tabela 37. Związki pomiędzy uwagą a pobudzeniem w pierwszym pomiarze u sportowców gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

Tabela 38. Związki spostrzegania peryferyjnego i pobudzenia emocjonalnego w pierwszym pomiarze u sportowców gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

Tabela 39. Związki koordynacji sensomotorycznej i pobudzenia przed treningami u sportowców gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

Tabela 40. Związki uwagi i spostrzegania peryferyjnego przed treningami u zawodników gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

Tabela 41. Związki spostrzegania peryferyjnego i koordynacji sensomotorycznej przed treningami u zawodników gier zespołowych na podstawie testu r-Pearsona (N = 57)

Tabela 42. Związki uwagi i koordynacji sensomotorycznej przed treningami u zawodników gier zespołowych na podstawie testu r Pearsona (N = 57)

Spis rycin:

Ryc. 1. Pierwsze prawo Yerkesa-Dosona

Ryc. 2 Stanowisko Wiedeńskiego Systemu Testów (źródło własne)

Ryc. 3 Wyświetlacz testu COG

Ryc. 4 Test PP

Ryc. 5 Test SMK

Ryc. 6 Stanowisko do testu FLIM

Ryc. 7. Gra. Celem uczestników jest przesunięcie czterech punktów początkowo umieszczonych na zewnętrznych krawędziach okręgu do jego środka. Nagroda zostaje przyznana, gdy cztery kule będą w środku (Mikicin i in., 2015)

Ryc. 8. Pulpit terapeuty treningu neurofeedback-EEG (źródło własne)

Ryc. 9. Stanowisko neurofeedback-EEG (źródło własne)

Ryc. 10. Refleksomierz BLINK PRO (źródło własne)

Ryc. 11 Płeć

Ryc. 12 Uprawiane dyscypliny sportu

Ryc. 13. Schemat przebiegu badań