

Mgr Luiza Krasucka

**Ocena wybranych parametrów układu wzrokowego piłkarzy nożnych
w grupie wiekowej od 10 - 13 lat oraz wpływu przeprowadzonego treningu
wzrokowo - motorycznego na wyniki testów sprawności piłkarskiej**

Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki medyczne

Promotor: Prof. dr hab. n. med. Bogdan Miśkowiak
Zakład Optometrii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Promotor: dr hab. n. med. Wojciech Warchoł
Zakład Optometrii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



Kolegium Nauk Medycznych
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2021

Podziękowania dla:

*prof. dr. hab. n. med. Bogdana Miśkowiaka,
za to, że jeszcze raz zgodził się podjąć trudu bycia mentorem oraz okazaną cierpliwość,*

*dr. hab. n. med. Wojciecha Warchoła,
za liczne konsultacje, wsparcie analityczne i optymizm,*

*mgr. Pawła Szymczyka,
za codzienną mobilizację i wsparcie merytoryczne w zagadnieniach dotyczących piłki nożnej,*

*dr n. med. Pauliny Pyżalskiej,
za konsultacje z dziedziny widzenia obuocznego,*

*mgr Danuty Olczyk – Nogi,
za konsultacje językowe,*

*dr. n. med. Andrzeja Michalskiego,
za to, że zmotywował mnie do podjęcia tego wyznawania.*

1	Alfabetyczny wykaz stosowanych skrótów	5
2	Wstęp.....	6
	2.1 Znaczenie piłki nożnej	6
	2.2 Badania wzroku wśród piłkarzy na świecie	7
	2.3 Badania wzroku wśród piłkarzy w Polsce.....	7
	2.4 Ocena widzenia sportowców.....	8
	2.5 Fiksator sakkadyczny Wayne'a w badaniach sportowców	12
	2.6 Testy sprawności piłkarskiej	15
3	Cele.....	16
4	Materiał i metody	17
	4.1 Uczestnicy badania.....	17
	4.1.1 Kryterium włączenia i wyłączenia.....	18
	4.1.2 Zgoda komisji bioetycznej oraz uczestników	18
	4.2 COVD - QOL 30	18
	4.3 Metody badania optometrycznego	19
	4.3.1.1 NSUCO.....	19
	4.3.1.2 Wada refrakcji i ostrość wzroku.....	20
	4.3.1.3 Akomodacja i konwergencja	20
	4.3.1.4 Foria i zakresy fuzji	21
	4.3.1.5 Stereopsja	21
	4.3.1.6 Tłumienie.....	22
	4.3.1.7 Dominacja oka.....	22
	4.3.1.8 Fiksator sakkadyczny Wayne'a.....	23
	4.4 Testy sportowej sprawności specjalnej w oparciu o standardy PZPN	25
	4.5 Metody oceny statystycznej uzyskanych wyników	29
5	Wyniki piłkarzy nożnych w wieku 10-13 lat	30
	5.1 Wyniki parametrów wzrokowych	30
	5.1.1 Ostrość wzroku	30
	5.1.2 Wada refrakcji.....	31
	5.1.3 Akomodacja	31
	5.1.4 Punkt bliski konwergencji.....	31
	5.1.5 Foria	31
	5.1.6 Zakresy wergencji fuzyjnej.....	32
	5.1.7 Tłumienie	32
	5.1.8 Ruchy oczu.....	32
	5.2 Wyniki umiejętności piłkarskich.....	33
	5.3 Funkcje wzrokowe wpływające na sprawność piłkarską	34
	5.3.1 COVD QOL – 30 a TBBP	35
	5.3.2 Ostrość wzroku	35
	5.3.3 Wada wzroku a TBBP	36
	5.3.4 Akomodacja a TBBP i TPP	36
	5.3.5 Konwergencja a TN	36
	5.3.6 Zakresy fuzji BO VG a wszystkie testy sprawności piłkarskiej	36
	5.3.7 Zakresy fuzji BO Quoits a TPP i TN	37
	5.3.8 Test NSUCO a wszystkie testy sportowe	37
	5.3.9 Dominacja skrzyżowana a TPP	37
	5.4 Wyniki dla programów fiksatora sakkadycznego Wayne'a.....	38
	5.5 Odnotowana poprawa.....	42
	5.5.1 Poprawa wyników testów sportowych.....	42
	5.5.2 Poprawa funkcji wzrokowych.....	45

6	Omówienie wyników i dyskusja	49
6.1	Funkcje wzrokowe wpływające na wyniki testów sportowych	49
6.1.1	COVD – QOL 30	49
6.1.2	Ostrość wzroku	49
6.1.2.1	Nieskorygowana ostrość wzroku.....	52
6.1.2.2	Najlepsza skorygowana ostrość wzroku.....	52
6.1.3	Wada wzroku	53
6.1.4	Amplituda akomodacji.....	57
6.1.5	Konwergencja	60
6.1.6	Zakresy wergencji fuzyjnej Von Graefe'a.....	62
6.1.7	Zakresy fuzji Quoits.....	63
6.1.8	NSUCO	64
6.1.9	Dominacja skrzyżowana	65
6.1.10	Tłumienie	66
6.2	Testy sprawności sportowej	66
6.3	Fiksator sakkadyczny Wayne’a i optometria sportu	66
6.4	Poprawa funkcji wzrokowych oraz sprawności sportowej	71
6.4.1	Test bieg bez piłki	71
6.4.2	Test prowadzenia piłki	73
6.4.3	Test numery	75
7	Wnioski	77
8	Streszczenie	78
9	Abstract	81
10	Bibliografia.....	83
11	Wykaz tabel.....	89
12	Wykaz rycin	91
13	Załącznik A. Opis ustawień testów na fiksatorze Wayne’a	92
14	Załącznik B. Normy testów sprawności piłkarskiej.....	93
15	Załącznik C. Podział zespołu na formacje	94
16	Załącznik D. Porównanie jednorodności grup	95
17	Załącznik E. Wykresy korelacji	100
18	Załącznik F. Zgoda komisji bioetycznej	105

1 Alfabetyczny wykaz stosowanych skrótów

AA - amplituda akomodacji (amplitude of accommodation)
AMO - Akademia Młodych Orłów
BCVA - najlepsza skorygowana ostrość wzroku (best corrected visual acuity)
BD, BI, BO, BU - baza dół, nos, skroń, góra (base down, in, out, up)
BL - zamazanie (blur)
BR - zerwanie fuzji (break)
c.c. - z korekcją (cum correctione)
COVD-QOL 30 - Kwestionariusz jakości życia COVD (The COVD Quality of Life Survey)
cpm - cykli na minutę (cycles per minute)
CYL - cylinder
MEM - skioskopia dynamiczna metodą oszacowania jednoocznego (Monocular Estimation Method)
NMG - Narodowy Model Gry
NPC - punkt bliski konwergencji (near point of convergence)
NPC - B - punkt zdwojenia (breakup point of the near point of convergence)
NPC - R - punkt odtworzenia (recovery point of the near point of convergence)
NSUCO - Test okulomotoryczny NSUCO (Northeastern State University College of Optometry's Oculomotor Test)
OUN - ośrodkowy układ nerwowy
OD, OS, OU - oko prawe, lewe, obuocznie (Oculus Dexter, Sinister, Uterque)
PZPN - Polski Związek Piłki Nożnej
REC - odtworzenie fuzji (recovery)
s.c. - bez korekcji (sine correctione)
SD - odchylenie standardowa (standard deviation)
SE - ekwiwalent sferyczny (spherical equivalent)
SPH - sfera (sphere)
SRC - wstrząśnienie mózgu związane z uprawianiem sportu (sport related concussion)
TBBP - test bieg bez piłki/ prędkość i zwinność (speed and agility)
TN - test numery
TPP - test prowadzenia piłki (drybling)
TWM - trening wzrokowo - motoryczny
VA - ostrość wzroku (visual acuity)
VG - Von Graefe'a
WPR - wzrok przez ramię
WSF - Fiksator sakkadyczny Wayne'a (Wayne saccadic fixator)

2 Wstęp

2.1 Znaczenie piłki nożnej

Zgodnie z definicją WHO zdrowie to "stan pełnego fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu, a nie tylko brak choroby lub ułomności". Natomiast aktywność sportowa, jako kluczowy czynnik prozdrowotny, znalazła już swoje miejsce u podstaw piramid żywieniowych (Oldways et al., 1993). Piłka nożna z kolei to najpopularniejsza dyscyplina wśród sportów zespołowych na świecie. Federation Internationale de Football Association (FIFA) to międzynarodowa organizacja pozarządowa, z siedzibą w Zurychu, zrzeszająca 211 narodowych federacji piłkarskich, założona w 1904 roku. Piłka nożna to niewątpliwie najpopularniejsza na świecie dyscyplina wśród sportów zespołowych. Dla lepszego zrozumienia rangi piłki nożnej warto wiedzieć, że podczas Mistrzostw Świata w Piłce Nożnej w 2014 roku przychody FIFA z tytułu praw do transmisji przekroczyły 600 milionów dolarów amerykańskich. W 2018 roku przychód organizacji, z tytułu sprzedaży praw do emisji telewizyjnych, wyniósł 4,64 mld dolarów amerykańskich. W tym samym roku na stadionach rozgrywki mundialowe na żywo obejrzało ponad 3,03 mln widzów. W sezonie 2018/2019 łączne przychody europejskiego rynku profesjonalnej piłki nożnej oszacowano na 28,9 mld euro (Lange, 2020).



Ryc. 1 - Raport FIFA Professional football report 2019

Z raportu FIFA wiemy, że dzisiejsza piłka nożna to ponad 3903 profesjonalnych klubów i 128 983 zawodowych piłkarzy na świecie (Fédération Internationale de Football Association, 2019). W Polsce z kolei Polski Związek Piłki Nożnej (PZPN) jest najliczniejszym związkiem sportowym.

2.2 Badania wzroku wśród piłkarzy na świecie

Pytanie, które w 1994 roku zadał Joseph S Blatter, przewodniczący FIFA: "Co medycyna i nauka mogą zrobić, aby poprawić grę w piłkę nożną?" doprowadziło do powstania FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC), którego główny cel to zmniejszenie liczby kontuzji piłkarskich. W efekcie prac prowadzonych na podstawie badań naukowych opracowano program zapobiegania urazom "FIFA 11+". W latach 2002 – 2014, w następstwie wdrożenia programu, wskaźnik odnotowywanych kontuzji spadł o 37%. Uznaje się jednak, że na ten wynik miały również wpływ inne czynniki, takie jak: lepsze przygotowanie zawodników, ich podejście do zasad Fair-Play, oraz ściśle stosowanie się do przepisów gry przez sędziów (Dvorak and Junge, 2015). W opracowaniu nie ma jednak informacji na temat wskazań dotyczących badania wzroku. Zgodnie z przepisami FIFA zaleca się, aby zawodnicy drużyn biorących udział w rozgrywkach FIFA, przechodząc, poprzedzając zawody, ocenę medyczną obejmującą kompleksowe badanie kardiologiczne, ogólne badanie lekarskie oraz badanie układu mięśniowo - szkieletowego. Dla przykładu w lidze angielskiej o finalnym przebiegu ewaluacji stanu zdrowia i kondycji zawodnika decydują wymagania klubu, wytyczne menedżera, wiek, pozycja oraz historia zdrowotna i historia kontuzji zawodnika. Badanie przeprowadzone na 2 196 881 beneficjentach Medicare dowiodło, że istnieje zwiększone ryzyko doznania urazu układu mięśniowo-szkieletowego, złamania lub upadku przez osoby starsze z zaburzeniami widzenia obuocznego w porównaniu do osób bez zaburzeń widzenia obuocznego (Pineles et al., 2015). W dostępnej literaturze brakuje jednak doniesień na temat ryzyka kontuzji u zawodników z zaburzeniami widzenia, w tym widzenia obuocznego. Nic dziwnego zatem, że w wytycznych FIFA również zabrakło wskazań dotyczących oceny jakości widzenia piłkarzy.

2.3 Badania wzroku wśród piłkarzy w Polsce

W badaniach naukowych obserwuje się rosnące zainteresowanie biomechaniką sportu i jej wpływem na możliwości sportowców. Badania te służą możliwej poprawie osiągnięć sportowców oraz minimalizowaniu ryzyka kontuzji. W dostępnym piśmiennictwie zwraca się

również uwagę na rolę, jaką układ wzrokowy odgrywa w sporcie. Istnieją badania, z których wynika, że wśród sportowców pewne funkcje układu wzrokowego są na wyższym poziomie niż wśród osób nietreningujących (Zwierko, 2008). Zaawansowane funkcje wzrokowe, takie jak dynamiczna ostrość wzroku, stereopsja, ruchy oczu, akomodacja, koordynacja oko-ręka/oko-noga oraz pole widzenia stanowią ważne lub bardzo ważne składowe prawidłowo działającego układu wzrokowego u piłkarzy (Ciuffreda and Wang, 2004). W Polsce do niedawna lekarskie orzeczenie o stanie zdrowia umożliwiającym bezpieczne uczestnictwo we współzawodnictwie sportowym obejmowało konsultację okulistyczną oraz badanie ostrości wzroku za pomocą tablic Snellena. Na podstawie aktualnych przepisów orzeczenie takie może wydać także lekarz podstawowej opieki zdrowotnej w oparciu o bilans lub posiadaną dokumentację medyczną. Choć w przepisach istnieje zapis, który mówi o ocenie ostrości wzroku, zaawansowane funkcje układu wzrokowego zawodnika nie są poddawane ewaluacji na żadnym etapie kwalifikacji. Osoby zainteresowane sportem mogą pamiętać przypadek Klemensa Murańki, skoczka narciarskiego, którego trenerów zaniepokoiło, że wydaje się on nie reagować na otrzymywane sygnały do skoku. Niewykryty wcześniej stożek rogówki stanowił realne zagrożenie dla życia zawodnika. Po długotrwałym leczeniu zawodnik wrócił do uprawiania sportu, jednak ta historia mogła nie mieć optymistycznego zakończenia. Pokazuje ona jednocześnie jak istotne znaczenie dla osiągania sukcesów w sporcie i bezpieczeństwa zawodnika ma prawidłowe funkcjonowanie układu wzrokowego sportowca i to bez względu na uprawianą dziedzinę sportu.

2.4 Ocena widzenia sportowców

Wzrok stanowi główne źródło informacji jakie mózg otrzymuje z otoczenia, dość popularne jest stwierdzenie, że 80% wszystkich informacji na temat naszego otoczenia otrzymujemy właśnie za pośrednictwem narządu wzroku.

Jedną z pierwszych prac na temat funkcji wzrokowych u sportowców dotyczyła zawodowego sportowca Babe Ruth'a, największego pałkarza baseballowego swoich czasów. Obejmowała ona pomiary czasu reakcji oko-ręka oraz czasów odczytu stroboskopowego. Jak ujęli to dosłownie badacze „oczy Ruth'a są o około 12 procent szybsze niż oczy przeciętnego człowieka” (Fullerton, 1925). Od tamtej pory przeprowadzono wiele badań mających na celu ustalenie czy sportowcy widzą lepiej niż ich nietreningujący rówieśnicy, czy elitarni sportowcy widzą lepiej niż mniej uzdolnieni zawodnicy, czy lepsze widzenie wśród sportowców jest następstwem aktywności ruchowej czy jest odwrotnie i to dzięki lepszemu widzeniu zawodnicy

osiągają sukces oraz czy rozwijając funkcje wzrokowe możemy wpływać na rozwój umiejętności sportowych zawodnika? Poniżej przedstawiono niektóre z dostępnych badań poświęconych tym zagadnieniom.

Ishigaki i Miyao oceniali dynamiczną ostrość wzroku porównując grupy sportowców akademickich (n=53) oraz nietreningujących studentów (n=46). W ocenie wykorzystywali pierścień C - Landolta poruszający się z początkową prędkością 300°/sek., która malała do momentu, gdy badany był w stanie określić położenie przerwy w optotypie. W badaniu tym wykazano lepsze wyniki dynamicznej ostrości wzroku sportowców w porównaniu z wynikami nietreningujących studentów. Sportowcy rozpoznawali mniejsze optotypy przy znacząco większych prędkościach w porównaniu z nietreningującymi rówieśnikami (Ishigaki and Miyao, 1993).

W badaniu, które przeprowadził Laby poddano analizie funkcje wzrokowe 387 profesjonalnych zawodników ligi baseballowej. Zaobserwowano u nich znacząco lepszą ostrość wzroku, widzenie stereoskopowe dla dali oraz wrażliwość na kontrast w porównaniu z populacją nietreningujących (Laby et al., 1996).

Zespół optometrystów z Southern California College of Optometry poddał naukowej analizie funkcje wzrokowe związane ze sportem, wykorzystując kliniczną baterię testów wzrokowych, w celu porównania wydajności wzrokowej sportowców i osób nieuprawiających sportu. Stwierdzono, że w populacji sportowców występują znacząco lepsze wyniki w zakresie niektórych umiejętności wzrokowych, a w szczególności: sprawności wergencji, sakkad, czasu reakcji na bodźce wzrokowe, punktu bliskiego konwergencji i świadomości bodźców peryferyjnych. Z kolei testy sprawności akomodacji, czasu reakcji wzrokowej, forii do dali i stereopsji do dali nie wykazały statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami (Christenson and Winkelstein, 1998).

W swej pracy Zwierko porównywała czas reakcji na bodźce peryferyjne piłkarzy ręcznych (n=16) z wynikami uzyskanymi w grupie rówieśników, nietreningujących studentów politechniki (n=16). Do celów badawczych wykorzystwała, rzadko spotykany w badaniach nad funkcjami wzrokowymi sportowców, test percepcji peryferyjnej Vienna Test System (Schuhfried, Austria), (Zwierko, 2008). Badanie wykazało, że jedyne statystycznie istotne różnice pomiędzy grupami występują dla czasu reakcji na bodźce peryferyjne oraz ilości pominiętych bodźców.

Badani piłkarze ręczni uzyskiwali znacząco krótsze czasy reakcji, ale odnotowano wśród nich większą ilość pominiętych bodźców w porównaniu z grupą nietreningujących rówieśników.

Savelsbergh i współautorzy kolejnego badania zaproponowali nowatorską metodologię w celu oceny poszukiwania wzrokowego wśród pierwszoligowych bramkarzy ($n=16$) piłkarskiej ligi holenderskiej podczas wykonywania rzutów karnych. Najlepszych bramkarzy wyłoniono na podstawie oceny ich umiejętności przewidywania z wykorzystaniem filmu i joysticku uruchamianego w odpowiedzi na sytuacje wyświetlane na dużym ekranie. Oceniano ilość obronionych rzutów karnych, częstość i czas uruchamiania joysticku oraz ilość ruchów korygujących. Ruchy oczu oceniano za pomocą przenośnego systemu wideo rejestracji ruchów oczu. Dane dotyczące poszukiwania wzrokowego obejmowały procentowy udział czasu trwania fiksacji na różnych obszarach ekranu podczas próby przewidywania toru ruchu piłki w trakcie rzutu karnego. Użyto kilku kategorii obszarów fiksacji: głowa, biodra, noga postawna, noga oddająca strzał. Za fiksację przyjęto przedział czasu, gdy oko pozostawało w ustalonym położeniu, z dopuszczalnym odchyleniem do $1,5^\circ$, przez czas dłuższy lub równy 120 ms. Na podstawie tych pomiarów wyznaczano ilość fiksacji, ilość obszarów objętych fiksacją oraz średni czas fiksacji. Najlepsi bramkarze dokładniej przewidywali wysokość i kierunek poruszającej się piłki podczas rzutów karnych, charakteryzowali się dłuższym czasem wyczekiwania na zainicjowanie reakcji oraz więcej czasu poświęcali na fiksację na nodze postawnej w porównaniu z mniej uzdolnionymi bramkarzami (Savelsbergh et al., 2005).

Michael Peters w monografii „See to play” poddaje analizie funkcje wzrokowe sportowców w porównaniu z populacją ogólną. Swoje rozważania odnosi do statystyk, według których w populacji ogólnej osób w wieku od 18 - 34 lat aż 59% osób wymaga korekcji wzroku. Ponieważ właśnie w tym przedziale wiekowym znajduje się większość zawodowych sportowców postanowił zbadać to zagadnienie wysyłając kwestionariusz dotyczący jakości widzenia do wszystkich trenerów pracujących dla National Football League (NFL), National Basketball Association (NBA) oraz Major League Baseball (MLB) w sezonie 2009 i 2010. Jako optometrysta na stałe współpracujący z National Hockey League (NHL) wykorzystał własne dane z 14 lat pracy dla drużyny Carolina Hurricanes i uzyskał następujące wyniki dotyczące tego, jaki odsetek zawodników wymaga korekcji wzroku: 17,1% NFL, 16% NBA, 29,6% MLB, 20,2% NHL. Jako optometrysta z wieloletnim doświadczeniem w pracy z elitarnymi sportowcami Peters podaje liczne przykłady tego, że elitarni sportowcy w porównaniu ze sportowcami na niższym poziomie widzą lepiej, wyraźniej, mają szersze widzenie peryferyjne,

charakteryzują się lepszą okulo - motoryką, lepszym widzeniem stereoskopowym, szybszą akomodacją, ich koordynacja oko - ręka oraz oko - ręka - ciało jest lepsza, ich widzenie jest bardziej intuicyjne i potrafią dłużej utrzymać skupienie na obserwowanym obiekcie (Peters, 2012). W swojej monografii Peters definiuje elitarnych sportowców jako tych spośród swoich pacjentów, którym udało się osiągnąć poziom ligowy w NFL, NBA, MLB, NHL, PGA, LPGA, poziom zawodowy w piłce nożnej, poziom olimpijski, poziom All - Star w swojej dyscyplinie, poziom mistrzowski w Super Bowl i World Series. To grupa najlepszych z najlepszych. Jak pokazują przedstawione przez autora statystyki do grupy zawodników elitarnych, pomimo ich ogromnych osiągnięć, nie należy wliczać zawodników sekcji i klubów na poziomie szkolnym i akademickim. Dowodzą tego dane dotyczące ilości zawodników w USA, którym udaje się z poziomu szkolnego awansować do drużyn na poziomie akademickim oraz ilości zawodników, którym udaje się osiągnąć poziom elitarny w danej dyscyplinie. I tak wśród zawodników Footballu 1 z 17 dostaje się do sekcji sportowej na poziomie uniwersyteckim (5,8%), jedynie 8 na 10 000 dostaje się do NFL (0,08%). W koszykówce mniej niż 1 na 35 zawodników dostaje się do sekcji sportowej na poziomie akademickim (2,9%), a jedynie 3 na 10 000 osiągnie poziom NBA (0,03%). W piłce nożnej 3 z 50 zawodników dostaje się do sekcji sportowej na poziomie akademickim (6%), a tylko 1 z 1250 dostaje się do MLS (0,07%). Jak widać zawodników grających w sekcjach sportowych na poziomie akademickim nie należy wliczać do grupy elitarnych sportowców ze względu na znacznie bardziej restrykcyjny system selekcji.

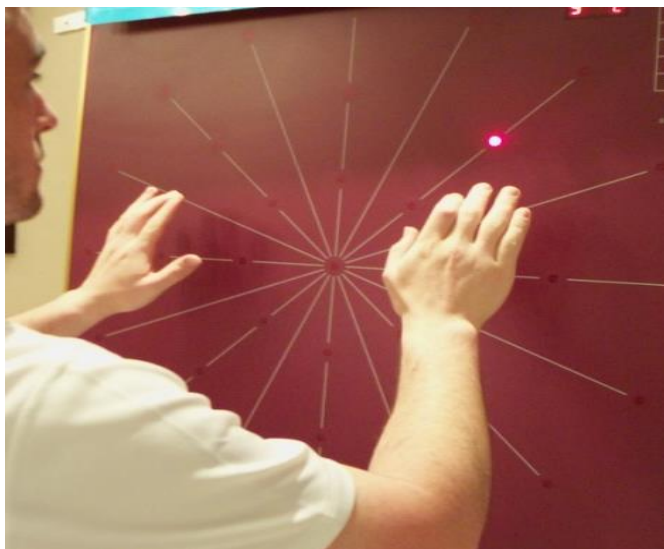
W rozprawie doktorskiej Nowak omawiał parametry układu wzrokowego zawodników w wieku 14 - 15 trenujących koszykówkę oraz tenis w porównaniu z populacją rówieśników nieuprawiających sportu regularnie. W swoim badaniu zauważył, że grupę trenujących charakteryzowały: gorsza obuoczna ostrość wzroku w dotychczasowej korekcji, mniejszy odsetek nadwzroczności i astygmatyzmu ale również niższe wartości amplitudy akomodacji i mniejszy odsetek osób z forią horyzontalną spełniającą normy do dali (Nowak, 2016).

Pomimo tego, że badania nad funkcjami wzrokowymi sportowców stanowią obiekt licznych analiz naukowych, nie zawsze do ich przeprowadzania wykorzystywane są standaryzowane, znormalizowane optometrycznie metody diagnostyczne. Nie we wszystkich poddawane są analizie funkcje uznawane za kluczowe dla danej dyscypliny. I co ważne, nie zawsze można znaleźć dokładny opis warunków w jakich przeprowadzono badanie danej funkcji. Biorąc pod uwagę choćby pojęcie ostrości wzroku, może ono oznaczać ostrość wzroku bez korekcji, co w przypadku sportowców będzie raczej rzadkością, zwyczajową

ostrość wzroku (habitual visual acuity), która może nie być tą, zapewniającą optymalne warunki widzenia, a w końcu może oznaczać najlepszą skorygowaną ostrość wzroku (BCVA), co z kolei niekoniecznie musi być tożsame z ostrością wzroku uzyskiwaną w czasie gry, jeśli np. zawodnik nie ma w zwyczaju korzystać z korekcji na boisku.

2.5 Fiksator sakkadyczny Wayne'a w badaniach sportowców

Podczas opracowywania procedur testów i treningów wzrokowych dla zawodników przyjmuje się, że mają oni w wysokim stopniu opanowane zaawansowane umiejętności okulomotoryczne, takie jak: szybkość czasu reakcji na bodźce wzrokowe i słuchowe, koordynacja oko - ręka, przewidywanie i wyczucie czasu, precyzyjne sekwencjonowanie i rytm, szybkie przetwarzanie wzrokowe, widzenie obuoczne, ruchy oczu, dokładność i szybkość sakkad, świadomość peryferyjna, równowaga i integracja bodźców*, pamięć proprioceptywna*, reakcja kinestetyczna*, dobra dynamiczna ostrość wzroku*, sprawność akomodacji*, właściwa i spójna percepcja wielkości i lokalizacji przestrzennej*. Obszary te są możliwe do oceny przy pomocy fiksatora sakkadycznego Wayne'a, choć niektóre, oznaczone gwiazdką (*), wymagają dodatkowych dostępnych urządzeń peryferyjnych.



Ryc. 2 - Fiksator sakkadyczny Wayne'a

Źródło: <http://www.sportsoptom.co.za/www-sportsoptom-co-za>

Fiksator sakkadyczny Wayne'a pozwala na ocenę i trening dokładnej i szybkiej koordynacji oko-ręka, integracji peryferyjnych bodźców wzrokowych i czasu proakcji i reakcji zawodnika. Z pomiarem czasu proakcji mamy do czynienia, gdy zawodnik ma za zadanie zlokalizować i wcisnąć przycisk diody bez limitu czasu. Pomiar czasu reakcji mierzony jest, gdy to samo zadanie zawodnik musi wykonać w ciągu sekundy. Po upływie tego czasu samoistnie zaświeci się kolejna losowa dioda, na jej wciśnięcie zawodnik ponownie ma 1 sekundę (Mitchell et al., 1990). Korzystając z panelu, zawodnik reaguje na zaświecenie się diody poprzez naciśnięcie znajdującego się wokół niej przycisku membranowego. Wbudowany komputer zapewnia różnorodność działań opartych m.in o:

- tempo zawodnika (ang.: self - pacing tempo zawodnika) - urządzenie prezentuje zapaloną diodę i czeka, aż użytkownik ją naciśnie;
- tempo fiksatora (ang.: autopacing) - urządzenie prezentuje diody z zadaną prędkością i liczą się tylko diody wciśnięte w określonym czasie;
- tempo fiksatora ze śledzeniem prędkości - prędkość prezentacji zwiększa się lub zmniejsza w zależności od wydajności użytkownika;
- pamięć wzrokową - urządzenie prezentuje sekwencję losowych punktów świetlnych o rosnącej długości, którą użytkownik musi powtórzyć.

Dostępne są zarówno losowe i stałe wzorce prezentacji diody. Wszystkie aktywności mogą być ograniczone czasowo. Liczba punktów świetlnych używanych w danej aktywności jest regulowana (wszystkie diody, tylko zewnętrzne koło, diody w czterech kwadrantach, itd.). Diody mogą być prezentowane w sposób ciągły lub migać w odstępie czasowym regulowanym w milisekundach. Dodatkowo możliwe jest wymuszenie centralnej fiksacji w celu rozwijania świadomości peryferyjnej zawodnika.

Sherman w swej pracy opisał i podzielił funkcje wzrokowe ze względu na rolę jaką pełnią one w poszczególnych dyscyplinach sportowych (Sherman, 2015).

	Koszykówka	Boks	Tenis	Piłka nożna
Ostrość wzroku	3	2	4	3
Dynamiczna ostrość wzroku	3	2	5	4
Zdolności wzrokowo – motoryczne	4	5	5	5
Koordinacja oko – ręka/ noga	5	5	5	5
Widzenie stereoskopowe	5	3	5	5
Akomodacja	3	3	5	3
Czas reakcji na bodźce wzrokowe	5	5	5	5
Wizualizacja	5	4	5	5
Świadomość bodźców centralnych i peryferyjnych	5	5	5	5

Tabela 1 - Znaczenie zdolności wzrokowych dla danej dyscypliny sportu wg Shermana

Tabela 1 przedstawia opracowane przez Arnolda Shermana znacznie określonych funkcji wzrokowych dla różnych dyscyplin. Zgodnie z użytą notacją 1 - oznacza brak związku 5 - oznacza kluczowe znaczenie. Podobne zestawienie Ciuffreda i Wang, na podstawie prac wielu autorów, zaprezentowali w rozdziale Vision Training and Sports książki Biomedical Engineering Principles in Sports (Ciuffreda and Wang, 2004). Autorzy zastosowali podobną notację: 1 - oznacza wynik nieznaczący, 5 - wynik kluczowy dla danej dyscypliny.

	Koszykówka	Tenis	Piłka nożna
Ostrość wzroku	4	4	3
Dynamiczna ostrość wzroku	5	5	5
Zdolności wzrokowo – motoryczne	5	5	5
Koordinacja oko – ręka/ noga	5	5	5
Widzenie stereoskopowe	5	5	4
Akomodacja	3	3	3
Pole widzenia	5	3	3

Tabela 2 - Znaczenie zdolności wzrokowych dla danej dyscypliny sportu wg. Ciuffredy i Wanga

Choć wyniki różnią się w pewnym stopniu, oba opracowania zgodnie potwierdzają, że dla piłki nożnej zdolności wzrokowo – motoryczne oraz koordynacja oko – ręka/ noga odgrywają kluczową rolę (Ciuffreda and Wang, 2004). W niniejszej pracy podjęto próbę określenia bezpośredniego wpływu treningu wzrokowo – motorycznego zawodników z wykorzystaniem programów rozwijających koordynację oko – ręka, czas reakcji oraz świadomość peryferyjnych bodźców wzrokowych fiksatora sakkadycznego Wayne’a na umiejętności piłkarskie zawodników.

2.6 Testy sprawności piłkarskiej

Testy sprawności technicznej nie zawsze mają bezpośrednie przełożenie na skuteczność w grze właściwej, ponieważ o wyniku meczu, oprócz wysokiego poziomu sprawności technicznej zawodników, decyduje także m.in. ich przygotowanie fizyczne i psychiczne. Dlatego właśnie w niniejszym badaniu wykorzystano testy sportowe, które:

- są powszechnie stosowane w piłkarskim procesie treningowym,
- oceniają umiejętności wykorzystywane przez zawodników w czasie gry,
- posiadają dostępne normy.

Test bieg bez piłki (TBBP), test prowadzenia piłki (TPP) oraz test numery (TN) opisano dokładnie w rozdziale 5. „Materiał i metody” a w załączniku B umieszczono odniesienie do norm dla grup wiekowych.

3 Cele

W dostępnym piśmiennictwie brak jest prac, które dowodzą czy, i w jaki sposób trening wzrokowo - motoryczny wpływa bezpośrednio na poprawę umiejętności sportowych piłkarzy. Brakuje także informacji czy zaawansowane funkcje wzrokowe mogą stanowić czynnik pozwalający przewidywać możliwości sportowe piłkarza. W związku z tym cele tej pracy to:

1.

Ocena wybranych parametrów układu wzrokowego, czasu reakcji oko – ręka oraz świadomości peryferyjnych bodźców wzrokowych piłkarzy nożnych w grupie wiekowej od 10 - 13 lat.

2.

Ocena wpływu funkcji wzrokowych na wyniki testów sprawności piłkarskiej.

3.

Ocena wpływu treningu wzrokowo – motorycznego, przeprowadzonego przy użyciu wyselekcjonowanych programów fiksatora sakkadycznego Wayne’a, na wyniki testów sprawności specjalnej piłkarzy nożnych w grupie wiekowej od 10 - 13 lat.

4 Materiał i metody

4.1 Uczestnicy badania

W badaniu wzięło udział trzydziestu trzech chłopców w wieku 10 - 13 lat (mediana: 11,5; zakres: 10,1 - 13,6), grających amatorsko w lidze juniorów (U11 - U13). Zawodnicy trzy razy w tygodniu uczestniczyli w treningu piłkarskim Sekcji Piłkarskiej Akademii Orzeł Łódź. Klub nie prowadzi selekcji zawodników w procesie rekrutacji. Wszyscy uczestnicy byli zdrowi, posiadali aktualne wyniki badań lekarskich oraz orzeczenie o braku przeciwwskazań do trenowania piłki nożnej wydane przez lekarza specjalistę w dziedzinie medycyny sportowej. Uczestników badania podzielono na grupę badanych (n=14) i grupę kontrolną (n=19). Uczestnictwo zawodników w badaniu i przypisanie do grup było dobrowolne. Uczestnicy obu grup trzy razy w tygodniu brali udział w treningu piłkarskim, który trwał 90 minut. Dodatkowo, zawodnicy grupy badanej przez 6 tygodni uczestniczyli w sesjach treningu wzrokowo - motorycznego z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne'a. Sesje z wykorzystaniem fiksatora trwały 45 minut i odbywały się 1 raz w tygodniu. Spośród programów urządzenia wybrano te, które pozwalały na ocenę i trening czasu reakcji na bodźce wzrokowe, koordynacji oko – ręka oraz świadomości peryferyjnych bodźców wzrokowych. Uczestnicy grupy kontrolnej nie brali udziału w sesjach z wykorzystaniem fiksatora. Mieli oni za zadanie uczestniczyć we wszystkich treningach piłkarskich oraz badaniach parametrów wzrokowych i sportowych. Pełne optometryczne badanie wzroku oraz testy sprawności piłkarskiej przeprowadzono z udziałem uczestników obu grup podczas oceny początkowej oraz po upływie 6 tygodni.

Badania optometryczne zaplanowano i przeprowadzono w Zakładzie Optometrii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu oraz w Gabinecie Optometrii SuperEye w Łodzi. Testy umiejętności piłkarskich przeprowadzono w Akademii Piłkarskiej Orzeł Łódź, na boisku ze sztuczną nawierzchnią, w okresie od czerwca do października.

Ocena funkcji wzrokowych została przeprowadzona przez autora niniejszej pracy, optometrystę z 10 - letnim doświadczeniem w praktyce. Poziom umiejętności piłkarskich zawodników został oceniony przez trenera piłki nożnej z licencją UEFA B.

4.1.1 Kryterium włączenia i wyłączenia

Kryteria wyłączenia obejmowały: skorygowaną jednooczną ostrość wzroku do dali i bliży poniżej 1,0, różnicę ostrości wzroku pomiędzy oczami większą niż 2 rzędy, jednooczną sprawność akomodacji poniżej 4 cykli na minutę, dwojenie lub stałe tłumienie, stałą lub okresową tropię, stereopsję poniżej 60'', stany chorobowe, mające potencjalny wpływ na uczestnictwo w projekcie pojawiające się podczas trwania projektu badawczego, przyjmowane leki potencjalnie wpływające na działanie OUN. Pacjenci, których z powodu niespełnienia ww. kryteriów wyłączono z badania otrzymali wskazówki dotyczące dalszego postępowania. Kryterium włączenia obejmowało: wiek 10-13 lat, uczestnictwo trzy razy w tygodniu w 90 - minutowym treningu piłkarskim, udział w całym cyklu badań, treningów i testów sportowych, jednooczną ostrości wzroku w korekcji do dali i bliży na poziomi co najmniej 1,0, brak różnic w ostrościach wzroku pomiędzy okiem prawym i lewym większych niż 2 rzędy, minimalną osiąganą sprawność akomodacji 4 cykle na minutę, brak stałego lub okresowego dwojenia, brak stałego tłumienia, stereopsję na poziomie co najmniej 60''. Jeden zawodnik został wyłączony z programu w trakcie jego trwania na skutek kontuzji ucha. Jeden zawodnik nie przeszedł kryterium minimalnej najlepszej skorygowanej ostrości wzroku, która w oku prawym wynosiła 0,9. Trzech zawodników wyłączono z projektu na skutek braku ciągłości uczestnictwa w całym cyklu badań, treningów i testów.

4.1.2 Zgoda komisji bioetycznej oraz uczestników

Wszyscy uczestnicy oraz ich rodzice wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniu oraz zapoznali się z jego celem i prawem do wycofania się z niego na każdym etapie. Badanie prospektywne uzyskało pozytywną opinię Komisji Bioetycznej Uniwersytetu im. K. Marcinkowskiego, która na posiedzeniu w dniu 7 grudnia 2017 rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych i wydała uchwałę nr 1212/17 o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku.

4.2 COVID - QOL 30

Wykorzystany w badaniu kwestionariusz COVID - QOL 30 to standaryzowana 30 - punktowa lista kontrolna objawów postrzeganych przez pacjenta, stosowana w celu dokumentacji i określenia ilościowego efektów optometrycznej terapii widzenia (Shin et al., 2011). Kwestionariusz jest wiarygodnym narzędziem do pomiaru zmian zgłaszanych objawów przed i po optometrycznej terapii widzenia. Choć kwestionariusz COVID jest zwyczajowo

wykorzystywanym narzędziem do oceny ryzyka zaburzeń widzenia obuocznego, a w konsekwencji trudności w nauce oraz postępu terapii widzenia, nie jest on powszechnie wykorzystywany do oceny widzenia sportowców, a może stanowić cenne, łatwe i niedrogię narzędzie w niezagospodarowanym dotąd obszarze.

4.3 Metody badania optometrycznego

Podczas badania optometrycznego przeprowadzanego przed rozpoczęciem pierwszego testu sprawności piłkarskiej oraz po 6 tygodniach uczestnictwa w projekcie wykonane zostały pomiary parametrów układu wzrokowego. Optometryczne badanie wzroku obejmowało procedury do dali (D) wykonywane z odległości 6 m oraz bliży (N) wykonywane z odległości 40 cm. Protokół oceny funkcji wzrokowych obejmował: wyniki kwestionariusza jakości życia the College of Optometrists in Vision Development Quality of Life Survey (COVD - QOL 30), test okulomotoryczny Northeastern State University College of Optometry (NSUCO), pomiary ostrości wzroku, amplitudy i sprawności akomodacji, punktu bliskiego konwergencji, forii, zakresów wergencji, stereopsji, ocenę tłumienia, a także subiektywną refrakcję i skiaskopię dynamiczną.

4.3.1.1 NSUCO

Ocenę ruchów sakkadycznych i śledzących oczu wykonano przy pomocy Testu NSUCO. W teście zawodnik obserwował niebieską i czerwoną kulkę pozwalając obserwatorowi na ocenę czterech obszarów sprawności okoruchowej: zdolności do wykonania testu, dokładności, ruchów głowy i ciała pojawiających się w trakcie wykonywania testu. Podczas wykonywania testu zawodnik nie otrzymywał instrukcji dotyczących ruchu głowy lub ciała (Maples et al., 1992). Normy wyników, które zaproponował Maples przedstawiono w Tabeli 3.

Wiek - Śledzące	Umiejętność	Dokładność	Ruchy Głowy	Ruchy ciała
10	5	4	4	4
11	5	4	4	4
12	5	4	4	5
13	5	5	4	5

Wiek - Sakkady	Umiejętność	Dokładność	Ruchy Głowy	Ruchy ciała
10	5	3	3	4
11	5	3	3	4
12	5	3	3	4
13	5	3	3	5

Tabela 3 - Normy wyników testu NSUCO dla grup wiekowych.

4.3.1.2 Wada refrakcji i ostrość wzroku

Ocenę ostrości wzroku bez korekcji ($VA_{s.c.}$), skorygowanej ostrości wzroku (BCVA) oraz subiektywny pomiar wady refrakcji bez cykloplegii do dali i bliży wykonano przy użyciu tablicy Snellena, zredukowanej karty Snellena do bliży i foroptera według opisu, który zaproponowali Borish i Benjamin (2006).

4.3.1.3 Akomodacja i konwergencja

Funkcje amplitudy, sprawności i odpowiedzi akomodacji badano w korekcji do dali, w warunkach oświetlenia umiarkowanego z dodatkowym oświetleniem skierowanym na obserwowany obiekt.

Podczas badania amplitudy akomodacji (AA) metodą Dondersa badany obserwował linię 20/20 karty Snellena (Saladin, 2006).

Do badania sprawności akomodacji wykorzystano flipper o mocy $\pm 2,00$ D. Badany obserwował rząd znaków odpowiadających ostrości wzroku 20/30 na karcie Snellena do bliży (Saladin, 2006).

Odpowiedź akomodacji oceniano za pomocą skiaskopii dynamicznej MEM, przy użyciu karty do bliży, z otworem centralnym, przymocowanej do skiaskopu (Kosłowe, 2010).

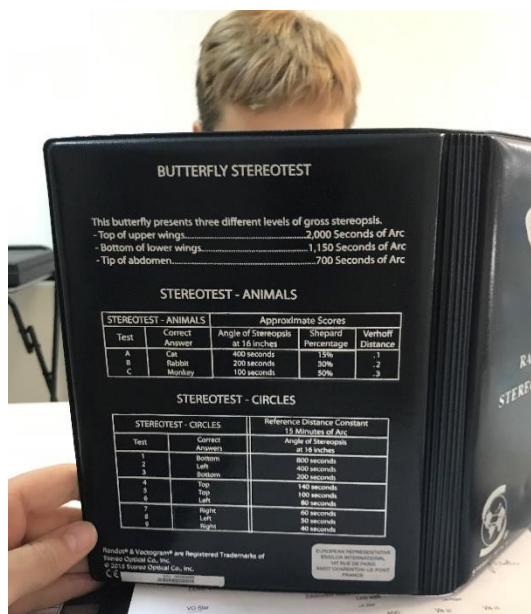
Pomiaru punktu bliskiego konwergencji (NPC) dokonano w jasno oświetlonym pomieszczeniu przy użyciu pręta fiksacyjnego zakończonego metalową lśniąca kulą. Badanym polecono obserwować powoli przybliżany cel i zgłaszać moment, w którym zauważył, że stał się on podwójny (NPC - B). Punkt odtworzenia fuzji (NPC - R) mierzony był w momencie, gdy badany odzyskiwał obuczną fiksację, a obserwowany obiekt stawał się ponownie pojedynczy (Maples and Hoenes, 2007).

4.3.1.4 Foria i zakresy fuzji

Pomiar forii oraz zakresów wergencji metodą Von Graefe'a (VG) wykonano w korekcji, przy użyciu foroptera, w umiarkowanym oświetleniu. Pryzmat dysocjujący w pomiarze forii miał moc 6Δ BD. W pomiarze wergencji badani obserwowali kolumnę liter 20/20 przez płynnie zmieniany pryzmat Risleya. Dodatkowo wykonano pomiar forii do dali przy użyciu szkła Maddoxa (Saladin, 2006). Wykonano również pomiary forii do bliży z wykorzystaniem karty Howell'a (Maples et al., 2009) a także zakresów wergencji z wykorzystaniem okularów polaryzacyjnych oraz wektogramów Quoits. Możliwości systemu akomodacyjno - wergencyjnego oceniono również z wykorzystaniem okularów polaryzacyjnych i wektogramów Quoits w odległości 40 cm. W pierwszym etapie zadanie wykonywano z wykorzystaniem dywergencji, a zatem obraz widziany przez oko lewe przesuwiał się w stronę lewą i przeciwnie dla oka prawego. Gdy system akomodacyjny nie pozwalał już na utrzymywanie wyraźnego obrazu przy kierunku baza – nos, uczestnicy zgłaszali zamazanie. Dalsze przesuwanie slajdów do momentu, gdy system konwergencyjny nie pozwalał na utrzymywanie pojedynczego obrazu powodowało rozdzielenie się obrazu na dwa oddzielne. Punkt ten odnotowywano jako zerwanie fuzji - w skrócie zerwanie. Następnie slajdy przesuwano z powrotem do momentu, gdy badani zgłaszali, że ponownie widzą pojedynczy obraz okręgu, a punkt ten odnotowywano jako odtworzenie fuzji - w skrócie odtworzenie. Następnie procedurę wykonywano w kierunku konwergencji baza - skroń (Zupan et al., 2006).

4.3.1.5 Stereopsja

Do badania stereopsji lokalnej i konturowej zawodników wykorzystano Stereo Fly Test z pierścieniami Wirta firmy Stereo Optical Company. Badanie wykonano z odległości 40 cm przy użyciu okularów polaryzacyjnych w warunkach jasnego oświetlenia (Saladin, 2006).



Ryc. 3 - Pomiary stereopsji młodych piłkarzy

4.3.1.6 Tłumienie

Jakościowej i ilościowej oceny tłumienia dokonano przy pomocy testu Pola – Mirror przy użyciu okularów ze skrzyżowanymi filtrami polaryzacyjnymi oraz lustra w odległości 40 cm i 1 m w warunkach jasnego oświetlenia (Siderov, 2001).

4.3.1.7 Dominacja oka

Ocenę dominacji motorycznej wykonano za pomocą testu otworu w kartce. Pacjent trzymał w rękach kartkę z niewielkim otworem na odległość wyciągniętych rąk. Przez otwór patrzył na odległy obiekt fiksacji, a naprzemienne zasłanianie prawego i lewego oka pozwoliło ustalić, którego oka pacjent używa do obserwacji. W celu oceny dominacji sensorycznej wykorzystano test soczewki dodatniej. Pacjent w dobranej korekcji obuocznie obserwował najmniejszy rząd optotypów odpowiadających jego ostrości wzroku. Przed jednym i drugim okiem umieszczano soczewkę +1,50 D. Pacjent miał za zadanie poinformować, przed którym okiem umieszczona soczewka bardziej pogarsza jego widzenie obuoczne. Oko, przed którym umieszczona soczewka bardziej pogarszała widzenie, to oko dominujące pacjenta.

4.3.1.8 Fiksator sakkadyczny Wayne'a

Wyposażony w dotykowy panel membranowy WSF jest urządzeniem, które pozwala na ocenę oraz trening dokładnej i szybkiej koordynacji oko - ręka, integracji peryferyjnych bodźców wzrokowych oraz czasu reakcji i proakcji zawodnika. Urządzenie montowane na ścianie posiada 33 czerwone diody LED ułożone w trzy koncentryczne okręgi z jedną diodą w centrum.

4.3.1.8.1 Standaryzowany test dr J. Gardnera 9.21

Jednym z opisywanych w literaturze i wskazanym do treningu sportowców jest program 9.21. Opracowana przez dr Jacka Gardnera standaryzowana metoda dostarcza informacji na temat koordynacji oko - ręka, czasu reakcji na bodźce wzrokowe z wykorzystaniem szybkich sakkad oraz umiejętności integracji peryferyjnych bodźców wzrokowych (Vogel and Hale, 1990), (Wimshurst et al., 2018). W programie 9.21 początkowa prędkość zapalania się punktów świetlnych wynosi 1 na sekundę, a układ zapalania się wszystkich punktów świetlnych na tablicy jest losowy. Przed upływem sekundy zawodnik korzystając z widzenia peryferyjnego lub para - dołączkowego musi zlokalizować i przysnąć przycisk diody. W programie wykorzystano tryb tempa fiksatora (auto - pacing), czyli kolejne diody zapalają się automatycznie po upływie 1 sekundy. Wraz z każdym prawidłowym naciśnięciem przycisku membranowego prędkość ich zapalania się w tym programie wzrasta, w przeciwnym wypadku prędkość maleje (Vogel and Hale, 1990). Dla początkowej prędkości 60 zapaleń na minutę zawodnik ma 1 sekundę na zareagowanie, dla prędkości zapalania się 90 zapaleń na minutę zawodnik ma już tylko 0,67 sekundy na reakcję a maksymalna prędkość zapalania się lampek może wynieść 200 zapaleń na minutę, dając czas na reakcję 0,30 sekundy (Vogel and Hale, 1990). Instrukcję dla zawodnika oraz specyfikację techniczną ustawienia testów umieszczono w załączniku A. Końcowy wynik był iloczynem liczby poprawnie naciśniętych przycisków i końcowej prędkości punktów świetlnych wyrażonej jako ilość gaszonych punktów świetlnych na minutę. Zawodnicy po ukończeniu 30 sekundowej sesji mieli za zadanie kontynuować trening przy użyciu programu 9.21 przez pierwszych 10 minut trwania sesji. Wszystkie wyniki składowe odnotowywano. Pełne ustawienia fiksatora przedstawiono w załączniku A.

4.3.1.8.2 Test Arnolda Shermana 9.91

30 - sekundowy program 9.91 został opracowany przez Arnolda Shermana do rozwijania fazy proakcji w procesie usprawniania czasu reakcji na bodźce wzrokowe. Wykorzystuje on tempo zawodnika (self - pacing), czyli kolejna dioda zapali się dopiero gdy zawodnik prawidłowo przycisnie przycisk zapalanej diody, bez względu na czas. W tym programie zapalają się tylko 4 diody: skrajna górna, skrajna dolna, skrajna prawa i skrajna lewa. Kolejność ich zapalania jest przypadkowa. Prawidłowe centralne naciśnięcie diody aktywuje zapalenie się kolejnej diody. Teoretycznie, w porównaniu do testu 9.21, zawodnik ma zatem więcej czasu na reakcję jednak ze względu na mniejszą ilość punktów świetlnych program ten jest bardziej dynamiczny i pozwala na zdobycie większej ilości punktów poprzez przyciśnięcie zapalanej diody. Test ten bada i ćwiczy czas reakcji oraz koordynację oko - ręka. Końcowy wynik jest liczbą prawidłowo naciśniętych przycisków w czasie trwania sesji. Zawodnicy po ukończeniu 30 sekundowej sesji mieli za zadanie kontynuować trening przy użyciu programu 9.91 przez kolejne 10 minut trwania sesji. Wszystkie wyniki składowe odnotowywano. Instrukcję dla zawodnika oraz specyfikację techniczną ustawienia testów umieszczono w załączniku A.

4.3.1.8.3 Budowanie świadomości peryferyjnej 9.54

Program 9.54 bada i ćwiczy świadomość bodźców peryferyjnych (peripheral awareness). Centralna dioda zapala się i gaśnie naprzemiennie z prędkością 80 zapaleń na minutę. Pozostałe diody zapalają się losowo tylko na obwodzie. Zawodnik ma za zadanie wyłączać diody na obwodzie, ale dopiero w momencie, gdy zapali się dioda centralna. Przyciśnięcie diody peryferyjnej, gdy dioda centralna jest niezapalona liczone jest jako błąd. Naciśnięcie diody innej niż zapalona liczone jest jako błąd. Całkowity czas pojedynczej sesji pomiarowej to 1,5 minuty. Zawodnik miał za zadanie kontynuować trening przez 10 minut.

4.3.1.8.4 Budowanie świadomości peryferyjnej 9.53

Program 9.53 bada i ćwiczy świadomość bodźców peryferyjnych (peripheral awareness). Centralna dioda zapala się i gaśnie naprzemiennie z prędkością 120 zapaleń na minutę. Pozostałe diody, tym razem cała tablica, zapalają się losowo. Program wykorzystuje tryb tempa zawodnika (self - pacing), a zatem prawidłowe (potwierdzone sygnałem dźwiękowym) centralne naciśnięcie peryferyjnej diody przez zawodnika aktywuje zapalenie się kolejnej diody

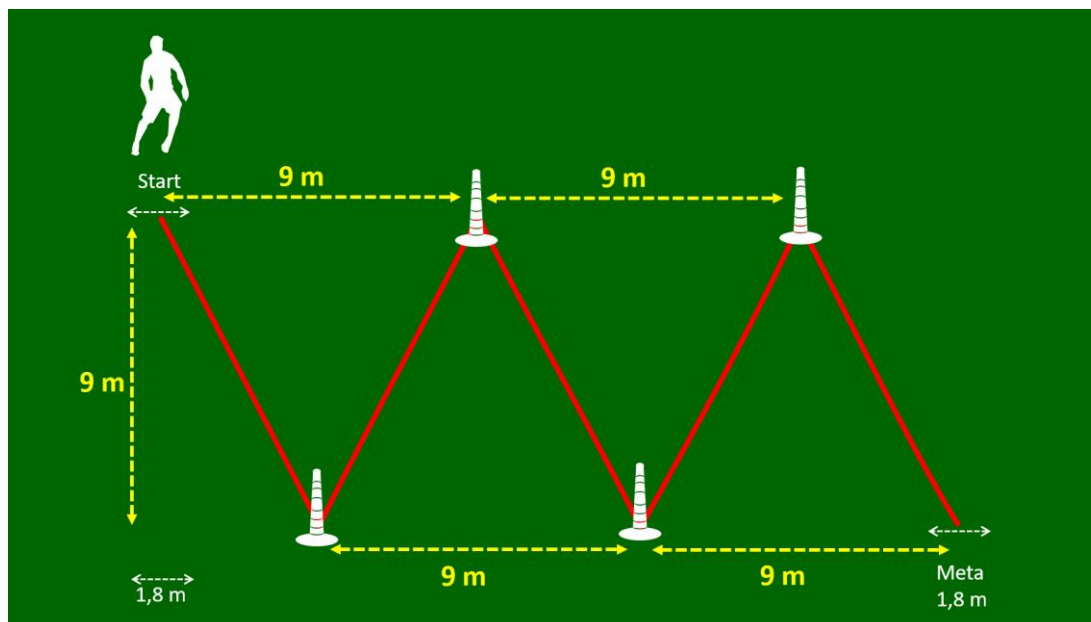
na tablicy. W porównaniu z programem 9.54 tu wykorzystano ustawienia osobiste, wydłużając czas pojedynczej sesji do 5 minut w celu poddania analizie umiejętności uwagowych zawodnika. Zadaniem zawodnika jest prawidłowa naciśnięcie losowej diody peryferyjnej w momencie zaświecenie się diody centralnej. Przyciśnięcie diody peryferyjnej, gdy dioda centralna jest niezapalona liczone jest jako błąd. Naciśnięcie diody innej niż świecąca się dioda obwodowa liczone jest jako błąd.

4.4 Testy sportowej sprawności specjalnej w oparciu o standardy PZPN

Celem oceny stanu umiejętności piłkarskich zawodnika jest między innymi ustalenie jego gotowości do dalszego etapu szkolenia. Dzięki testom trenerzy mogą ocenić poziom wytrenowania zawodnika oraz efektywność treningów w sposób obiektywny i zrozumiały dla gracza. Choć wyniki testów sprawności piłkarskiej nie stanowią jednoznacznego kryterium prognozy dalszego rozwoju czy skuteczności zawodnika w czasie gry, to pozwalają na ocenę umiejętności motorycznych oraz sprawności specjalnych i stanowią ważne narzędzie w pracy trenera. Do oceny umiejętności piłkarskich zawodników w niniejszym badaniu wykorzystano trzy testy. Pierwsze dwa, czyli test bieg bez piłki (TBBP), (ang.: speed and agility) inaczej szybkości i zwinności oraz test prowadzenia piłki (TPP), (ang.: dribbling) zostały wybrane spośród wielu dostępnych testów ze względu na ich powszechne zastosowanie w procesie wyłaniania zawodników w kolejnych etapach oceny ich umiejętności. Oba testy są testami standaryzowanymi dla grup wiekowych, zalecanymi przez Polski Związek Piłki Nożnej (PZPN) oraz angielski i niemiecki związek piłki nożnej do oceny piłkarskiej sprawności technicznej (Grycmann and Szyngiera, 2016). Testy te znajdziemy w systemie oceny procesu szkoleniowego opisanym w programie szkolenia PZPN, który powstał w oparciu o program Akademii Młodych Orłów (AMO). Przypomnijmy, że AMO to 6 - letni projekt bezpłatnych szkoleń młodych piłkarzy. Przerwano go w czerwcu 2020 r. z powodu epidemii COVID - 19. Uczestniczyło w nim 29 ośrodków szkoleniowych, 50 wolontariuszy, 200 trenerów oraz 6800 młodych zawodników w wieku od 6 do 11 lat.

Testy TBBP i TPP znajdziemy również w testach Soccer Stars Challenge Angielskiego Związku Piłki Nożnej (The Football Association, 1988). Normy tych testów umieszczono w załączniku B. W obu testach zawodnik ma za zadanie przebiec jak najszybciej z linii startu dookoła tyczek do linii mety, mijając wszystkie tyczki po zewnętrznej stronie.

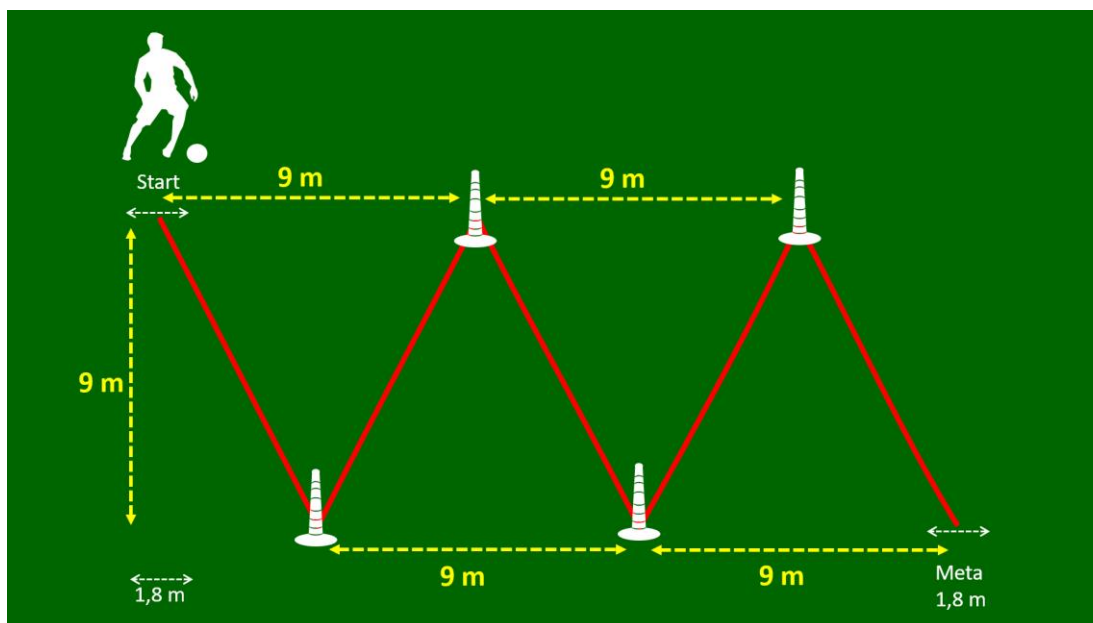
W teście TBBP przetwarzanie szczegółowych informacji wzrokowych oraz koordynacja oko - ciało odgrywają mniejszą rolę niż w teście TPP. Ustawienie toru do przeprowadzenia obu testów zostało rozplanowane na boisku typu Orlik w sposób przedstawiony na Rycinach 4 i 5.



Ryc. 4 - Ustawienie toru w teście bieg bez piłki (TBBP)

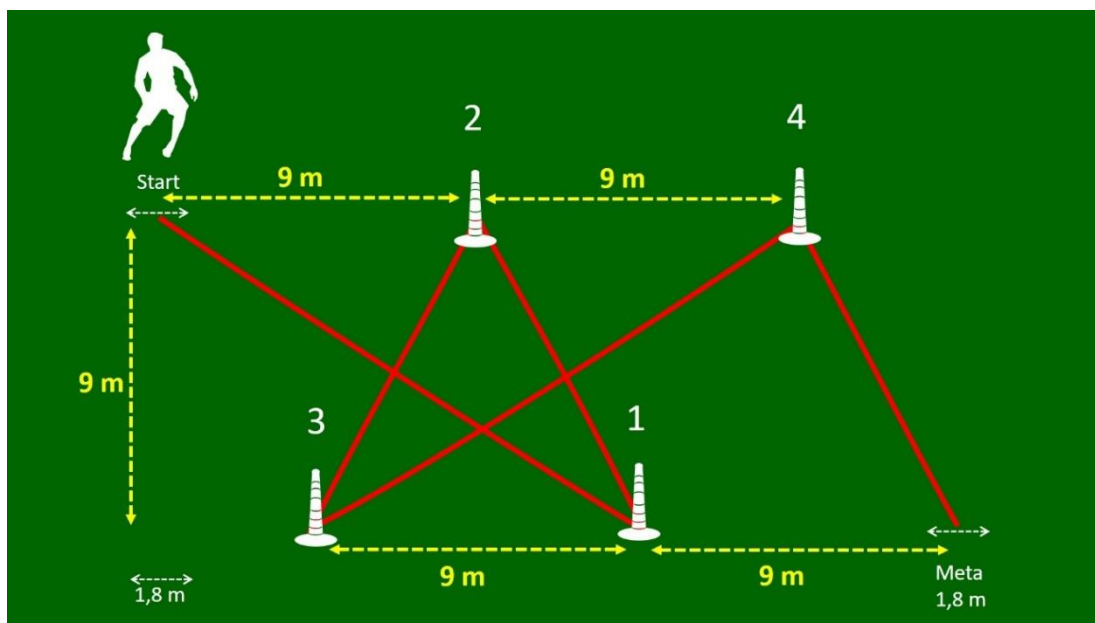
Test TBBP pozwala na ocenę czasu reakcji, zwinności, a także procesu podejmowania decyzji przez zawodnika. W piłce nożnej proces decyzyjny przebiega na podstawie obserwacji, przetworzenia informacji wzrokowych oraz podjęcia szybkich i skutecznych działań. Szybkość zawodnika, oceniana w tym teście, uwzględnia liczne zmiany kierunku biegu, elementy startu i hamowania w odpowiednim momencie w oparciu o bezbłędną obserwację i właściwe decyzje. Umiejętności oceniane w tym teście wykorzystywane są w czasie gry do dynamicznych reakcji przy płynnym przechodzeniu z fazy atakowania do fazy bronienia i odwrotnie.

W teście TPP ustawienie toru pozostało niezmienione. Tym razem jednak zawodnik miał za zadanie pokonać go nie tracąc kontroli nad piłką. Podobnie, jak w teście TBBP, ważną rolę w podjęciu precyzyjnej decyzji i skutecznego wykonania zadania odgrywają właściwe określenie lokalizacji tyczek i ocena ich odległości od zawodnika. Dzięki nim zawodnik w odpowiednim miejscu wyhamowuje prędkość poruszania się i zmienia kierunek biegu, aby w jak najkrótszym czasie pokonać tor. Zasadniczą różnicę pomiędzy testami TBBP i TPP stanowi element kontroli nad piłką, który w teście TPP dodatkowo wymaga właściwej koordynacji oko - ciało.



Ryc. 5 - Ustawienie toru w teście prowadzenia piłki TPP

Dodatkowo jako trzeci przeprowadzony został test numery (TN), podczas którego zawodnik miał za zadanie pokonać tak samo ustawiony tor bez piłki. Jednak tym razem tyczki ponumerowano, a ich numeracja była przypadkowa i taka sama dla każdego zawodnika. Test TN przeprowadzano z uczestnictwem tylko jednego zawodnika, w obecności trenera i rodzica tak, aby uniemożliwić zawodnikom przekazywanie sobie informacji o konfiguracji toru. Zawodnik ustawiany był na linii startu w taki sposób, aby nie mógł wcześniej zobaczyć ustawienia toru i numeracji tyczek. Na sygnał odwracał się w kierunku toru, dokonywał szybkiej obserwacji kolejności tyczek i zaczynał bieg od linii startu do linii mety okrążając kolejne tyczki. W tym teście oprócz szybkości i zwinności, właściwego określenia lokalizacji tyczek i ich odległości od zawodnika dodatkowo istotną rolę odgrywały pamięć wzrokowa oraz integracja informacji peryferyjnych. Testy przeprowadzane były przez trenera posiadającego licencję UEFA B. Ustawienie toru dla testu TN przedstawiono na Rycinie 6, umieszczając dodatkowo zdjęcie jednego z zawodników podczas wykonywania tego zadania.



Ryc. 6 - Ustawienie toru dla testu numery

	Pamięć wzrokowa	Ocena odległości	Lokalizacja	Sakkady	Koordinacja oko – ręka/ oko - ciało	Czas reakcji	Integracja bodźców peryferyjnych
Nie ćwiczone	●	● ● ●					
Program 9.21			● ● ●	● ● ●	●	● ● ●	
Program 9.91			● ● ●	● ● ●	●	● ● ●	
Program 9.54			● ● ●		●		● ● ●
Program 9.53			● ● ●		●		● ● ●

Tabela 4 - Umiejętności wzrokowe ćwiczone w programach fiksatora sakkadycznego Wayne’a – podział ze względu na istotność dla sportowej sprawności specjalnej.

W Tabeli 4 przedstawiono zestawienie informacji, który parametr wzrokowy jest ćwiczony w danym programie fiksatora odnosząc te informacje do testów sprawności piłkarskiej w których dany parametr wzrokowy odgrywa istotną rolę: ● - Test bieg bez piłki, ● - Test prowadzenie piłki, ● - Test numery

4.5 Metody oceny statystycznej uzyskanych wyników

W celu oceny rozkładu zmiennych zastosowano test Shapiro - Wilka. Zmienne bez rozkładu normalnego zostały przedstawione jako mediana oraz przedział wartości (min ÷ max), z kolei zmienne o rozkładzie normalnym przedstawiono jako wartość średnia ± odchylenie standardowe (SD). Aby określić korelacje zachodzące pomiędzy parametrami wzrokowymi i sportowymi w pierwszej fazie eksperymentu dla parametrów o rozkładzie normalnym wyliczono współczynnik korelacji Pearson’a, dla zmiennych bez rozkładu normalnego współczynnik korelacji Spearmana. Różnice pomiędzy wynikami przed i po zakończonym uczestnictwie w treningu wzrokowo – motorycznym dla zmiennych o rozkładzie normalnym poddano analizie przy pomocy testu t - studenta dla prób niezależnych względem grup. W przypadku braku rozkładu normalnego zmiennych zastosowano test U Manna - Whitneya.

5 Wyniki piłkarzy nożnych w wieku 10-13 lat

W celu ustalenia jednorodności grup przeprowadzono analizę parametrów początkowych i nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami badaną i kontrolną pod względem początkowych parametrów układu wzrokowego oraz wyników w testach sprawności piłkarskiej. Grupy wykazywały jednorodność pod względem powyższych parametrów. Pełne zestawienie wzrokowych i sportowych parametrów początkowych dla wszystkich uczestników wraz z podziałem na grupy badaną i kontrolną oraz opisem statystyk przedstawiono w załączniku D.

5.1 Wyniki parametrów wzrokowych

Wyjściowe parametry układu wzrokowego zawodników ($n=33$) zbadano w pierwszym tygodniu uczestnictwa w projekcie i przedstawiono jako średnie $\pm$ SD dla parametrów o rozkładzie normalnym oraz jako medianę (min $\div$ max) dla parametrów bez rozkładu normalnego. W badanej grupie mediana wieku zawodników wynosiła 11,4 (10,1 $\div$ 13,6), zawodnicy uzyskali średni wynik w kwestionariuszu jakości życia COVID – QOL na poziomie $21,5 \pm 9,3$, mediana wartości widzenia stereoskopowego ocenianego przy pomocy okręgów Wirta w teście motyla wyniosła 40'' (40'' $\div$ 60''). Pozostałe parametry wyjściowe w formie tabel przedstawiono poniżej.

5.1.1 Ostrość wzroku

	Nieskorygowana ostrość wzroku do dali	Najlepsza skorygowana ostrość wzroku do dali	Nieskorygowana ostrość wzroku do bliży	Najlepsza skorygowana ostrość wzroku do bliży
OD	1,0 (0,3 $\div$ 1,5)	1,0 (1,0 $\div$ 1,5)	1,0 (0,5 $\div$ 1,0)	1,0 (1,0 $\div$ 1,0)
OS	1,0 (0,3 $\div$ 1,5)	1,0 (1,0 $\div$ 1,5)	1,0 (0,5 $\div$ 1,0)	1,0 (1,0 $\div$ 1,0)
OU	1,0 (0,4 $\div$ 1,5)	1,2 (1,0 $\div$ 1,5)	1,0 (0,6 $\div$ 1,0)	1,0 (1,0 $\div$ 1,0)

Tabela 5 - Wyniki ostrości wzroku zawodników

5.1.2 Wada refrakcji

	SPH [D]	CYL [D]	SE [D]
OD	0,25 (-2,00 ÷ 1,25)	0,00 (-0,75 ÷ 0,00)	0,125 (-2,50 ÷ 1,25)
OS	0,25 (-2,50 ÷ 1,25)	0,00 (-0,75 ÷ 0,00)	0,125 (-2,00 ÷ 1,25)

Tabela 6 - Wyniki wartości wady wzroku piłkarzy

5.1.3 Akomodacja

	Amplituda akomodacji [D]	MEM [D]	Sprawność akomodacji [cpm]
OD	18,18 (7,69 ÷ 28,57) 17,64 ± 4,86 ^L	0,00 (0,00 ÷ 1,25)	10,2 ± 4,2
OS	17,3 ± 4,8	0,00 (0,00 ÷ 1,25)	10,6 ± 4,2
OU	-	-	11,0 ± 3,2

Tabela 7 - Wyniki funkcji akomodacji zawodników

5.1.4 Punkt bliski konwergencji

	NPC [cm]
Zerwanie	4,2 ± 2,6
Odtworzenie	8,6 ± 3,1

Tabela 8 - Punkt bliski konwergencji zawodników

5.1.5 Foria

	Foria dal [Δ]	Foria bliż [Δ]
Maddox	0,0 (-4,0 ÷ +6,0) / 0,0 ± 2,2 ^L	-
VG	-0,79 ± 2,2	-1,82 ± 2,96

Tabela 9 - Wartości forii zawodników

^L – pomimo braku normalności rozkładu podano wartość średnia ± SD na potrzeby porównania parametru z danymi literaturowymi i odniesienia do danych o rozkładzie normalnym. Wartości forii i zakresów wergencji podane ze znakiem „-” oznaczają kierunek baza nos, wartości podane ze znakiem „+” oznaczają kierunek baza skroń.

5.1.6 Zakresy wergencji fuzyjnej

	Zakresy wergencji fuzyjnej do dali Von Graefe'a [Δ]	Zakresy wergencji fuzyjnej do bliży Von Graefe'a [Δ]	Zakresy fuzji Quoits [Δ]
BI BL	-6,0 (-19,0 ÷ -4,0)	-14,82 ± 4,67	-12,00 ± 3,95
BI BR	-6,0 (-19,0 ÷ -4,0)	-16,76 ± 4,88	-14,12 ± 4,04
BI REC	-4,09 ± 1,9	-11,12 ± 4,69	-7,39 ± 3,89
BO BL	12,03 ± 5,4	16,0 (6,0 ÷ 32,0)	18,06 ± 8,34
BO BR	17,36 ± 7,6	17,36 ± 5,62	22,52 ± 12,45
BO REC	6,0 (1,0 ÷ 28,0)	7,0 (0,0 ÷ 28,0)	6,0 (1,0 ÷ 20,0)

Tabela 10 - Wartości zakresów fuzji zawodników

5.1.7 Tłumienie

W teście Pola – Mirror wykonanym z odległości 40 cm zawodnicy częściej zgłaszali tłumienie w oku lewym (maksymalnie do 40% czasu) w porównaniu do oka prawego, gdzie występowało ono maksymalnie do 25% czasu. Na odległości 1 metra zawodnicy również częściej zgłaszali tłumienie dla oka lewego (maksymalnie do 50 czasu) w porównaniu z okiem prawym (maksymalnie do 15 % czasu).

	40 cm [% czasu]	1 m [% czasu]
OD	0,0 (0,0 ÷ 25,0)	0,0 (0,0 ÷ 15,0)
OS	0,0 (0,0 ÷ 40,0)	0,0 (0,0 ÷ 50,0)

Tabela 11 - wyniki tłumienia w teście Pola – Mirror

5.1.8 Ruchy oczu

	NSUCO Sakkady	NSUCO Wodzenie
Umiejętność	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	5,0 (5,0 ÷ 5,0)
Fiksacje	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)
Ruchy głowy	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	4,0 (2,0 ÷ 5,0)
Ruchy ciała	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)

Tabela 12 - Wyniki testu NSUCO zawodników

5.2 Wyniki umiejętności piłkarskich

W pierwszym tygodniu projektu każdy zawodnik przeszedł serię trzech testów sprawności piłkarskiej: test bieg bez piłki (TBBP), test prowadzenia piłki (TPP) oraz test numery (TN). Wyjściowe rezultaty dla zawodników z podziałem na grupy przedstawiono w załączniku D. W Tabeli 13 przedstawiono wyniki początkowe dla wszystkich uczestników.

Test sprawności piłkarskiej	Czas [s]
TBBP (1)	14,78 (13,87 ÷ 17,06)
TPP (1)	19,28 ± 1,87
NT (1)	18,84 (16,28 ÷ 23,28)

Tabela 13 - Początkowe wyniki testów sprawności piłkarskiej dla wszystkich zawodników

W Tabeli 13 wynik podany w nawiasie oznacza tydzień uczestnictwa w programie. W tym przypadku jest to tydzień pierwszy, przed rozpoczęciem uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne’a przez zawodników grupy badanej.

5.3 Funkcje wzrokowe wpływające na sprawność piłkarską

Kolejnym etapem analizy było ustalenie istniejących korelacji wyjściowych parametrów wzrokowych piłkarzy nożnych z wynikami testów sprawności piłkarskiej. Ich zestawienie przedstawiono w Tabeli 14 oraz na wybranych wykresach zebranych w załączniku E.

Parametr	TBBP1		TPP1*		TN1	
	R	P	R	p	R	p
1. COVD-QOL 30*						
	0,310	0,035	0,315 ^P	0,084	0,230	0,215
2. Nieskorygowana ostrość wzroku do dali VA s.c.						
OD	-0,360	0,043	-0,132	0,471	-0,182	0,319
OU	-0,368	0,038	-0,189	0,298	-0,267	0,139
3. Najlepsza skorygowana ostrość wzroku do dali BCVA						
OD	-0,226	0,214	-0,198	0,277	-0,478	0,006
OS	-0,119	0,518	-0,091	0,620	-0,374	0,035
OU	-0,065	0,724	-0,052	0,777	-0,387	0,029
4. Ekwiwalent sferyczny [D]						
SE OD	-0,442	0,011	-0,002	0,992	-0,135	0,462
SE OS	-0,441	0,012	-0,005	0,980	-0,131	0,476
5. Amplituda akomodacji [D]						
OD	0,384	0,030	0,447	0,010	0,327	0,068
OS*	0,408	0,020	0,384	0,030	0,241	0,184
6. Punkt bliski konwergencji						
Odtworzenie	0,294	0,103	0,326 ^P	0,069	0,506	0,003
7. Zakresy wergencji fuzyjnej Von Graefe'a do dali						
BI REC*	-0,217	0,233	-0,405^P	0,022	-0,241	0,183
BO BL*	0,359	0,043	0,594^P	0,0003	0,567	0,0007
BO BR*	0,369	0,037	0,363^P	0,041	0,287	0,111
8. Zakresy fuzji Quoits [Δ]						
BO BL*	0,194	0,288	0,434^P	0,013	0,417	0,017
BO BR*	0,288	0,110	0,363^P	0,041	0,487	0,005
9. NSUCO - Ruchy ciała						
Sakkady	-0,510	0,003	-0,534	0,002	-0,454	0,009
Wodzenie	-0,387	0,029	-0,499	0,004	-0,303	0,092

Tabela 14 - Funkcje wzrokowe korelujące z testami sprawności piłkarskiej

Dla danych zestawionych w Tabeli 14 zastosowano następujące oznaczenia: dla zmiennych z rozkładem normalnym P – współczynnik korelacji Pearson’a, dla zmiennych bez rozkładu normalnego współczynnik korelacji Spearman’a. Pozostałe oznaczenia: R- współczynnik korelacji, p – istotność statystyczna, *rozkład normalny zmiennych.

Dodatkowo ocenianym parametrem była dominacja oka oceniana metodami sensoryczną oraz motoryczną. Sprawdzone czy występowanie u zawodnika skrzyżowanej dominacji oka wpływa na jego możliwości sportowe. Wyniki jakie uzyskiwali zawodnicy, u których stwierdzono skrzyżowaną lub nieskrzyżowaną dominację oka w poszczególnych testach sprawności piłkarskiej, przedstawiono w Tabeli 15.

Zmienna	$T_{\text{skrzyżowana } n=16}$	$T_{\text{nieskrzyżowana } n=16}$	P
TBBP (1)	14,64 (14,09 ÷ 16,53)	15,02 (13,87 ÷ 17,06)	0,720
TPP (1)	18,15 (17,31 ÷ 21,31)	20,28 (16,28 ÷ 23,28)	0,025
TN (1)	18,41 (16,75 ÷ 19,00)	18,91 (16,91 ÷ 28,00)	0,309

Tabela 15 - Wpływ skrzyżowanej dominacji oka na wyniki testów sprawności piłkarskiej.

$T_{\text{skrzyżowana}}$ - Czas uzyskany w teście sportowym dla zawodników ze skrzyżowaną dominacją oka wyznaczoną metodami sensoryczną i motoryczną, $T_{\text{nieskrzyżowana}}$ - Czas uzyskany w teście sportowym dla zawodników ze nieskrzyżowaną dominacją oka wyznaczoną metodami sensoryczną i motoryczną.

5.3.1 COVD QOL – 30 a TBBP

W badaniu odnotowano dodatnią korelację pomiędzy ilością punktów uzyskanych w kwestionariuszu COVD - QOL 30, a czasem pokonania testu TBBP. Zawodnicy z większą ilością punktów potrzebowali więcej czasu na pokonanie toru w teście bieg bez piłki.

5.3.2 Ostrość wzroku

Zaobserwowano również ujemną korelację pomiędzy nieskorygowaną ostrością wzroku do dali zawodnika, a czasem wykonania testu TBBP w pierwszym tygodniu uczestnictwa w projekcie oraz ujemną korelację skorygowanej ostrości wzroku BCVA z wynikami testu numery TN (1).

5.3.3 Wada wzroku a TBBP

W badaniu wykazano ujemną korelację pomiędzy sferycznym ekwiwalentem wady refrakcji w obu oczach a czasem wykonania testu TBBP w pierwszym tygodniu uczestnictwa w projekcie. Przesunięcie wady wzroku w kierunku krótkowzroczności wiązało się z dłuższym czasem wykonania testu TBBP. Zależność tę dla oka prawego i lewego przedstawiono na Wykresach 23 i 24 w załączniku E.

5.3.4 Akomodacja a TBBP i TPP

Zaobserwowano dodatnią korelację pomiędzy amplitudą akomodacji, a czasami w testach TBBP (1) oraz TPP (1). Pierwszą zależność przedstawiono na Wykresie 25 w załączniku E.

5.3.5 Konwergencja a TN

Wykazano dodatnią korelację ($R = 0,506$, $p = 0,003$) pomiędzy odtworzeniem w pomiarze punktu bliskiego konwergencji, a czasem pokonania testu numery TN (1). Zawodnicy z oddalonym punktem odtworzenia potrzebowali więcej czasu na ukończenie testu numery TN (1). Zależność tę przedstawiono na Wykresie 26 w załączniku E.

5.3.6 Zakresy fuzji BO VG a wszystkie testy sprawności piłkarskiej

Wykazano dodatnią korelację pomiędzy punktem zmazania w pomiarze dodatniej wergencji fuzyjnej do dali, mierzonej metodą Von Graefe'a (BL BO VG), a czasem wszystkich trzech testów sprawności piłkarskiej. Zależność wydłużenia czasu w teście TPP wraz ze wzrostem wartości BL BO VG przedstawiono na Wykresie 27 w załączniku E. Punkt zerwania w pomiarze BO również wykazał dodatnią korelację dla testu TBBP i TPP. Zależność dla testu TBBP przedstawiono na Wykresie 28 w załączniku E.

5.3.7 Zakresy fuzji BO Quoits a TPP i TN

Punkty zerwania fuzji (BR BO Quoits) i zamazania (BL BO Quoits) w pomiarze zakresów wergencji metodą Quoits, w kierunku baza skroń, wykazały dodatnią korelację z szybkością wykonania testów TPP (1) oraz TN (1). Zależność obu punktów pomiaru zakresów wergencji względem testu TPP przedstawiono na Wykresach 29 i 30 w załączniku E.

5.3.8 Test NSUCO a wszystkie testy sportowe

W badaniu wykazano ujemną korelację ruchów ciała obserwowanych podczas oceny sakkad testem NSUCO z wynikami w testów TBBP (Wykres 31), TPP, TN oraz podczas ruchów śledzących dla testów TBBP i TPP (Wykres 32). Zawodnicy, którzy otrzymywali mniejszą ilość punktów, a zatem u których obserwowano znaczne ruchy ciała podczas wykonywania testu NSUCO, zarówno dla sakkad jak i dla ruchów śledzących potrzebowali więcej czasu na pokonanie toru we wszystkich testach sprawności piłkarskiej.

5.3.9 Dominacja skrzyżowana a TPP

Analiza dominacji oka wyznaczanej metodami sensoryczną i motoryczną pokazała, że jedynie dla testu prowadzenia piłki TPP parametr ten odgrywa statystycznie istotną rolę ($p = 0,025$). Dla pozostałych testów jest on bez znaczenia. Zawodnicy ze skrzyżowaną dominacją wyznaczoną za pomocą obu metod uzyskiwali krótsze czasy wykonania testu TPP (1).

5.4 Wyniki dla programów fiksatora sakkadycznego Wayne’a

Zawodnicy w trakcie uczestniczenia w projekcie dla danego programu fiksatora zdobywali wyniki, które przedstawiono w Tabeli 16 poniżej. Przy numerze programu fiksatora w nawiasie podano numer tygodnia uczestnictwa w projekcie. Wartości podane w kolumnach stanowią: śr. – wartość średnią mediany wyników, med. – medianę, min. - wartość minimalną, max. - wartość maksymalną oraz SDT – odchylenie standardowe uzyskiwanych wyników. Ponieważ inni autorzy podają wartości min ÷ max, mimo że rozkład wyników nie spełnia kryterium normalności, załączono dodatkowe notacje wyników i przedstawiono je w Tabeli 16.

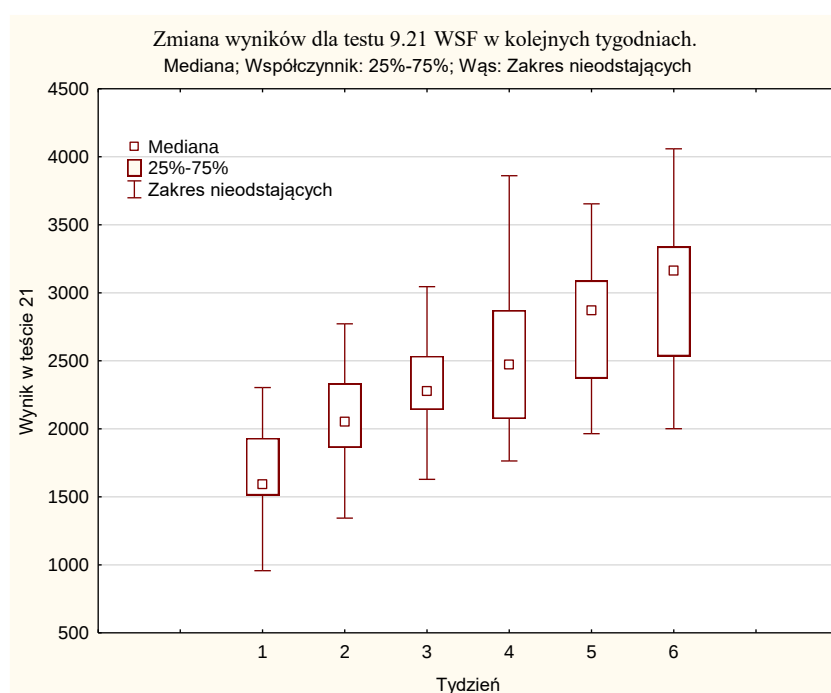
Program (tydzień)	Wartość średnia.	Odchylenie standardowe	Median	Minimum	Maksimum
9.21 (1)	1639,18	391,92	1593,00	957,00	2304,00
9.21 (2)	2099,75	405,05	2052,75	1344,00	2772,00
9.21 (3)	2310,57	378,09	2277,00	1629,00	3045,00
9.21 (4)	2521,71	572,07	2471,50	1764,00	3861,00
9.21 (5)	2808,96	493,31	2871,75	1965,00	3654,00
9.21 (6)	2996,82	600,54	3163,50	2001,00	4059,00
9.91 (1)	32,96	3,49	33,50	27,00	38,00
9.91 (2)	36,36	4,44	37,50	26,50	44,00
9.91 (3)	40,82	4,97	41,00	33,00	51,50
9.91 (4)	41,79	4,02	42,50	34,50	48,00
9.91 (5)	43,93	4,93	44,00	38,00	56,00
9.91 (5)	45,18	5,94	46,25	35,00	58,00
9.54 (1)	50,32	6,43	52,50	34,00	57,00
9.54 (2)	53,57	5,01	55,00	43,00	59,00
9.54 (3)	55,32	3,39	55,50	50,00	61,00
9.54 (4)	59,64	5,31	59,00	52,00	72,00
9.54 (5)	61,18	6,54	61,25	51,00	73,50
9.54 (6)	62,75	7,72	62,50	54,00	81,00
9.53 (1)	210,14	53,23	224,25	86,00	266,00
9.53 (2)	250,00	22,12	252,50	209,00	287,00
9.53 (3)	246,54	39,74	257,00	144,50	289,00
9.53 (4)	266,71	18,35	272,25	227,00	285,50
9.53 (5)	269,50	16,82	270,00	235,50	293,50
9.53 (6)	267,46	22,65	276,75	230,00	291,00

Tabela 16 - Zmiany wyników danego programu fiksatora sakkadycznego Wayne’a w kolejnych tygodniach uczestnictwa w projekcie.

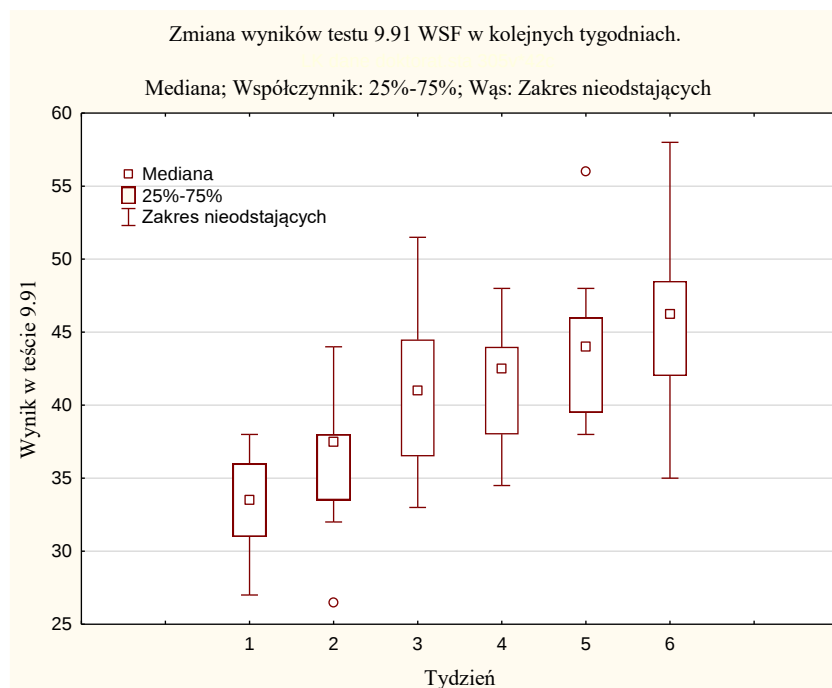
Odnotowano silny związek poprawy mediany wyników uzyskiwanych dla danego programu fiksatora z długością czasu uczestnictwa w projekcie. R- współczynnik korelacji, p - istotność statystyczna, Y - współczynnik kierunkowy prostej, odpowiada wzrostowi uzyskiwanych wyników w ciągu jednego tygodnia. Zależność tę przedstawiono w Tabeli 17 oraz na Wykresach od 1 do 4 poniżej.

	Średnia	STD	R	p	Y
Med. 9.21	2404,92	565,23	0,993340	0,000066	300,11
Med. 9.91	40,79	4,63	0,979024	0,000655	2,42
Med. 9.54	57,63	3,91	0,987522	0,000233	2,06
Med. 9.53	258,79	19,31	0,913974	0,010782	9,44

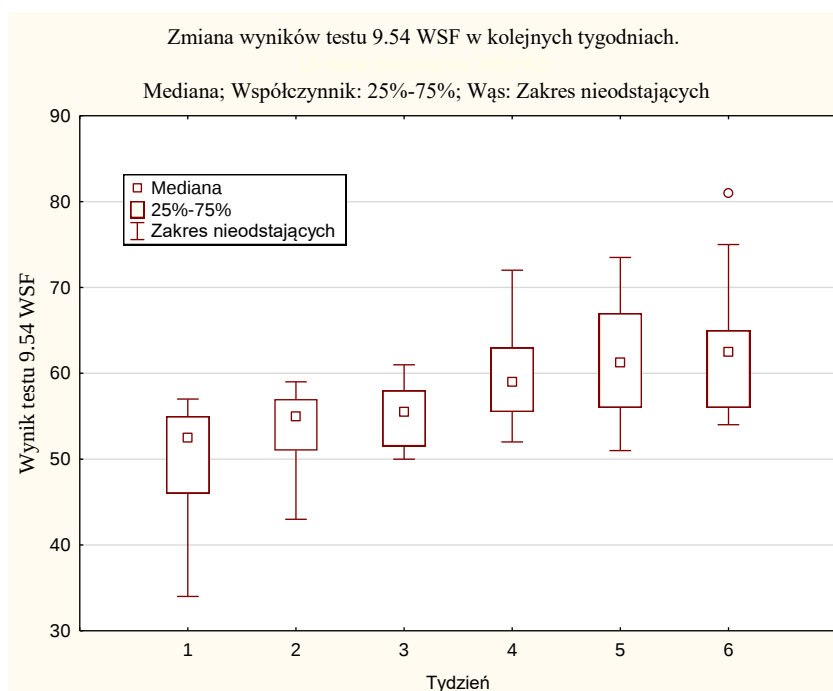
Tabela 17 - Związek poprawy wyników w testach na fiksatorze Wayne’a wraz z upływem czasu uczestnictwa w projekcie.



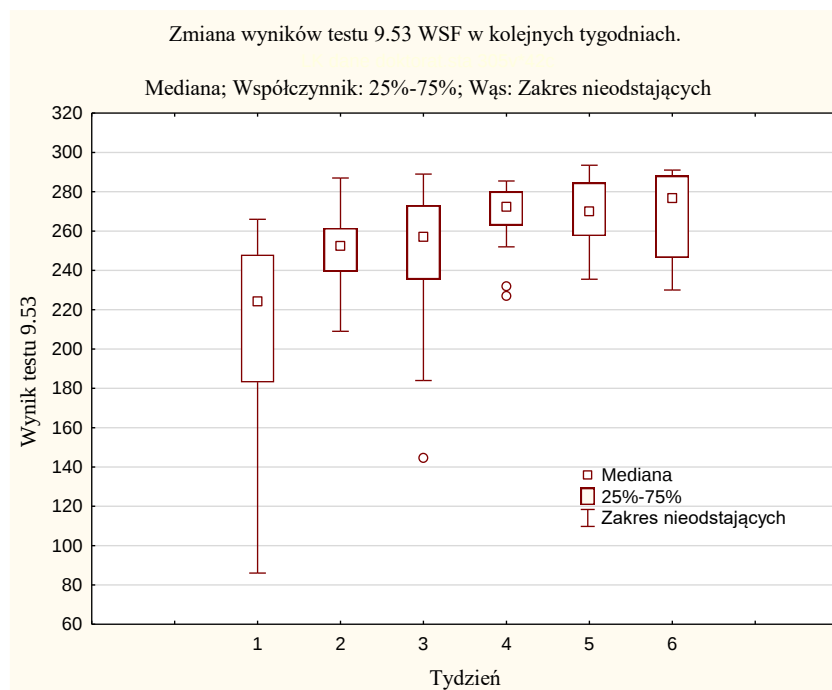
Wykres 1 - Poprawa wyników w teście 9.21 WSF wraz z upływem czasu.



Wykres 2 - Poprawa wyników testu 9. 91 WSF wraz z upływem czasu.



Wykres 3 - Poprawa wyników testu 9.54 WSF wraz z upływem czasu.



Wykres 4 - Poprawa wyników testu 9.53 WSF z upływem czasu.

5.5 Odnutowana poprawa

W wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym (TWM) umiejętności sportowe zawodników oraz parametry układu wzrokowego ulegały zmianie, poniżej opisano te zależności.

5.5.1 Poprawa wyników testów sportowych

Odnutowano zmiany wyników testów sprawności piłkarskiej dla zawodników w grupach. Ich wyniki przedstawiono w tabelach i na wykresach poniżej.

	Mediana	Min	Max
TBBP (1) - wszyscy	14,78	13,87	17,06
TBBP (1) - badani	15,15	13,87	16,97
TBBP (6) - badani	15,08	13,78	16,77
TBBP (1) - kontrola	14,63	13,90	17,06
TBBP (6) - kontrola	14,93	13,75	17,78
TPP (1) - wszyscy	18,84	16,28	23,28
TPP (1) - badani	19,38	16,28	22,50
TPP (6) - badani	18,88	17,32	21,30
TPP (1) - kontrola	18,30	16,75	23,28
TPP (6) - kontrola	19,24	16,34	24,97
TN (1) - wszyscy	18,44	16,75	28,00
TN (1) - badani	18,52	16,91	21,30
TN (6) - badani	18,46	16,25	21,00
TN (1) - kontrola	18,43	16,75	28,00
TN (6) - kontrola	18,38	16,81	22,56

Tabela 18 - Zmiana czasów w testach sprawności piłkarskiej dla kolejnych tygodni.

W Tabeli 18 wartość w nawiasie oznaczają tydzień uczestnictwa zawodnika w projekcie. Następnie przeprowadzono analizę istotności statystycznej odnotowanych zmian.

Zmienna	Grupa badana	Grupa kontrolna	P
Zmiana TBBP	-0,125 ± 0,431	0,11 ± 0,621	0,237
Zmiana TPP	-0,947 ± 1,495	0,636 ± 1,295	0,003

Tabela 19 - Zmiana wyników testów piłkarskiej sprawności specjalnej (TBP i TPP) pod wpływem treningu wzrokowo motorycznego w grupach badanej i kontrolnej

W rezultacie uczestnictwa w TWM odnotowano skrócenie czasu TBBP dla grupy badanej i wydłużenie dla grupy kontrolnej a w teście TN większe skrócenie czasu w szóstym tygodniu programu dla grupy badanej w porównaniu do grupy kontrolnej. Jednak jedynie wyniki testu prowadzenia piłki TPP wykazały istotną statystycznie zmianę.

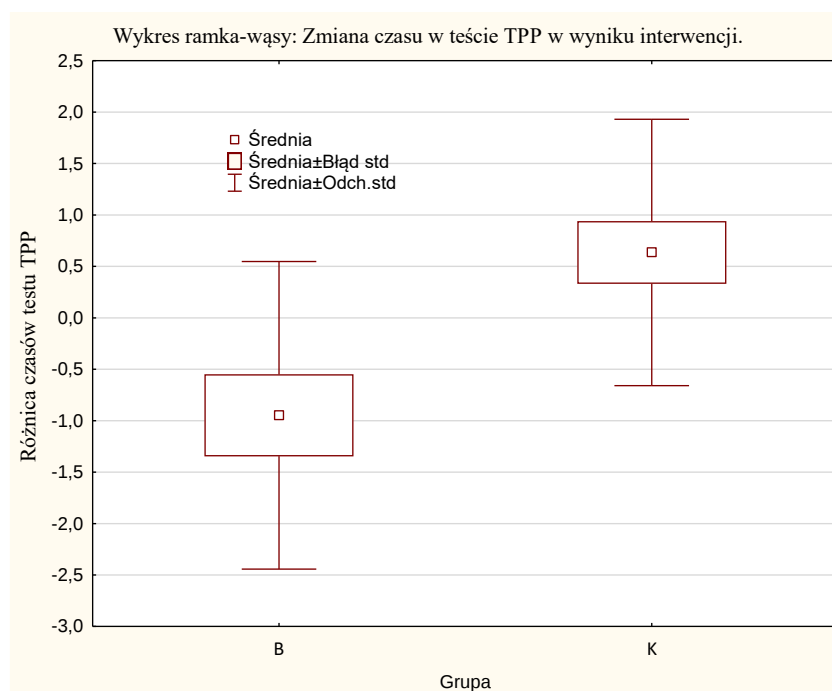
	Grupa badana	Grupa kontrolna	P
Zmiana TN	-0,2 (-1,33 ÷ 2,38)	-0,015 (-9,66 ÷ 2,22)	0,262

Tabela 20 - Zmiana wyników testów piłkarskiej sprawności specjalnej (TN) pod wpływem treningu wzrokowo motorycznego w grupach badanej i kontrolnej

W Tabelach 19 i 20 przedstawiono porównanie zmian czasu uzyskiwanego w testach sprawności piłkarskiej dla grup w następstwie 6 - tygodniowego treningu wzrokowo motorycznego z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne'a oraz statystki zmian i istotności statystyczne. Wyniki istotne statystycznie wytłuszczono. Wyniki w Tabeli 19 przedstawiono jako wartość średnią ($\bar{x}$) ± odchylenie standardowe (SD) dla statystyk liczonych testem t - studenta. Wyniki w Tabeli 20 przedstawiono jako mediana przedział minimum do maksimum (min ÷ max) dla statystyk liczonych testem U Manna Whitneya.

Uzyskane wyniki wskazują, że zachodzi silna zależność ($p=0,003$) pomiędzy poprawą czasu uzyskanego w teście prowadzenia piłki TPP, a uczestnictwem w 6 - tygodniowym programie treningu wzrokowo motorycznego z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego

Wayne'a. U zawodników grupy badanej zaobserwowano skrócenie średniego czasu pokonania toru ($-0,947 \pm 1,495$), natomiast u zawodników grupy kontrolnej czas ten uległ wydłużeniu ($0,636 \pm 1,295$). Statystycznie istotnych zmian nie odnotowano dla testu bieg bez piłki ($p = 0,237$) oraz testu numery ($p = 0,262$).



Wykres 5 - Zmian czasu uzyskanego w teście TPP w następstwie 6 - tygodniowego treningu wzrokowo – motorycznego dla grup.

5.5.2 Poprawa funkcji wzrokowych

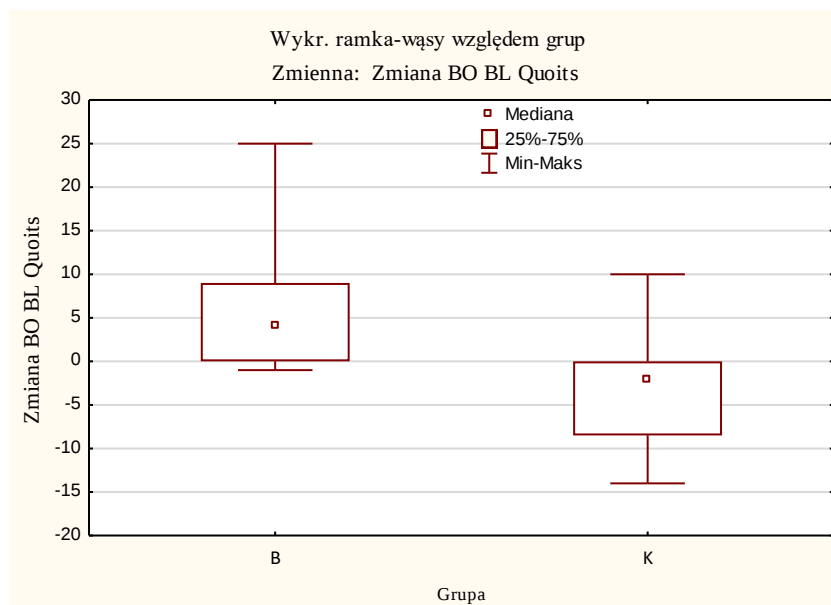
W wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym odnotowano istotne statystycznie różnice parametrów wzrokowych w grupach w porównaniu do parametrów wyjściowych.

Różnice zmiennej numerycznej	B	K	P
Zmiana BL BO Quoits	4 (-1 ÷ 25)	-2 (-14 ÷ 10)	0,0009
Zmiana BR BO Quoits	3,214 ± 11,537	-4,813 ± 9,914	0,005 ^{t-s}
Zmiana REC BO Quoits	1 (-3 ÷ 18)	0 (-14 ÷ 15)	0,042
Zmiana NSUCO/ śledzące/ ruchy głowy	0,5 (0 ÷ 2)	0 (-1 ÷ 1)	0,025

Tabela 21 - Różnice dla parametrów wzrokowych w grupach po uczestnictwie w treningu wzrokowo – motorycznym.

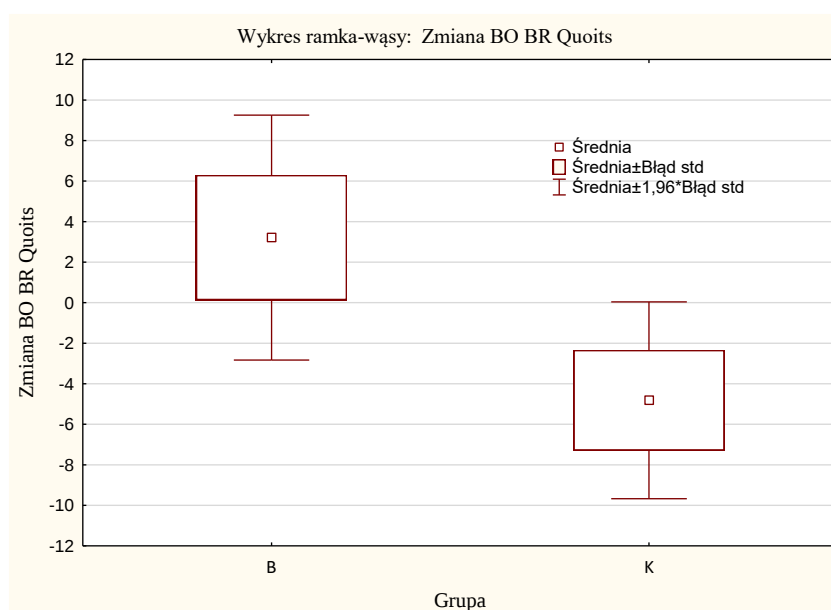
B – grupa badanych, K – grupa kontrolna, Indeks ^{t-s} – oznacza, że współczynnik p wyliczono testem t-Studenta, a wartości zmiennych podano jako wartość średnią ± odchylenie standardowe. Wartości wyznaczone przy pomocy testu U Manna Whitneya podano jako Mediana (min ÷ max)

W wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym w grupie badanej w porównaniu do grupy kontrolnej zwiększaniu uległy parametry zamazania, zerwania i odtworzenia podczas pomiarów zakresów fuzji w kierunku BO przy użyciu wektogramów Quoits.



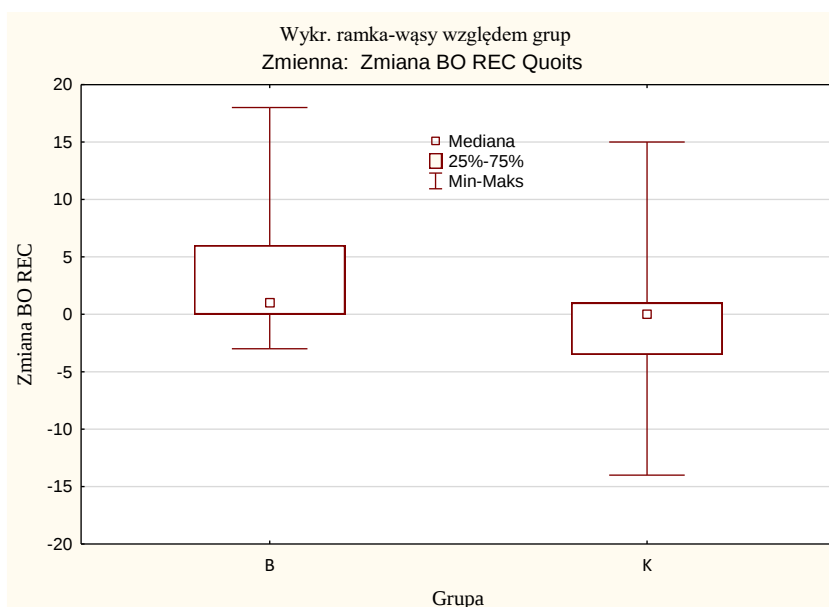
Wykres 6 – Zmiana parametru BO BL Quoits dla grup w wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym

Wykres zmiany wartości zamazania podczas pomiaru zakresów wergencji fuzyjnej w kierunku baza - skroń mierzonej przy pomocy wektogramów Quoits dla zawodników grupy badanej i grupy kontrolnej, pokazuje istotny statystycznie wzrost tego parametru u zawodników grupy badanej.



Wykres 7 – Zmiana parametru BO BR Quoits dla grup w wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym

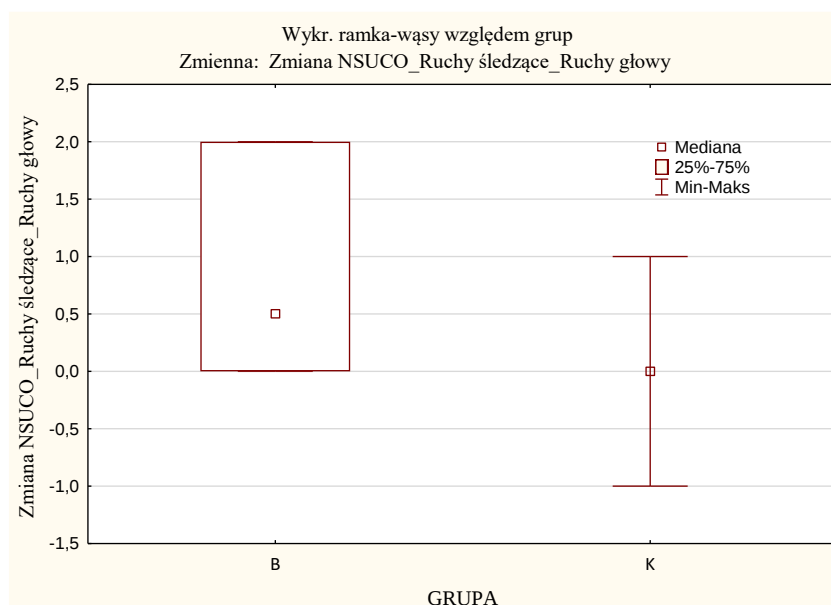
Wykres zmiany wartości zerwania fuzji w kierunku baza skroń mierzonej przy pomocy wektogramów Quoits dla zawodników grupy badanej i grupy kontrolnej pokazuje wzrost tego parametru wśród zawodników grupy badanej w wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym.



Wykres 8 – Zmiana parametru BO REC Quoits dla grup w wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym.

W wyniku uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym u zawodników grupy badanej zaobserwowano istotny statystycznie wzrost wartości odtworzenia fuzji w kierunku baza skroń mierzonej przy pomocy wektogramów Quoits. U zawodników grupy badanej w następstwie uczestnictwa w TWM odtworzenie fuzji następowało szybciej, przy większych wartości pryzmatu.

Ponadto zaobserwowano poprawę wyników odnotowywanych ruchów głowy podczas oceny ruchów śledzących w teście ruchów oczu NSUCO.



Wykres 9 - Zmiana parametru: NSUCO/ śledzące/ ruchy głowy w wyniku uczestnictwa w TWM dla grup.

Po zakończeniu uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym u zawodników grupy badanej, w ocenie ruchów śledzących testem NSUCO zaobserwowano statystycznie istotną ($p=0.025$) poprawę tego parametru 0,5 (0 – 2) w porównaniu do grupy kontrolnej 0 (-1 ÷ 1).

6 Omówienie wyników i dyskusja

Podział na grupy badaną i kontrolną odbywał się na zasadzie dobrowolnej deklaracji zawodnika. Chociaż można było spodziewać się, że spowoduje to różnice pomiędzy grupami to analiza przedstawiona w załączniku D dowodzi, że grupy pod względem parametrów wyjściowych były jednorodne.

6.1 Funkcje wzrokowe wpływające na wyniki testów sportowych

Wyniki parametrów wzrokowych, które wykazywały istotną statystycznie korelację z umiejętnościami piłkarskimi badanych zestawiono w Tabeli 13. Wyniki wszystkich wyjściowych parametrów wzrokowych w tym niekorelujących z umiejętnościami sportowymi przedstawiono w Tabelach 4 - 11.

6.1.1 COVD – QOL 30

Test COVD - QOL jest wiarygodnym narzędziem do pomiaru zmian zgłaszanych objawów przed i po optometrycznej terapii widzenia (Maples, 2000). Harris i Gormley wykazali znaczącą poprawę wyników COVD - QOL przed i po terapii widzenia u 416 osób nieuprawiających regularnie sportu (Harris and Gormley, 2007). W niniejszym badaniu średnia wartość wyniku uzyskanego w kwestionariuszu COVD - QOL 30 wynosiła $21,5 \pm 9,3$. Maples w badaniu na grupie pacjentów ($n=62$) w wieku 7 - 18 lat przed i po przystąpieniu do 20 tygodniowego programu optometrycznej terapii widzenia w 5 ośrodkach w USA uzyskał średni wynik przed uczestnictwem w terapii $42 \pm 18,129$ natomiast po ukończeniu 20 godzinnego programu $17,03 \pm 18,129$ (Maples and Bither, 2002).

W niniejszym badaniu na podstawie zebranych danych odnotowano istotną statystycznie zależność, dłuższego czasu wykonania testu TBBP przez zawodników z wyższym wynikiem w kwestionariuszu COVD - QOL 30. Kwestionariusz COVD jest zwyczajowo wykorzystywanym narzędziem do oceny ryzyka zaburzeń widzenia obuocznego oraz postępu terapii widzenia, jednak uzyskane wyniki pokazują, że może on stanowić cenne, łatwe i niedroge narzędzie do oceny możliwości sportowych zawodników.

6.1.2 Ostrość wzroku

Wśród publikacji na temat ostrości wzroku uzyskiwanej w Polsce przez dzieci nietrenujące warto przytoczyć pracę Szaflika i wsp., którzy w badaniach przesiewowych poddali analizie

parametry wzrokowe 1002 dzieci w wieku od 6-15 lat. Jednym z parametrów była ostrość wzroku, która wynosiła zarówno dla prawego jak i lewego oka $0,72 \pm 0,31$ (Szaflik et al., 2004).

Z badań przesiewowych przeprowadzonych przez Pieczyrak wśród dzieci nieuprawiających sportu, w wieku wczesnoszkolnym, wynika z kolei, że osiągnęte w tej grupie ostrości wzroku wyznaczone przy użyciu tablic C-Landolta wynoszą OD $1,0 \pm 0,3$ OS $1,0 \pm 0,3$ (Pieczyrak, 2007).

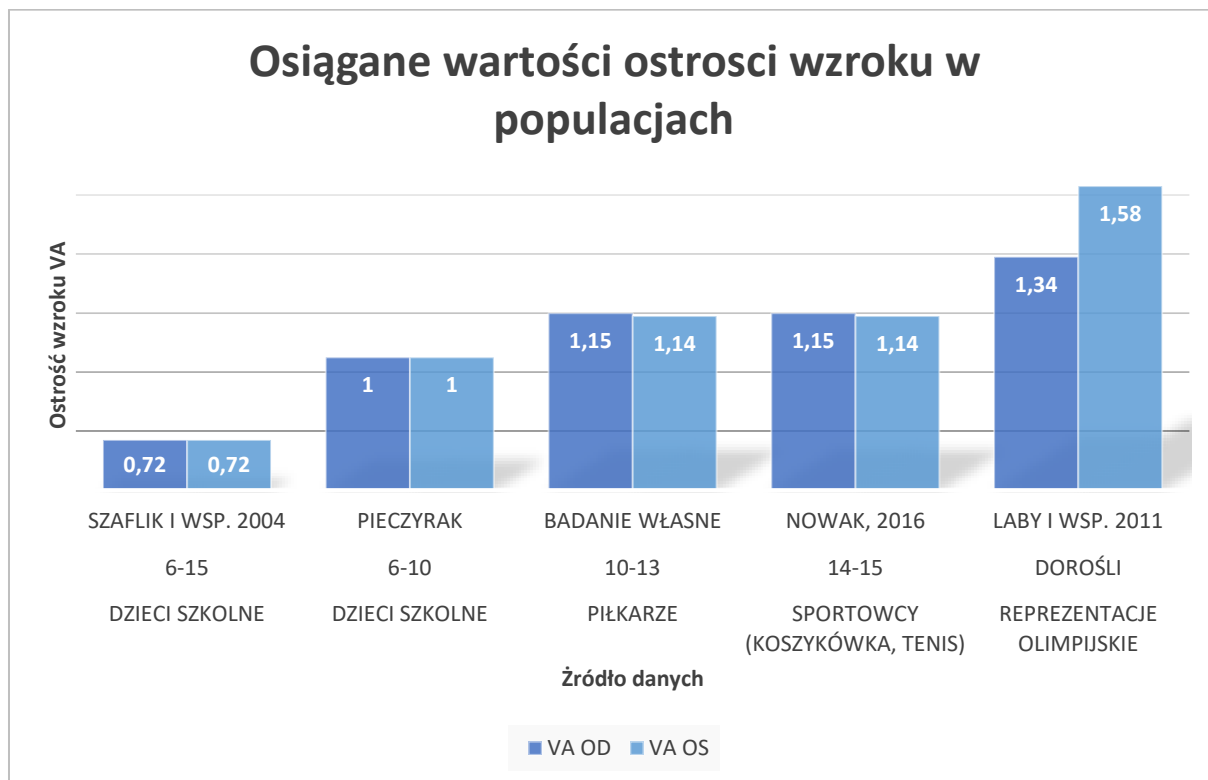
W innym opracowaniu Nowak omawia parametry układu wzrokowego zawodników w wieku 14-15 trenujących koszykówkę oraz tenis. W swoim badaniu uzyskał on następujące wyniki ostrości wzroku: OD $1,15 \pm 0,16$, OS $1,14 \pm 0,16$, OU $1,24 \pm 0,18$, a zatem zbieżne z wynikami młodszych piłkarzy prezentowanymi w niniejszej pracy (Nowak, 2016).

Laby przebadął dorosłych przedstawicieli ośmiu dyscyplin sportowych ($n=157$) w tym 25 piłkarzy biorących udział w olimpiadzie. Do oceny ostrości wzroku wykorzystał Professional Sports Vision Testing System (PSVTS) i ciekłokrystaliczny ekran z pierścieniami C - Landolta w opcji czterokrotnego wyboru. W badaniu uzyskał średnie wyniki ostrości wzroku piłkarzy dla oka prawego i lewego odpowiednio OD $1,34 \pm 0,6$, OS $1,58 \pm 0,7$ (Laby et al., 2011). Uzyskane w badaniu wyniki najlepszej ostrości wzroku w korekcji dla młodych piłkarzy BCVA OD $1,15 \pm 0,2$, BCVA OS $1,14 \pm 0,19$, BCVA OU $1,20 \pm 0,19$ są nieznacznie niższe od wyników jakie uzyskał Laby. Wyniki, które przedstawił Laby dotyczą zawodników na poziomie olimpijskim zaś wyniki w niniejszym badaniu grupy młodych piłkarzy trenujących na poziomie amatorskim.

Porównując wyniki należy zwrócić uwagę, że Laby i Pieczyrak wykorzystali optotypy, które co prawda uniemożliwiają zapamiętywanie, ale są łatwiejsze do identyfikacji w porównaniu do optotypów literowych wykorzystanych w niniejszym badaniu.

Analizując prace autorów widać, że piłkarze nożni uzyskali lepsze wyniki ostrości wzroku od osób w podobnym wieku nieuprawiających sportu. Ich wyniki są zbieżne z wynikami nieznacznie starszych zawodników regularnie uprawiających koszykówkę i tenis, lecz niższe niż wśród dorosłych zawodników reprezentacji olimpijskich, a zatem sportowców na poziomie elitarnym.

Choć ta zależność nie odpowiada na pytanie o to, czy lepsze parametry wzrokowe wśród sportowców są przyczyną czy efektem aktywności sportowej pokazuje jednak, że taka zależność istnieje.



Wykres 10 - Wartości ostrości wzroku w populacjach.

6.1.2.1 Nieskorygowana ostrość wzroku.

Dostępne badania z udziałem profesjonalnych sportowców nie wykazały, w jaki sposób lepsza ostrość wzroku przekłada się bezpośrednio na wyższy poziom umiejętności w sporcie.

W niniejszej pracy zaobserwowano, że zawodnicy z lepszą nieskorygowaną ostrością wzroku potrzebowali mniej czasu na wykonanie testu bieg bez piłki TBBP (1) w pierwszym tygodniu uczestnictwa w projekcie, czyli przed rozpoczęciem treningu na fiksatorze Wayne'a przez zawodników grupy badanej. Niższa ostrość wzroku piłkarzy skutkowała gorszym wynikiem testu TBBP (1). Takiej korelacji można było się spodziewać w przypadku najlepszej skorygowanej ostrości wzroku. Jak wykazały jednak badania, tylko 25% graczy, którzy wymagają korekcji wzroku, faktycznie ją stosuje podczas treningu. (Jorge and Fernandes, 2018). Uczestnicy tego badania z wadami refrakcji, które wymagają korekcji ($-0,75 \text{ D} \geq \text{SE} \geq +1,50 \text{ D}$), to 4 osoby (2 osoby grupy badanych i 2 osoby w grupie kontrolnej). Tylko jedna osoba z tej grupy stosowała korekcję podczas gry, dając odsetek stosujących korekcję podczas gry spójny z wynikiem Jorge. Nieskorygowana VA w niniejszym badaniu odzwierciedlała zatem zwyczajową ostrość wzroku dla zawodników w trakcie gry.

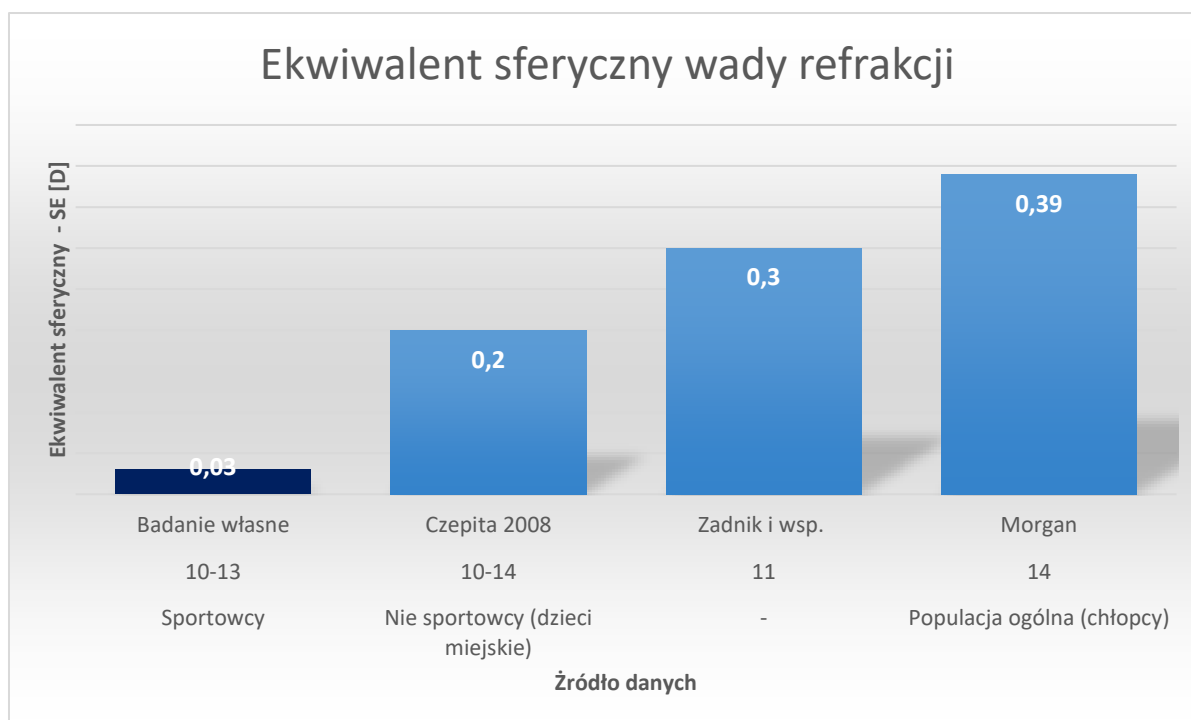
Zależność pogorszenia wyników w teście TBBP wydaje się być następstwem gorszej zwyczajowej ostrości wzroku. Ujemną korelację z tym parametrem wzrokowym można było zauważyć również dla pozostałych testów piłkarskich (TPP oraz TN) jednak bez wymaganej istotności statystycznej. Warto pamiętać, że test prowadzenia piłki (TPP) angażuje dodatkowo koordynację oko – ciało, a test numery (TN) elementy związane z pamięcią wzrokową.

6.1.2.2 Najlepsza skorygowana ostrość wzroku.

U zawodników wykazano związek najlepszej skorygowanej ostrości wzroku BCVA z szybkością pokonania toru w teście TN (1) w pierwszym tygodniu uczestnictwa w projekcie. Zawodnicy z gorszą ostrością wzroku potrzebowali więcej czasu na pokonanie toru w teście TN (1). Zależność ta pokazuje, że u zawodników, a w szczególności piłkarzy, przy doborze korekcji należy dążyć do uzyskania najlepszej możliwej ostrości wzroku.

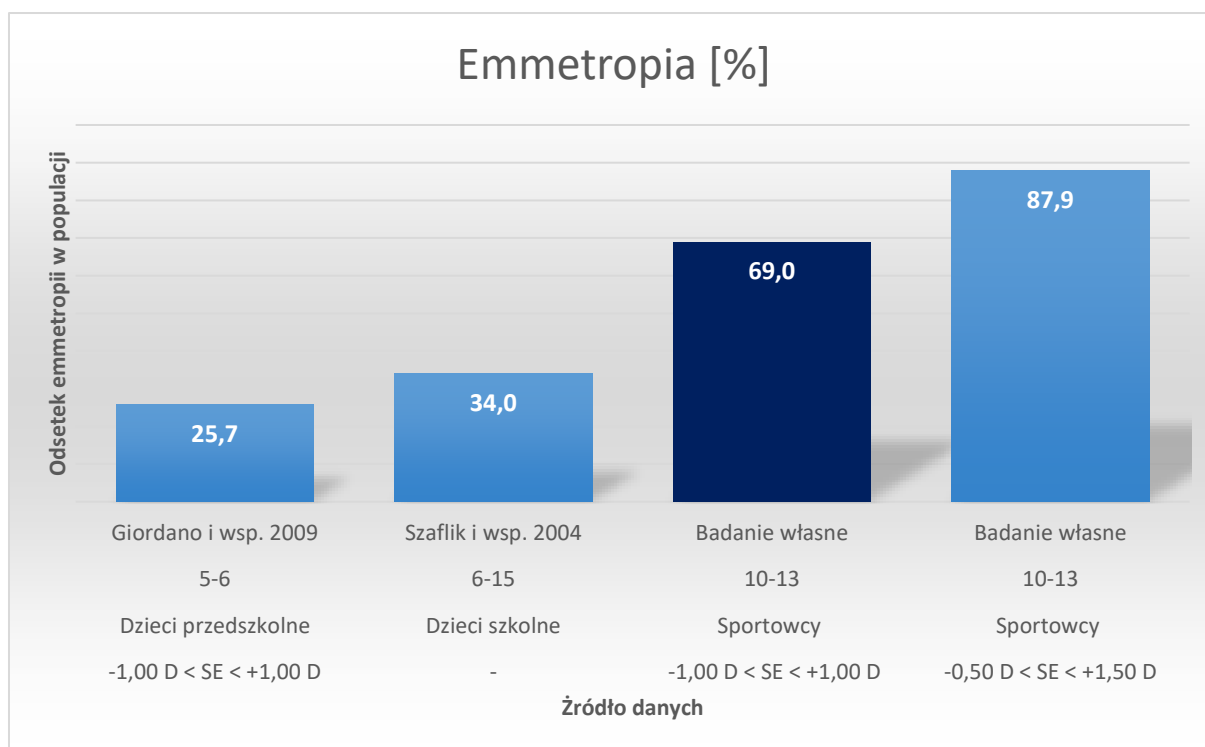
6.1.3 Wada wzroku

Wśród uczestników niniejszego badania średnia wartość ekwiwalentu sferycznego wady refrakcji oka prawego i lewego wynosiły odpowiednio OD $0,125\text{ D}$ ($-2,50\text{ D} \div 1,25\text{ D}$) / $0,03\text{ D} \pm 0,74\text{ D}$; OS $0,125\text{ D}$ ($-2,00\text{ D} \div 1,25\text{ D}$) / $0,04\text{ D} \pm 0,70\text{ D}$. Nieznacznie bardziej przesunięte w kierunku nadwzroczności wyniki uzyskał Czepita w badaniach w nad częstotścią występowania wad wzroku wśród dzieci miejskich i wiejskich w Polsce. Wykorzystując technikę skiaskopii po podaniu cyklopentolatu, przebadał 2206 uczniów w wieku 10-14 lat zamieszkujących Szczecin i okolice. Średnia wada refrakcji dla dzieci z obszarów miejskich ($n=1200$) wynosiła $0,2\text{ D} \pm 1,0\text{ D}$ (Czepita et al., 2008). Wyższą średnią wartość wady wzroku ($0,3\text{ D} \pm 1,34\text{ D}$) u 129 dzieci w wieku 11 lat, od uzyskanej w niniejszym badaniu, wykazała Zadnik (Zadnik et al., 1993). W swoim badaniu wykorzystywała ona autorefraktometr po podaniu tropikamidu. Morgan z kolei badał zmiany wad refrakcji u osób między 13 a 33 rokiem życia (51 kobiet i 44 mężczyzn), które nie były dobierane pod kątem badania nad procesem wzrostu i rozwoju dzieci. Średni ekwiwalent sferyczny wady refrakcji dla kobiet wynosił $+0,09\text{ D}$ w wieku 13 lat i $-0,13\text{ D}$ w wieku 33 lat. Średnia wada refrakcji dla mężczyzn wynosiła $+0,39\text{ D}$ w wieku 13 lat i $-0,13\text{ D}$ w wieku 33 lat (Morgan, 1958). Mimo różnic, które mogą wynikać z zastosowanych metodologii, można zauważyć, że wyniki średniej wady wzroku w populacji młodych piłkarzy amatorów są bliższe miarowości niż w populacji nietreningujących rówieśników.



Wykres 11 - Ekwiwalent sferyczny wady refrakcji w porównaniu do osób w podobnym wieku nieuprawiających sportu.

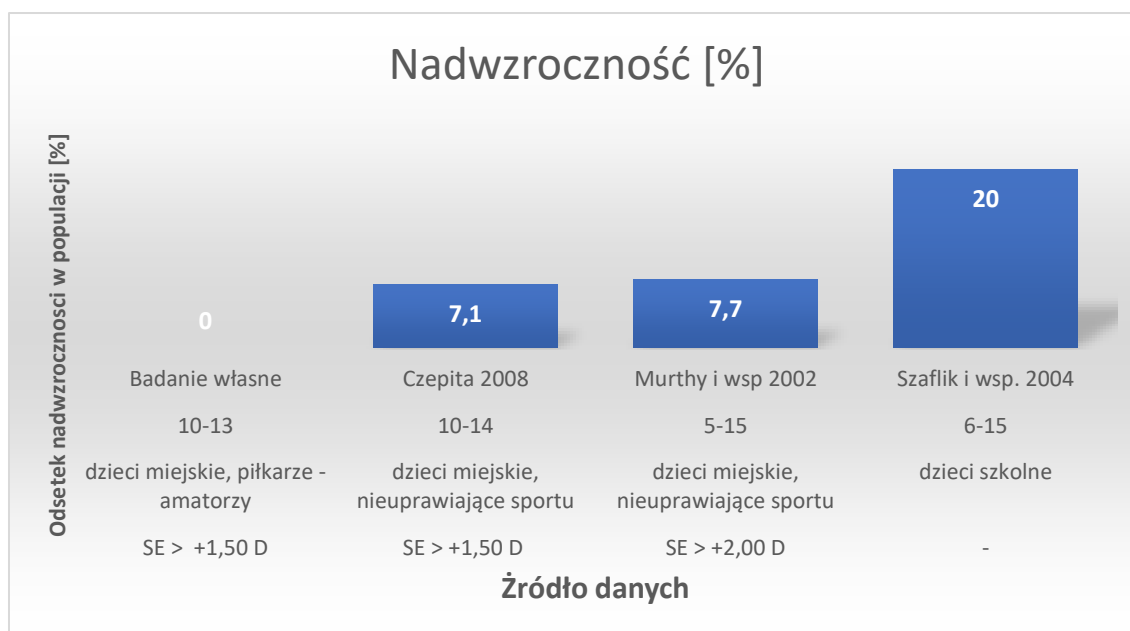
W celu odniesienia się do badań innych autorów za emmetropię uznano stan, w którym ekwiwalent sferyczny wady refrakcji w obu oczach jest większy niż $-1,00$ D lub mniejszy niż $+1,00$ D. Tylko 9,5% zawodników nie mieściło się w tym przedziale. Giordano i współautorzy wykazali emmetropię ($-1,00 \text{ D} < \text{SE} < +1,00 \text{ D}$) u 25,7% (oko prawe) i 27,5% (oko lewe) dzieci. W ich publikacji dotyczącej częstości występowania wady refrakcji wśród miejskiej białej populacji przedszkolnej (5-6 lat) w Baltimore, Maryland, wadę refrakcji mierzono za pomocą skiaskopii punktowej po podaniu cyklopentolatu (Giordano et al., 2009). W innym badaniu, które na grupie dzieci szkolnych w wieku 6 – 16 lat ($n=1002$) przeprowadzili Szaflik i współautorzy, odsetek emmetropii wynosił 34% (Szaflik et al., 2004). Przytoczone dane przedstawiono na Wykresie 24.



Wykres 12 - Odsetek emmetropii w populacjach

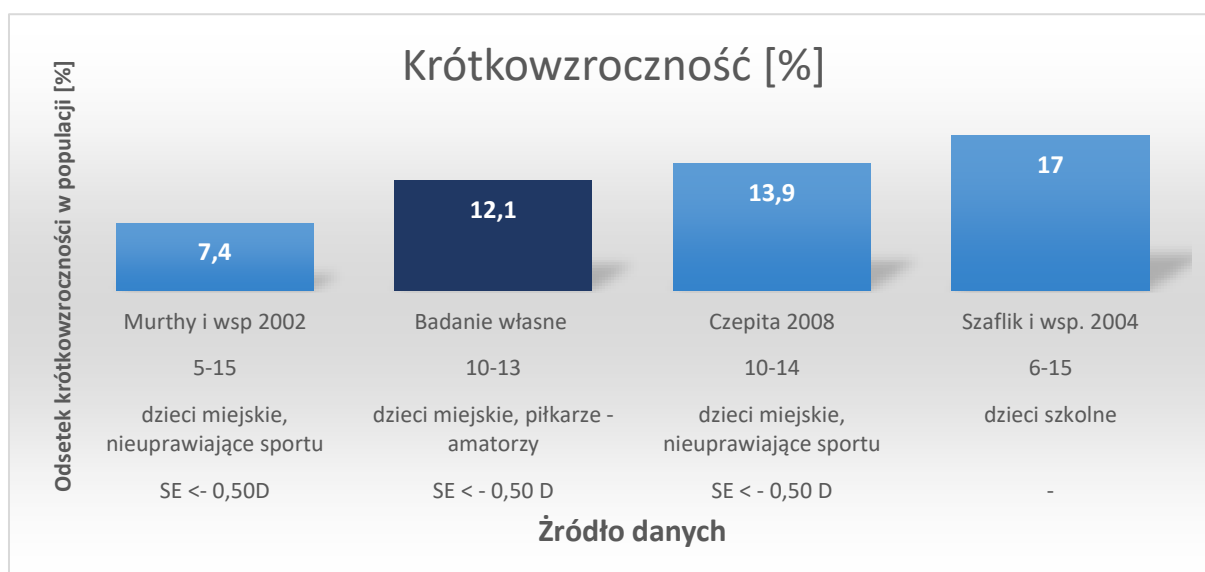
Odnosząc się do badań Giordano i Szaflika, obserwuje się znacząco wyższy odsetek emmetropii (69%) w populacji młodych zawodników w porównaniu do populacji osób nietreningujących w podobnym wieku. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, należy zauważyć różnice metodologii oraz przesunięcie nadwzrocznej wady refrakcji w kierunku emmetropii. Zależność tą opisał Murthy w badaniu z udziałem 6447 dzieci w wieku 5 - 15 lat. Zaobserwował on związane z wiekiem przesunięcie wady refrakcji z nadwzroczności u małych dzieci (15,6% u 5-latków) w kierunku krótkowzroczności u starszych dzieci (10,8% u 15-latków) (Murthy et al., 2002).

Poddano także analizie częstość występowania krótkowzroczności (Wykres 26) oraz nadwzroczności (Wykres 27) w grupie młodych piłkarzy w porównaniu z nieuprawiającymi sportu grupami rówieśników. Przyjmując dostępne w literaturze kryterium nadwzroczności, określające ekwiwalent sferyczny wady jako wartość większą niż +1,50 D, nie stwierdzono ani jednego przypadku nadwzroczności.



Wykres 13 - Odsetek nadwzrocności w populacjach.

Kolejnym analizowanym parametrem był odsetek krótkowzrocności w populacji młodych piłkarzy. Poddając wyniki analizie, uzyskano zbliżony, lecz niższy odsetek krótkowzrocności w populacji w porównaniu do wyników grup zbliżonych wiekowo badanych w Polsce (Czepita et al., 2008), (Szaflik et al., 2004). Zaobserwowano także nieznacznie wyższy odsetek uczestników z krótkowzrocnością w porównaniu do wyniku jaki Murthy uzyskał w badaniu (n=6447) przeprowadzonym wśród dzieci miejskich w Indiach (Murthy et al., 2002).



Wykres 14 - Odsetek krótkowzroczności w populacjach

W badaniu odnotowano ujemną korelację pomiędzy sferycznym ekwiwalentem wady refrakcji, a czasem testu TBBP. Spowodowała ona, że zawodnicy z przesunięciem wady refrakcji w kierunku krótkowzroczności osiągnęli dłuższe czasy TBBP. Przeprowadzono dodatkową analizę, aby przyjrzeć się, jak wygląda ta zależność w grupie, w której ekwiwalent sferyczny wady $\geq -0,75$ [D], a korekcję uznaje się za niewymaganą. W tej grupie również zaobserwowano analogiczną, istotną statystycznie zależność i obniżenie wyników TBBP u osób z przesunięciem wady refrakcji w kierunku krótkowzroczności: SE $OD \geq -0,75$ (0,25 (-0,25 ÷ 1,25), $R = -0,420$, $p = 0,026$), SE $OD \geq -0,75$ (0,25 (-0,375 ÷ 1,25), $R = -0,418$, $p = 0,027$). Korelacja ta jest szczególnie cenna, gdyż z dostępnych źródeł wynika, że wady refrakcji należą do niemodyfikowalnych parametrów układu wzrokowego (Gallaway et al., 1987).

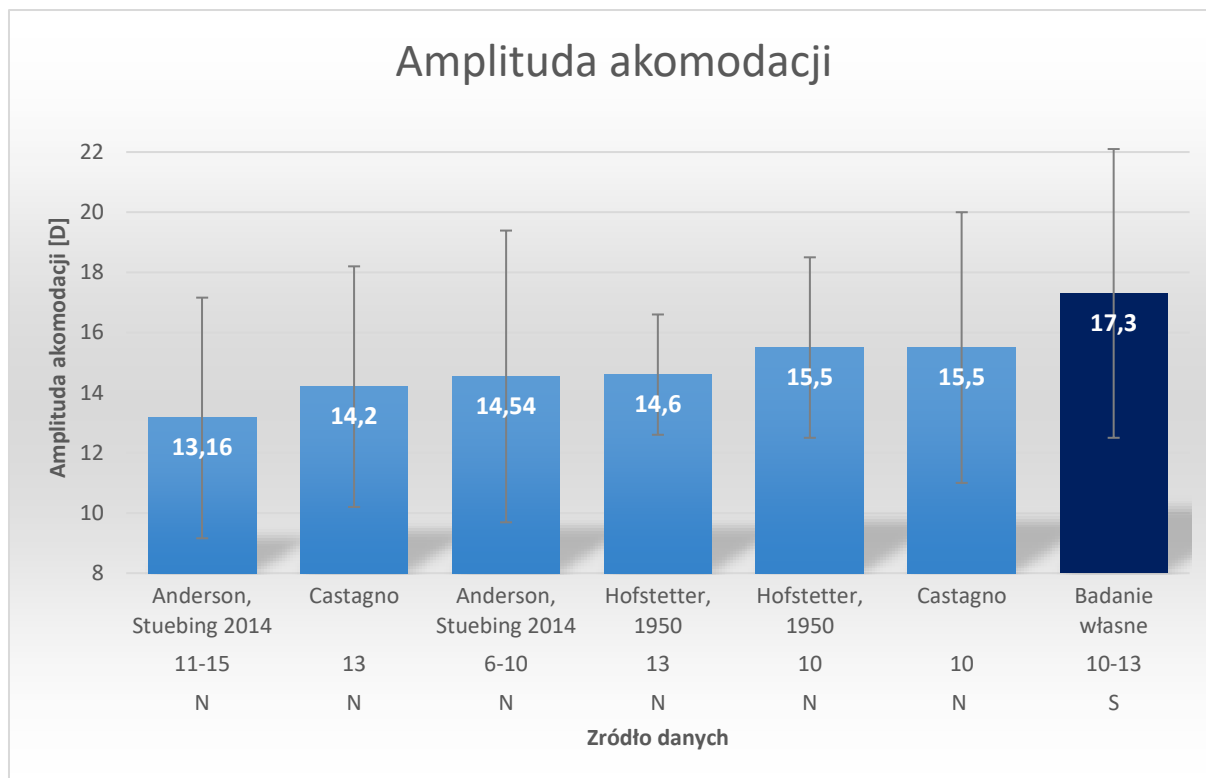
6.1.4 Amplituda akomodacji

Castagno wskazuje brak ujednolicenia metodologii badań dotyczących amplitudy akomodacji u dzieci (Castagno et al., 2017). Opracowane przez Hofstettera badania Duane, Dondersa i Kaufmana pozwoliły wyznaczyć minimalne, spodziewane i maksymalne wartości w zależności od wieku. Minimalna wartość oczekiwana wg Hoffstettera wynosi $15,00 D - 0,25 \times \text{wiek}$ wyrażony w latach, a średnia spodziewana wartość akomodacji wynosi $18,5 D - 0,30 \times \text{wiek}$ wyrażony w latach. Castagno wskazuje jednak, że opracowanie to powstało na podstawie badań, w których występują pewne ograniczenia dotyczące metodologii, takich jak

wybór próby, liczebność, brak informacji o kryteriach włączenia i wyłączenia oraz informacji czy pomiar wykonywano jednoocznie czy obuocznie, co skutkowało by przeszacowaniem wynikającym z wykorzystania konwergencji akomodacyjnej. Dla przykładu, Donders swoje badania przeprowadzał dla dzieci powyżej 10 roku życia, jednoocznie. Ograniczył jednak analizę do badanych z emmetropią lub bliskich emmetropii (Donders, 1864). W badaniu Castagno, przeprowadzonym w Brazylii z udziałem 867 dzieci w wieku 6 - 16 zbadano amplitudę akomodacji metodą pushup i uzyskano przedstawione w tabeli poniżej (Castagno et al., 2017).

Wiek	Liczebność	Amplituda akomodacji – mediana [D]	SD
10 lat	(99)	15,5	4,5
11 lat	(103)	14,2	3,1
12 lat	(93)	14,2	3,9
13 lat	(108)	14,2	2,7

W badaniu niniejszym uzyskano średnie wyniki amplitudy akomodacji wśród piłkarzy OD = 18,18 D (7,69 D ÷ 28,57 D), (17,64 D ± 4,86 D^L), OS = 17,3 D ± 4,8 D powyżej normy właściwej dla wieku, tj. 12 D ± 2 D, którą podali Scheiman i Wick oraz wartości oczekiwanych wg Hofstettera dla 10, 11, 12 i 13-latków, które wynoszą odpowiednio 15,5 D (12,5 D ÷ 21 D), 15,2 D (12,3 D ÷ 20,6 D), 14,9 D (12 D ÷ 20,2 D), 14,6 D (11,8 D ÷ 19,8 D) (Scheiman and Wick, 2008), (Taub and Shallo-Hoffmann, 2012). Wartości przewyższyły również te uzyskane przez Castagno.



Wykres 15 - Amplituda akomodacji w populacjach.

Na wykresie powyżej N – oznacza grupę osób, które nie uprawiają regularnie sportu lub uprawiają go rekreacyjnie, S – osoby uprawiające sport regularnie.

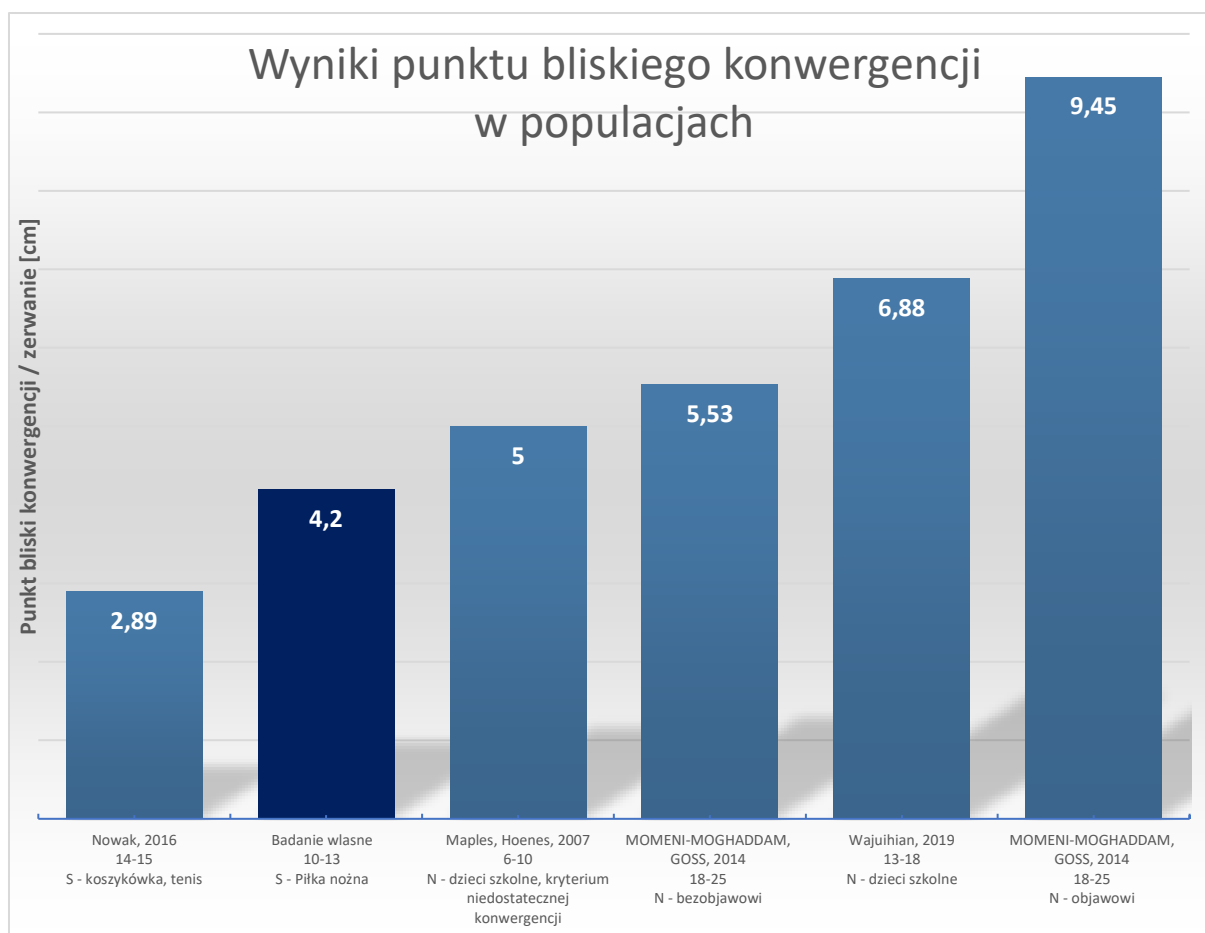
W badaniu zaobserwowano pozytywną korelację pomiędzy amplitudą akomodacji a czasami w testach TBBP (1) oraz TPP (1). Czasy były gorsze dla zawodników z wyższą amplitudą akomodacji. Zależność zdaje się stać w sprzeczności do koncepcji, wg której do wykonania zadania w wyżej wymienionych testach zawodnik dokonuje oceny położenia pachołków w przestrzeni, a następnie dzięki akomodacji jest w stanie utrzymać ich ostry obraz, a także właściwie ocenić ich odległość. Należałoby się zatem spodziewać, że większe możliwości układu akomodacyjnego będą wpływały korzystnie na możliwości sportowe zawodników. W badaniach dotyczących funkcji wzrokowych u dzieci Adamczak wykazała, że 43% dzieci ze zdiagnozowaną dysleksją nie spełnia kryterium wielkości amplitudy akomodacji w porównaniu do 28% dzieci grupy kontrolnej (Adamczak, 2011). Aby lepiej poznać naturę uzyskanej w prezentowanym badaniu dodatniej korelacji amplitudy akomodacji i czasu pokonania testów TBBP (1) oraz TPP (1) warto w przyszłych badaniach poddać analizie dokładność odpowiedzi akomodacji na bodziec, ponieważ sama wielkość tego parametru, niewątpliwie ważna w procesach zwianych z nauką i czytaniem, nie jest

jednoznaczna w odniesieniu do umiejętności sportowych. Warto też przytoczyć badanie Abrahama, który zaobserwował wyższą amplitudę akomodacji wśród krótkowidzów. Związek ten może potencjalnie wyjaśniać charakter uzyskanej w niniejszym badaniu zależności (Abraham et al., 2005).

6.1.5 Konwergencja

Nowak zbadał punkt bliski konwergencji u zawodników regularnie trenujących koszykówkę (n=35) i tenis (n=35) w wieku od 14 do 15 lat. Autor nie podaje metody, jednak przedstawione przez niego wyniki są lepsze niż wyniki omawianych w tej pracy młodszych zawodników trenujących amatorsko piłkę nożną (Nowak, 2016).

Maples i Hones przebadali grupę dzieci szkolnych (n=539), uczniów klas od 1 do 3, których funkcje wzrokowe oceniane były przez kolejne 3 lata. Autorzy sugerują, że w pomiarze punktu bliskiego konwergencji punkt zerwania (NPCB) oddalony powyżej 5 cm dzieli grupy na symptomatyczną i niesymptomatyczną. Autorzy sugerują, aby używać tego kryterium jako wyznacznika niedostatecznej konwergencji. Uzyskane w badaniu wartości średnie punktu bliskiego konwergencji dla młodych piłkarzy, zerwanie $4,2 \text{ cm} \pm 2,6 \text{ cm}$ i odtworzenie $8,6 \text{ cm} \pm 3,1 \text{ cm}$ przewyższają to kryterium. Według analizy, którą przedstawił Maples zarówno punkt zerwania jak i odtworzenia dla NPC nie zmieniają się wraz z wiekiem. Autor do przeprowadzenia swojego badania wykorzystał pręty fiksacyjne zakończone metalową lśniąca kulą, które prezentowane były w odległości 50 cm od dziecka i zbliżane do niego do momentu, kiedy dziecko zauważy zdwojenie, a zatem pomiar wykonywano dokładnie w takich samych warunkach jak pomiar w przypadku młodych piłkarzy (Maples and Hoenes, 2007).



Wykres 16 - Punkt bliski konwergencji w populacjach

Na wykresie powyżej N – oznacza grupę osób, które nie uprawiają regularnie sportu lub uprawiają go rekreacyjnie, S – osoby uprawiające sport regularnie.

Dupray w badaniu retrospektywnym zajmował się punktem bliskim konwergencji sportowców. Przebadał 270 sportowców (147 chłopców i 123 dziewczęta) w wieku od 10 do 21 ($14,7 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$) u których zdiagnozowano wstrząśnienie mózgu związane z uprawianiem sportu - SRC (sport related concussion). Sportowców podzielono na dwie grupy, takich u których punkt bliski konwergencji był normalny, a zatem wynosił poniżej 6 cm, oraz takich z niedostateczną konwergencją, u nich punkt bliski konwergencji był większy od 6 cm. U pacjentów oceniano czas powrotu do zdrowia. W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że sportowcy z niedostateczną konwergencją na pierwszej wizycie są w grupie zwiększonego ryzyka wydłużonego czasu powrotu do zdrowia po wstrząśnieniu mózgu związanym ze sportem. Autorzy postulują, aby wykorzystywać pomiar punktu bliskiego konwergencji u sportowców, u których wystąpiło wstrząśnienie mózgu jako szybką i taną skriningową

metodę prognozowania ryzyka wydłużonego czasu powrotu do zdrowia (Duprey et al., 2017). Omawiane w niniejszej pracy wyniki NPC młodych piłkarzy wypadają lepiej na tle wyników, które uzyskali Momeni i wsp. przy pomocy pojedynczego optotypu dla objawowych i bezobjawowych pacjentów w wieku 18 - 25 (Momeni-Moghaddam et al., 2014). Także porównanie z wynikami badania przeprowadzonego na dużej grupie (n=1211) dzieci szkolnych w wieku 18 - 25 przeprowadzonego z wykorzystaniem techniki RAF, w którym autorzy uzyskali średni wynik NPC B $6,88 \text{ cm} \pm 2,88 \text{ cm}$ oraz NPC R $9,48 \text{ cm} \pm 3,47 \text{ cm}$, sugeruje, że można spodziewać się lepszych wartości tego parametru wśród sportowców.

W badaniu wykazano silną ($R = 0,506$, $p = 0,003$) dodatnią korelację pomiędzy odtworzeniem w pomiarze punktu bliskiego konwergencji i czasem pokonania testu TN (1). Zawodnicy, u których zaobserwowano oddalenie punktu odtworzenia potrzebowali więcej czasu na ukończenia testu numery TN (1). Tę samą zależność, jednak bez wymaganej istotności statystycznej, odnotowano dla pozostałych dwóch testów. Podobne wnioski uzyskali Christenson i wsp., poddając analizie funkcje wzrokowe sportowców i osób nieuprawiających sportu. Wykazali oni znacząco lepsze wyniki dla punktu bliskiego konwergencji w populacji sportowców w porównaniu z osobami nietreningowymi (Christenson and Winkelstein, 1998).

W przyszłych badaniach nad związkiem widzenia z umiejętnościami sportowymi piłkarzy warto poświęcić więcej uwagi tej łatwej i taniej w ocenie funkcji wzrokowej. Opracowując metodologię przyszłych badań warto wybrać taką, która da możliwość porównania uzyskanych wyników z jak największą ilością już dostępnych danych dla populacji osób nietreningowych.

6.1.6 Zakresy wergencji fuzyjnej Von Graefe'a

W tym badaniu punkty rozmycia i zerwania u uczestników w teście dodatniej wergencji fuzyjnej mierzonej metoda Von Graefe'a do dali mieściły się w przedziale norm, które opisali Scheiman i Wick tj. rozmycie $9\Delta \pm 4\Delta$, zerwanie $19\Delta \pm 8\Delta$ (Scheiman and Wick, 2008). Średnie rozmycie było nieznacznie przesunięte w kierunku wyższych wartości BO ($12\Delta \pm 5,4\Delta$), a średnie wyniki zerwania nieznacznie obniżone ($17,4\Delta \pm 7,6\Delta$). Dodatnia wergencja fuzyjna na odległość reprezentuje zdolność zawodników do utrzymania pojedynczego, wyraźnego, obuocznego widzenia podczas konwergencji. Rolę zakresów fuzyjnych można zwykle zaobserwować podczas gry, gdy piłka lub przeciwnik zbliża się do zawodnika oddającego strzał głową. W tej sytuacji utrzymuje on właściwe ustawienie oczu i koncentruje się na obiekcie do

pewnego momentu. Gdy układ wzrokowy osiągnie punkt krytyczny, zawodnik zaczyna tracić fuzję i tym samym przestaje otrzymywać kompletne informacje o położeniu przestrzennym śledzonego obiektu. Niniejsze badanie wykazało wydłużenie czasów we wszystkich trzech testach, a zatem TBBP, TPP i TN u sportowców, u których odnotowano przesunięcie punktu zmazania dodatniej wergencji fuzyjnej do dali mierzonej metoda Von Graefe'a w kierunku wyższych wartości baza skroń. Czyni to ten parametr wzrokowy wyjątkowo interesującym jako możliwy predyktor umiejętności sportowych zawodników. Ponadto wykazane korelacje mają najsilniejszy charakter pośród korelacji zaprezentowanych w tej pracy TPP ($R = 0,594$, $p = 0,0003$), TN ($R = 0,567$, $p = 0,0007$). Punkt zerwania w pomiarze BO również wykazał dodatnią korelację dla testu TBBP i TPP. W dostępnych badaniach zaobserwowano takie przesunięcie w grupie z esoforią (Rowe, 2010), (Anderson et al., 2011). Przesunięcie to jest również typowe dla osób z osłabioną dywergencją fuzyjną, którzy typowo mają problemy z zadaniami w dali wzrokowej. (Griffin et al., 2002) Wiadomo również, że dywergencja jest procesem aktywnym, obejmującym dywergencję akomodacyjną, wynikającą z redukcji akomodacji na dal w stosunku do poziomu tonicznego (O'shea et al., 1988). Powyższe fakty oraz odnotowane przesunięcie w kierunku BO sugerują, że autorzy mieli do czynienia z grupą charakteryzującą się słabą dywergencją. Teorię tę potwierdza również wykazana wcześniej zależność pomiędzy dłuższymi czasami TBBP (1) oraz TPP (1), a większą amplitudą akomodacji. Zawodnicy byli w stanie akomodować bardziej niż ich rówieśnicy, ale mieli trudności z rozluźnieniem akomodacji i dywergencji. Ponieważ typowa dla osób o postawie eso-posturalnej jest większa koncentracja na szczegółach i bliskich obiektach, naturalne jest również obserwowanie pewnej dezorientacji przy wykonywaniu tego zadania. Aby sprawdzić charakter korelacji pomiędzy przesunięciem BO i gorszymi czasami w testach sprawności piłkarskiej, w przyszłych badaniach zalecane byłoby przeanalizowanie czasów reakcji zawodników na soczewki plusowe i minusowe w testach sprawności akomodacji.

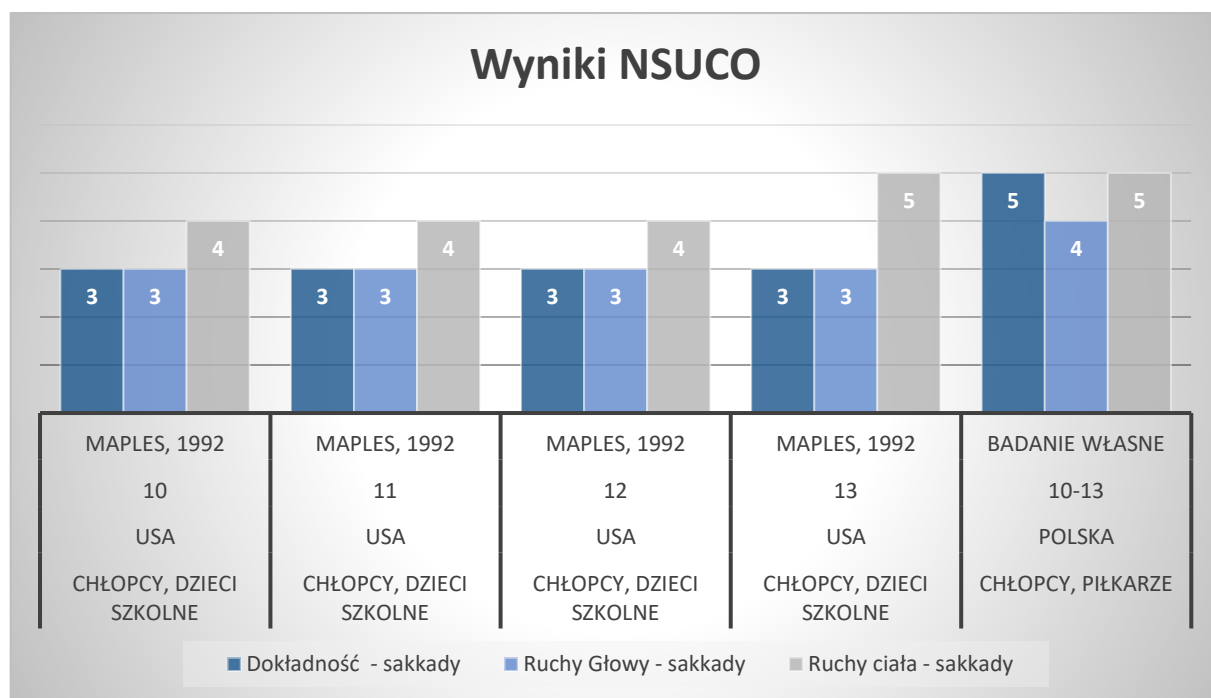
6.1.7 Zakresy fuzji Quoits

W przeprowadzonych badaniach u zawodników grupy badanej zaobserwowano zwiększenie zakresów fuzji w kierunku BO przy użyciu wektogramów Quoits. Ponadto punkt zerwania i zamazania wykazały dodatnią korelację z szybkością testów TPP (1) oraz TN (1).

6.1.8 NSUCO

W teście NSUCO wyniki zawodników w zakresie zdolności, dokładności, ruchów głowy i ruchów ciała podczas sakkad i ruchów oczu wodzących wynosiły odpowiednio 5 (5-5) / 5 (3-5) / 4 (2-5) / 5 (3-5) oraz 5 (5-5) / 5 (3-5) / 4 (2-5) / 5 (3-5). Rola ruchów oczu w sportach związanych z piłką jest nieoceniona. Ruchy oczu piłkarza muszą być płynne i dokładne, bowiem pozwalają one na śledzenie i celne kopnięcia poruszającej się piłki. W czasie gry sakkady głównie wykorzystywane są podczas skokowego przenoszenia wzroku przy obserwacji innych zawodników, a ruchy śledzące do płynnej obserwacji obiektów w ruchu. Test NSUCO oceniał nie tylko przefiksowania i niedofiksowania, ale także ruchy głowy występujące podczas zmiany kierunku patrzenia z jednego punktu na drugi. W badanej grupie dokładność, ruchy głowy i ciała podczas sakkad i ruchów śledzących przewyższyły normy dla płci i grupy wiekowej, które na podstawie badań na grupie 1714 dzieci w wieku szkolnym opracował Maples (Maples et al., 1992). Podobne wnioski uzyskał zespół optometrystów z Southern California College of Optometry. Poddając analizie funkcje wzrokowe sportowców i osób nieuprawiających sportu, zaobserwowali oni znacząco lepsze wyniki dla sakkad w populacji sportowców w porównaniu z osobami nietreningowymi (Christenson and Winkelstein, 1998).

Ponadto w przeprowadzonych badaniach w odniesieniu do podanych norm u piłkarzy nie stwierdzono różnic dla wyników umiejętności wykonania i ruchów głowy podczas oceny ruchów śledzących oraz umiejętności wykonania podczas oceny sakkad. U piłkarzy w wieku 10-13 uzyskane wyniki dokładności śledzenia odpowiadały wynikom normy dla 13 latków. Wyniki dla ruchów ciała podczas oceny ruchów śledzących odpowiadały wynikom 12 i 13 latków, natomiast wyniki dla ruchów ciała zaobserwowanych podczas oceny sakkad wynikom 13 latków.



Wykres 17 - Wyniki testu NSUCO w odniesieniu do norm.

Test NSUCO wykonywany jest w pozycji stojącej. Pozwala to ocenić zdolność zawodnika/zawodniczki do oddzielenia dokładnych ruchów gałek ocznych od ruchów całego ciała. Wskazane jest włączenie do protokołów oceny sportowej zawodnika oceny ruchów oczu za pomocą testu NSUCO jako łatwego i niedrogiego narzędzia badawczego. Korelacja znacznych ruchów ciała podczas sakkad z pogorszeniem wyników wszystkich trzech testów oraz podczas ruchów śledzących dla testów TBBP (1) i TPP (1) wskazuje, że niezdolność do oddzielenia ruchów oczu od ruchów ciała może być istotnym czynnikiem zmniejszającym rezerwuar uwagi zawodników i wpływającym na ich wyniki sportowe. Korelacje te są jednymi z silniejszych zaobserwowanych w badaniu i wskazują na znaczny potencjał tego testu dla przyszłych ewaluacji piłkarzy.

6.1.9 Dominacja skrzyżowana

Sprawdzając dominację oka, możemy mieć do czynienia z sytuacją, w której zaobserwujemy sensoryczną lub motoryczną przewagę jednego oka nad drugim. W przeszłości wiele uwagi poświęcano dominacji skrzyżowanej w kontekście dominacji oka po przeciwnej stronie ciała w odniesieniu do dominacji ręki. Dominacji skrzyżowanej przypisuje się możliwy negatywny wpływ na zdolności związane z uczeniem się (Maples,

2002). Aby sprawdzić w jaki sposób dominacja oka wyznaczona metodą sensoryczną i motoryczną wpływa na umiejętności sportowców, włączono pomiar tego parametru do badania.

Wykazano lepsze wyniki w teście prowadzenia piłki TPP u zawodników, u których oko dominujące wyznaczone metodą sensoryczną nie jest zgodne z okiem dominującym metodą motoryczną.

6.1.10 Tłumienie

Wielkość tłumienia zmienia się w sposób płynny od głębokiego do płytkiego w zależności od tego, w jakich warunkach jesteśmy w stanie odnotować jego obecność. Im bardziej nienaturalne warunki, w których zaobserwujemy tłumienie, z tym bardziej głębokim tłumieniem mamy do czynienia. Tłumienie obserwowane w ciemnym pomieszczeniu z wykorzystaniem testu Wortha jest tłumieniem głębokim. Uznano, że wśród sportowców warto przeanalizować nawet niewielkie wartości tłumienia, dlatego wykorzystano test z użyciem wektogramów i metody Pola - Mirror. Jednak wbrew początkowym założeniom nie wykazano zależności łączącej występowanie niewielkiego tłumienia z wyjściowymi umiejętnościami sportowymi nieselekcjonowanych młodych piłkarzy.

6.2 Testy sprawności sportowej

Początkowe, wyrażone w sekundach, maksymalne czasy uzyskane w testach TBBP: 14,78 (13,87 ÷ 17,06) i TPP: 14,78 (13,87 ÷ 17,06) nie mieściły się w przedziale normy dla grupy wiekowej 10-13, którą zaproponowali Grycmann i Szyngiera (TBBP 13÷15 TPP 15÷19) (Grycmann and Szyngiera, 2016). Odzwierciedla to fakt, że grupa, z którą mamy do czynienia jest grupą zawodników klubu sportowego nieprowadzącego selekcji zawodników na etapie rekrutacji.

6.3 Fiksator sakkadyczny Wayne'a i optometria sportu

Fiksator sakkadyczny Wayne'a (ang.: Wayne Saccadic Fixator - WSF) stworzył Harry Wayne, inżynier, posiadacz 25 patentów, założyciel i właściciel firmy Wayne Engineering. Od ponad 40 lat fiksator sakkadyczny Wayne'a jest standardowo wykorzystywanym narzędziem w optometrycznej terapii widzenia (Optometric Vision Therapy) i optometrycznym treningu wzrokowym sportowców (Sports Vision), w optometrii behawioralnej i optometrii sportu (Wimshurst et al., 2018).



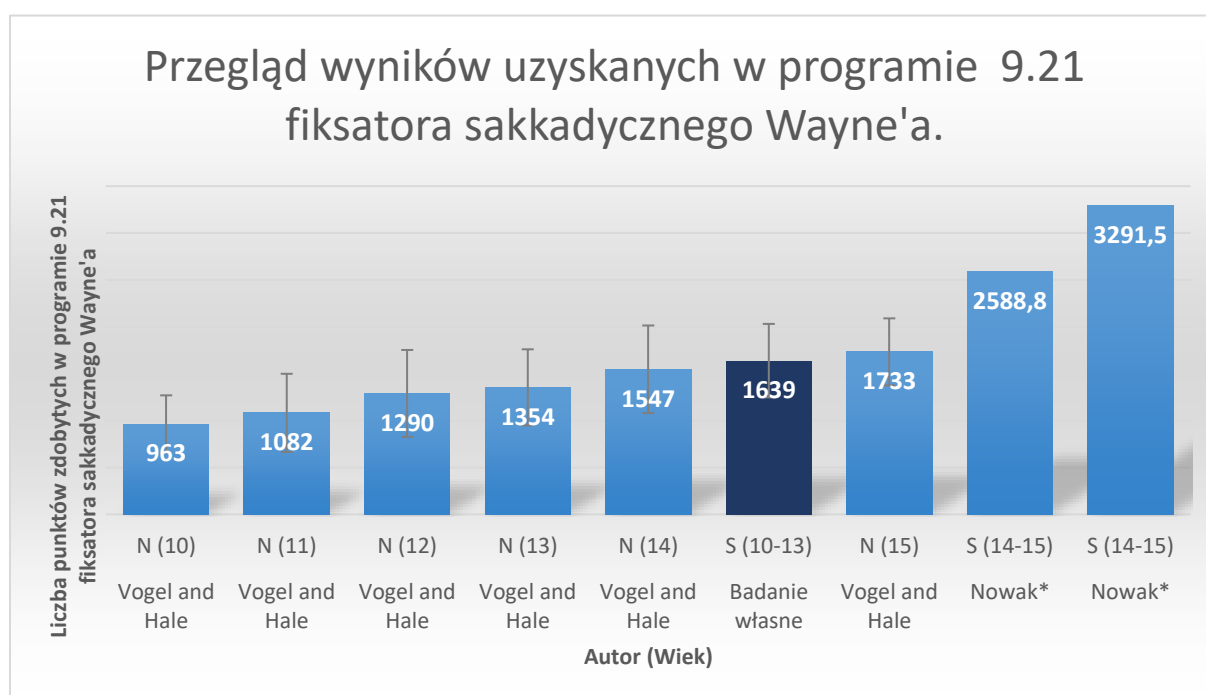
Ryc. 7 - Harry Wayne podczas pracy

Podczas testowania sportowca należy dążyć do odtworzenia rzeczywistych wymagań wzrokowych charakterystycznych dla danej dyscypliny sportowej. W projekcie spośród 132 podstawowych możliwych programów wybrano cztery, które najbardziej odpowiadały założeniom prowadzonych badań, oceniały i ćwiczyły koordynację oko – ręka, czas reakcji oraz umiejętność integracji peryferyjnych bodźców wzrokowych. Wybór programów uwzględniał również zalecenie producenta (firmy Wayne Engineering™ - obecnie Eyecarrot Innovations Corp.) odnośnie treningu widzenia sportowców oraz możliwość porównania uzyskanych wyników z dostępną literaturą, która w szczególności obszernie opisuje test 9.21.

Już w pierwszym tygodniu ćwiczeń wyniki piłkarzy nożnych w wieku 10 - 13 lat, uzyskane w teście 9.21 WSF przewyższały normy, które opracowali Vogel i Hale dla nietreningujących dzieci w tej samej grupie wiekowej (Vogel and Hale, 1990). Poddali oni analizie wyniki dzieci (n=277) w wieku 6 - 18 oraz dorosłych (n=16) w wieku 21-29 lat. Pozwoliło to na wyznaczenie norm dla programu 9.21 fiksatora sakkadycznego Wayne'a dla populacji niesportowców. Praca ta pokazuje także zależność poprawy wyników wraz z wiekiem.

W innym opracowaniu Nowak przedstawił wyniki testu 9.21 dla grupy mieszanej, tj. osób regularnie trenujących tenis ziemny (n=35), koszykówkę (n=35), oraz nietreningujących (n=30) w wieku 14-15 lat uzyskując średnie wyniki na poziomie wyższym od prezentowanych

w niniejszej pracy wyników, które uzyskali młodszy piłkarze (Nowak, 2016). W dalszej części pracy Nowak porównuje wyniki uzyskane w teście 9.21 przez regularnie trenujących z nietrenującymi, wykazując statystycznie istotne różnice pomiędzy grupami (3291,50 vs 2588,80 $p < 0,0001$). Na Wykresie 18 zestawiono dostępne w literaturze wyniki uzyskane przez osoby trenujące i nietrenujące w programie 9.21 WSF. Wyniki pogrupowane zostały ze względu na wiek.



Wykres 18 - Zestawienie wyników testu 9.21 opisywanych przez autorów.

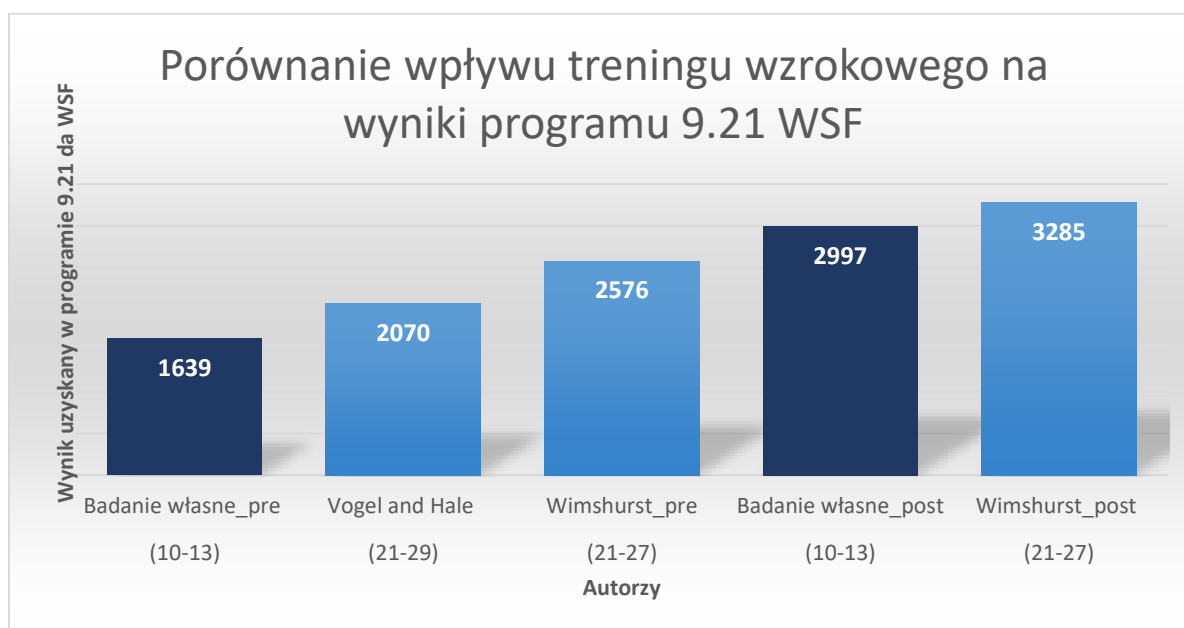
Objaśnienia do wykresu: S – grupa regularnie uprawiająca sport, N – osoby nieuprawiające regularnie sportu, * - w opracowaniu nie podano wartości odchylenia standardowego parametru. Wartości podane w nawiasach oznaczają wiek uczestników badania.

W niniejszym badaniu nie zaobserwowano zależności pomiędzy wiekiem uczestników a wynikami uzyskiwanymi na fiksatorze najprawdopodobniej ze względu na jednorodność grupy. Zaobserwowano natomiast silny związek pomiędzy długością czasu uczestnictwa w programie treningu wzrokowego sportowców a poprawą wyników uzyskiwanych dla wszystkich czterech testów WSF. Zależność tę przedstawiono w Tabeli 17 oraz na Wykresach 1 do 4 w paragrafie 5.4 niniejszej pracy. Z każdym tygodniem w znaczący sposób poprawie

uległy wyniki standaryzowanego testu dr. J. Gardnera (program 9.21, $R = 0,993340$, $p = 0,000066$) oraz testu Arnolda Shermana (program 9.91, $R = 0,979024$, $p = 0,000655$), które dostarczają informacji na temat koordynacji oko-ręka oraz czasu reakcji na bodźce wzrokowe z wykorzystaniem szybkich ruchów sakadowych. Poprawie ulegały także wyniki w programie 9.54 gdzie ćwiczono świadomość bodźców peryferyjnych ($R = 0,987522$, $p = 0,000233$). Podobną zależność wykazywały wyniki programu 9.53, w którym tak jak w programie 9.54 zawodnik ćwiczył świadomość bodźców peryferyjnych, jednak przy większym zaangażowaniu umiejętności uwagowych. Dla tego testu wpływ zależności czasu uczestnictwa w programie nie był tak silny jak dla testów 9.21, 9.91 i 9.54 ($R = 0,913974$, $p = 0,010782$). Już na podstawie tej analizy można spodziewać się mniejszej poprawy w aktywnościach sportowych angażujących procesy uwagowe oraz znacznej poprawy wyników sprawności piłkarskich angażujących głównie czas reakcji na bodźce wzrokowe oraz koordynację oko - ciało.

W 2018 roku Wimshurst i wsp. reprezentujący wydziały psychologii, wychowania fizycznego oraz nauk komputerowych uczelni z Wielkiej Brytanii i Kataru przeprowadzili badanie z udziałem dwudziestu czterech zawodników (średnia wieku $24,38 \pm 3,29$ lat) grających w krykieta, biorących udział w rozgrywkach regionalnych w Anglii (Wimshurst et al., 2018). Zawodnicy zostali przydzieleni do grup i przez 6 tygodni uczestniczyli w specjalnie zaprojektowanym treningu funkcji wzrokowych. Na każdego zawodnika przypadło w sumie 9 godzin treningu wzrokowego. W badaniu zastosowano 3 różne metody treningu wzrokowego oraz postępowanie kontrolne. Ocenę funkcji wzrokowych oraz sprawności sportowych za pomocą testów specyficznych dla tej dyscypliny wykonano na początku projektu oraz po zakończeniu uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym. W projekcie zadania zawodników grupy treningu praktycznego obejmowały m.in. rzucanie i łapanie piłki, żonglerkę, przybliżanie ołówka, śledzenie liter przy jednoczesnym utrzymywaniu wyraźnego obrazu. Grupy online i Wii miały za zadanie uczestniczyć w grach komputerowych z wykorzystaniem ekranu komputerowego lub gry na konsoli do gier typu Wii Fit czy Mario Olympic Games. Wykorzystywane w tego typu badaniach formy treningu bezsprzecznie wykorzystują funkcje wzrokowe nie dają informacji na temat tego, która z funkcji wpływa na rozwój umiejętności zawodnika. Wykorzystując w badaniach sznurek Brocka czy śledzenie liter z utrzymaniem wyraźnego obrazu warto pamiętać, że pewne procedury wymagają dokładnego zrozumienia poleceń zarówno przez prowadzącego jak i uczestnika. W przypadku dzieci tego typu procedury nie są wskazane, ponieważ chęć uzyskania dobrego wyniku może być silniejsza niż potrzeba udzielenia prawdziwej odpowiedzi. Jednoczesne żonglowanie 3

piłkami wymaga zarówno dobrego czasu reakcji, właściwej koordynacji oko – ręka, bardzo dobrych umiejętności ruchów śledzących oczu przy stałym bodźcu do akomodacji. W takich warunkach nie da się powiedzieć jednoznacznie, który parametr ma wpływ na ewentualną poprawę umiejętności sportowych zawodnika i w jaki sposób optymalnie należy projektować jego treningi. Autorzy wykazali jednak, że każda z trzech form treningu wzrokowego zastosowanego w tym badaniu była w stanie poprawić niektóre funkcje wzrokowe oraz umiejętności gry w krykieta. W omawianym projekcie wyniki uzyskiwane w programie 9.21 fiksatora sakkadycznego Wayne’a posłużyły jako element oceny funkcji wzrokowych zawodników zarówno przed uczestnictwem w projekcie jak po jego zakończeniu. Poniższy wykres stanowi porównanie wyników przed i po zakończeniu uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym dla piłkarzy omawianych w tej pracy oraz zawodników grających w krykieta.



Wykres 19 - Porównanie wpływu treningu wzrokowego na wyniki programu 9.21 WSF w dostępnych publikacjach

Na wykresie powyżej zastosowano następujące oznaczenia: _pre: wyniki uzyskane przed uczestnictwem w programie treningu wzrokowego; _post: wyniki uzyskane po uczestnictwie w programie treningu wzrokowego. W nawiasach podano wiek uczestników badania.

Wyniki w niniejszym badaniu odzwierciedlają młodszy wiek zawodników oraz fakt, że w porównaniu z danymi które przedstawiła Wimshurst mamy do czynienia z grupą uprawiającą sport amatorsko w klubie nieprowadzącym selekcji na poziomie rekrutacji.

6.4 Poprawa funkcji wzrokowych oraz sprawności sportowej

Istnieją opracowania wskazujące na poprawę niektórych parametrów układu wzrokowego sportowców w wyniku treningu wzrokowo-motorycznego (Thomas et al., 2017), (Zwierko et al., 2015). W niniejszym badaniu u zawodników grupy badanej, w efekcie uczestnictwa w treningu z wykorzystaniem fiksatora Wayne'a, zaobserwowano zwiększenie zakresów fuzji w kierunku BO przy użyciu wektogramów Quoits oraz poprawę wyników odnotowywanych ruchów głowy podczas oceny ruchów śledzących w teście ruchów oczu NSUCO. Przed przystąpieniem do uczestnictwa w treningu wzrokowo – motorycznym grupy pozostawały jednorodne i poza powyższymi parametrami wzrokowymi nie stwierdzono innych statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami pojawiającymi się w następstwie uczestnictwa w treningu.

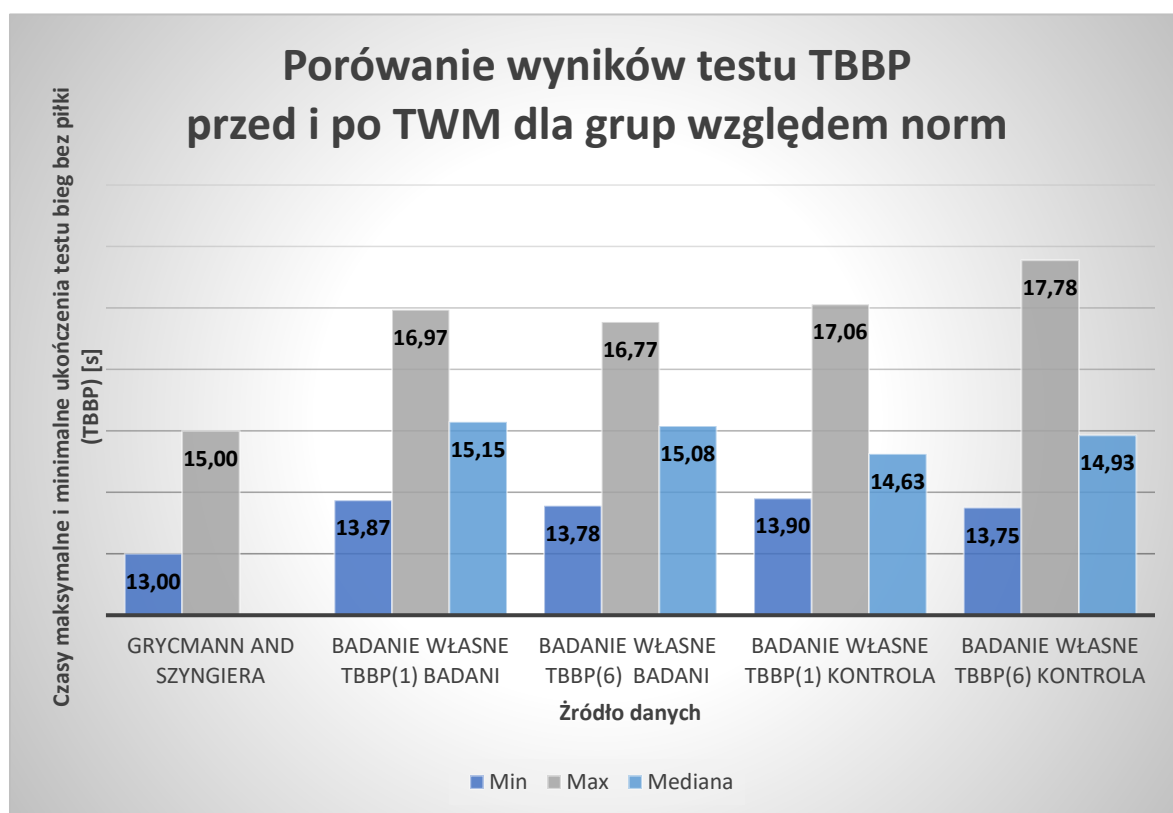
W koncepcjach omawianych przez Skeffingtona, które w swoich licznych pracach zreferował Bowan, każdy proces uczenia się zachodzi dzięki wskazówkom jakich wzrok dostarcza dla ruchu i rozwoju (Bowan, 1999). W niniejszym opracowaniu poddano analizie wpływ TWM na podnoszenie umiejętności sportowych zawodników i zaobserwowano, że w jego wyniku zawodnicy grupy badanej szybciej pokonywali tor testu TBBP.

6.4.1 Test bieg bez piłki

Test bieg bez piłki ocenia umiejętność zawodnika do szybkiej zmiany kierunku podczas pokonywania toru. Dla grupy badanej wyrażone w sekundach wyniki w teście TBBP przed udziałem w TWM wynosiły 15,15 ($13,87 \div 16,97$), natomiast po zakończeniu uczestnictwa 15,08 ($13,78 \div 17,77$). W efekcie udziału w TWM odnotowano skrócenie czasu pokonania toru dla zawodników grupy eksperymentalnej ($-0,125 \pm 0,431$). Dla grupy kontrolnej w tym samym teście wyniki przed i po uczestnictwie w TWM wynosiły odpowiednio: 14,63 ($13,90 \div 17,06$) i 14,93 ($13,57 \div 17,78$) zaobserwowano wydłużenie czasu pokonania toru ($0,11 \pm 0,621$), jednak zależności te nie wykazały wymaganej istotności statystycznej.

Pomimo zmian w wynikach dla testu TBBP uzyskane czasy dla grup nie mieszczą się w granicach normy ($13,00 \div 15,00$) podanej przez Grycmana i Szyngierę (Grycmann i

Szyngiera, 2016). Zależność ta zdaje się odzwierciedlać fakt, że omawiana w niniejszej pracy grupa to zawodnicy klubu, w którym nie prowadzi się selekcji w procesie rekrutacji.



Wykres 20 - Test TBBP przed i po TWM w odniesieniu do norm

Statystycznie 97% czasu w trakcie meczu zawodnik porusza się bez piłki, zatem element poruszania się bez piłki ma zatem takie samo lub nawet większe znaczenie co poruszanie się z piłką. Podczas procesu treningowego to właśnie aktywność na boisku zawodnika bez piłki ma decydujący wpływ na to, gdzie zawodnik z piłką powinien zagrać lub gdzie może piłkę dalej prowadzić. Podczas meczu piłkarskiego umiejętność biegu bez piłki z dynamiczną zmianą kierunku zawodnicy wykorzystują podczas ataku szybkiego (kiedy drużyna atakująca jest w przewadze liczebnej), np. bocznym sektorem boiska, gdzie jeden z zawodników dynamicznie prowadzi piłkę w kierunku bramki przeciwnika, a jego koledzy z drużyny, którzy włączyli się w ten atak szybki, starają się wbiec w pole karne przeciwnika, aby tam otrzymać podanie. Przed otrzymaniem podania od zawodnika prowadzącego piłkę bardzo często zawodnik bez piłki stara się „złapać plecy przeciwnika” (ustawia się za jego plecami, żeby utrudnić mu działania defensywne), a gdy ten traci nad nim kontrolę, poprzez dynamiczną zmianę kierunku biegu, wbiega przed zawodnika broniącego, tam otrzymuje podanie i stara się zakończyć akcję celnym

strzałem na bramkę przeciwnika. Wzorcowe wykonanie tego elementu gry prezentuje między innymi Robert Lewandowski.

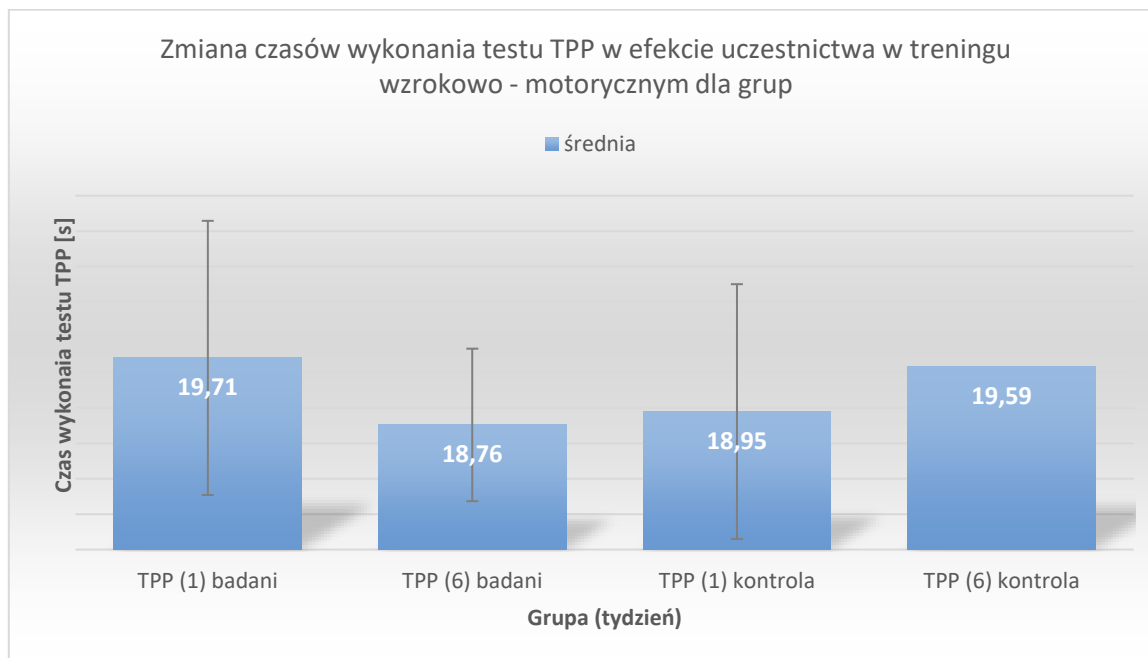
6.4.2 Test prowadzenia piłki

W wyniku sześciotygodniowego uczestnictwa w ćwiczeniach wzrokowo - motorycznych z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne'a wykazano istotne statystycznie skrócenie czasu pokonania toru w teście prowadzenia piłki TPP dla zawodników grupy eksperymentalnej ($-0,947 \pm 1,495$) w porównaniu z zawodnikami grupy kontrolnej, dla których zaobserwowano wydłużenie ($0,636 \pm 1,295$) czasu pokonania toru ($p=0,003$).

W porównaniu z testem TBBP, test TPP w większym stopniu angażuje koordynację oko-ciało zawodnika. Jak można zauważyć z Tabeli 3 ćwiczone podczas treningu wzrokowo motorycznego funkcje, takie jak: umiejętność lokalizacji, ruchy sakkadowe, czas reakcji na bodźce wzrokowe i integracja bodźców peryferyjnych są według autora wykorzystywane we wszystkich trzech testach piłkarskich w równym stopniu. Jednak koordynacja oko - ręka ćwiczona we wszystkich programach fiksatora, a ze względu na brak bodźców peryferyjnych w największym stopniu w programach 9.21 i 9.91, jest wykorzystywana przez zawodnika głównie podczas wykonywania testu TPP. Należy zatem zakładać, że to właśnie poprawa koordynacji oko ciało w największym stopniu przekłada się bezpośrednio na poprawę umiejętności sportowych wykorzystywanych w TPP. Intensywny sześciotygodniowy trening, wykorzystujący wielokrotnie powtarzane ćwiczenie celnego lokalizowania zapalanej diody fiksatora oraz motorycznej dezaktywacji zatwierdzonej sygnałem dźwiękowym pełniącym funkcję biofeedback, przyczyniły się do uzyskania tej zmiany.

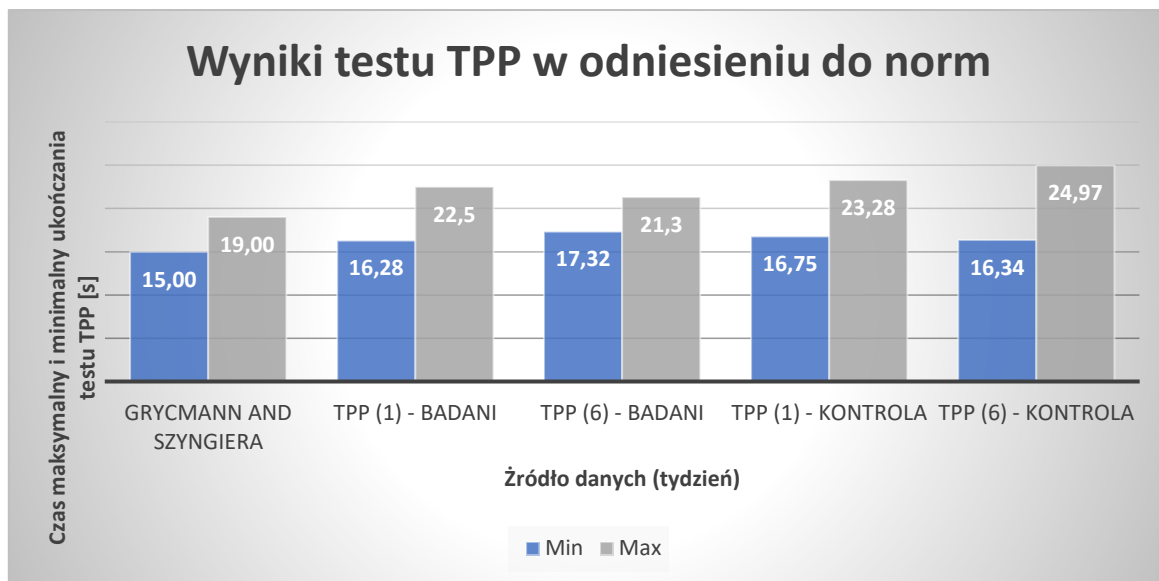
Umiejętność dynamicznego prowadzenia piłki krótko przy nodze z częstymi zmianami kierunku jest umiejętnością wymaganą od każdego piłkarza, z ewentualnym wyłączeniem bramkarza. Szczególnie często zawodnicy profesjonalni na pozycjach nr 7 i 11 (zgodnie z numeracją przyjętą w Narodowym Modelu Gry wydanym przez PZPN opisaną w załączniku C) wykorzystują tę umiejętność, wchodząc w pojedynki 1 na 1 z obrońcami w bocznych sektorach boiska. Wygrana w takim pojedynku tworzy przewagę w fazie atakowania. Najlepsi zawodnicy na pozycjach 7 i 11 podczas gry 1 na 1 w bocznym sektorze boiska starają się skupić przeciwnika działaniami przy linii bocznej tak, aby w odpowiednim momencie zmienić kierunek prowadzenia i zbiec z piłką w wolną przestrzeń w sektorze środkowym zwolnioną przez obrońcę drużyny przeciwnej. Wymaga to oczywiście znakomitych umiejętności

panowania nad piłką z umiejętnością szybkich zmian kierunku prowadzenia, które mają na celu minięcie przeciwnika i stworzenie przewagi w strefie wysokiej, co z kolei prowadzi do zdobycia bramki.



Wykres 21 - Zmiana wyników testu TPP w efekcie uczestnictwa TWM dla grup

W efekcie zmian maksymalne czasy zawodników w teście TPP nie uległy jednak poprawie na tyle, aby spełnić kryterium normy podane przez Grycmanna, co po raz kolejny wydaje się odzwierciedlać fakt braku selekcji w procesie rekrutacji zawodników omawianych w niniejszym badaniu (Grycmann i Szyngiera, 2016).



Wykres 22 - Wyniki testu TPP w odniesieniu do norm

6.4.3 Test numery

W teście numery TN, podobnie jak w teście TBBP, zaobserwowano niewielką poprawę wyników wśród zawodników grupy badanej w porównaniu do zawodników grupy kontrolnej (Δ TN badani: -0,2 (-1,33 – 2,38), Δ TN kontrola: -0,015 (-9,66 – 2,22), $p = 0,262$), jednak zależności te nie wykazały istotności statystycznej choć takie były początkowe założenia autora i cel wykorzystania programu 9.53, który ćwiczy integrację peryferyjnych bodźców wzrokowych. W teście numery ważne są także dodatkowe elementy percepcji wzrokowej jak pamięć wzrokowa układu przestrzennego. Zawodnik, który lepiej zapamiętał jak ustawione są numery, był w stanie szybciej pokonać tor od zawodnika, który musiał dodatkowo w trakcie biegu sprawdzać ustawienie tyczek. Pamięć wzrokowa układu przestrzennego w piłce nożnej ma duże znaczenie szczególnie dla zawodników występujących na pozycjach 6 i 9, czyli zawodników, którzy ze względu na specyfikę swoich pozycji często grają w fazie atakowania tyłem do bramki przeciwnika. Zawodnik na pozycji 6 (defensywny pomocnik zgodnie z numeracją przyjętą w Narodowym Modelu Gry wydanym przez PZPN opisaną w załączniku C) (Dorna i Małecki, 2020) w fazie atakowania, a bardziej precyzyjnie podczas fazy otwarcia gry od własnej bramki, często ustawiony jest plecami do kierunku ataku w sektorze środkowym boiska, gdzie stara się tworzyć progresywną linię wsparcia między innymi dla bramkarza czy środkowego obrońcy. Zawodnik na tej pozycji przed przyjęciem piłki często musi wykonać „wzrok przez ramię” (WPR) i zapamiętać, jak są ustawieni jego przeciwnicy, żeby chwilę później podać piłkę w odpowiednim kierunku, najlepiej w zaobserwowaną chwilę wcześniej

wolną przestrzeń, tak aby móc dalej kontynuować atak swoje drużyny. Z kolei zawodnik na pozycji nr 9, czyli środkowy napastnik (np. Robert Lewandowski) bardzo często gra tyłem do bramki w fazie atakowania przed bramką przeciwnika, gdzie również musi wykonywać WPR i zapamiętywać, gdzie są przeciwnicy tak, aby w momencie otrzymania piłki wiedzieć, czy może się z tą piłką odwrócić i kontynuować grę przodem do bramki, czy na bazie obserwacji i pamięci wzrokowej odegrać piłkę do kolegi z drużyny (widząc wcześniej, że za jego plecami jest ustawiony przeciwnik lub dwóch) lub ustawić się już w taki sposób, żeby chronić piłkę przed zawodnikiem, który jest za jego plecami i wejść w pojedynek 1 na 1 tyłem do bramki. W przyszłych badaniach, mających na celu rozwój pamięci wzrokowej zawodników, warto sięgnąć po metody treningu wzrokowego, wymagające zapamiętywania sekwencji układów przestrzennych.

Może zastanawiać wydłużenie czasów w testach TBBP i TPP dla grupy kontrolnej. Uczestnictwo w treningach sportowych i dojrzewanie zawodnika powinny przyczyniać się do jego rozwoju widocznego w obiektywnych pomiarach, którymi są omawiane testy. Należy przy tym brać pod uwagę, że progres zawodnika nie jest liniowy. Ważną rolę odgrywają dodatkowe czynniki, takie jak: predyspozycja dzienna, pora roku czy zdarzenia z życia osobistego generujące stres, jak początek czy koniec roku szkolnego. Wszystkie te elementy mogły przyczynić się do zaobserwowanego wydłużenia w grupie kontrolnej.

Nie znaleziono prac pokazujących związek pomiędzy poprawą funkcji wzrokowych a poprawą umiejętności sportowych zawodników potwierdzonych standaryzowanymi testami właściwymi dla piłki nożnej.

7 Wnioski

1. Piłkarze nożni w wieku 10-13 lat trenujący na poziomie amatorskim uzyskali wyniki przewyższające normy dla zbliżonej wiekowo populacji osób nietrenujących pod względem: ostrości wzroku, wady refrakcji, amplitudy akomodacji, wartości punktu bliskiego konwergencji, dokładności, ruchów głowy i ciała podczas sakkad i ruchów śledzących, oraz czasu reakcji oko – ręka i świadomości peryferyjnych bodźców wzrokowych potwierdzonych wynikami testu dr J. Gardnera fiksatora sakkadycznego Wayne’a.

2. Ze względu na zaobserwowane korelacje z umiejętnościami piłkarskimi następujące parametry wzrokowe:

- niższy wynik uzyskany w kwestionariuszu COVD,
- lepsza ostrość wzroku do dali,
- wartość wady refrakcji bliższa emmetropii,
- amplituda akomodacji właściwa dla wieku,
- niższe wartości odtworzenia punktu bliskiego konwergencji,
- brak przesunięcia dodatniej wergencji fuzyjnej w kierunku wyższych wartości baza skroń,
- minimalne ruchy ciała podczas oceny sakkadycznych i wodzących ruchów oczu przy pomocy testu NSUCO,

można uznać za wskaźniki większych możliwości sportowych przyszłych piłkarzy. Najsilniejszymi predyktorami, które informują o możliwych zmniejszonych umiejętnościach sportowych piłkarza są wyższe wartości punktu zamazania dla zakresów wergencji fuzyjnej w kierunku baza skroń metodą Von Graefe oraz znaczne ruchy ciała dla oceny sakkadycznych ruchów oczu przy pomocy testu NSUCO.

3. Przeprowadzone kompleksowe badania układu wzrokowego, a także trening wzrokowo - motoryczny z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne’a wykazały ich dużą przydatność w procesie rozwoju profesjonalnego piłkarzy. W wyniku sześciotygodniowego uczestnictwa w treningu wzrokowo - motorycznym zaobserwowano istotne statystycznie skrócenie czasu pokonania toru w teście prowadzenia piłki u badanych w porównaniu z grupą kontrolną. Uzyskano poprawę umiejętności prowadzenia piłki z częstą zmianą kierunku. A zatem zawodnicy, u których chcemy rozwijać te umiejętności powinni ćwiczyć wykorzystując fiksator sakkadyczny Wayne’a.

8 Streszczenie

Piłka nożna to najpopularniejsza dyscyplina wśród sportów zespołowych na świecie. O skuteczności zawodników i wyniku meczu decydują wysoki poziom sprawności technicznej zawodników, ich przygotowanie fizyczne i psychiczne. Wzrok stanowi główne źródło informacji jakie mózg otrzymuje z otoczenia. Zakłada się, że 80% wszystkich informacji na temat naszego otoczenia otrzymujemy właśnie za pośrednictwem narządu wzroku, a każdy proces uczenia się zachodzi dzięki wskazówkom jakich wzrok dostarcza dla ruchu i rozwoju.

Przeprowadzono wiele badań mających na celu ustalenie, czy sportowcy widzą lepiej niż ich nietreningujący rówieśnicy, czy lepsze widzenie wśród sportowców jest następstwem aktywności ruchowej, czy aktywność ruchowa wpływa na rozwój funkcji wzrokowych oraz czy rozwijając funkcje wzrokowe, możemy wpływać na rozwój umiejętności sportowych zawodnika. Jednak ze względu na różnice metodologiczne nadal brak jednoznacznych stanowisk i kryteriów oceny widzenia sportowców.

W dostępnym piśmiennictwie brakuje prac, które dowodzą, czy i w jaki sposób trening wzrokowo - motoryczny wpływa bezpośrednio na poprawę umiejętności sportowych piłkarzy.

Brakuje także jednoznacznych informacji, czy zaawansowane funkcje wzrokowe mogą stanowić czynnik pozwalający przewidywać możliwości sportowe piłkarza. W związku z tym za cele tej pracy przyjęto: ocenę wybranych parametrów układu wzrokowego, czasu reakcji oko – ręka oraz świadomości peryferyjnych bodźców wzrokowych piłkarzy nożnych w grupie wiekowej od 10 - 13 lat; ocenę wpływu funkcji wzrokowych na wyniki testów sprawności piłkarskiej oraz ocenę wpływu treningu wzrokowo – motorycznego, przeprowadzonego przy użyciu wyselekcjonowanych programów fiksatora sakkadycznego Wayne’a, na wyniki testów sprawności specjalnej piłkarzy nożnych w grupie wiekowej od 10 - 13 lat.

W badaniu trzydziestu trzech piłkarzy nożnych grających amatorsko w lidze juniorów (U11-U13) podzielono na grupy badanych (n=14) i kontrolną (n=19). Uczestnicy obu grup trzy razy w tygodniu uczestniczyli w 90 - minutowym treningu piłkarskim. Dodatkowo, zawodnicy grupy badanej przez 6 kolejnych tygodni uczestniczyli w 45 - minutowych sesjach treningu wzrokowo - motorycznego z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne’a. Pełne optometryczne badanie wzroku oraz testy sprawności piłkarskiej przeprowadzono z udziałem

uczestników obu grup podczas oceny początkowej oraz po upływie 6 tygodni uczestnictwa w TWM. Ocena funkcji wzrokowych została przeprowadzona przez optometrystę z 10-letnim doświadczeniem w praktyce. Poziom umiejętności piłkarskich zawodników oceniał trener piłki nożnej z licencją UEFA B. Do badania sprawności piłkarskich wybrano testy stosowane w procesie treningowym, oceniające umiejętności wykorzystywane przez zawodników w czasie gry. Dla zastosowanych testów istnieją normy, umożliwiające porównanie wyników uzyskanych przez uczestników tego badania.

Cele pracy zostały osiągnięte, a w wyniku sześciotygodniowego uczestnictwa w treningu wzrokowo - motorycznym z wykorzystaniem fiksatora sakkadycznego Wayne'a zaobserwowano, że:

Piłkarze nożni w wieku 10-13 lat, trenujący na poziomie amatorskim, uzyskali wyniki przewyższające normy dla populacji nietrenujących pod względem: ostrości wzroku, wady refrakcji, amplitudy akomodacji, wartości punktu bliskiego konwergencji dokładności, ruchów głowy i ciała podczas sakkad i ruchów śledzących oraz czasu reakcji oko - ręka i świadomości peryferyjnych bodźców wzrokowych, potwierdzonych wynikami testu dr J. Gardnera fiksatora sakkadycznego Wayne'a.

Niższy wynik uzyskany w kwestionariuszu COVD, lepsza ostrość wzroku do dali, wartość wady refrakcji bliższa emmetropii, amplituda akomodacji właściwa dla wieku, niższa wartość odtworzenia punktu bliskiego konwergencji, brak przesunięcia dodatniej wergencji fuzyjnej w kierunku wyższych wartości baza skroń, minimalne ruchy ciała obserwowane podczas oceny sakkadycznych i wodzących ruchów oczu przy pomocy testu NSUCO to parametry wzrokowe, które ze względu na zaobserwowane korelacje z umiejętnościami piłkarskimi można uznać za wskaźniki większych możliwości sportowych przyszłych piłkarzy. Najsilniejszymi predyktorami, które wykazują istotny statystycznie związek ze wszystkimi funkcjami sportowymi i w znacznym stopniu informują o mniejszych możliwościach sportowych piłkarza są wyższe wartości dla punktu zamazania podczas pomiarów zakresów wergencji fuzyjnej w kierunku baza skroń metodą Von Graefe oraz znaczne ruchy ciała obserwowane podczas oceny sakkadycznych ruchów oczu przy pomocy testu NSUCO. Określając u zawodników wartość korekcji, należy dążyć do najlepszej ostrości wzroku i wprowadzania korekcji od najwcześniejszego momentu, gdy jest ona wymagana dla zapewnienia prawidłowego rozwoju

widzenia. Powinno również zadbać się o wzrost świadomości trenerów i rodziców na temat dostępnych form korekcji wad wzroku wśród sportowców.

Zastosowany trening wzrokowo - motoryczny wpływa na poprawę umiejętności prowadzenia piłki z częstą zmianą kierunku. Zaobserwowano istotne statystycznie skrócenie czasu pokonania toru w teście prowadzenia piłki TPP dla zawodników grupy eksperymentalnej w porównaniu z zawodnikami grupy kontrolnej. Warto, aby zawodnicy, u których chcemy rozwijać te umiejętności, ćwiczyli wykorzystując fiksator sakkadyczny Wayne'a.

9 Abstract

Globally, soccer is the most popular game among all team sports. Individual performance and final results of games depend on high level of technical skills as well as physical and mental shape of the players. Sight, with its leading role among other senses, provides 80% of the information perceived from the environment, and all learning processes rely on visual cues which guide movement and development.

A number of studies have been conducted to date in order to determine a number of hypotheses, including the following:

- do athletes show better visual skills than their non-athletic peers,
- is higher visual competence among athletes a consequence of their physical activity or,
- (vice versa) is it the motor activity that facilitates the development of visual functions,
- is it possible to influence the development of athletes' motor skills through developing their visual functions.

Due to methodological differences, unambiguous positions and criteria for assessing athletes' vision still remain to be established.

It also seems necessary to determine explicitly whether advanced visual functions may be a predicting factor for the individual levels of specific soccer skills.

The aim of this study was to evaluate selected visual functions (including eye-hand coordination, reaction times, and peripheral awareness of visual stimuli) and to verify whether there is a direct link between the visual functions and the achieved level of soccer skills. Another purpose was to assess the influence of visual-motor training, with the use of selected Wayne saccadic fixator programs, on the performance (i.e. the level of soccer skills) of players aged 10-13 years.

Thirty-three amateur soccer players of the Polish junior league (U11-U13) were included and divided into the study (n=14) and the control (n=19) groups. Subjects in both groups

attended 90-minute soccer training sessions three times a week. In addition, players in the study group participated in 45-minute visual-motor training sessions, using the Wayne saccadic fixator, for 6 consecutive weeks.

A complete optometric eye examination and soccer skills assessment were performed at baseline and after 6 weeks of participation .

Following six weeks of participation in visual-motor training amateur level soccer players, ages 10 to 13, performed above the norm for non-trainees in terms of: visual acuity, refractive errors, accommodative amplitude, near point of convergence, accuracy, head and body movements during saccades and pursuits and eye-hand reaction time and peripheral awareness.

Visual parameters that can be considered predictors of enhanced soccer performance are: Lower COVD questionnaire score, better distance visual acuity, refractive error closer to emmetropia, age-appropriate amplitude of accommodation, lower near point of convergence recovery values, no base out shift in positive fusional vergence, minor body movements in NSUCO tests.

The visual-motor training applied have improved the ability to control the ball while the frequent change of direction. It is worthwhile for the players in whom we want to develop these skills to practice using Wayne's saccadic fixator.

10 Bibliografia

Abraham LM, Kuriakose T, Sivanandam V, Venkatesan N, Thomas R, Muliyl J. Amplitude of Accommodation and its Relation to Refractive Errors. *Indian J Ophthalmol*, 2005; 53(2): 105–108

Adamczak N. Ocena wybranych parametrów układu wzrokowego u dzieci i młodzieży z miasta Poznania ze zdiagnozowaną dysleksją. Rozprawa doktorska, 2011; Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Anderson H, Stuebing KK, Fern KD, Manny RE. Ten-Year Changes in Fusional Vergence, Phoria, and Nearpoint of Convergence in Myopic Children. *Optom Vis Sci*, 2011; 88(9): 1–11

Borish IM, Benjamin WJ. Monocular and Binocular Subjective Refraction. In *Borish's Clinical Refraction*, 2006; (2nd ed., pp. 790–898) Butterworth-Heinmann

Bowan MD. The Neurofunctional Basis of Sensorimotor Integration: Integrating Vision with Other Senses. In *Vision and Sensory Integration*, 1999; Optometric Extension Program Foundation

Castagno VD, Vilela MAP, Meucci RD, Resende DPM, Schneid FH, Getelina R, ... Fassa AG. Amplitude of Accommodation in Schoolchildren. *Curr Eye Res*, 2017; 42(4): 604–610

Christenson G, Winkelstein A V. Visual skills of athletes versus nonathletes: development of a sports vision testing battery. *J Am Optom Assoc*, 1998; 59(9): 666–75

Ciuffreda KJ, Wang B. Vision Training and Sports. In *Biomedical Engineering Principles in Sports*, 2004; (pp. 407–433) New York: Springer Science+Business

Czepita D, Mojsa A, Zejmo M. Prevalence of myopia and hyperopia among urban and rural schoolchildren in Poland. *Ann Acad Med Stetin*, 2008; 54(1): 17–21

Donders FC. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye. With a preliminary essay on physiological dioptrics, 1864, *The New Sydenham Society*

Dorna M, Małecki P. Trening formacyjny. Narodowy Model Gry, 2020; Warszawa: Polski Związek Piłki Nożnej

Duprey KM, Webner D, Lyons A, Kucuk CH, Ellis JT, Cronholm PF. Convergence Insufficiency Identifies Athletes at Risk of Prolonged Recovery from Sport-Related Concussion. *Am J Sports Med*, 2017; 45(10): 2388–2393

Dvorak J, Junge A. Twenty years of the FIFA medical assessment and research centre: from “Medicine for Football” to “Football for Health.” *Br J Sports Med*, 2015; 49(9): 561–563

Fédération Internationale de Football Association. Professional Football Report 2019, 2019; Zurich

Fullerton C. Eye, Ear, brain and muscle tests on Babe Ruth. *West Optom World*, 1925; 13(4): 160–161

Gallaway M, Pearl, Scott M, Winkelstein, Allan M, Scheiman M. Biofeedback training of visual acuity and myopia: A pilot study. *Am J Optom Physiol Opt*, 1987; 64(1): 62–71

Giordano L, Friedman DS, Repka MX, Katz J, Ibironke J, Hawes P, Tielsch JM. Prevalence of Refractive Error among Preschool Children in an Urban Population: The Baltimore Pediatric Eye Disease Study. *Ophthalmology*, 2009; 116(4): 739–746

Griffin JR, Grisham DJ, Ciuffreda KJ. Heterophoria case analysis. In *Binocular anomalies diagnosis and vision therapy*, 2002; (pp. 69–100)

Grycmann P, Szyngiera W. Kontrola procesu treningowego. *Nowoczesne nauczanie i doskonalenie gry w piłkę nożną*, 2016; (pp. 440–479) Katowice: Paweł Grycman

Harris P, Gormley L. Changes in scores on the COVD Quality of Life assessment before and after vision therapy a multi-office study. *J Behav Optom*, 2007; 18(2): 43–47

Ishigaki H, Miyao M. Differences in dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *Percept Mot Skills*, 1993; 77(3): 835–839

Jorge J, Fernandes P. Static and dynamic visual acuity and refractive errors in elite football players. *Clin Exp Optom*, 2018; 102(1): 51–56

Koslowe KC. The Dynamic Retinoscopies. *J Behav Optom*, 2010; 21(3): 63–67

Laby DM, Kirschen DG, Pantall P. The visual function of olympic-level athletes. *Eye Contact Lens*, 2011; 37(3): 116–122

Laby DM, Rosenbaum AL, Kirschen DG, Davidson JL, Rosenbaum LJ, Strasser C, Mellman MF. The visual function of professional baseball players. *Am J Ophthalmol*, 1996; 122(4): 476–485

Lange D. FIFA - Statistics & Facts., 2020

Maples WC. Test-retest reliability of the College of Optometrists in Vision Development Quality of Life Outcomes Assessment. *Optometry*, 2000; 71(9): 579–585

Maples WC. Handedness, eyedness, hand-eye dominance & academic performance. *J Behav Optom*, 2002; 13(4): 87–91

Maples WC, Atchley J, Ficklin T. Northeastern State University College of Optometry's Oculomotor Norms. *J Behav Optom*, 1992; 6(3): 143-150

Maples WC, Bither M. Efficacy of Vision Therapy as assessed by the COVD QOL Checklist. *Optometry*, 2002; 73(8): 492–8

Maples WC, Hoenes R. Near point of convergence norms measured in elementary school children. *Optom Vis Sci*, 2007; 84(3): 224–228

Maples WC, Savoy RS, Harville BJ, Golden LR, Hoenes R. Comparison of Distance and Near Heterophoria by Two Clinical Methods. *Optom Vis Dev*, 2009; 40(2): 100–106

Mitchell JA, Nicholson DW, Maples WC. Standardization of the Wayne Saccadic Fixator (Near-Far-Near and Saccadic Fixation Procedures On 6-13 Year Olds). *J Behav Optom*, 1990; 1(8): 199–204

Momeni-Moghaddam H, Goss DA, Dehvari A. Vergence facility with stereoscopic and nonstereoscopic targets. *Optom Vis Sci*, 2014; 91(5): 522–527

Morgan MW. Changes in refraction over a period of twenty years in a non-visually selected sample. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*, 1958; 35(6): 281–299

Murthy G, Gupta S, Ellwein L, Muñoz S, Pokharel G, Sanga L, Bachani D. Refractive error in children in an urban population in New Delhi. *Investig Ophthalmol Vis Sci*, 2002; 43(3): 623–31

Nowak W. Analiza wybranych parametrów układu wzrokowego u osób uprawiających sport. Rozprawa doktorska, 2016; Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

O'shea W, Ciuffreda KJ, Fisher KS, Tannen B, Super P. Relation between distance heterophoria and tonic vergence. *Am J Optom Physiol Opt*, 1988; 65(10): 787–793

Oldways, Harvard School of Public Health, WHO. Oldways Asian Diet Pyramid, 1993

Peters MA. See to play. The eyes of elite athletes, 2012; Minneapolis: Bascom Hill Publishing Group

Pieczyrak D. Badania przesiewowe wybranych parametrów układu wzrokowego u dzieci w okresie nauczania początkowego. Rozprawa doktorska, 2007; Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Pineles SL, Repka MX, Yu F, Lum F, Coleman AL. Risk of musculoskeletal injuries, fractures, and falls in medicare beneficiaries with disorders of binocular vision. *JAMA Ophthalmol*, 2015; 133(1): 60–65

Rowe FJ. Fusional vergence measures and their significance in clinical assessment. *Strabismus*, 2010; 18(2): 48–57

Saladin JJ. Phorometry and Stereopsis. In Borish's Clinical Refraction, 2006; (2nd ed., pp. 899–960) Butterworth-Heinmann

Savelsbergh GJP, Van der Kamp J, Williams AM, Ward P. Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 2005; 48(11–14): 1686–1697

Scheiman M, Wick B. Clinical management of binocular vision, 2008; (3rd ed.) Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins

Sherman A. Sports Vision And Major League Baseball. In American Academy of Optometry Meeting, 2015; New Orleans, LA

Shin HS, Park SC, Maples WC. Effectiveness of vision therapy for convergence dysfunctions and long-term stability after vision therapy. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2011; 31(2): 180–189

Siderov J. Suppression: clinical characteristics, assessment and treatment. *Binocular Vision & Orthoptics*, 2001; Reed Educational and Professional Publishing Ltd

Szaflik J, Prost M, Zaleska-Zmijewska A, Hapunik A, Wójcik A. The analysis of refractive error in children and adolescents from 6-15 years of age based on 1000 examinations in two major Polish regions. *Klin Oczna*, 2004; 106(3): 471—473

Taub MB, Shallo-Hoffmann J. A Comparison of Three Clinical Tests of Accommodation Amplitude to Hofstetter ' s Norms to Guide Diagnosis and Treatment. *Optom Vis Dev*, 2012; 43(4): 180–190

The Football Association. The FA soccerstar challenge, 1988

Thomas C, Andrich P, Motz VA. Comparison of Three Types of Vision Therapy Exercises on Visual Skills of Sports Performance. *Optom Vis Perform*, 2017; 5(1): 28–35

Vogel G, Hale R. Initial norms using the Wayne Saccadic Fixator. Eye-hand coordination and visual reaction times. *J Behav Optom*, 1990; 8(1):206-211

Wimshurst ZL, Sowden P, Cardinale M. The Effectiveness of Different Visual Skills Training Programmes on Elite Cricket Players. *Eur J Sport Exerc Sci*, 2018; 6(3): 75–102

Zadnik K, Mutti DO, Friedman NE, Adams AJ. Initial cross-sectional results from the Orinda Longitudinal Study of Myopia. *Optom Vis Sci*, 1993; 70(9): 750–758

Zupan MF, Arata AW, Wile A, Parker R. Visual adaptations to sports vision enhancement training. A study of collegiate athletes at the US Air Force Academy. *Optom Today UK*, 2006; 43–48

Zwierko T. Differences in Peripheral Perception between Athletes and Nonathletes. *J Hum Kinet*, 2008; 19 53–62

Zwierko T, Puchalska-Niedbał L, Krzepota J, Markiewicz M, Woźniak J, Lubiński W. The effects of sports vision training on binocular vision function in Female University Athletes. *J Hum Kinet*, 2015; 49(1): 287–296

11 Wykaz tabel

Tabela 1 - Znaczenie zdolności wzrokowych wg Shermana.	14
Tabela 2 - Znaczenie zdolności wzrokowych wg. Ciuffredy i Wanga	14
Tabela 3 - Normy wyników testu NSUCO dla grup wiekowych.....	20
Tabela 4 - Umiejętności wzrokowe ćwiczone w programach WSF	29
Tabela 5 - Wyniki ostrości wzroku zawodników	30
Tabela 6 - Wyniki wartości wady wzroku piłkarzy.	31
Tabela 7 - Wyniki funkcji akomodacji zawodników	31
Tabela 8 - Punkt bliski konwergencji zawodników	31
Tabela 9 - Wartości forii zawodników	31
Tabela 10 - Wartości zakresów fuzji zawodników	32
Tabela 11 - Wyniki tłumienia w teście Pola – Mirror.....	32
Tabela 12 - Wyniki testu NSUCO zawodników	32
Tabela 13 - Początkowe wyniki testów sprawności piłkarskiej	33
Tabela 14 - Funkcje wzrokowe korelujące z testami sprawności piłkarskiej	34
Tabela 15 - Wpływ skrzyżowanej dominacji oka na wyniki testów sportowych.	35
Tabela 16 - Zmiany wyników programów WSF w kolejnych tygodniach	38
Tabela 17 - Poprawa wyników w testach WSF z upływem czasu uczestnictwa	39

Tabela 18 - Zmiana czasów w testach sprawności piłkarskiej dla kolejnych tygodni.....	42
Tabela 19 - Zmiana wyników testów TBP i TPP pod wpływem TWM	43
Tabela 20 - Zmiana wyników testu TN pod wpływem TWM	43
Tabela 21 - Różnice dla parametrów wzrokowych po uczestnictwie w TWM	45
Tabela 22 - Wiek uczestników badania.....	95
Tabela 23 - Wyniki w kwestionariuszu COVD QOL - 30	95
Tabela 24 - Wyniki ostrości wzroku zawodników	96
Tabela 25 - Wyniki ostrości wzroku piłkarzy.	96
Tabela 26 - Wyniki funkcji akomodacji zawodników	97
Tabela 27 - Punkt bliski konwergencji zawodników	97
Tabela 28 - wyniki oceny tłumienia w teście Pola - Mirror.....	97
Tabela 29 - Wartości forii i zakresów fuzji zawodników	98
Tabela 30 - Wyniki testu NSUCO zawodników	99
Tabela 31 – Wyniki stereopsji zawodników w celu określenia jednorodności grup.	99
Tabela 32 - Początkowe wyniki testów sprawności piłkarskich dla grup.....	99

12 Wykaz rycin

Ryc. 1 - Raport FIFA Professional football report 2019.....	6
Ryc. 2 - Fiksator sakkadyczny Wayne'a.....	12
Ryc. 3 - Pomiary stereopsji młodych piłkarzy	22
Ryc. 4 - Ustawienie toru w teście bieg bez piłki (TBBP)	26
Ryc. 5 - Ustawienie toru w teście prowadzenia piłki TPP	27
Ryc. 6 - Ustawienie toru dla testu numery	28
Ryc. 7 - Harry Wayne podczas pracy.....	67
Ryc. 8 – Podział zespołu na formacje wg. NMG PZPN	94

13 Załącznik A. Opis ustawień testów na fiksatorze Wayne'a

Program	Czas pojedynczej sesji [min]	Prędkość [1/min]	Wzór zapalania się punktów świetlnych	Wynik	Czas trwania [min]
21	0,5	60	Losowy	Ilość poprawnych, tempo	10
Diody	(1) Zapalają się wszystkie (33) diody				
Instrukcja	„gdy na tablicy zaświeci się dioda zgaś ją naciskając przycisk palcem tak szybko jak potrafisz, postaraj się zgasić ich jak najwięcej w ciągu 30 sekund. Twój wynik będzie zależał od tego, ile razy uda ci się zgasić diodę w trakcie programu. Pamiętaj, że możesz używać obu rąk tak jak jest ci wygodnie.”				

Program	Czas pojedynczej sesji [min]	Prędkość [1/min]	Wzór zapalania się punktów świetlnych	Wynik	Czas trwania [min]
91	0,5		Losowy	Ilość poprawnych	10
Diody	(4) Zapalają się tylko 4 diody (dolna, górna, prawa i lewa) na zewnętrznym obwodzie.				
Instrukcja	gdy tylko zobaczysz, że zaświeci się dioda, tym razem w pozycji: góra, dół, prawo, lewo, na tablicy, przyciśnij przycisk palcem. Postaraj się zgasić ich jak najwięcej. Twój wynik będzie zależał od tego, ile razy uda ci się zgasić diodę w trakcie programu. Pamiętaj, że możesz używać obu rąk tak jak jest ci wygodnie.				

Program	Czas pojedynczej sesji [min]	Prędkość [1/min]	Wzór zapalania się punktów świetlnych	Wynik	Czas trwania [min]
54	1,5	80	Losowy	Ilość poprawnych	10
Diody	(2) Zapalają się tylko diody (16) na zewnętrznym obwodzie.				
Instrukcja	gdy tylko zobaczysz, że zaświeci się dioda, tym razem na obwodzie, naciśnij na przycisk diody, ale pamiętaj, że aby zdobyć punkt musisz to zrobić dokładnie w tym samym momencie, gdy centralna dioda będzie zapalona.				

Program	Czas pojedynczej sesji [min]	Prędkość [1/min]	Wzór zapalania się punktów świetlnych	Wynik	Czas trwania [min]
53	5	120	Losowy	Ilość poprawnych	10
Diody	(1) Zapalają się wszystkie (33) diody				
Instrukcja	gdy tylko zobaczysz, że zaświeci się dioda, tym razem na obwodzie, naciśnij na przycisk diody, ale pamiętaj, że aby zdobyć punkt musisz to zrobić dokładnie w tym samym momencie, gdy centralna dioda będzie zapalona. Tym razem program będzie trwał dłużej, bo aż 5 minut.				

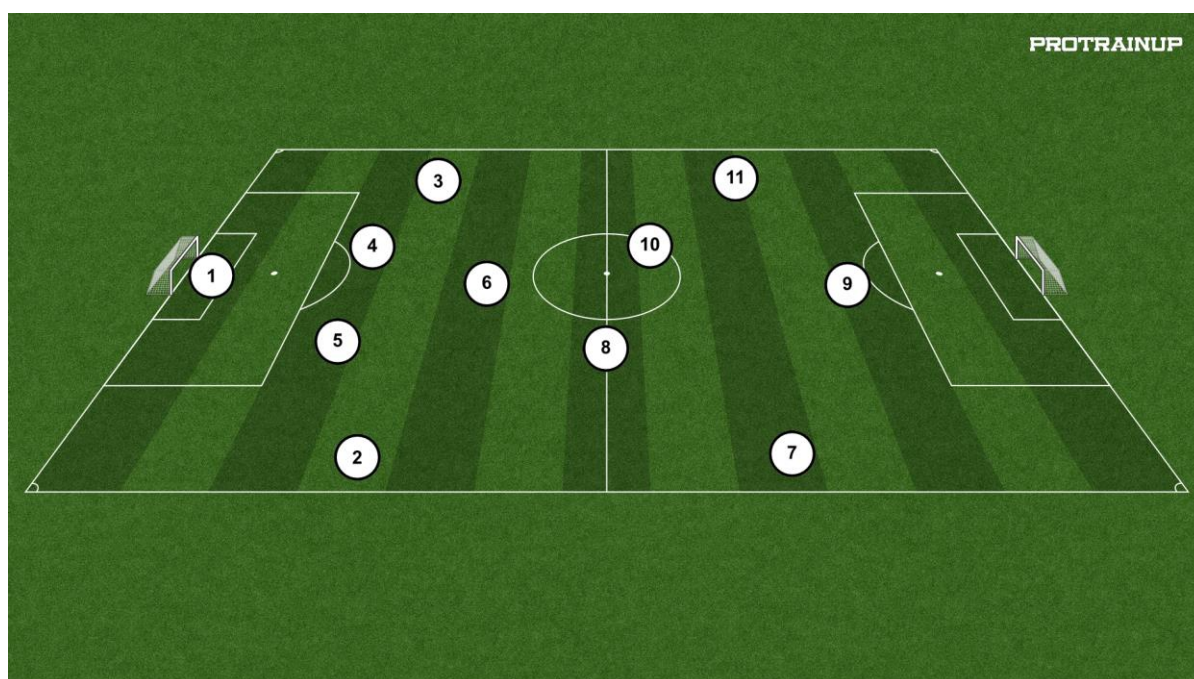
14 Załącznik B. Normy testów sprawności piłkarskiej

		Grupa wiekowa (PZPN)				MŁODZIK			
		ORLIK							
		Grupa wiekowa							
		U10		U11		U12		U13	
		Zakres	Punktów	Zakres	Punktów	Zakres	Punktów	Zakres	Punktów
Bieg bez piłki (Speed & Agility)	Powyżej normy	00.00-12.70	3.0	00.00-12.70	3.0	00.00-12.30	3.0	00.00-12.30	3.0
	Powyżej normy	12.71-13.50	2.5	12.71-13.50	2.5	12.31-13.00	2.5	12.31-13.00	2.5
	W normie	13.51-14.20	2.0	13.51-14.20	2.0	13.01-13.75	2.0	13.01-13.75	2.0
	W normie	14.21-15.00	1.5	14.21-15.00	1.5	13.76-14.50	1.5	13.76-14.50	1.5
	Poniżej normy	15.01-15.75	1.0	15.01-15.75	1.0	14.51-15.20	1.0	14.51-15.20	1.0
	Poniżej normy	15.76-16.50	0.5	15.76-16.50	0.5	15.21-16.00	0.5	15.21-16.00	0.5
	Poniżej normy	16.51<	0.0		0.0	16.01<	0.0	16.01<	0.0
Test Prowadzenia Piłki (Dribbling)	Powyżej normy	00.00-16.30	3.0	00.00-16.30	3.0	00.00-14.50	3.0	00.00-14.50	3.0
	Powyżej normy	16.31-17.00	2.5	16.31-17.00	2.5	14.51-15.00	2.5	14.51-15.00	2.5
	W normie	17.01-18.00	2.0	17.01-18.00	2.0	15.01-15.70	2.0	15.01-15.70	2.0
	W normie	18.01-19.00	1.5	18.01-19.00	1.5	15.71-16.70	1.5	15.71-16.70	1.5
	Poniżej normy	19.01-20.50	1.0	19.01-20.50	1.0	16.71-17.50	1.0	16.71-17.50	1.0
	Poniżej normy	20.51-22.00	0.5	20.51-22.00	0.5	17.51-19.00	0.5	17.51-19.00	0.5
	Poniżej normy	22.01<	0.0	22.01<	0.0	19.01>	0.0	19.01>	0.0

Dane normatywne dla testów sprawności ogólnej i specjalnej (Grycmann and Szyngiera, 2016).

15 Załącznik C. Podział zespołu na formacje

Działania indywidualne zawodnika w każdej fazie gry wymagają określonej reakcji partnerów, są zależne od aktywności i postawy przeciwnika, wymagają określonej taktyki grupowej i zespołowej w formacjach, jak i pomiędzy nimi. Zespoły w różnych ustawieniach często dzieli się na trzy formacje. Każda systematyka, niezależnie od systemu gry czy ustawienia na boisku, każe wyznaczyć linię obrony, linię pomocy i linię ataku. W systemie 1–4–3–3 standardowy podział obejmuje trzy formacje: Formacja obrony – czwórka obrońców: dwóch bocznych (2, 3) i dwóch środkowych (4, 5) wraz z bramkarzem (1) będącym integralną częścią formacji; Formacja pomocy – trzech pomocników: defensywny (6), środkowy (8) i ofensywny (10); Formacja ataku – skrzydłowi (7, 11) oraz napastnik (9). (Dorna and Małecki, 2020)



Ryc. 8 – Podział zespołu na formacje wg. NMG PZPN

16 Załącznik D. Porównanie jednorodności grup pod względem początkowych parametrów wzrokowych i sportowych

Poniższe zestawienie wyjściowych parametrów wzrokowych i sportowych zostało sporządzone w celu stwierdzenia braku istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami. Wyniki przedstawione w kolumnach opisują początkową wartość danego parametru dla wszystkich zawodników, dla zawodników grupy badanych i grupy kontrolnej, ostatni kolumna to istotność statystyczna dowodząca jednorodności grup.

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Wiek [lat]	11,4 (10,1 ÷ 13,6)	11,4 (10,8 ÷ 12,5)	11,5 (10,1 ÷ 13,6)	0,392 ^{M-W}

Tabela 22 - Wiek uczestników badania.

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Kwestionariusz jakości życia COVID - QOL				
COVID [pkt]	21,5 ± 9,3	19,9 ± 8,1	22,7 ± 10,2	0,409 ^{t-s}

Tabela 23 - Wyniki w kwestionariuszu COVID QOL - 30

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Nieskorygowana ostrość wzroku do dali				
OD	1,0 (0,3 ÷ 1,5)	1,0 (0,3 ÷ 1,5)	1,0 (0,3 ÷ 1,5)	0,760 ^{M-W}
OS	1,0 (0,3 ÷ 1,5)	1,0 (0,3 ÷ 1,5)	1,0 (0,3 ÷ 1,5)	0,957 ^{M-W}
OU	1,0 (0,4 ÷ 1,5)	1,0 (0,4 ÷ 1,5)	1,0 (0,4 ÷ 1,5)	0,760 ^{M-W}
Najlepsza skorygowana ostrość wzroku do dali				
OD	1,0 (1,0 ÷ 1,5)	1,1 (1,0 ÷ 1,5)	1,0 (1,0 ÷ 1,5)	0,771 ^{M-W}
OS	1,0 (1,0 ÷ 1,5)	1,1 (1,0 ÷ 1,5)	1,0 (1,0 ÷ 1,5)	0,536 ^{M-W}
OU	1,2 (1,0 ÷ 1,5)	1,2 (1,0 ÷ 1,5)	1,2 (1,0 ÷ 1,5)	0,478 ^{M-W}
Nieskorygowana ostrość wzroku do bliży				
OD	1,0 (0,5 ÷ 1,0)	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,0 (0,5 ÷ 1,0)	0,813 ^{M-W}
OS	1,0 (0,5 ÷ 1,0)	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,0 (0,5 ÷ 1,0)	0,813 ^{M-W}
OU	1,0 (0,6 ÷ 1,0)	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,0 (0,6 ÷ 1,0)	0,813 ^{M-W}

Najlepsza skorygowana ostrość wzroku do bliży				
OD	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,00 (1,00 ÷ 1,00)	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,000 ^{M-W}
OS	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,00 (1,00 ÷ 1,00)	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,000 ^{M-W}
OU	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,00 (1,00 ÷ 1,00)	1,0 (1,0 ÷ 1,0)	1,000 ^{M-W}

Tabela 24 - Wyniki ostrości wzroku zawodników

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Wada refrakcji [D]				
SPH OD	0,25 (-2,00 ÷ 1,25)	0,25 (-2,00 ÷ 0,50)	0,25 (-1,50 ÷ 1,25)	0,259 ^{M-W}
CYL OD	0,00 (-0,75 ÷ 0,00)	0,00 (-0,25 ÷ 0,00)	0,00 (-0,75 ÷ 0,00)	0,841 ^{M-W}
SE OD	0,125 (-2,50 ÷ 1,25)	0,125 (-2,50 ÷ 0,50)	0,25 (-1,5 ÷ 1,25)	0,310 ^{M-W}
SPH OS	0,25 (-2,50 ÷ 1,25)	0,25 (-2,50 ÷ 0,50)	0,25 (-1,50 ÷ 1,25)	0,259 ^{M-W}
CYL OS	0,00 (-0,75 ÷ 0,00)	0,00 (-0,25 ÷ 0,00)	0,00 (-0,75 ÷ 0,00)	0,884 ^{M-W}
SE OS	0,125 (-2,00 ÷ 1,25)	0,125 (-2,00 ÷ 0,5)	0,25 (-1,5 ÷ 1,25)	0,319 ^{M-W}

Tabela 25 - Wyniki ostrości wzroku piłkarzy.

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Amplituda akomodacji [D]				
OD	18,18 (7,69 ÷ 28,57) 17,64 ± 4,86 ^L	14,26 (12,50 ÷ 16,67)	14,00 (6,67 ÷ 20,00)	0,434 ^{M-W}
OS	17,3 ± 4,8	14,5 ± 1,9	10,8 ± 4,3	0,157 ^{t-s}
MEM [D]				
OD	0,00 (0,00 ÷ 1,25)	0,00 (0,00 ÷ 1,00)	0,50 (0,00 ÷ 1,25)	0,334 ^{M-W}
OS	0,00 (0,00 ÷ 1,25)	0,00 (0,00 ÷ 1,00)	0,50 (0,00 ÷ 1,25)	0,334 ^{M-W}

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Sprawność akomodacji [cpm]				
OD	10,2 ± 4,2	9,4 ± 4,1	10,7 ± 4,3	0,401 ^{t-s}
OS	10,6 ± 4,2	10,3 ± 4,2	10,8 ± 4,3	0,712 ^{t-s}
OU	11,0 ± 3,2	1,5 ± 3,6	11,4 ± 3,0	0,426 ^{t-s}

Tabela 26 - Wyniki funkcji akomodacji zawodników

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Punkt bliski konwergencji				
Zerwanie	4,2 ± 2,6	4,1 ± 1,9	4,3 ± 3,1	0,855 ^{t-s}
Odtworzenie	8,6 ± 3,1	8,2 ± 3,2	8,9 ± 3,0	0,535 ^{t-s}

Tabela 27 - Punkt bliski konwergencji zawodników

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Pola – Mirror tłumienie [% czasu]				
40 cm OD	0,0 (0,0 ÷ 25,0)	0,0 (0,0 ÷ 0,0)	0,0 (0,0 ÷ 25,0)	0,455 ^{M-W}
40 cm OS	0,0 (0,0 ÷ 40,0)	0,0 (0,0 ÷ 0,0)	0,0 (0,0 ÷ 40,0)	0,316 ^{M-W}
1 m OD	0,0 (0,0 ÷ 15,0)	0,0 (0,0 ÷ 15,0)	0,0 (0,0 ÷ 15,0)	0,799 ^{M-W}
1 m OS	0,0 (0,0 ÷ 50,0)	0,0 (0,0 ÷ 15,0)	0,0 (0,0 ÷ 50,0)	0,524 ^{M-W}

Tabela 28 - wyniki oceny tłumienia w teście Pola - Mirror

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Foria dal [Δ]				
Maddox	0,0 (-4,0 ÷ +6,0)	0,0 (-2,0 ÷ 6,0)	0,0 (-4,0 ÷ +6,0)	1,000 ^{M-W}
VG	-0,79 ± 2,2	-1,00 ± 2,42	-0,63 ± 2,03	0,638 ^{t-s}
Foria bliż [Δ]				
VG	-2,18 ± 3,36	-2,71 ± 3,27	-1,78 ± 3,46	0,443 ^{t-s}
Howell	-1,82 ± 2,96	-2,72 ± 3,17	-1,16 ± 2,69	0,138 ^{t-s}

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Zakresy wergencji fuzyjnej do dali Von Graefe'a [Δ]				
BI BL	-6,0 (-19,0 ÷ -4,0)	-6,0 (-12,0 ÷ -6,0)	-6,0 (-19,0 ÷ -4,0)	0,649 ^{M-W}
BI BR	-6,0 (-19,0 ÷ -4,0)	-6,0 (-12,0 ÷ -6,0)	-6,0 (-19,0 ÷ -4,0)	0,649 ^{M-W}
BI REC	-4,09 ± 1,9	-4,29 ± 1,73	-3,95 ± 2,12	0,731 ^{t-s}
BO BL	12,03 ± 5,4	11,79 ± 6,00	12,21 ± 5,13	0,828 ^{t-s}
BO BR	17,36 ± 7,6	18,57 ± 9,75	16,47 ± 5,78	0,481 ^{t-s}
BO REC	6,0 (1,0 ÷ 28,0)	6,0 (4,0 ÷ 28,0)	6,0 (1,0 ÷ 24,0)	0,716 ^{M-W}
Zakresy wergencji fuzyjnej do bliży Von Graefe'a [Δ]				
BI BL	-14,82 ± 4,67	-15,93 ± 4,38	-14,00 ± 4,82	0,247 ^{t-s}
BI BR	-16,76 ± 4,88	-17,36 ± 5,02	-16,32 ± 4,87	0,553 ^{t-s}
BI REC	-11,12 ± 4,69	-12,14 ± 4,74	-10,37 ± 4,63	0,290 ^{t-s}
BO BL	16,0 (6,0 ÷ 32,0)	15,0 (6,0 ÷ 32,0)	16,0 (8,0 ÷ 32,0)	0,382 ^{M-W}
BO BR	17,36 ± 5,62	15,86 ± 5,84	18,47 ± 5,33	0,190 ^{t-s}
BO REC	7,0 (0,0 ÷ 28,0)	7,0 (0,0 ÷ 28,0)	7,0 (2,0 ÷ 28,0)	0,927 ^{M-W}
Zakresy fuzji Quoits [Δ]				
BI BL	-12,00 ± 3,95	-12,00 ± 4,72	-12,00 ± 3,42	1,000 ^{t-s}
BI BR	-14,12 ± 4,04	-14,14 ± 4,74	-14,12 ± 3,59	0,979 ^{t-s}
BI REC	-7,39 ± 3,89	-7,57 ± 4,72	-7,26 ± 3,26	0,826 ^{t-s}
BO BL	18,06 ± 8,34	17,07 ± 8,86	18,79 ± 8,10	0,567 ^{t-s}
BO BR	22,52 ± 12,45	21,14 ± 12,48	23,53 ± 12,67	0,595 ^{t-s}
BO REC	6,0 (1,0 ÷ 20,0)	6,0 (2,0 ÷ 12,0)	6,0 (1,0 ÷ 20,0)	1,000 ^{M-W}

Tabela 29 - Wartości forii i zakresów fuzji zawodników

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
NSUCO Sakkady				
Umiejętność	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	1,000 ^{M-W}
Fiksacje	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (4,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	0,084 ^{M-W}
R. głowy	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	0,985 ^{M-W}
Ruchy ciała	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	0,412 ^{M-W}

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
NSUCO Wodzenie				
Umiejętność	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	5,0 (5,0 ÷ 5,0)	1,000 ^{M-W}
Fiksacje	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (4,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	0,702 ^{M-W}
R. głowy	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	4,0 (2,0 ÷ 5,0)	0,636 ^{M-W}
Ruchy ciała	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	5,0 (3,0 ÷ 5,0)	0,927 ^{M-W}

Tabela 30 - Wyniki testu NSUCO zawodników

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	p
Stereopsja				
Wirt (Motyl)	40,0 (40,0 ÷ 60,0)	40,0 (40,0 ÷ 60,0)	40,0 (40,0 ÷ 60,0)	0,735 ^{M-W}

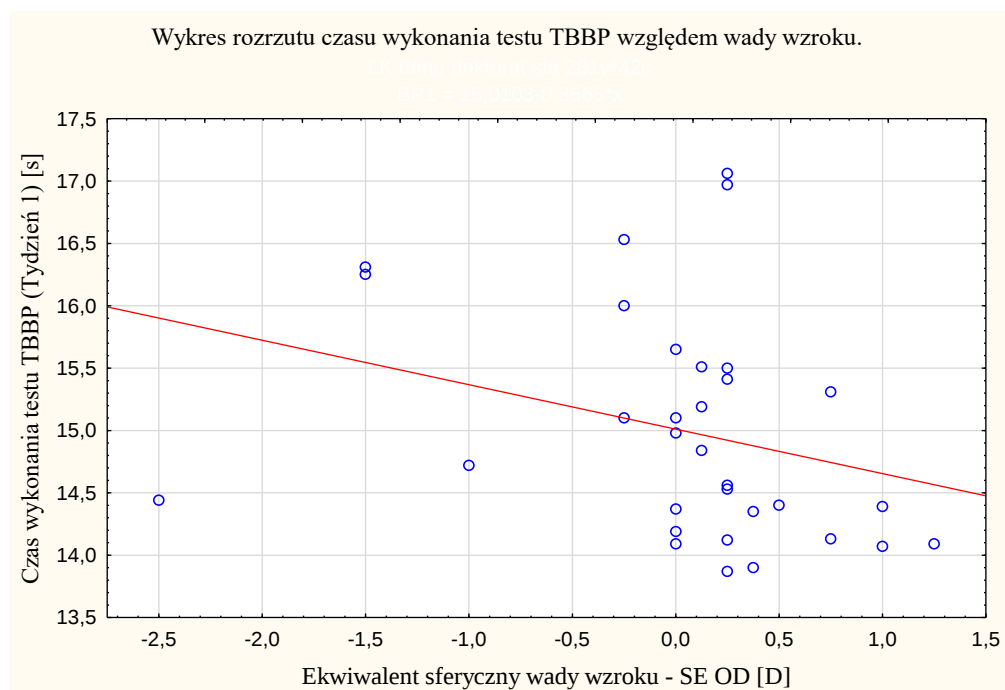
Tabela 31 – Wyniki stereopsji zawodników w celu określenia jednorodności grup.

Parametr	Wszyscy (n=33)	Badani (n=14)	Kontrola (n=19)	P
TBBP (1)	14,78 (13,87 ÷ 17,06)	15,15 (13,87 ÷ 16,97)	14,63 (13,90 ÷ 17,06)	0,333
TPP (1)	19,28 ± 1,87	19,71 ± 1,94	18,95 ± 1,80	0,262
NT (1)	18,84 (16,28 ÷ 23,28)	18,52 (16,91 ÷ 21,30)	18,43 (16,75 ÷ 28,00)	0,894

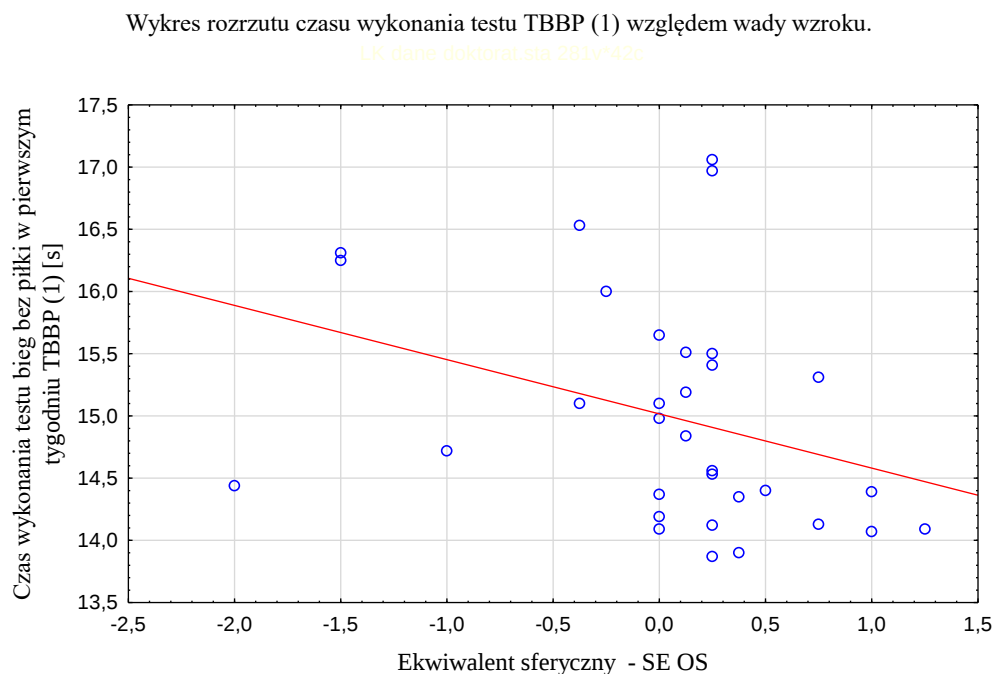
Tabela 32 - Początkowe wyniki testów sprawności piłkarskich dla grup.

W Tabeli 32 wynik podany w nawiasie oznacza tydzień uczestnictwa w programie, w tym przypadku jest to tydzień pierwszy przed przystąpieniem do TWM. W tabelach dla zmiennych bez rozkładu normalnego: ^F - Test Fischera lub ^{M-W} – Test U Manna Whitney, dla zmiennych wykazujących rozkład normalny: ^{t-s} - Test t – studenta, p – istotność statystyczna, ^L – pomimo braku normalności rozkładu podano wartość średnia ± SD na potrzeby porównania parametru z danymi literaturowymi.

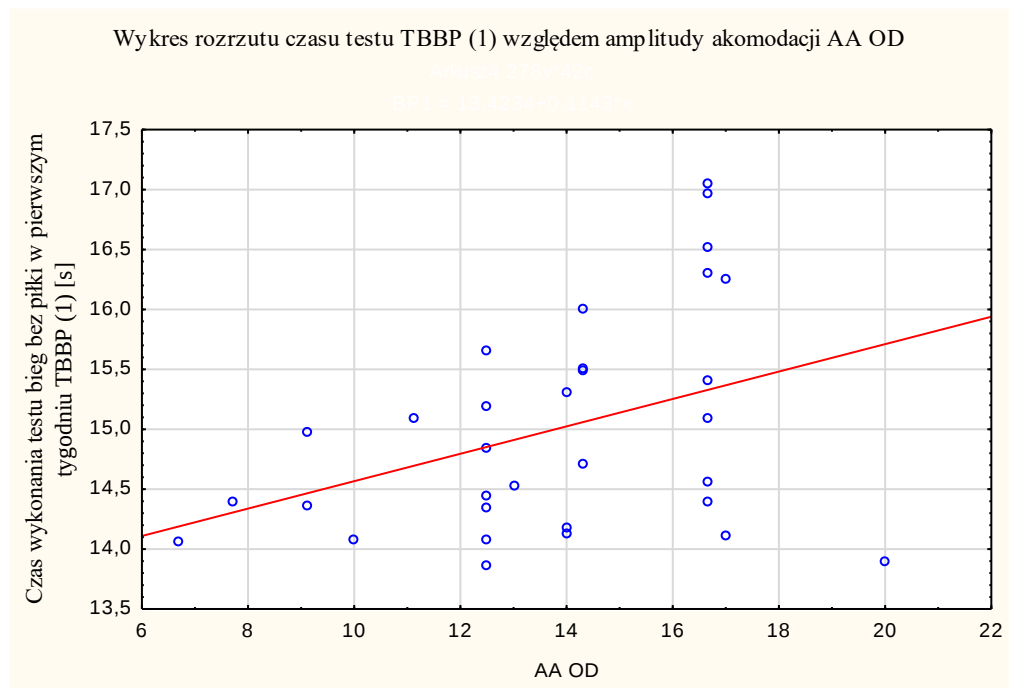
17 Załącznik E. Wykresy korelacji



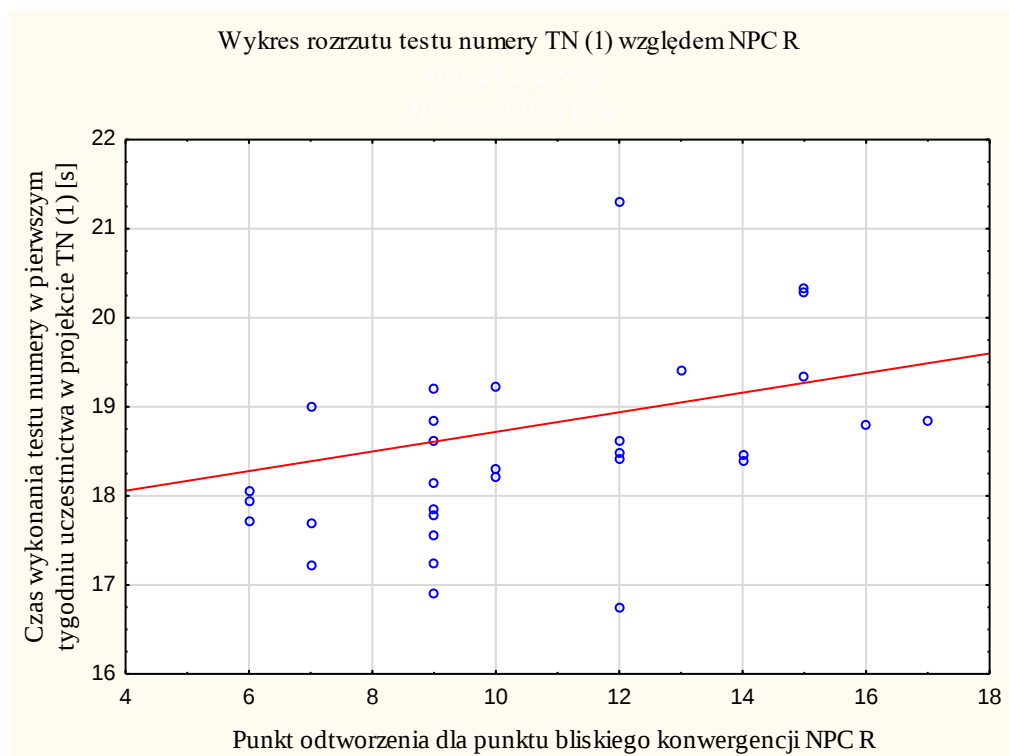
Wykres 23 – Ujemna korelacja czasu wykonania testu TBBP (1) i wady wzroku



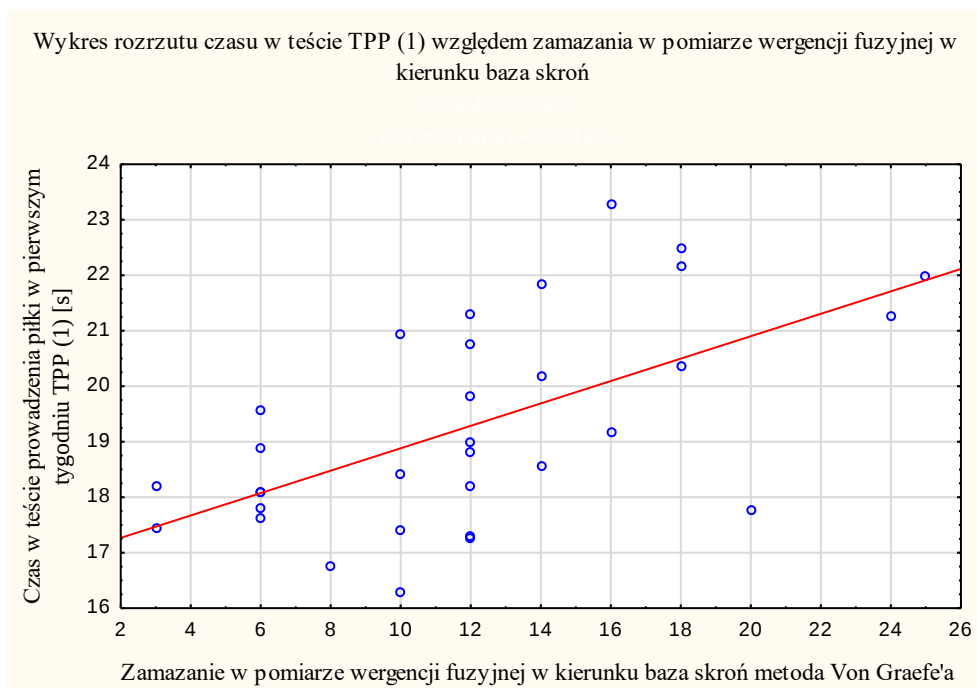
Wykres 24 – Ujemna korelacja czasu w teście TBBP (1) i ekwiwalentu sferycznego wady SE OS.



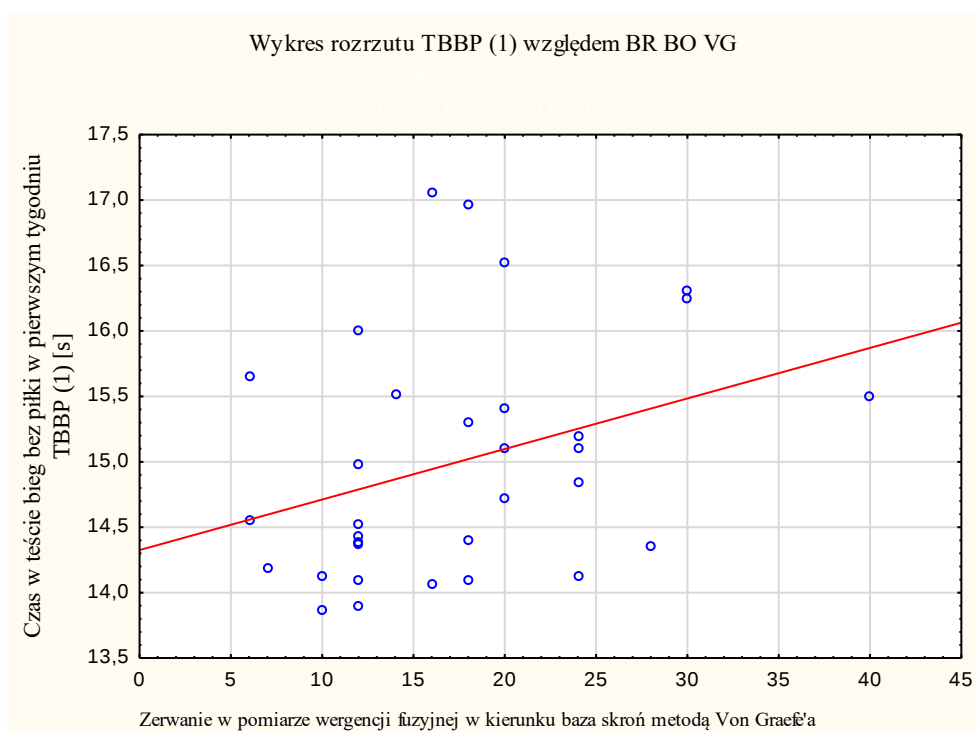
Wykres 25 - Dodatnia korelacja czasu w teście TBBP (1) i amplitudy akomodacji AA OD



Wykres 26 - Dodatnia korelacja czasu w teście numery TN (1) i punktu odtworzenia NPC

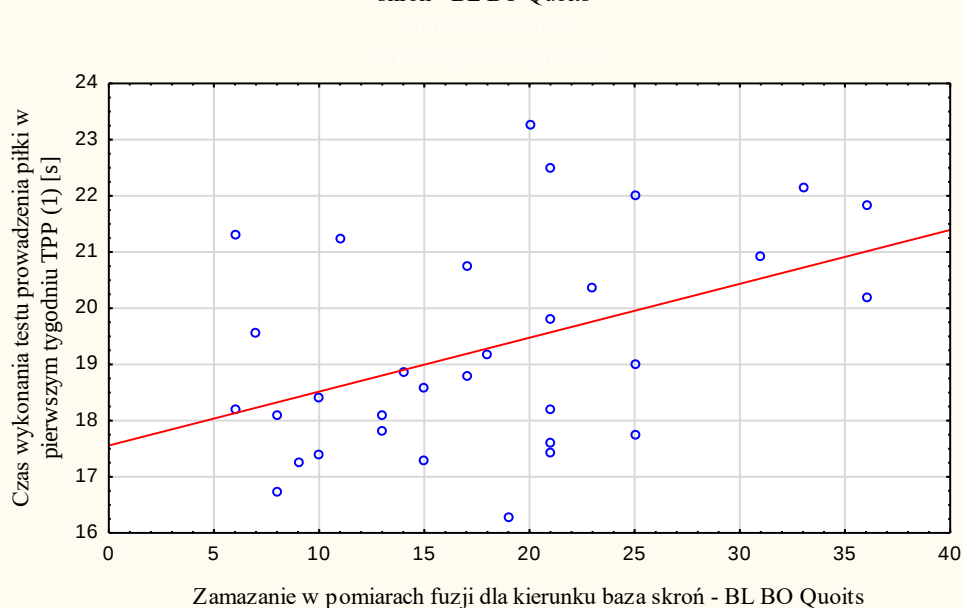


Wykres 27 - Dodatnia korelacja czasu TPP (1) i BL BO VG



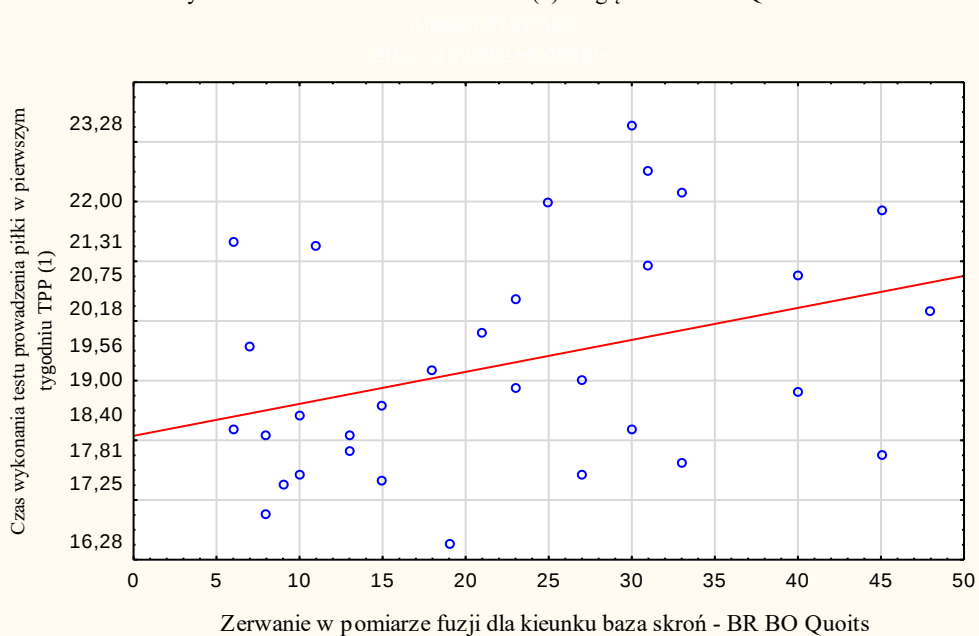
Wykres 28 - Dodatnia korelacja czasu TBBP (1) i BR BO VG

Wykres rozrzutu czasu TPP (1) względem zamazania w pomiarach zakresów fuzji dla kierunku baza skroń - BL BO Quoits

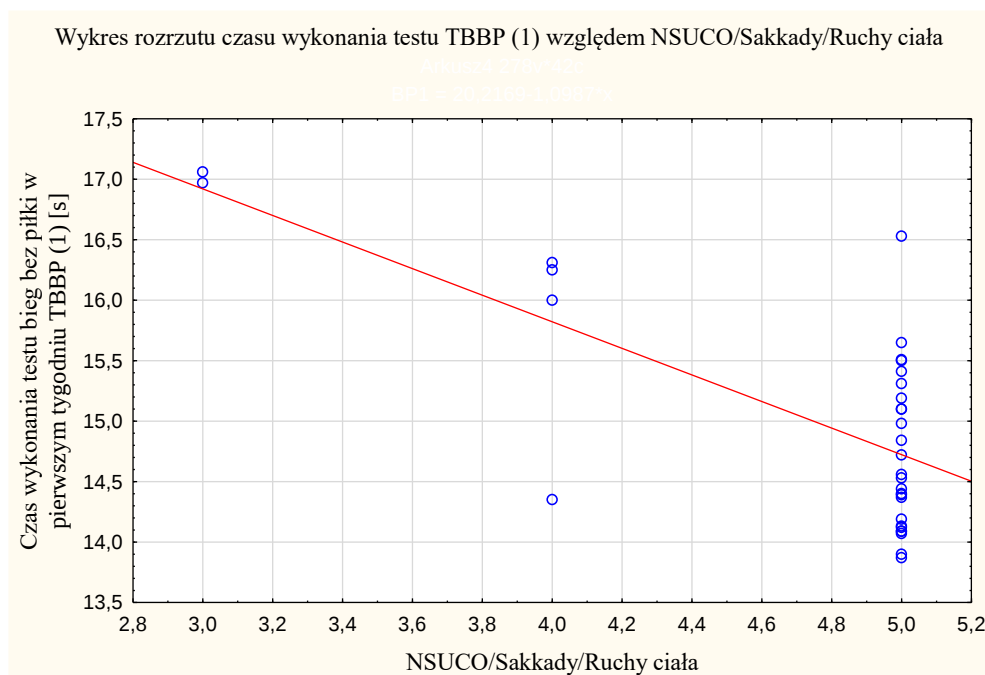


Wykres 29 - Dodatnia korelacja czasu w teście TPP (1) i zamazania w pomiarach fuzji dla kierunku baza skroń - BL BO Quoits.

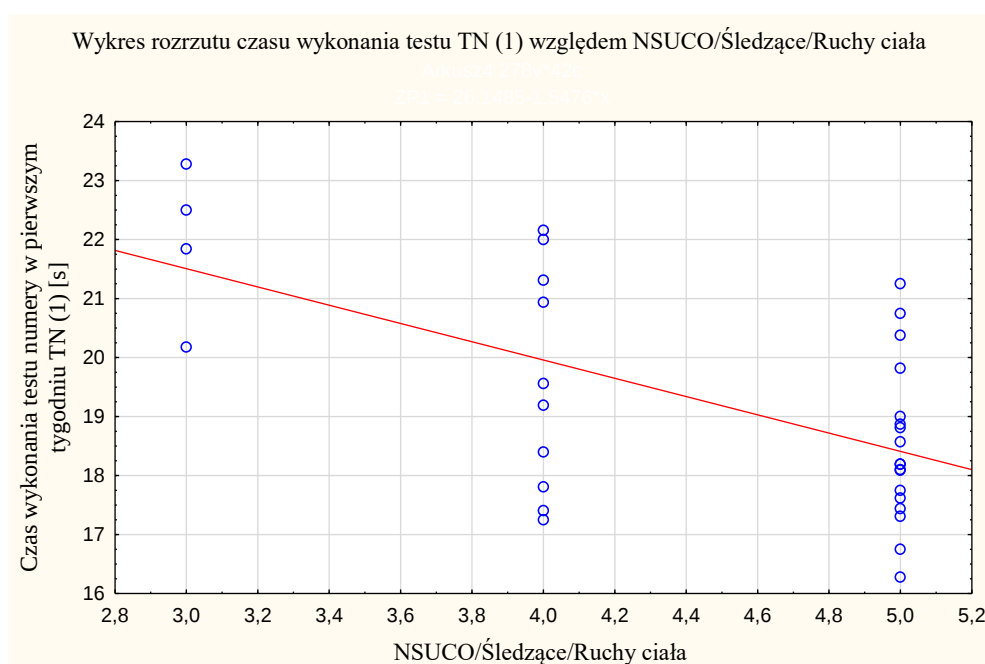
Wykres rozrzutu czasu w teście TPP (1) względem BR BO Quoits



Wykres 30 - Dodatnia korelacja czasu testu TPP (1) i zerwania w pomiarze fuzji dla kierunku baza skroń BR BO Quoits



Wykres 31 - Ujemna korelacja znacznych ruchów ciała podczas sakkad z pogorszeniem wyników TBBP (1)



Wykres 32 - Ujemna korelacja ruchów ciała podczas oceny ruchów śledzących NSUCO z wynikami w teście TN (1)

18 Załącznik F. Zgoda komisji bioetycznej



UNIwersytet Medyczny Im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym
Im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Collegium Stomatologicum
ul. Bukowska 70
60-812 Poznań

tel. (+48 61) 854 73 36
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 1212/17

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (t.j. Dz. U. z 2017, poz. 125 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (t.j. Dz. U. z 2016, poz. 2142 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 Nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 lutego 2016 r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. z 2016r. poz. 211, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 6 października 2010 r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej sponsora i badacza klinicznego w związku z prowadzeniem badania klinicznego wyrobów (Dz. U. 2010, Nr 194 poz. 1290); Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (t.j. Dz. U. z 2016 r., poz. 1718); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, poz. 489); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie wzorów dokumentów przedkładanych w związku z badaniem klinicznym produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu wiszczania opłat za złożenie wniosku o rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. 2012, Nr 0 poz. 491); w oparciu o Deklarację Helsińską - Zasady Etycznego Postępowania w Eksperymentach Medycznych z Udziałem Ludzi oraz przepisy ICH GCP.

Komisja Bioetyczna, na posiedzeniu w dniu 07 grudnia 2017 r.

rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych.

Kierownik projektu:

prof. dr hab. Bogdan Miśkowiak

Miejsce prowadzenia badań:

Zakład Optometrii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

Główny badacz: mgr Luiza Krasucka

Temat badań:

„Ocena wybranych parametrów układu wzrokowego piłkarzy nożnych w grupie wiekowej od 10-13 lat, oraz wpływu przeprowadzanego treningu wzrokowo-motorycznego na wyniki testów sprawności piłkarskiej”.

Komisja wydała uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku

Przewodniczący Komisji

prof. zw. dr hab. med. Paweł Chęciński