

mgr Owidia Ozga-Majchrzak

**Wpływ niedowidzenia, ustawienia gałek ocznych, widzenia
obuocznego i nadwzroczności na sprawność motoryczną
dzieci**

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

Promotor: dr hab. n. med. Anna Gotz-Więckowska prof. UMP



Kolegium Nauk Medycznych
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2022

*Składam serdeczne podziękowania
Promotorowi – Pani prof. UMP dr hab. Annie Gotz-Więckowskiej
za niezwykłą cierpliwość, okazane wsparcie i cenne uwagi*

Rozprawę doktorską dedykuję Rodzinie i Przyjaciółom

Spis treści

1.	Wstęp	6
1.1	Sprawność motoryczna	7
1.1.1	Definicja.....	7
1.1.2	Znamiona motoryczności.....	8
1.1.3	Rozwój motoryczny	9
1.1.4	Ocena sprawności motorycznej	10
1.2	Narząd wzroku	11
1.2.1	Refrakcja oka	11
1.2.2	Oko miarowe.....	12
1.2.3	Mięśnie gałki ocznej	12
1.2.4	Ruchy oczu i głowy	12
1.2.5	Rozwój widzenia.....	13
1.2.6	Widzenie obuoczne	16
1.3	Zaburzenia narządu wzroku u dzieci.....	17
1.3.1	Wady refrakcji (ametropia)	17
1.3.1.1	Nadwzroczność.....	17
1.3.1.2	Krótkowzroczność	18
1.3.1.3	Astygmatyzm (niezborność).....	19
1.3.2	Zez	19
1.3.3	Zaburzenia widzenia obuocznego.....	19
1.3.4	Niedowidzenie (ambliopia).....	20
1.4	Uzasadnienie wyboru problemu badawczego	21
2.	Cele pracy	22
3.	Materiał i metody	23
3.1	Uczestnicy badania.....	23
3.2	Metody badawcze.....	24
3.2.1	Organizacja badań.....	24
3.2.2	Ocena narządu wzroku dzieci z grupy badanej	25
3.2.3	Ocena narządu wzroku dzieci z grupy kontrolnej	25
3.2.4	Ocena fizjoterapeutyczna.....	26
3.3	Analiza statystyczna.....	29
4.	Wyniki.....	30

4.1	Charakterystyka badanych grup	30
4.2	Stan narządu wzroku dzieci w badanych grupach	31
4.3	Analiza odpowiedzi z ankiety dotyczącej codziennej aktywności fizycznej w badanych grupach	34
4.4	Wyniki pomiarów sprawności motorycznej	36
4.4.1	Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze	36
4.4.2	Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki	37
4.4.3	Siła statyczna – zaciśnięcie ręki	37
4.4.4	Gibkość – skłon tułowia w siadzie	38
4.4.5	Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca	39
4.4.6	Wytrzymałość mięśni tułowia – siady z leżenia	39
4.5	Wyniki pomiarów sprawności motorycznej – wartości punktowe	40
4.6	Poziom sprawności motorycznej w zależności od rodzaju towarzyszącego zaburzenia widzenia	42
4.6.1	Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze	42
4.6.2	Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki	43
4.6.3	Siła statyczna – zaciśnięcie ręki	45
4.6.4	Gibkość – skłon tułowia w siadzie	46
4.6.5	Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca	47
4.6.6	Wytrzymałość mięśni tułowia – siady z leżenia	48
4.7	Poziom sprawności motorycznej w zależności od rodzaju towarzyszącego zaburzenia widzenia – wartości punktowe	50
4.8	Poziom sprawności motorycznej w zależności od obecności widzenia obuocznego	52
4.8.1	Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze	52
4.8.2	Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki	53
4.8.3	Siła statyczna – zaciśnięcie ręki	54
4.8.4	Gibkość – skłon tułowia w siadzie	55
4.8.5	Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca	56
4.8.6	Wytrzymałość mięśni tułowia – siady z leżenia	57
4.9	Poziom sprawności motorycznej w zależności od obecności widzenia obuocznego – wartości punktowe	58
4.10	Poziom sprawności motorycznej w zależności od czasu wdrożenia korekcji okularowej	61

4.10.1	Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze.....	61
4.10.2	Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki	62
4.10.3	Siła statyczna – zaciśnięcie ręki.....	63
4.10.4	Gibkość – skłon tułowia w siadzie	64
4.10.5	Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca	65
4.10.6	Siła tułowia – siady z leżenia.....	66
4.11	Poziom sprawności motorycznej w zależności o czasu wdrożenia okularów – wartości punktowe	67
5.	Dyskusja.....	70
6.	Wnioski.....	77
7.	Streszczenie	78
8.	Summary.....	81
9.	Bibliografia	84
10.	Aneks	94
10.1	Spis tabel	94
10.2	Spis rycin	97

Wykaz skrótów

AF	aktywność fizyczna, ruchowa (ang. <i>physical activity</i>)
BMI	wskaźnik masy ciała (ang. <i>Body Mass Index</i>)
D	dioptria
MF	sprawność motoryczna (ang. <i>motor fitness</i>)
NP	brak normalnego rozkładu danych
OKR	odruch optokinetyczny (ang. <i>optokinetic nystagmus</i>)
OUN	ośrodkowy układ nerwowy
P	normalny rozkład danych
r.ż.	rok życia
RM	rozwój motoryczny (ang. <i>motor development</i>)
SD	odchylenie standardowe (ang. <i>standard deviation</i>)
UR	umiejętności ruchowe (ang. <i>motor skills</i>)
VOR	odruch przedsionkowo – oczny (ang. <i>vestibulo-ocular reflex</i>)
WF	wychowanie fizyczne (ang. <i>physical education</i>)
WHO	Światowa Organizacja Zdrowia (ang. <i>World Health Organization</i>)
WUG	wyrównawcze ustawienie głowy (ang. <i>Abnormal Head Position, AHP</i>)
ZM	zdolności motoryczne (ang. <i>motor abilities</i>)

1. Wstęp

Zagadnienia związane z aktywnością fizyczną (AF) oraz specyfiką rozwoju ruchowego człowieka stanowią ważny obszar rozważań badaczy, szczególnie w kontekście zdrowia dzieci i młodzieży. Ruch towarzyszy człowiekowi na przestrzeni całego jego życia. Jest uważany za jeden z najważniejszych czynników warunkujących prawidłowy rozwój fizyczny, motoryczny, psychiczny i społeczny dziecka [1]. Poprzez ruch dziecko zdobywa i doskonali umiejętności ruchowe (UR), wzbogaca wiedzę o sobie i otaczającym go środowisku, kształtuje uwagę i pamięć, dąży do samodzielności i niezależności [2]. Rekomendacje dotyczące ilości i jakości AF dla różnych grup wiekowych oparte są na wielu badaniach naukowych, które potwierdzają korzystny wpływ regularnej AF na zdrowie dzieci i młodzieży [3-6]. Niektóre z pozytywnych efektów to redukcja nadmiaru masy ciała, poprawa struktury kośćca, zwiększenie siły i wytrzymałości mięśniowej, poprawa wydolności krążeniowo-oddechowej, a także wpływ na samoocenę i wyniki w nauce. AF służy również lepszym relacjom społecznym [6,7].

Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) niewystarczająca AF jest uważana za kluczowy czynnik rozwoju chorób, takich jak otyłość, cukrzyca, choroby sercowo-naczyniowe, nowotwory. Zalecenia WHO dla kategorii wiekowej 5-17 lat to podejmowanie AF o umiarkowanej i dużej intensywności, codziennie przez minimum 60 minut. Rekomendowane jest uczestnictwo w zajęciach wychowania fizycznego w szkole oraz wszelkie formy ruchu w ramach rekreacji (gry i zabawy ruchowe, jazda na rowerze, spacer) [8]. Ważne aby aktywności były różnorodne, przyjemne i dostosowane odpowiednio do wieku dziecka [9].

Innym istotnym czynnikiem, również ściśle związanym z prawidłowym rozwojem psychoruchowym dziecka, jest sprawnie funkcjonujący narząd wzroku [10]. Wzrok to jeden z głównych zmysłów człowieka, jest ważny w codziennym funkcjonowaniu, podejmowaniu różnorodnych aktywności fizycznych, ułatwiający orientację w przestrzeni, poruszanie się oraz naukę [11]. Prawidłowe widzenie u dzieci jest uzależnione od wpływu indywidualnych czynników genetycznych, poznawczych i środowiskowych. Odpowiednie bodźce wzrokowe oraz interakcje z otaczającym środowiskiem mają zasadnicze znaczenie w rozwoju układu wzrokowego i jego funkcji [12].

Do najczęstszych zaburzeń występujących w obrębie narządu wzroku wśród

dzieci i młodzieży w wieku szkolnym, należą wady refrakcji (krótkowzroczność, nadwzroczność i astygmatyzm) oraz niedowidzenie i zez. Wczesne rozpoznanie i leczenie wad refrakcji i towarzyszących im zaburzeń jest kluczowe dla prawidłowego rozwoju widzenia obuocznego, które zapewnia trójwymiarowe i pojedyncze postrzeganie otaczającego świata [13].

Zarówno odpowiedni poziom sprawności motorycznej (ang. *motor fitness*, MF), jak i prawidłowy proces widzenia stanowią ważne elementy w całościowym rozwoju dziecka. Znacząca liczba badań wskazuje, że doznania wzrokowe we wczesnych latach dzieciństwa są silnie sprzężone z rozwojem motorycznym (RM) dziecka [14-17]. Podczas wykonywania większości czynności ruchowych wzrok stanowi zasadniczy wkład sensoryczny, a wraz z ogólnym rozwojem dziecka kształtują się i doskonalą możliwości wzrokowe [18,19].

1.1 Sprawność motoryczna

Jedną z głównych potrzeb biologicznych człowieka jest ruch. Jest on ściśle związany z codzienną aktywnością, stanowi odzwierciedlenie wszelkich zmian strukturalnych i czynnościowych narządów i układów organizmu człowieka, a zatem jest niezbędnym źródłem utrzymania zdrowia we wszystkich okresach życia. Ruch jest również ważnym elementem w komunikacji między ludźmi, poznawaniu otaczającego świata i zajmuje istotne miejsce w kształtowaniu prawidłowego rozwoju fizycznego i motorycznego dzieci i młodzieży [1,2].

1.1.1 Definicja

Sprawność motoryczna (MF) to zdolność do wykonywania wszelkich czynności ruchowych, umożliwiających właściwe dostosowanie się do otaczających warunków i wymagań stawianych przez środowisko zewnętrzne. Jest odzwierciedleniem osobniczego potencjału motorycznego, określają ją zdolności motoryczne oraz umiejętności ruchowe, które są nabywane i doskonalone przez całe życie [1,20]. MF odnosi się zarówno do fizycznej jak i psychospołecznej sfery człowieka i podlega wpływom genetycznym, środowiskowym, a także ich interakcjom [2,3,5].

1.1.2 Znamiona motoryczności

Z motorycznością człowieka ściśle powiązane są zdolności motoryczne (ZM) i umiejętności ruchowe (UR), które istnieją we wzajemnych zależnościach. W praktycznym zastosowaniu pozwalają na interpretację i charakterystykę procesów leżących u podstaw osiągnięć motorycznych jednostki [1].

ZM określają możliwości ruchu i decydują o jego efektywności. W literaturze ogół zdolności motorycznych najczęściej klasyfikuje się w zależności od dominującego podłoża strukturalno-funkcjonalnego [2].

- 1) Zdolności kondycyjne (siłowe, szybkościowe i wytrzymałościowe) – uwarunkowane głównie procesami energetycznymi. Zdolności siłowe umożliwiają wykonanie ruchu ze znacznym oporem zewnętrznym lub przeciwstawianie się mu skurczom mięśni. Zdolności szybkościowe pozwalają realizować konkretne zadanie w możliwie krótkim czasie. Zdolności wytrzymałościowe charakteryzują osobnicze możliwości człowieka do podejmowania długotrwałych wysiłków o określonej intensywności, a więc wskazują one na poziom odporności na zmęczenie.
- 2) Zdolności koordynacyjne (zdolności orientacji, szybkości reakcji, różnicowania kinestetycznego, równowagi, rytmu łączenia ruchów, dostosowania motorycznego) – uwarunkowane przez funkcje sterowania i regulacji ruchu, charakteryzują możliwości precyzyjnego wykonywania złożonych pod względem stosunków czasowo-przestrzennych czynności ruchowych, umiejętności przestawienia się i dostosowania do nowych, a czasami również nieoczekiwanych sytuacji.
- 3) Gibkość – uważana za ważny komponent sprawności motorycznej, odnosi się do zakresu ruchomości danego stawu lub odcinka ciała [21]. Odzwierciedla potencjał struktur mięśniowo-ścięgnistych do odkształcania się, w tym również odporność na nadmierne wydłużanie. Ćwiczenia zwiększające elastyczność zalecane są jako przygotowanie do aktywności ruchowej [22].

UR kształtują się na bazie zdolności motorycznych podczas indywidualnego rozwoju człowieka oraz jego doświadczeń ruchowych. Ich istotą jest dążenie organizmu do wykonania jak najbardziej doskonałego i celowego zadania ruchowego. Bogaty repertuar UR pozwala na wybór najbardziej właściwej strategii w zależności od sytuacji

i warunków zewnętrznych. Wyróżnia się umiejętności elementarne (ang. *fundamental movement skills*, FMS), które stanowią minimalny zasób i są wykorzystywane głównie do realizacji podstawowych czynności ruchowych oraz specjalne, które związane są poszczególnymi dyscyplinami sportowymi [1,23].

1.1.3 Rozwój motoryczny

Rozwój motoryczny (RM) jest wynikiem złożonych interakcji wrodzonych wzorców i doświadczeń ruchowych, na które pozwoliły warunki otoczenia. Jest ściśle związany z procesami wzrostu, dojrzewania i adaptacji. Wzrost jako zwiększanie wymiarów i proporcji ciała jest podstawowym wyznacznikiem zmian rozwojowych. Dojrzewanie dotyczy zaprogramowanych genetycznie procesów, takich jak mielinizacja struktur nerwowych, pojawienie się ośrodków kostnienia czy drugorzędowych cech płciowych. Adaptacja natomiast to zmiany zachodzące pod wpływem stymulacji zewnętrznej [24].

Rozwój i doskonalenie zdolności motorycznych i umiejętności ruchowych odbywa się za pośrednictwem mechanizmów kontroli ruchu oraz motorycznego uczenia się [25].

Kontrola motoryczna obejmuje wzajemne powiązania wielu układów organizmu. Reguluje i kieruje niezbędnymi mechanizmami ruchu, w celu niezawodnego i ekonomicznego wykonania zadania ruchowego. Sposoby realizacji zadań motorycznych ulegają przeobrażeniom, wraz ze zmieniającymi się możliwościami ruchowymi rozwijającego się dziecka. Wszelkie doznania sensoryczne, które będą oddziaływać na organizm, również wpłyną na końcowy efekt motoryczny [26].

Innym ważnym elementem RM jest uczenie się ruchu, które dzięki treningowi i nabywaniu doświadczenia, umożliwia realizację złożonych czynności ruchowych w różnych warunkach. Czas potrzebny do opanowania danego zadania ruchowego zależy między innymi od stopnia trudności zadania, otrzymywanych informacji zwrotnych oraz motywacji [24].

Zmiany zachodzące podczas rozwoju ruchowego dziecka są efektem dojrzewania układu nerwowo-mięśniowego i ewoluującego procesu uczenia motorycznego.

Okres wczesnego dzieciństwa charakteryzuje się nabywaniem i opanowywaniem podstawowych wzorców ruchowych, takich jak bieganie, skakanie, rzucanie, które są uważane za elementarne składowe bardziej złożonych zadań ruchowych. W tym okresie

rozwija się również umiejętność chwytania, która doskonali się wraz z wiekiem i doświadczeniem. Dziecko uczy się przewidywać tor lotu przedmiotu i dostosowywać pozycję ciała w przestrzeni. Inną umiejętnością, która kształtuje się w pierwszych sześciu latach życia dziecka jest kopanie, które wymaga opanowania utrzymania równowagi na jednej nodze, aby móc wykonać ruch kopnięcia np. piłki [27].

Kolejne okresy rozwojowe powinny stwarzać warunki do ciągłego doskonalenia umiejętności ruchowych opanowanych wcześniej. Wraz z pojawianiem się nowych zadań ruchowych i zmian strategii motorycznych, układ nerwowy i kostno-mięśniowy dojrzewa oraz obserwowany jest stały przyrost masy i wysokości ciała dziecka [24]. Zmiany w zakresie poziomu sprawności motorycznej we wczesnych latach szkolnych uzależnione są od wielu czynników, zarówno biologicznych (wiek, płeć, dojrzewanie), jak i środowiskowych (np. styl wychowania, doświadczenia ruchowe, motywacja, akceptacja środowiska), a także ich interakcji [28,29]. W tym okresie ujawniają się również predyspozycje sportowe, dlatego konieczne jest zapewnienie możliwości przyswajania i doskonalenia różnorodnych form aktywności ruchowej [1].

Prawidłowy rozwój ruchowy i wysoki poziom sprawności motorycznej pełnią ważną rolę w kształtowaniu aktywności fizycznej przez całe życie [5,30].

RM ulega przemianom przez całe życie. Mimo, iż większość struktur ludzkiego organizmu jest rozwinięta pod koniec okresu dojrzewania, to wykonywanie poszczególnych zadań ruchowych będzie się zmieniało. Całkowicie ukształtowane wzorce motoryczne cechuje wysoki stopień wydajności i symetria [24].

1.1.4 Ocena sprawności motorycznej

Obiektywna ocena znamion motorycznych człowieka oraz rozwoju ruchowego, ze względu na duże zróżnicowanie i cechy osobnicze stanowi ciągle wyzwanie dla badaczy. Sprawne funkcjonowanie ruchowe umożliwia optymalne dostosowanie się do otaczającego środowiska i oddziaływanie z nim na wielu poziomach. Z tej perspektywy ocena sprawności motorycznej ma zasadnicze znaczenie w rozpoznaniu podobieństw i różnic w rozwoju ruchowym dziecka [3].

Istnieje wiele różnych narzędzi i metod badawczych, pojawia się coraz więcej komputerowych urządzeń i systemów pomiarowych umożliwiających większą precyzję pomiarów, wieloaspektowość, obiektywizację, gromadzenie i analizę danych. Mimo

rozwoju nowoczesnych technik pomiarowych do najczęściej wykorzystywanych należą testy motoryczne. Ich zaletą jest niewątpliwie dostępność i łatwość wykonania [20].

Sprawność motoryczna jest powszechnie oceniana przy użyciu testu EUROFIT (Europejskiego Testu Sprawności Fizycznej) [31]. Zestaw testów EUROFIT jest stosowany do oceny skuteczności wpływu wychowania fizycznego na zdrowie dzieci oraz do pomiaru poziomu sprawności ruchowej dzieci w wieku szkolnym. Testy EUROFIT obejmują próby sprawnościowe badające równowagę statyczną, wytrzymałość krążeniowo-oddechową, wytrzymałość mięśniową (mięśnie brzucha i górnej części ciała), elastyczność, moc, szybkość, zwinność i siłę. EUROFIT jest obiektywną metodą badań, pozwalającą na ocenę aktualnego poziomu sprawności motorycznej, śledzenie zmian i definiowanie tendencji. Zawiera znormalizowane skale odniesienia, które można w prosty sposób interpretować i analizować [32].

1.2 Narząd wzroku

Rozwój i dojrzewanie układu wzrokowego jest procesem bardzo dynamicznym szczególnie w pierwszych miesiącach życia. Dziecko rodzi się z ukształtowaną gałką oczną oraz towarzyszącymi jej strukturami, a w trakcie rozwoju osobniczego zmiany zachodzą zarówno w obrębie składowych oka, jak i struktur ośrodkowego układu nerwowego (OUN) zaangażowanych w proces widzenia [33].

1.2.1 Refrakcja oka

Wraz ze wzrostem długości osiowej gałki ocznej zmianom ulega również refrakcja oka, czyli zdolność łamiąca rogówki i soczewki [34,35]. Moc łamiąca rogówki u noworodka urodzonego o czasie wynosi średnio 52 dioptrie (D) i zmniejsza się wraz z wiekiem, ostatecznie osiągając 42-44 D między 4 a 19 rokiem życia [36]. Moc optyczna soczewki również ulega zmniejszeniu. W pierwszych 3 latach życia dziecka obserwuje się zmniejszenie z około 35 D do 23 D. W wieku 11 lat ostateczna jej wartość wynosi średnio 19 D [37].

1.2.2 Oko miarowe

Prawidłowa długość osiowa gałki ocznej i proporcjonalna do niej moc optyczna rogówki i soczewki charakteryzuje tzw. oko miarowe (normowzroczne, emetropijne), które skupia wiązkę promieni równoległych dokładnie na siatkówce [38]. Proces emetropizacji, czyli przejścia od nadwzroczności do miarowości zaczyna się wkrótce po urodzeniu, ponieważ u noworodków występuje zazwyczaj nadwzroczność [39]. Większość autorów jest zgodna, że refrakcja u noworodków wynosi średnio +2 D [40]. Dostępne dane sugerują, że proces emetropizacji podlega zarówno uwarunkowaniom genetycznym jak i wpływom środowiska. Stymulacja wzrostu związana jest z obszarem siatkówki, w obrębie której uwalniane są neuromodulatory w odpowiedzi na zmianę w postaci rozogniskowania. Proces ten odbywa się na zasadzie sprzężenia zwrotnego regulującego tempo wzrostu gałki ocznej [41,42].

1.2.3 Mięśnie gałki ocznej

Za prawidłowe położenie gałek ocznych w oczodołach (ustawienie na wprost) odpowiadają trzy pary mięśni zewnątrzgałkowych: dwie pary mięśni prostych (górny, dolny, przyśrodkowy i boczny) oraz jedna para mięśni skośnych (górny i dolny). Takie ustawienie gałek ocznych zapewnia równowagę napięcia mięśni i stan taki nazywany jest ortotropią. Zarówno utrzymanie oczu w danej pozycji jak i ruchy w różnych kierunkach wymagają prawidłowej interakcji pomiędzy mięśniami zewnątrzgałkowymi, a ich unerwieniem, za które odpowiadają trzy nerwy czaszkowe: n. III (okoruchowy), n. IV (błoczkowy), n. VI (odwodzący). Ruchy gałek ocznych odbywają się wokół trzech podstawowych osi. Mięśnie zewnątrzgałkowe mogą ze sobą współpracować czyli działać synergistycznie lub powodować ruch w przeciwnych kierunkach jako mięśnie antagonistyczne [43].

1.2.4 Ruchy oczu i głowy

Głównym zadaniem ruchów oczu jest stabilizacja spojrzenia na obiekcie podczas ruchów głowy lub podążanie wzrokiem za poruszającym się obiektem w celu utrzymania obrazu na siatkówce [44]. W stabilizacji spojrzenia bierze udział między innymi odruch przedsionkowo-oczny (ang. *vestibulo-ocular reflex*, VOR) i odruch optokinetyczny (ang.

optokinetic reflex, OKR). VOR kontroluje ustawienie gałek ocznych podczas ruchów głowy i zależy od informacji otrzymywanych z przewodów półkolistych, natomiast OKR działa na podstawie sygnałów z wrażliwych na ruch komórek zwojowych siatkówki i polega na wodzeniu oczami za przesuwanym się bardzo szybko obrazami [45]. Innym rodzajem ruchów oczu są sakady, zwane ruchami sakadowymi. Są to szybkie, sprzężone ruchy gałek ocznych, które odpowiadają za przenoszenie wzroku z jednego obiektu na inny oraz utrzymanie nowej pozycji, tak aby obraz padał na dołek środkowy siatkówki. Układ wolnych ruchów wodzenia umożliwia podążanie za poruszającym się obiektem i utrzymanie jego obrazu w dołeczku środkowym. W przypadku śledzenia zbliżających lub oddalających się obiektów angażowany jest układ ruchów zbieżnych, które są rozłącznymi ruchami gałek ocznych [46].

Ścisła współpraca powyższych systemów oraz prawidłowo działający narząd wzroku umożliwiają szybkie i dokładne przetwarzanie informacji wzrokowych [47]. Zaburzenia ruchomości gałek ocznych często prowadzą do nieprawidłowego ustawienia głowy tzw. wyrównawczego ustawienia głowy (WUG), które ma na celu uniknięcie widzenia podwójnego i/lub zachowanie widzenia obuocznego. Polega na przechylaniu głowy w prawo lub w lewo, skręcaniu jej oraz unoszeniu lub obniżaniu brody [48,49]. Przyjmowanie takiej pozycji przez dłuższy czas może doprowadzić do wtórnych zmian w mięśniach szyi i kręgosłupie, równocześnie zwiększając prawdopodobieństwo wystąpienia funkcjonalnego skrzywienia kręgosłupa. WUG może zaburzać sprawne działanie mechanizmów regulujących postawę ciała. Nierównowaga napięć mięśniowych oraz asymetria układu ciała nie sprzyja zachowaniu prawidłowej statyki ciała, może być też przyczyną pojawienia się szeregu dolegliwości takich jak: bóle głowy, zawroty głowy, szumy w uszach czy dolegliwości bólowe kręgosłupa [50].

1.2.5 Rozwój widzenia

Na funkcjonowanie narządu wzroku ma wpływ prawidłowy rozwój gałki ocznej i OUN. Wiele badań na modelach zwierzęcych wykazało, że rozwój pełnej zdolności widzenia w dużym stopniu zależy od wczesnych doświadczeń wzrokowych [47,51]. W pierwszych miesiącach życia dziecka następuje intensywny rozwój większości funkcji wzrokowych, a całkowity ich rozwój kończy się około 7-8 roku życia [52].

Noworodki reagują na przedmioty o dużym kontraście w centralnej części ich

pola widzenia. W czwartym tygodniu życia zaczynają śledzić wolno poruszające się przedmioty w niewielkim zakresie pola widzenia (około 20°). W 2-3 miesiącu życia całkowicie wykształcona jest fiksacja centralna (plamkowa) oraz znacznie zwiększa się zakres pola widzenia i wynosi około 60° . Między drugim a trzecim rokiem życia zasięg pola widzenia jest zbliżony do występującego u osoby dorosłej [47]. W drugim miesiącu życia niemowlę powinno nawiązywać kontakt wzrokowy z innymi osobami i reagować zmianą mimiki twarzy. W tym czasie również oczy ustawiają się równolegle oraz stopniowo zaczyna się rozwój widzenia obuocznego, które jest uzależnione między innymi od prawidłowej ostrości wzroku [33].

Ostrość wzroku to zdolność do postrzegania dwóch punktów jako oddzielne, inaczej nazywana jako zdolność rozdzielcza oka [53]. Widzenie noworodka charakteryzuje niska ostrość wzroku, która najprawdopodobniej wynika z niedojrzałości fotoreceptorów w obszarze dołka środkowego siatkówki i szlaków nerwowych pomiędzy okiem, a mózgiem [54]. Ostrość wzroku poprawia się bardzo szybko w ciągu pierwszych sześciu miesięcy i rozwija się do około 8 r.ż. [55]. Na ostrość wzroku ma wpływ akomodacja (nastawność oka) umożliwiającą zmianę mocy optycznej soczewki, aby prawidłowo zogniskować obraz na siatkówce. W procesie tym uczestniczy również mięsień rzęskowy, którego skurcz lub rozluźnienie powoduje zmianę kształtu soczewki. Zakres akomodacji zwiększa się stopniowo do 8 r.ż. [33]. Z akomodacją ściśle związany jest ruch konwergencji (zbieżności) gałek ocznych oraz zwężenie źrenicy. Te trzy komponenty wspólnie uczestniczą w tzw. odruchu na bliskość [56].

Tabela 1. Rozwój najważniejszych funkcji wzrokowych u dzieci do 5 r.ż. [57]

Wiek	Prawidłowy rozwój widzenia
Noworodek	• prosta fiksacja jednooczna (zez fizjologiczny), • dziecko preferuje obiekty migające i poruszające się, twarze, obiekty o wyraźnym kontraście, • śledzenie przedmiotów poruszających się w poziomie, pole widzenia 20°
2 – 3 miesiąc	• początki fiksacji obuocznej, • koordynacja obu oczu, • rozwój konwergencji, • występowanie oczopląsu optokinetycznego, • nawiązanie i utrzymywanie kontaktu wzrokowego, • zdolność akomodacji, • pole widzenia 60°
3 – 5 miesiąc	• najczęściej fiksacja obuoczna, • rozwijanie widzenia obuocznego i przestrzennego, • widzenie barw
5 – 7 miesiąc	• doskonalenie fiksacji, • rozwój koordynacji oko – ręka, • rozwój pamięci wzrokowej, • koordynacja większości odruchów obuocznych
7 – 12 miesiąc	• zainteresowanie drobnymi przedmiotami, • płynne śledzenie wzrokiem, • przechylanie głowy przy spojrzeniu w wybranym kierunku, • rozwinięte widzenie obuoczne
13 – 18 miesiąc	• rozwój orientacji pionowej, • współdziałanie w czynnościach samoobsługowych, • podążanie w kierunku rodzica, zabawki
1,5 – 3 lat	• płynne ruchy śledzące oczu w pełnym zakresie i według potrzeb, • doskonalenie koordynacji wzrokowo – ruchowej i manipulacji
3 – 5 lat	• wyraźne widzenie i nazywanie szczegółów na obrazkach, • rozpoznawanie barw i ich odcieni, • umiejętność sortowania i grupowania przedmiotów, • rozpoznawanie przedmiotów na obrazkach widzianych pod różnym kątem z bliska i z daleka, • rozwój wzrokowej orientacji przestrzennej

Rozwój poszczególnych funkcji wzrokowych jest ściśle związany z dojrzewaniem struktur nerwowych OUN, które uzależnione jest od dopływu odpowiednich bodźców sensorycznych. Pojawienie się nieprawidłowych doświadczeń

wzrokowych może zakłócić nie tylko rozwój ważnych funkcji narządu wzroku, ale również prawidłowy rozwój psychomotoryczny dziecka [19].

1.2.6 Widzenie obuoczne

Widzenie obuoczne jest ważną funkcją układu wzrokowego. Polega na połączeniu obrazów padających na siatkówki obojga oczu w pojedyncze wrażenie wzrokowe. Bodźce świetlne padające na siatkówkę są przekształcane w specyficzne bodźce nerwowe i przekazywane dalej do kory wzrokowej, która integruje i przetwarza docierające informacje wizualne jako uświadomione widzenie [47]. Na prawidłowe widzenie obuoczne składają się trzy stopnie:

I° jednoczesna percepcja – zdolność do równoczesnego postrzegania obrazów utworzonych na siatkówce każdego oka,

II° fuzja – to zdolność do składowania obrazów pochodzących z obu oczu w jeden, związana z prawidłową korespondencją siatkówkową (punkty pobudzane na siatkówkach obu oczu wysyłają impulsy nerwowe do tych samych punktów kory wzrokowej),

III° stereopsja – najbardziej precyzyjny stopień widzenia obuocznego, widzenie przestrzenne [58].

Widzenie obuoczne u dzieci zaczyna rozwijać się około 3 miesiąca życia i jest uzależnione od prawidłowej budowy anatomicznej oczu oraz ich ustawienia w oczodole, właściwej czynności mięśni gałek ocznych, odpowiedniej budowy i funkcjonowania struktur nerwowych biorących udział w procesie widzenia. Ważna jest również prawidłowa refrakcja oka lub odpowiednio wyrównana wada refrakcji [59,60].

Widzenie obuoczne pełni ważną rolę w rozwoju koordynacji wzrokowo-ruchowej, ruchach kończyn górnych szczególnie w zakresie sięgania i chwytania, zadań wymagających precyzji oraz stabilności postawy ciała [61]. Widzenie obuoczne jest również niezbędne w planowaniu zadania ruchowego oraz w ocenie prawidłowości wykonania i ewentualnej korekcji błędów [62-64]. Opisywany jest również istotny wpływ widzenia obuocznego na lokomocję i stabilność posturalną [51].

1.3 Zaburzenia narządu wzroku u dzieci

1.3.1 Wady refrakcji (ametropia)

Wady refrakcji występują, gdy równolegle padająca wiązka światła nie jest idealnie skupiona na siatkówce. Dzieje się tak, gdy siła skupiająca elementów optycznych jest niedostosowana do długości osiowej oka [65]. Najczęściej występującymi wadami wzroku jest krótkowzroczność, nadwzroczność i astygmatyzm. Mechanizmy rozwoju poszczególnych zaburzeń nie są do końca poznane i są ciągle obszarem badań wielu autorów zajmujących się tą tematyką [40,66]. Według przeglądu dotyczącego stanu refrakcji oczu na świecie, nieskorygowana wada refrakcji jest najczęstszą przyczyną zaburzeń widzenia u dzieci [67]. Wady refrakcji najczęściej korygowane są okularami.

1.3.1.1 Nadwzroczność

W nadwzroczności promienie światła są skupiane za siatkówką co najczęściej spowodowane jest zmniejszoną długością osiową gałki ocznej [68]. Wśród czynników ryzyka związanych z występowaniem tej wady refrakcji najczęściej wymieniany jest obciążony wywiad rodzinny [69]. W okresie niemowlęcym i wczesnym dzieciństwie niewielka nadwzroczność jest stanem fizjologicznym. Wraz z wiekiem częstość występowania nadwzroczności maleje, co przypisuje się zmianom związanym z rozwojem gałki ocznej. Najintensywniejsze zmniejszenie nadwzroczności zaobserwowano u dzieci w wieku od 6 do 9 lat oraz powyżej 16 r.ż. [70].

Badania dotyczące występowania nadwzroczności wśród dzieci i młodzieży w Polsce prowadziło kilku badaczy. Szaflik z zespołem zaobserwowali występowanie nadwzroczności u 20% badanych osób w wieku od 6 do 15 lat [71]. Z kolei wyniki badań Czepity i wsp. [72] wykazały, że 38% badanej populacji w wieku 6-18 lat ma nadwzroczność. Częstość występowania nadwzroczności na świecie jest zróżnicowana i zależy od wieku oraz położenia geograficznego. Według danych pochodzących z raportów WHO najniższy i najwyższy poziom występowania tej wady refrakcji w grupie dzieci i młodzieży, zaobserwowano odpowiednio w Azji Południowo-Wschodniej (2,2%) i obu Amerykach (14,3%) [73].

Występowaniu nadwzroczności u dzieci często nie towarzyszą niepokojące objawy. Dzięki bardzo dobrej akomodacji, która jest typowa dla wczesnego okresu życia, dzieci dobrze funkcjonują wzrokowo i wielokrotnie średnia bądź wysoka nadwzroczność rozpoznawana jest podczas przypadkowego badania, podczas skriningu lub oceny pacjentów pochodzących z rodzin obciążonych występowaniem wad refrakcji. Często dopiero po skorygowaniu okularami wady refrakcji rodzice zauważają zmianę w zachowaniu dziecka. Jak podają opiekunowie, dziecko po założeniu okularów nie tylko chętniej ogląda książki i rysuje, ale staje się odważniejsze i lepiej radzi sobie podczas aktywności na placu zabaw, uprawiania sportu, chodzenia po schodach itp. [74].

1.3.1.2 Krótkowzroczność

Krótkowzroczność to wada refrakcji charakteryzująca się gorszym widzeniem obiektów odległych. Spowodowana jest najczęściej zwiększeniem osiowej długości gałki ocznej, przez co promienie świetlne skupiane są przed siatkówką [75]. Obserwuje się wzrost częstotliwości występowania krótkowzroczności na całym świecie. Badania sugerują, że nie tylko czynniki genetyczne, ale także środowiskowe, takie jak zwiększona aktywność oczu do blizy czy rodzaj oświetlenia, odgrywają ważną rolę w rozwoju krótkowzroczności. Doniesienia z kilku ostatnich lat zwracają uwagę na ochronny wpływ światła dziennego w zapobieganiu rozwojowi wady i zalecają więcej czasu spędzać na świeżym powietrzu [76-78].

Inaczej niż nadwzroczność krótkowzroczność zwykle manifestuje się znacznym pogorszeniem ostrości wzroku do dali, mrużeniem oczu, przybliżaniem do oczu przedmiotów oglądanych z bliska. Aktywność fizyczna dzieci z nieskorygowaną okularami krótkowzrocznością jest znacząco utrudniona z powodu niskiej ostrości wzroku [38].

1.3.1.3 Astygmatyzm (niezborność)

To wada refrakcji, w której najczęściej nieregularna krzywizna rogówki oka uniemożliwia tworzenie wyraźnego obrazu na siatkówce. W badaniach stwierdzono częste występowanie astygmatyzmu u noworodków, który utrzymuje się do około 12 miesiąca życia [79]. Przyczyny powstawania wady nie są do końca poznane. Niezborność może rozwinąć się jako izolowana wada, ale zwykle towarzyszy nadwzroczności lub krótkowzroczności [80].

1.3.2 Zez

Zez (ang. *strabismus*) jest zaburzeniem polegającym na nieprawidłowym ustawieniu gałek ocznych. Klasyfikacja zezu uwzględnia różne kryteria podziału. Najczęściej występującą postacią jest zez zbieżny towarzyszący (ang. *strabismus convergens concomitans, esotropia*) [37]. Wyróżnia się wiele przyczyn zezu, do najważniejszych należą: wady refrakcji (przede wszystkim nadwzroczność, różnowzroczność – różnica w wadzie refrakcji pomiędzy oczami powyżej 1D), uszkodzenia OUN w okresie okołoporodowym, zespoły genetycznie uwarunkowane. Jako czynnik predysponujący do rozwoju zezu wymienia się występowanie rodzinne [81,82].

1.3.3 Zaburzenia widzenia obuocznego

Przyczyny występowania zaburzeń widzenia obuocznego są różne, za najważniejsze uznaje się występowanie zezu i różnowzroczność (anizometropia). Pojawienie się dwóch różnych obrazów uniemożliwia powstanie fuzji, która jest procesem zależnym od wrodzonego, uporządkowanego i wzajemnego stosunku topograficznego pomiędzy siatkówkami a korą wzrokową. Dzięki temu korespondujące ze sobą punkty siatkówek rzutują się na te punkty kory wzrokowej, dając pojedyncze widzenie postrzeganego obrazu. Aby możliwe było połączenie dwóch obrazów z siatkówek obojga oczu muszą mieć one podobny rozmiar i kształt [37].

Aby uniknąć podwójnego widzenia, układ wzrokowy może użyć mechanizmów adaptacyjnych: tłumienia i nieprawidłowej korespondencji siatkówkowej [58].

Tłumienie (supresja) – to korowe wyłączenie wrażeń wzrokowych z oka zezującego, może prowadzić do rozwoju niedowidzenia.

Nieprawidłowa korespondencja siatkówkowa – najczęściej występuje w zezach o kącie 7-15°. W oku zezującym powstaje tzw. ekscentryczne miejsce siatkówki (*K=pseudo-fovea*), które koresponduje z plamką oka prawidłowo fiksującego [83].

Pojawienie się zezu u dziecka może wiązać się utratą widzenia obuocznego i/lub rozwojem niedowidzenia (ambliopii). W piśmiennictwie pojawia się coraz więcej badań oceniających wpływ zezu na wyniki w nauce, samoocenę, rozwój psychoruchowy czy społeczne relacje dzieci leczonych z powodu tej wady [84-86].

1.3.4 Niedowidzenie (ambliopia)

Niedowidzenie tzw. „leniwe oko”, jest najczęściej jednostronnym zaburzeniem, w którym ostrość wzroku jednego oka jest obniżona bez organicznej przyczyny. Stan ten jest spowodowany nieprawidłową stymulacją wzrokową w pierwszych latach życia, czyli w okresie najintensywniejszych zmian rozwojowych układu wzrokowego. Nieprawidłowe wrażenia wizualne mogą spowodować trwałe zmiany morfologiczne w obrębie ciała kolankowatego bocznego oraz kory wzrokowej [87].

Głównymi czynnikami zaburzającymi prawidłowe przetwarzanie i rozwój nerwowych dróg wzrokowych są zez i różnowzroczność [51]. Bardzo ważne jest wczesne wykrycie niedowidzenia oraz podjęcie leczenia. Pomagają w tym regularne badania przesiewowe w kierunku wykrywania problemów ze wzrokiem wśród dzieci [37].

1.4 Uzasadnienie wyboru problemu badawczego

Sprawność motoryczna człowieka i wszelkie jej przejawy stanowią przedmiot dużego zainteresowania badaczy. Gromadzona wiedza w tym obszarze pozwala lepiej rozpoznać problemy oraz wskazywać odpowiednie kierunki działań prewencyjnych i korygujących. Mimo iż, badań w tym zakresie jest wiele i wydaje się, że jest to sfera w znacznym stopniu poznana, to ciągle stawianych jest dużo pytań i pojawiają się nowe zjawiska do wyjaśnienia.

Na podstawie dostępnych badań wiadomo, że nieprawidłowości rozwoju procesu widzenia w okresie niemowlęcym i wczesnym dzieciństwie mogą prowadzić do zaburzeń w innych obszarach rozwoju psychoruchowego dziecka [51,64,88]. Dlatego wydaje się, że ocena poziomu sprawności motorycznej dzieci leczonych z powodu wad refrakcji i towarzyszących im zaburzeń może być ważna w celu identyfikacji ewentualnych deficytów w zakresie rozwoju umiejętności ruchowych. W dostępnym piśmiennictwie brakuje doniesień jednoznacznie określających występowanie nieprawidłowości związanych ze sprawnością i rozwojem motorycznym w grupie dzieci i młodzieży z nadwzrocznością z zezem lub/i niedowidzeniem.

W Polsce nie przeprowadzono badań długofalowych lub przekrojowych, niezbędnych do oszacowania prawidłowości zjawisk rozwojowych organizmu dzieci i młodzieży mających na celu wykazanie zależności pomiędzy zaburzeniami narządu wzroku a sprawnością motoryczną.

2. Cele pracy

Cel główny: Ocena sprawności motorycznej dzieci ze skorygowaną nadwzrocznością powyżej 4 dioptrii i towarzyszącymi jej zaburzeniami narządu wzroku.

Cele szczegółowe:

1. Wpływ niedowidzenia, ustawienia gałek ocznych i widzenia obuocznego na wybrane zdolności motoryczne badanych dzieci.
2. Ocena podejmowanej aktywności fizycznej przez dzieci z badanych grup.
3. Ocena poziomu sprawności motorycznej badanych dzieci w zależności od czasu wdrożenia korekcji okularowej.

3. Materiał i metody

3.1 Uczestnicy badania

Badania zostały przeprowadzone w grupie dzieci z wadą refrakcji co najmniej jednego oka (ekwiwalent sferyczny) $+4,0$ D i więcej oraz w grupie dzieci zdrowych w celu analizy porównawczej.

Dzieci do grupy badanej były kwalifikowane przez lekarza okulistę podczas wizyty w Poradni Okulistycznej Dziecięcej i Zezowej Szpitala Klinicznego Przemienienia Pańskiego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

Kryteria włączenia:

- wiek od 7 do 12 lat,
- wada refrakcji co najmniej jednego oka (ekwiwalent sferyczny) $+4,0$ D i więcej, skorygowana okularami lub soczewkami kontaktowym.

Kryteria wyłączenia:

- choroby narządu wzroku (będące przyczyną obniżenia ostrości wzroku lub nieprawidłowego ustawienia gałek ocznych),
- wcześniactwo (poród przed 35Hbd, masa urodzeniowa poniżej 2500g lub rehabilitacja w pierwszych latach życia),
- wady postawy, które w widoczny sposób zaburzają statykę ciała,
- deformacje stóp,
- choroby neurologiczne,
- choroby metaboliczne,
- choroby układu krążenia,
- choroby układu oddechowego,
- choroby psychiczne,
- upośledzenie umysłowe.

Grupę kontrolną stanowiły dzieci zdrowe w wieku 7-12 lat, bez wad wzroku i chorób towarzyszących (spełniające w/w kryteria wyłączenia z badania). Rekrutację uczestników do grupy odniesienia przeprowadzono w wybranych trzech szkołach podstawowych z Poznania i okolic. Za zgodą dyrektorów szkół oraz z pomocą nauczycieli przekazano rodzicom dzieci zestawy dokumentów zawierające informacje o badaniu, warunki uczestnictwa, krótką ankietę do wypełnienia dotyczącą codziennej

aktywności fizycznej dziecka oraz formularz zgody na przeprowadzenie badania.

Dzieci, w przypadku których rodzice (opiekunowie prawni) podpisali świadomą zgodę zostali zakwalifikowani do badań.

Badanie zostało pozytywnie zaopiniowane przez Komisję Bioetyczną przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu (Uchwała nr 312/13 z dnia 13 czerwca 2013 roku).

3.2 Metody badawcze

3.2.1 Organizacja badań

Badania zostały przeprowadzone w okresie od października 2013r. do grudnia 2017r.

Dzieci, które zostały zakwalifikowane do badania przez lekarza okulistę były indywidualnie umawiane na ocenę sprawności motorycznej. Spośród 111 uczestników spełniających kryteria włączenia i wyłączenia z badania, rodzice/opiekunowie 62 dzieci wyrazili zgodę na uczestnictwo w badaniu. Przyczyną odmowy najczęściej był problem z przyjazdem na badanie lub brak zgody dziecka. Pomiary antropometryczne oraz testy sprawnościowe były wykonywane w godzinach przedpołudniowych w Katedrze Okulistyki i Klinice Okulistycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

W celu doboru dzieci do grupy odniesienia przekazano do szkół łącznie około 120 zestawów dokumentów, z czego nie wszystkie zostały rozdane przez nauczycieli. Dzieci, które dostarczyły podpisaną przez rodziców/opiekunów zgodę zostały zakwalifikowane do badania. Wszystkie pomiary przeprowadzono na terenie wybranych szkół w specjalnie do tego celu wyznaczonych i przystosowanych pomieszczeniach. Badanie zostało podzielone na dwie części: ocenę wzroku – wykonane przez optometrystkę i ortoptystkę, na podstawie którego decydowano o wykonaniu drugiej części badania – testów sprawnościowych. Przeprowadzono je również w godzinach przedpołudniowych, aby warunki pomiarów w obu grupach były porównywalne.

3.2.2 Ocena narządu wzroku dzieci z grupy badanej

U dzieci z grupy badanej zostało wykonane pełne badanie okulistyczne (w tym badanie refrakcji po cykloplegii – porażenie akomodacji) oraz badanie strabologiczne oceniające ustawienie oczu i widzenie obuoczne. Gromadzono również dane z dokumentacji medycznej dotyczące przebiegu choroby, w tym czas wdrożenia korekcji okularowej.

Wyniki badań okulistycznych oraz dane uzyskane z historii choroby zostały zaślepione do czasu zakończenia oceny sprawności motorycznej wszystkich uczestników.

3.2.3 Ocena narządu wzroku dzieci z grupy kontrolnej

Przed rozpoczęciem testów sprawnościowych, dzieci z grupy kontrolnej były oceniane przez optometrystkę i ortoptystkę (mgr Ewa Kurnik). Badanie miało na celu potwierdzenie prawidłowego stanu oczu w tej grupie dzieci i obejmowało następujące procedury:

- badanie **stereoskopowej zdolności rozdzielczej**, do którego wykorzystano stereo test Mucha firmy Titmus (Titmus Flystereotest). Test wykonywany był w odległości 40 cm, a zadaniem badanego dziecka było wskazanie elementu usytuowanego bliżej niż pozostałe,
- **test przesłaniania**, który przeprowadzony był do dali (największy optotyp na tablicy Snellena był obiektem fiksacji) oraz do bliży (obiektem fiksacji był optotyp na patyczku fiksacyjnym),
- **test jednostronnego i naprzemiennego zasłaniania (Cover Test, CT)**, który pozwala określić kierunek odchylenia i jego wartość oraz różnicuje heteroforię od heterotropii,
- badanie **ruchomości gałek ocznych** oceniający dziewięć głównych kierunków spojrzenia w celu sprawdzenia czy każdy z mięśni zewnątrzgałkowych działa prawidłowo,
- badanie **ostrości wzroku do dali** przy użyciu tablic Snellena (do badania użyto

tablic z cyframi). Badanie obejmowało również ocenę z soczewką +1,0 D,

- badanie **ostrości wzroku do blizy** jest uzupełnieniem badania ostrości wzroku do dali i służy ocenie widzenia z odległości potrzebnej do czytania (ok. 30 cm).

3.2.4 Ocena fizjoterapeutyczna

U wszystkich badanych dzieci wykonane zostały podstawowe pomiary antropometryczne. Do pomiaru masy ciała została użyta waga elektroniczna. Wysokość ciała mierzono za pomocą wzrostomierza. Dla każdego uczestnika obliczono wskaźnik BMI – masa ciała w kilogramach podzielona przez kwadrat wysokości ciała wyrażonej w metrach.

W kolejnym etapie poproszono rodziców badanych dzieci o wypełnienie krótkiej ankiety, zawierającej pytania dotyczące codziennej aktywności fizycznej podejmowanej przez dziecko. Ankieta zawierała następujące pytania:

- | | | |
|--|-----|-----|
| 1. Czy dziecko uczestniczy w zajęciach wychowania fizycznego (WF)? | Tak | Nie |
| 2. Czy dziecko ćwiczy w okularach podczas zajęć WF? | Tak | Nie |
| 3. Czy dziecko jeździ na rowerze? | Tak | Nie |
| 4. Czy dziecko chętnie uczy się nowych form aktywności ruchowych (np. jazdy na rolkach, pływania, itp.)? | Tak | Nie |
| 5. Czy dziecko uczęszcza na dodatkowe zajęcia ruchowe? | Tak | Nie |
| 5a. Jeżeli tak , to jak często? Proszę podać liczbę dni w tygodniu.
..... | | |
| 5b. Jeżeli tak , to w jakich zajęciach uczestniczy? Proszę wymienić.
..... | | |

Do oceny sprawności motorycznej wykorzystano wybrane próby Europejskiego Testu Sprawności Fizycznej (EUROFIT) [31]. Przeprowadzono sześć spośród dziewięciu testów oceniających siłę statyczną, siłę eksplozywną, szybkość

i koordynację kończyn górnych, wytrzymałość mięśniową, równowagę i gibkość. Wszystkie testy zostały wykonane zgodnie z opisem zawartym w pracy Janusza Dobosza [32] oraz przebiegały w następującej kolejności :

1) **Postawa równoważna** (ang. *flamingo balance*) – test polega na utrzymaniu równowagi w staniu jednonóż na belce, z uchwytem nogi wolnej za stopę lub kostkę. Notowana jest liczba prób potrzebnych do utrzymania równowagi przez pełną minutę. Za każdym razem, gdy badany spadnie z belki lub nie utrzyma stopy nogi wolnej w ręce, pomiar czasu zostaje zatrzymany. Zatrzymywanie i uruchamianie stopera kontynuowane jest, aż suma pomiarów czasu wszystkich prób przekroczy jedną minutę. Jeżeli ćwiczący spadnie z belki 15 razy w ciągu pierwszych 30 sekund, próba kończy się wynikiem zerowym.

2) **Stukanie w krążki** (ang. *plate tapping*) – próba polega na szybkim naprzemiennym dotykaniu dwóch krążków sprawniejszą ręką. Zadaniem badanego jest jak najszybsze przekładanie ręki z jednego krążka na drugi ponad ręką unieruchomioną na prostokątnej płytce pośrodku. Należy 25 razy dotknąć każdego krążka (w sumie 50 ruchów). Miarą próby jest czas potrzebny do jej wykonania. Test wykonuje się dwa razy, lepszy z wyników jest odnotowywany.

3) **Zaciśnięcie ręki** (ang. *handgrip strength*) – test polega na ściśnięciu ręką dynamometru z maksymalną siłą. Próba wykonywana jest w pozycji stojącej w niewielkim rozkroku. Ręka badana obejmująca dynamometr jest opuszczona wzdłuż tułowia w niewielkiej odległości od ciała. Wykonywane są dwie próby silniejszą ręką. Lepszy wynik jest brany pod uwagę i zapisywany z dokładnością do 1 kg. Do testu został użyty dynamometr medyczny sprężynowy (Saehan) z regulowanym uchwytem, który można dostosować do dłoni różnej wielkości.

4) **Sklon tułowia w siadzie** (ang. *sit-and-reach*) – do próby użyto skrzyni skonstruowanej według wytycznych twórców testu. Zadaniem badanego jest wykonanie skłonu tułowia w przód z pozycji siadu prostego oraz sięgnięcie wyprostowanymi palcami dłoni jak najdalej na powierzchni blatu. W trakcie próby stopy powinny być oparte o boczną ściankę skrzyni, a stawy kolanowe wyprostowane. Wynik zapisywany jest w centymetrach.

5) **Skok w dal z miejsca** (ang. *standing broad jump*) – test polega na skoku do przodu z pozycji stojącej w małym rozkroku, z równolegle ustawionymi stopami. Palce stóp powinny znajdować się przed linią odbicia. Skok poprzedza pochylenie tułowia w przód, zgięcie nóg w stawach kolanowych oraz równoczesne przeniesienie kończyn górnych dołem w tył, następnie badany energicznym odbiciem obunóż z wymachem rąk w przód wykonuje skok i ląduje obiema stopami razem. Długość skoku jest mierzona od wyznaczonej linii odbicia do najbliższego śladu pozostawionego przez piętę skaczącego z dokładnością do 1 cm. Do analizy wykorzystano lepszy pomiar z dwóch prób.

6) **Siady z leżenia** (ang. *sit-ups*) – test wykonywany jest z pozycji leżenia tyłem, stawy kolanowe powinny być zgięte pod kątem 90 stopni, a stopy oparte o podłoże, rozsunięte na około 20-30 cm. Dłonie powinny być splecione na karku. Badacz stabilizuje stopy podczas wykonywania testu. Zadanie polega na zmianie pozycji z leżenia do siadu i dotknięciu łokciami kolan, a następnie jak najszybszy powrót. Czynność ta jest powtarzana przez badanego najszybciej jak potrafi w czasie 30 sekund. Liczone są „powroty do leżenia”.

W testach motorycznych wszystkie dzieci uczestniczyły w odpowiednim stroju oraz obuwiu sportowym. Dzieci z grupy badanej próby sprawnościowe wykonywały w okularach.

3.3 Analiza statystyczna

Wszystkie obliczenia statystyczne zostały wykonane w programie R, wersja 3.5.1. [89]. W analizie przyjęto poziom istotności 0,05. Normalność rozkładu zmiennych badano za pomocą testu Shapiro-Wilka.

Analizę zmiennych ilościowych przedstawiono jako średnią, odchylenie standardowe (SD), medianę oraz kwartyle. Porównanie wartości zmiennych ilościowych w dwóch grupach wykonano za pomocą testu t-Studenta (gdy zmienna miała w tych grupach rozkład normalny) lub testu Manna-Whitney'a (w przypadku braku normalnego rozkładu danych). Porównanie wartości zmiennych ilościowych w trzech i więcej grupach wykonano za pomocą analizy wariancji ANOVA (zmienna w tych grupach miała rozkład normalny) lub testu Kruskala-Wallisa (w przeciwnym przypadku). Po wykryciu istotnych statystycznie różnic, wykonano analizę post-hoc testem LSD Fishera (w przypadku normalności rozkładu) lub testu Dunna (w przypadku braku normalności), w celu zidentyfikowania grup różniących się istotnie statystycznie.

Analizę zmiennych jakościowych przeprowadzono wyliczając liczbę i procent wystąpień każdej z wartości. Porównanie wartości zmiennych jakościowych w grupach wykonano za pomocą testu chi-kwadrat (z poprawką Yatesa dla tabel 2x2) lub dokładnego testu Fishera tam, gdzie w tabelach pojawiały się niskie licznosci oczekiwane.

4. Wyniki

4.1 Charakterystyka badanych grup

Do badań ostatecznie zakwalifikowano 124 dzieci w wieku 7-12 lat. W grupie badanej ($n = 62$) średnia wieku wynosiła $8,94 (\pm 1,56)$ lat, w grupie kontrolnej ($n = 62$) – $8,9 (\pm 1,69)$ lat. Większy odsetek w każdej grupie stanowiły dziewczęta, 59,68% w grupie badanej oraz 56,45% w grupie odniesienia. Nie było istotnych różnic między grupami pod względem wieku, płci, wysokości i masy ciała oraz wskaźnika BMI. Podstawowe dane demograficzne i antropometryczne obu grup zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Porównanie grupy badanej i kontrolnej pod względem wieku, płci i parametrów antropometrycznych

Zmienna		Grupa badana ($n=62$)	Grupa kontrolna ($n=62$)	p^*
Wiek [lata]	średnia $\pm SD$	8,94 $\pm$ 1,56	8,9 $\pm$ 1,69	0,808 NP
	mediana	9	8	
	kwartyle	8-10	8-10	
Płeć	dziewczęta	37 (59,68%)	35 (56,45%)	0,856 chi2
	chłopcy	25 (40,32%)	27 (43,55%)	
Masa ciała [kg]	średnia $\pm SD$	34,58 $\pm$ 8,17	34 $\pm$ 9,1	0,563 NP
	mediana	35	33	
	kwartyle	28,5-40,75	27-40	
Wysokość ciała [cm]	średnia $\pm SD$	138,31 $\pm$ 9,88	139,15 $\pm$ 11,25	0,948 NP
	mediana	139,5	137	
	kwartyle	132-145,75	130-147,75	
BMI [kg/m ²]	średnia $\pm SD$	17,89 $\pm$ 2,93	17,29 $\pm$ 2,84	0,248 P
	mediana	17,66	16,9	
	kwartyle	15,59-19,76	15,39-18,87	

SD – odchylenie standardowe, BMI – wskaźnik masy ciała

* $chi2$ – test chi-kwadrat; NP – brak normalności rozkładu, test Manna-Whitneya; P – normalność rozkładu, test t -Studenta

4.2 Stan narządu wzroku dzieci w badanych grupach

U dzieci z grupy badanej średnia wada refrakcji po cykloplegii (wyrażona jako ekwiwalent sferyczny) w oku prawym wynosiła 5,21 ($\pm 1,76$) D, w oku lewym 5,21 ($\pm 1,78$) D. Tylko w przypadku trzech pacjentów nie stwierdzono zaburzeń towarzyszących (niedowidzenie, zez), również w historii leczenia.

Dzieci ze współistniejącym zezem stanowiły 11,29% ($n = 7$) grupy badanej. Wszyscy pacjenci z zezem prezentowali postać zeza zbieżnego (ezotropię).

Dzieci z nadwzrocznością i niedowidzeniem stanowiły 30,64% ($n = 19$) grupy badanej. Dane dotyczące występowania widzenia obuocznego u dzieci w grupie badanej wykazały, że było ono obecne u 56,45% ($n = 35$). Najwyższy stopień widzenia obuocznego, czyli stereopsisę prezentowało 40,32% ($n = 25$) pacjentów. Wszystkie dzieci w grupie badanej nosiły okulary.

Dodatkowo, do celów porównawczych, z grupy badanej wyszczególniono podgrupy ze względu na rodzaj towarzyszących zaburzeń (takich jak zez i/lub niedowidzenie) – podgrupa A i B, widzenie obuoczne – podgrupa C i D oraz czas zastosowanej korekcji okularowej – podgrupa 1, 2, 3.

Podgrupy A i B zostały wyodrębnione ze względu na współistniejące zaburzenia wzroku. Podgrupę A stanowiło 17/27 (62,96%) dzieci z obecnym niedowidzeniem i zezem oraz dzieci, u których niedowidzenie i zez były stwierdzone w historii leczenia. W podgrupie B było 10/27 (37,04%) pacjentów z zezem i zezem odnotowanym w wywiadzie, w podgrupie tej nie występowało niedowidzenie. U dzieci w obu podgrupach nie stwierdzono obecności widzenia obuocznego. Charakterystyka dzieci z podgrup A i B pod względem cech antropometrycznych została przedstawiona w tabeli 3.

Tabela 3. Liczebność (%) oraz wartości (średnia $\pm$ SD) podstawowych danych antropometrycznych dzieci w podgrupie A (towarzyszące niedowidzenie i zez) i podgrupie B (towarzyszący tylko zez)

Podgrupa	n	%	Wiek [lata]	Masa ciała [kg]	Wysokość ciała [cm]	BMI [kg/m ²]
A	17	62,96	9,35 $\pm$ 1,41	37,12 $\pm$ 6,99	141,71 $\pm$ 9,35	18,37 $\pm$ 2,52
B	10	37,04	9,00 $\pm$ 1,82	34,80 $\pm$ 7,73	138,5 $\pm$ 8,82	18,01 $\pm$ 2,79

W celu oceny wpływu widzenia obuocznego grupa badana została podzielona na podgrupy C i D, które reprezentowały odpowiednio dzieci, u których było obecne widzenie obuoczne oraz dzieci bez widzenia obuocznego. Podgrupę C stanowiło 35/62 (56,45%) pacjentów, natomiast podgrupa D liczyła 27/59 (43,55%) dzieci. Dane dotyczące wieku, wzrostu i masy ciała oraz BMI dzieci w podgrupach C i D zostały zestawione w **tabeli 4.**

Tabela 4. . Liczebność(%) oraz wartości (średnia $\pm$ SD) podstawowych danych antropometrycznych dzieci w podgrupie C (obecne widzenie obuoczne) i podgrupie D (brak widzenia obuocznego)

Podgrupa	n	%	Wiek [lata]	Masa ciała [kg]	Wysokość ciała [cm]	BMI [kg/m ²]
C	35	56,45	8,71 $\pm$ 1,61	32,84 $\pm$ 8,57	136,37 $\pm$ 10,11	17,44 $\pm$ 3,12
D	27	43,55	9,22 $\pm$ 1,55	36,25 $\pm$ 7,22	140,51 $\pm$ 9,12	18,24 $\pm$ 2,57

Podgrupy 1, 2, 3 były wyszczególnione w zależności od czasu zastosowanej korekcji okularowej. W podgrupie 1, która liczyła 21/62 (33,88%) dzieci, okulary zastosowano najszybciej, pomiędzy 6-24 miesiącem życia, w podgrupie 2, która stanowiła 24/62 (38,70%) osoby, okulary wdrożono między 24-48 miesiącem życia, natomiast w podgrupie 3 były dzieci, u których zastosowano leczenie okularami najpóźniej, powyżej 48 miesiąca życia i liczyła 17/62 (27,42%) pacjentów. Średnie wartości danych antropometrycznych dzieci w poszczególnych podgrupach zostały przedstawione w **tabeli 5.**

Tabela 5. Liczebność(%) oraz wartości (średnia $\pm$ SD) podstawowych danych antropometrycznych dzieci w podgrupie 1 (wdrożenie okularów 6-24 m-c ż.), podgrupie 2 (wdrożenie okularów 24-48 m-c ż.) i podgrupie 3 (wdrożenie okularów powyżej 48 m-ca ż.)

Podgrupa	n	%	Wiek [lata]	Masa ciała [kg]	Wysokość ciała [cm]	BMI [kg/m ²]
1	21	33,88	8,80 $\pm$ 1,66	32,95 $\pm$ 6,21	138,33 $\pm$ 9,18	17,14 $\pm$ 2,32
2	24	38,70	9,04 $\pm$ 1,56	35,54 $\pm$ 8,86	137,79 $\pm$ 11,38	18,48 $\pm$ 3,14
3	17	27,42	8,94 $\pm$ 1,51	35,23 $\pm$ 9,40	139,00 $\pm$ 8,99	17,96 $\pm$ 3,24

4.3 Analiza odpowiedzi z ankiety dotyczącej codziennej aktywności fizycznej w badanych grupach

Porównując dane uzyskane z przeprowadzonej ankiety stwierdzono, że dzieci z grupy badanej, które zadeklarowały uczestnictwo w dodatkowych zajęciach ruchowych (58,06%), rzadziej brały w nich udział ($p = 0,027$) w porównaniu z grupą kontrolną. Brak zainteresowania do podejmowania aktywności ruchowych przez dzieci był wyraźniej zaznaczony w grupie badanej ($p = 0,011$) w odniesieniu do grupy kontrolnej. Ponadto ponad połowa dzieci w grupie badanej (34/62, 54,84%) poinformowała, że na zajęciach wychowania fizycznego (WF) ćwiczy bez okularów. Wyniki zostały przedstawione w tabeli 6.

Tabela 6. Porównanie grupy badanej i kontrolnej pod względem odpowiedzi na pytania z ankiety dotyczącej codziennej AF

Zmienna		Grupa badana $n=62$	Grupa kontrolna $n=62$	p^*
Dodatkowe zajęcia ruchowe [x/tyg.]	średnia $\pm$ SD	1,27 $\pm$ 1,46	1,79 $\pm$ 1,42	0,027** NP
	mediana	1	2	
	kwartyle	0-2	1-3	
Uczestnictwo w zajęciach WF	Nie	0 (0,00%)	1 (1,61%)	1 F
	Tak	62 (100,00%)	61 (98,39%)	
Uczestnictwo w dodatkowych zajęciach sportowych	Nie	26 (41,94%)	15 (24,19%)	0,056 chi2
	Tak	36 (58,06%)	47 (75,81%)	
Umiejętność jazdy na rowerze	Nie	2 (3,23%)	4 (6,45%)	0,68 F
	Tak	60 (96,77%)	58 (93,55%)	
Zainteresowanie uczestnictwem w innych aktywnościach ruchowych	Nie	12 (19,35%)	2 (3,23%)	0,011** chi2
	Tak	50 (80,65%)	60 (96,77%)	

AF – aktywność fizyczna, WF – wychowanie fizyczne, SD – odchylenie standardowe

* NP – brak normalności rozkładu, analiza nieparametryczna, test Manna-Whitney’a, chi2 – test chi-kwadrat, F – dokładny test Fishera

** Istotność statystyczna ($p < 0,05$)

Dzieci z obu grup deklarowały uczestnictwo w różnych dodatkowych zajęciach ruchowych, przy czym dzieci z wadami wzroku znacznie rzadziej wybierały SKS i/lub zajęcia gimnastyczne ($p = \mathbf{0,033}$) niż dzieci z grupy kontrolnej. W przypadku dzieci z grupy badanej, które korzystały z dodatkowych zajęć ruchowych, najczęściej uczestniczyły w grach zespołowych, zajęciach na basenie oraz tanecznych. Szczegółowe dane dotyczące rodzajów podejmowanych form ruchu przez dzieci w badanych grupach zostały zestawione w **tabeli 7**.

Tabela 7. Uczestnictwo dzieci w różnych rodzajach zajęć ruchowych w grupie badanej i grupie kontrolnej

Zmienna		Grupa badana $n=62$	Grupa kontrolna $n=62$	p^*
Rodzaj aktywności ruchowej	Zajęcia taneczne	14 (22,58%)	20 (32,26%)	0,314 chi2
	Gry zespołowe	15 (24,19%)	10 (16,13%)	0,371 chi2
	Sporty walki	0 (0,00%)	4 (6,45%)	0,119 F
	Zajęcia na basenie	15 (24,19%)	19 (30,65%)	0,546 chi2
	SKS, zajęcia gimnastyczne	2 (3,23%)	10 (16,13%)	0,033** chi2
	Jazda konna	1 (1,61%)	1 (1,61%)	1 F
	Tenis stołowy	1 (1,61%)	0 (0,00%)	1 F
	Żeglarstwo	0 (0,00%)	4 (6,45%)	0,119 F
	Badminton	0 (0,00%)	2 (3,23%)	0,496 F
	Hokej	0 (0,00%)	1 (1,61%)	1 F

* chi2 – test chi-kwadrat, F – dokładny test Fishera

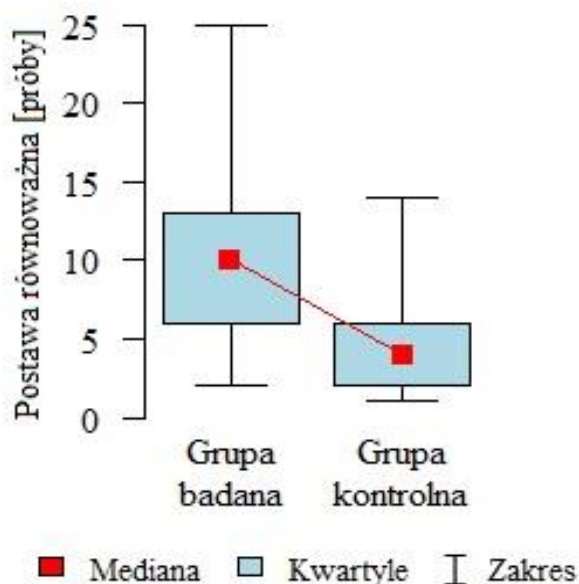
** Istotność statystyczna ($p < 0,05$)

4.4 Wyniki pomiarów sprawności motorycznej

W pracy zostały przedstawione wyniki w jednostkach miar, w których dokonywane były pomiary w poszczególnych próbach sprawnościowych. Następnie uzyskane surowe dane przekształcano przy pomocy tabel z dostosowanymi do wieku i płci danymi normatywnymi, wyrażonymi w punktach (według tabel opracowanych przez Janusza Dobosza). Standaryzacja wyników umożliwia odniesienie ich do przeciętnego poziomu sprawności motorycznej w polskiej populacji. Wynik równy 50 punktom na wykresach oznacza średni rezultat zanotowany w roku szkolnym 2009/10 wśród uczniów w Polsce. W pierwszej kolejności zostały przedstawione wyniki uzyskane w grupie badanej i grupie kontrolnej.

4.4.1 Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze

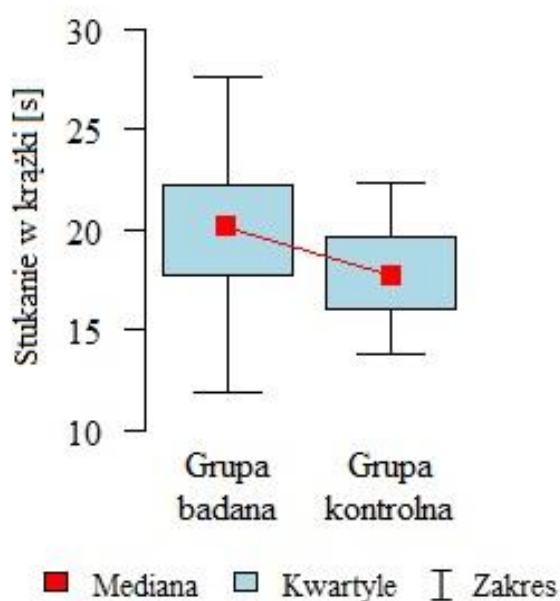
W teście oceniającym równowagę podczas stania na jednej nodze uzyskano istotną statystycznie różnicę pomiędzy grupą badaną, a grupą kontrolną ($p < 0,001$). Dzieci z wadą wzroku potrzebowały więcej prób, aby wykonać zadanie. Średnia liczba prób w grupie badanej wynosiła 10,69 ($\pm 5,66$), natomiast w grupie kontrolnej 4,48 ($\pm 2,9$). Uzyskane wyniki przedstawia **rycina 1**.



Rycina 1. Rozkład wyników uzyskanych w teście równowagi w grupie badanej i grupie kontrolnej

4.4.2 Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki

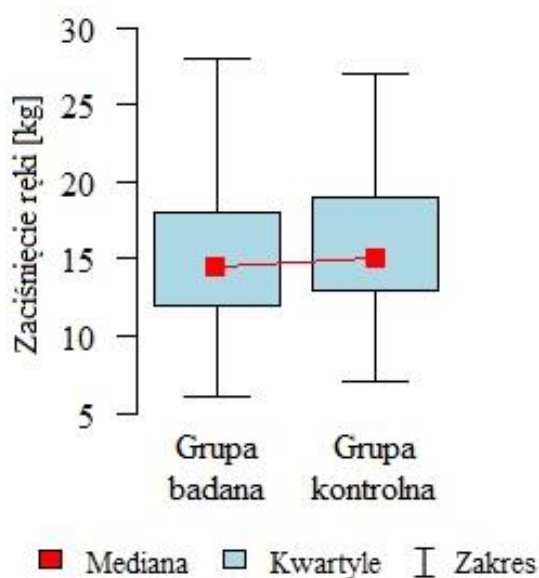
Wyniki uzyskane w próbie stukanie w krążki, oceniającej szybkość ruchów kończyny górnej, wykazały istotną statystycznie różnicę pomiędzy badanymi grupami ($p < 0,001$), dzieci z grupy badanej wolniej wykonywały oceniane zadanie. Średni czas uzyskany w grupie badanej wynosił 20,13 ($\pm 3,33$) s, a w grupie odniesienia 17,82 ($\pm 2,51$) s. Wyniki przedstawia **rycina 2**.



Rycina 2. Rozkład wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki w grupie badanej i grupie kontrolnej

4.4.3 Siła statyczna – zaciśnięcie ręki

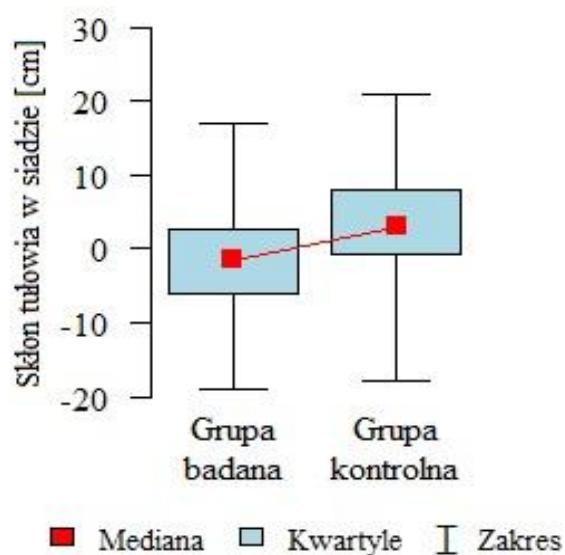
W teście badającym siłę statyczną nie odnotowano istotnie statystycznej różnicy pomiędzy osiągniętymi wynikami w grupie badanej i grupie kontrolnej ($p = 0,281$). Dzieci z nadwzrocznością uzyskały średni wynik 15,23 ($\pm 4,96$) kg, natomiast dzieci z grupy kontrolnej osiągnęły wartość 16,05 ($\pm 4,74$) kg. Wyniki przedstawia **rycina 3**.



Rycina 3. Rozkład wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki w grupie badanej i grupie kontrolnej

4.4.4 Gibkość – skłon tułowia w siadzie

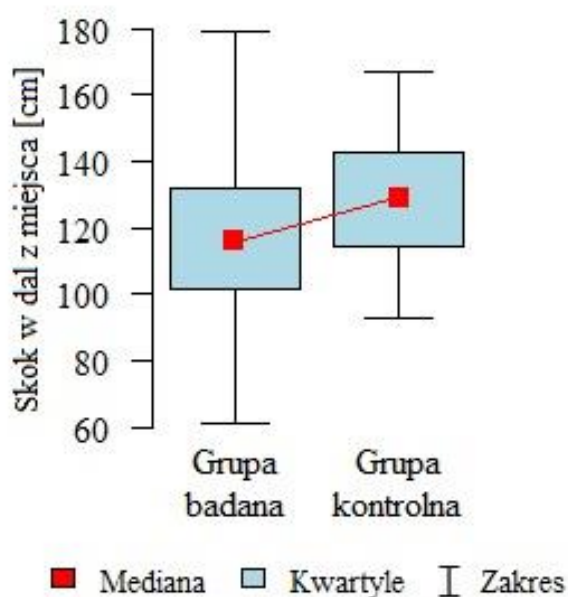
W ocenie gibkości za pomocą testu skłonu tułowia w siadzie dzieci z grupy badanej osiągnęły niższe wartości ($p < 0,001$) w porównaniu z rówieśnikami z grupy kontrolnej. Średni uzyskany wynik w przypadku dzieci z grupy badanej wynosił $-2,16 (\pm 6,44)$ cm, a w grupie kontrolnej $2,53 (\pm 7,43)$ cm. Dane przedstawia **rycina 4**.



Rycina 4. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w grupie badanej i grupie kontrolnej

4.4.5 Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca

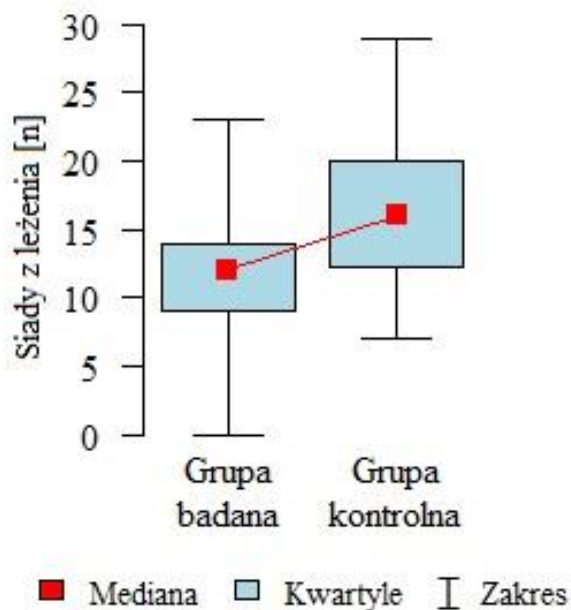
Grupa badanych dzieci w teście sprawnościowym oceniającym siłę eksplozywną uzyskała istotnie niższy wynik ($p = 0,013$) w odniesieniu do grupy kontrolnej. Średnia wartość uzyskana w skoku w dal w grupie dzieci z wadą wzroku wynosiła 119,26 ($\pm 23,82$) cm, natomiast dzieci zdrowe skakały średnio 128,9 ($\pm 18,22$) cm. Uzyskane wartości przedstawia **rycina 5**.



Rycina 5. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w grupie badanej i grupie kontrolnej

4.4.6 Wytrzymałość mięśni tułowia – siady z leżenia

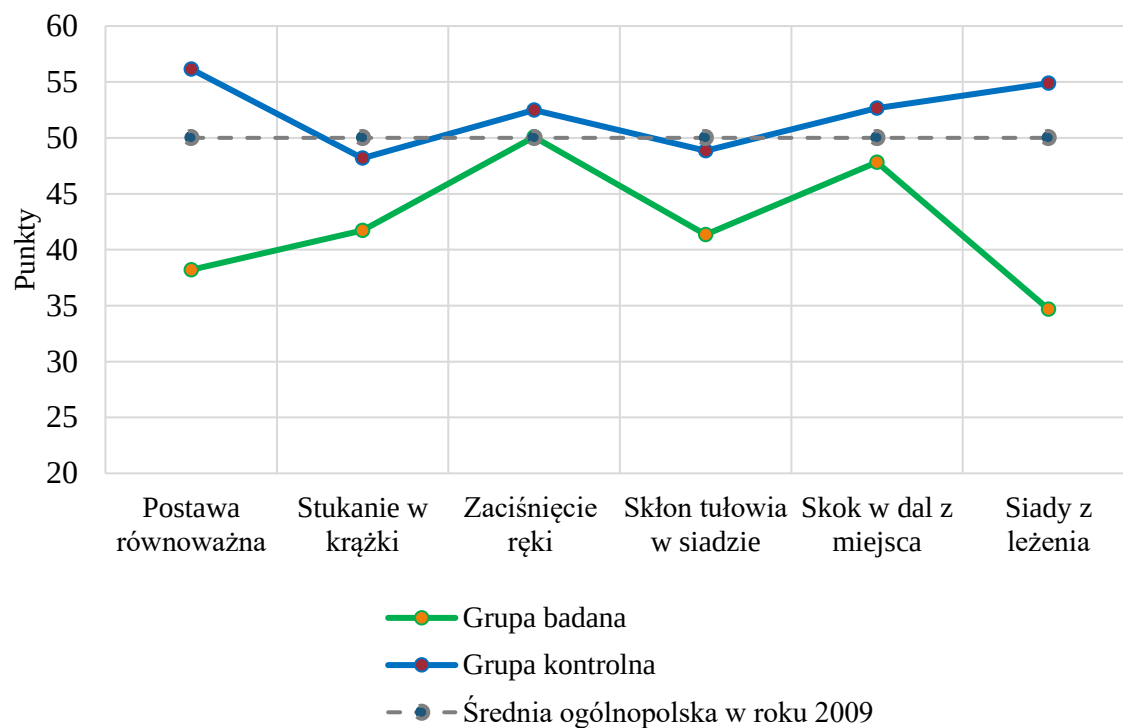
W teście siady z leżenia, który ocenia wytrzymałość mięśni tułowia dzieci z grupy badanej wykonały znacznie mniej powtórzeń w zadanym czasie i uzyskały średni wynik 11,15 ($\pm 5,62$). Natomiast w grupie kontrolnej średnia ilość powtórzeń wynosiła 16,35 ($\pm 4,89$). Wyniki różniły się od siebie znamienne statystycznie ($p < 0,001$). Otrzymane wyniki przedstawia **rycina 6**.



Rycina 6. Rozkład wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w grupie badanej i grupie kontrolnej

4.5 Wyniki pomiarów sprawności motorycznej – wartości punktowe

W przypadku wyników standaryzowanych grupa badana uzyskała istotnie mniej punktów w każdym z testów, oprócz testu zaciśnięcia ręki. Dzieci z nadwzrocznością uzyskały niższe wyniki w odniesieniu do zdrowych rówieśników w teście równowagi ($38,19 \pm 17,02$ vs $56,15 \pm 6,76$; $p < 0,001$), stukania w krążki ($41,73 \pm 6,77$ vs $48,18 \pm 7,79$; $p < 0,001$), skłonu tułowia w siadzie ($41,34 \pm 9,77$ vs $48,84 \pm 11,09$; $p < 0,001$), skoku w dal z miejsca ($47,81 \pm 10,71$ vs $52,65 \pm 8,06$; $p = 0,005$) oraz siadach z leżenia ($34,68 \pm 10,92$ vs $45,9 \pm 8,61$; $p < 0,001$). W próbie zaciśnięcia ręki grupa badana również uzyskała średnio mniej punktów w porównaniu do grupy kontrolnej, ale nie była to zależność istotna statystycznie ($50,08 \pm 8,34$ vs $52,5 \pm 7,86$; $p = 0,099$). Wyniki przedstawiono graficznie na **rycinie 7**.



Rycina 7. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w grupie badanej i grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku

4.6 Poziom sprawności motorycznej w zależności od rodzaju towarzyszącego zaburzenia widzenia

4.6.1 Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze

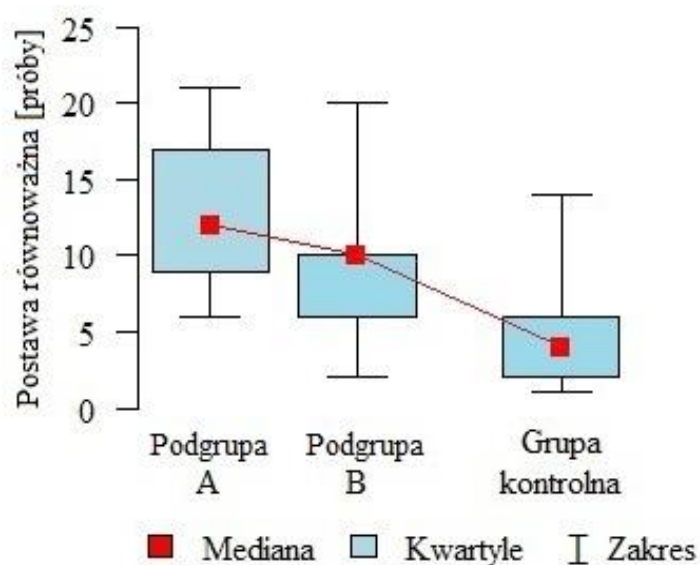
Z analizy porównawczej uzyskanych danych w teście równowagi wykazano istotną statystycznie różnicę ($p < 0,001$) między grupą kontrolną, a podgrupami A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego) i B (zez, bez widzenia obuocznego), natomiast nie wykazano różnicy istotnej statystycznie pomiędzy podgrupami A i B. Grupa kontrolna potrzebowała średnio $4,48 (\pm 2,9)$ prób na wykonanie zadania, podgrupa A uzyskała średni wynik $12,76 (\pm 5,04)$ prób, a podgrupa B $10,33 (\pm 6,16)$. Uzyskane wyniki przedstawia **tabela 8**.

Tabela 8. Porównanie wyników uzyskanych w teście równowagi między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)

Postawa równoważna [próby]	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	12,76 $\pm$ 5,04	10,33 $\pm$ 6,16	4,48 $\pm$ 2,9	<0,001 NP A,B>k
mediana	12	10	4	
kwartyle	9-17	6-10	2-6	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)

Dane przedstawione w formie graficznej ukazują większe zróżnicowanie wyników uzyskanych przez dzieci w podgrupie A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), na co wskazuje większy rozstęp międzykwartyłowy (9-17 prób), w odniesieniu do podgrupy B (zez, bez widzenia obuocznego; 6-10 prób) i grupy kontrolnej (2-6 prób). Wyniki przedstawia **rycina 8**.



Rycina 8. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście równowagi w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej

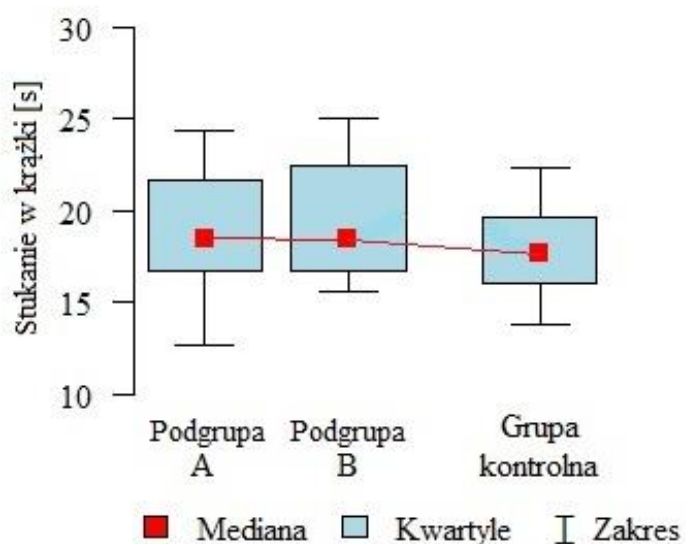
4.6.2 Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki

Na podstawie analizy wyników otrzymanych w teście stukanie w krążki nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie pomiędzy trzema badanymi kohortami ($p = 0,233$). Grupa dzieci bez wad refrakcji wykonywała zadanie średnio w $17,82 (\pm 2,51)$ s, dzieci z podgrupy A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego) potrzebowały średnio $18,72 (\pm 3,18)$ s, a u dzieci z podgrupy B (zez, bez widzenia obuocznego) średni wynik wynosił $19,44 (\pm 3,45)$ s. Uzyskane wyniki zostały zawarte w **tabeli 9**. i przedstawione na **rycinie 9**.

Tabela 9. Porównanie wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną

Stukanie w krążki [s]	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	<i>p</i> *
średnia±SD	18,72±3,18	19,44±3,45	17,82±2,51	0,233 NP
mediana	18,5	18,4	17,7	
kwartyle	16,7-21,6	16,7-22,48	16-19,67	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 9. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej

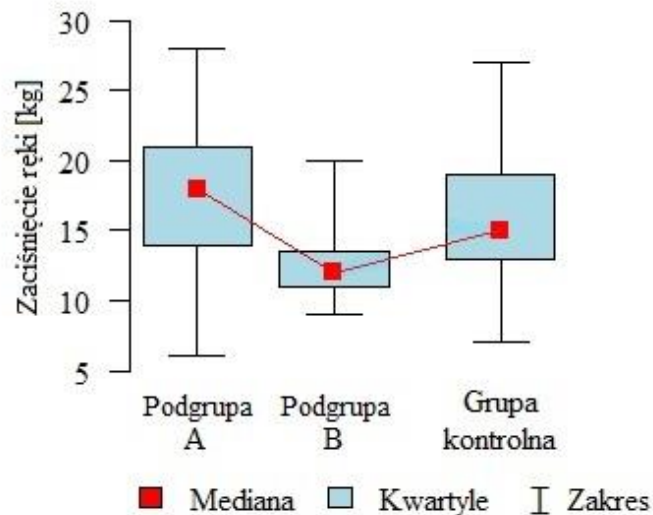
4.6.3 Siła statyczna – zaciśnięcie ręki

W zadaniu polegającym na zaciśnięciu ręki najlepszy wynik odnotowano w podgrupie A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), który wynosił 17 ($\pm 5,57$) kg, dzieci z grupy kontrolnej osiągnęły nieco niższy wynik 16,05 ($\pm 4,74$) kg, natomiast dzieci w podgrupie B (zez, bez widzenia obuocznego) uzyskały 12,4 ($\pm 3,17$) kg. Szczegółowa analiza post-hoc wykazała istotną statystycznie różnicę między podgrupą B, a podgrupą A i grupą kontrolną ($p = 0,024$). W porównaniu grup kontrolnej i podgrupy A nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy. Wyniki przedstawia **tabela 10. i rycina 10.**

Tabela 10 Porównanie wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)

Zaciśnięcie ręki [kg]	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	17 $\pm$ 5,57	12,4 $\pm$ 3,17	16,05 $\pm$ 4,74	0,024 NP A,k>B
mediana	18	12	15	
kwartyle	14-21	11-13,5	13-19	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 10. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej

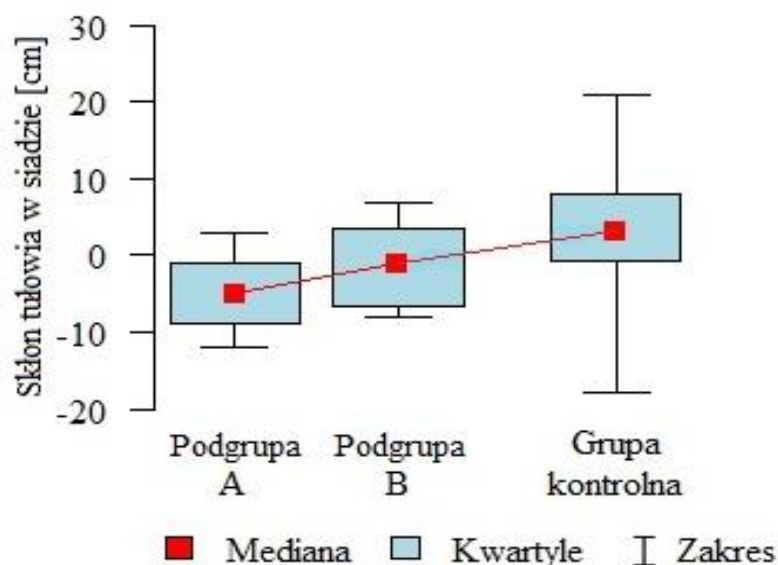
4.6.4 Gibkość – skłon tułowia w siadzie

W przypadku testu oceniającego gibkość różnicę znaną statystycznie zaobserwowano pomiędzy podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), a grupą kontrolną ($p = 0,001$). Dzieci bez wad refrakcji uzyskały najlepszy wynik, który wyniósł średnio $2,53 (\pm 7,43)$ cm, podgrupa A charakteryzowała się najniższym wynikiem uzyskując średnio $-4,82 (\pm 4,71)$ cm. Dzieci w podgrupie B (zez, bez widzenia obuocznego) osiągnęły wynik $-1,4 (\pm 5,6)$ cm, czyli gorszy niż grupa kontrolna, ale lepszy niż dzieci z podgrupy A, natomiast różnice te nie były istotne statystycznie. Wyniki uzyskane w teście skłonu tułowia w siadzie przedstawione zostały w **tabeli 11.** i na **rycinie 11.**

Tabela 11. Porównanie wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)

Skłon tułowia w siadzie [cm]	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	-4,82 $\pm$ 4,71	-1,4 $\pm$ 5,6	2,53 $\pm$ 7,43	0,001 P k>A
mediana	-5	-1	3	
kwartyle	-9--1	-6,75-3,5	-0,75-8	

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera)



Rycina 11. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej

4.6.5 Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca

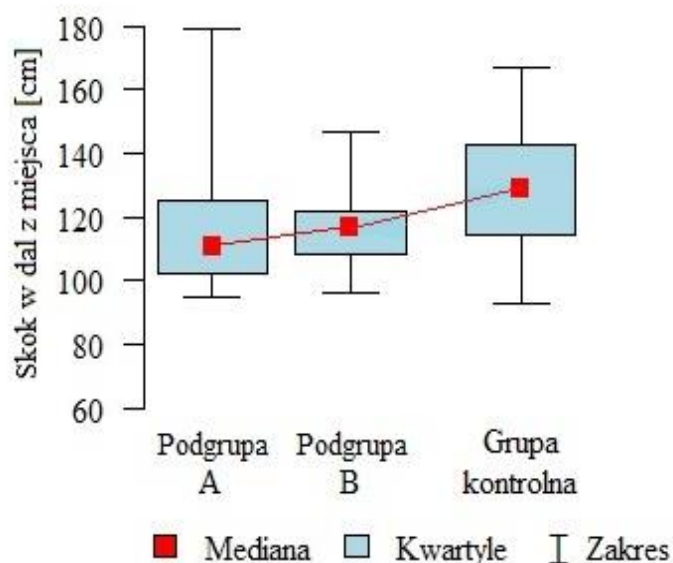
Z otrzymanych pomiarów w próbie skoku w dal z miejsca wynika, że dzieci z podgrupy B (zez, bez widzenia obuocznego) skakały najbliżej uzyskując średnio 118,7 ($\pm 16,87$) cm, dzieci z podgrupy A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego) skakały trochę dalej ze średnim rezultatem 121,24 ($\pm 26,43$) cm, a rówieśnicy z grupy kontrolnej zdobyli najlepsze wyniki, który wyniósł średnio 128,9 ($\pm 18,22$) cm. Natomiast szczegółowa analiza statystyczna nie ujawniła istotnych zależności pomiędzy ocenianymi grupami ($p = 0,076$). Wyniki zestawione zostały w tabeli 12.

Tabela 12. Porównanie wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)

Skok w dal z miejsca [cm]	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	121,24 $\pm$ 26,43	118,7 $\pm$ 16,87	128,9 $\pm$ 18,22	0,076 NP
mediana	111	117	129	
kwartyle	102-125	108,25-122	114,5-142,75	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)

Na **rycinie 12.** zostały przedstawione wyniki uzyskane w teście skoku w dal z miejsca. Biorąc pod uwagę mediany prezentowanych wyników, to podgrupa A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego) uzyskała wynik najniższy. Może być to związane z większą liczą oraz większym zróżnicowaniem w osiągniętych wynikach w porównaniu do dzieci z podgrupy B (zez, bez widzenia obuocznego).



Rycina 12. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej

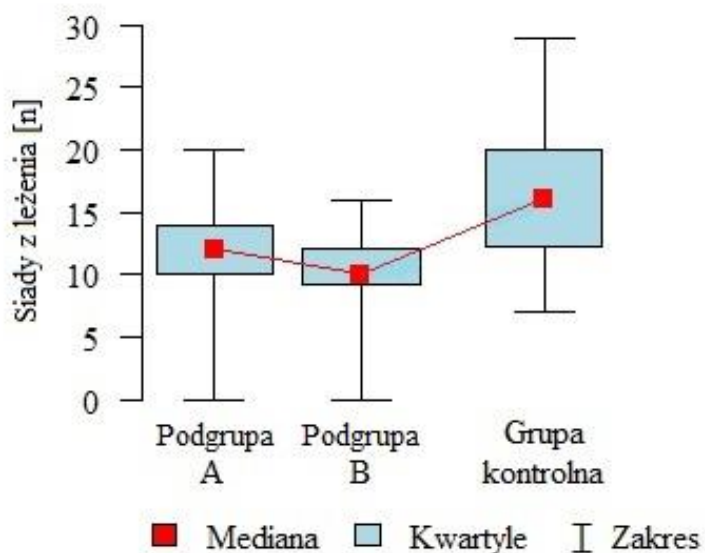
4.6.6 Wytrzymałość mięśni tułowia – siady z leżenia

W zadaniu siady z leżenia dzieci z podgrupy A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego) i podgrupy B (zez, bez widzenia obuocznego) uzyskały istotnie niższe wyniki w porównaniu z grupą kontrolną ($p < 0,001$), natomiast pomiędzy sobą nie różniły się statystycznie uzyskując odpowiednio 10,88 ($\pm 5,85$) powtórzeń w podgrupie A oraz 9,5 ($\pm 4,72$) w podgrupie B. Dzieci bez wad refrakcji osiągały średnio 16,35 ($\pm 4,89$) powtórzeń. Wyniki przedstawia **tabela 13.** i **rycina 13.**

Tabela 13. Porównanie wyników uzyskanych w teście siady z leżenia między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną

Siady z leżenia [n]	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	10,88 $\pm$ 5,85	9,5 $\pm$ 4,72	16,35 $\pm$ 4,89	<0,001 P k>A,B
mediana	12	10	16	
kwartyle	10-14	9,25-12	12,25-20	

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera)



Rycina 13. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej

4.7 Poziom sprawności motorycznej w zależności od rodzaju towarzyszącego zaburzenia widzenia – wartości punktowe

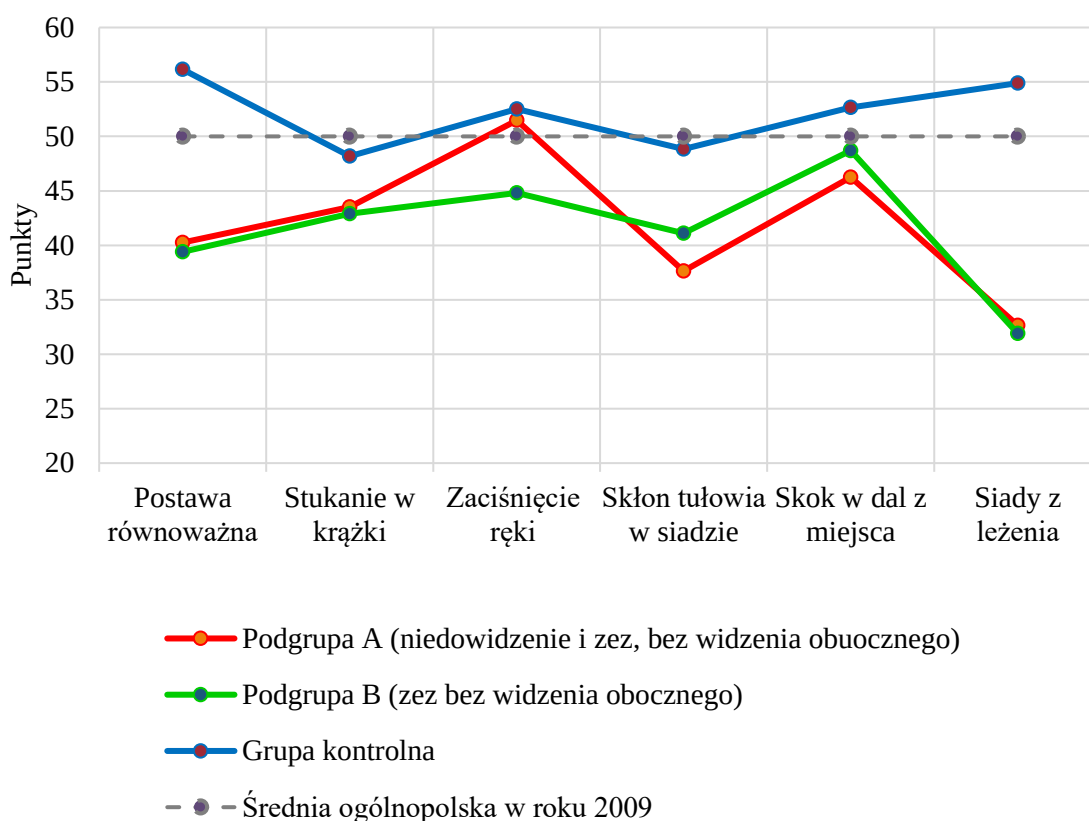
Analiza standaryzowanych wyników wyrażonych w punktach wykazała istotne statystycznie różnice między grupą kontrolną, a dwoma podgrupami A i B w testach: równowagi ($p < 0,001$), stukania w krążki ($p = 0,022$), skłonu tułowia w siadzie ($p = 0,001$) oraz siadach z leżenia ($p < 0,001$). W próbie zaciśnięcia ręki grupa kontrolna i podgrupa A uzyskały znamienne wyższe wyniki ($p = 0,024$), w odniesieniu do podgrupy B. Ponadto, dzieci z grupy kontrolnej osiągnęły istotnie wyższy wynik w skoku w dal z miejsca ($p = 0,021$), w porównaniu do dzieci z podgrupy A. Nie stwierdzono innych istotnych zależności występujących pomiędzy badanymi grupami. Szczegółowe dane uzyskane w poszczególnych testach motorycznych przedstawia **tabela 14**.

Tabela 14. Porównanie wyników (średnia $\pm$ SD) uzyskanych w testach sprawności motorycznej między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zeź, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)

Rodzaj testu	Podgrupa A (n=17)	Podgrupa B (n=10)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
Postawa równoważna	40,24 $\pm$ 6,76	39,4 $\pm$ 17,58	56,15 $\pm$ 6,76	<0,001 NP k>A,B
Stukanie w krążki	43,53 $\pm$ 6,84	42,9 $\pm$ 6,23	48,18 $\pm$ 7,79	0,022 NP k>A,B
Zaciśnięcie ręki	51,47 $\pm$ 7,39	44,8 $\pm$ 10,44	52,5 $\pm$ 7,86	0,024 P k,A>B
Skłon tułowia w siadzie	37,65 $\pm$ 7,19	41,1 $\pm$ 8,97	48,84 $\pm$ 11,09	0,001 P k>B,A
Skok w dal z miejsca	46,24 $\pm$ 8,43	48,7 $\pm$ 9,84	52,65 $\pm$ 8,06	0,021 NP k>A
Siady z leżenia	32,65 $\pm$ 9,32	31,9 $\pm$ 12,04	45,9 $\pm$ 8,61	<0,001 NP k>A,B

*P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera); NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)

Średnie standaryzowane wyniki dla poszczególnych testów motorycznych, uzyskane w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej przedstawiono graficznie na **rycinie 14**. Przerywana szara linia na wykresie to średni wynik (50 pkt.) zanotowany w 2009 roku wśród uczniów w Polsce. Większość (z wyjątkiem jednego) uzyskanych wyników przez dzieci z podgrupy A i B znajdują się poniżej zaznaczonej przeciętnej oraz poniżej osiągnięć uzyskanych przez dzieci z grupy kontrolnej.



Rycina 14. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku

4.8 Poziom sprawności motorycznej w zależności od obecności widzenia obuocznego

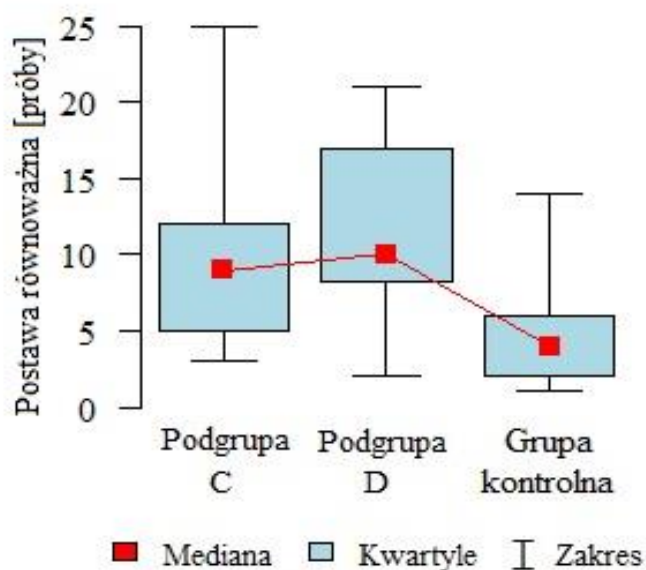
4.8.1 Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze

Na podstawie analizy w zadaniu oceniającym równowagę istotny statystycznie wynik uzyskały dzieci z grupy kontrolnej ($p > 0,001$) w odniesieniu do dzieci z dwóch podgrup C i D. Rezultat odnotowany w grupie kontrolnej to średnio 4,48 ($\pm 2,9$) prób, dzieci z podgrupy C (obecność widzenia obuocznego) na wykonanie zadania potrzebowały średnio 9,15 ($\pm 5,42$) prób, a badani z podgrupy D (brak widzenia obuocznego) 11,92 ($\pm 5,46$) prób. Pomiędzy podgrupami C i D nie stwierdzono statystycznie istotnej zależności. Wyniki przedstawia **tabela 15.** i **rycina 15.**

Tabela 15. Porównanie wyników uzyskanych w teście równowagi między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)

Postawa równoważna [próby]	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	9,15 $\pm$ 5,42	11,92 $\pm$ 5,46	4,48 $\pm$ 2,9	<0,001 NP D,C>k
mediana	9	10	4	
kwartyle	5-12	8,25-17	2-6	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 15. Rozkład wyników uzyskanych w teście równowagi w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej

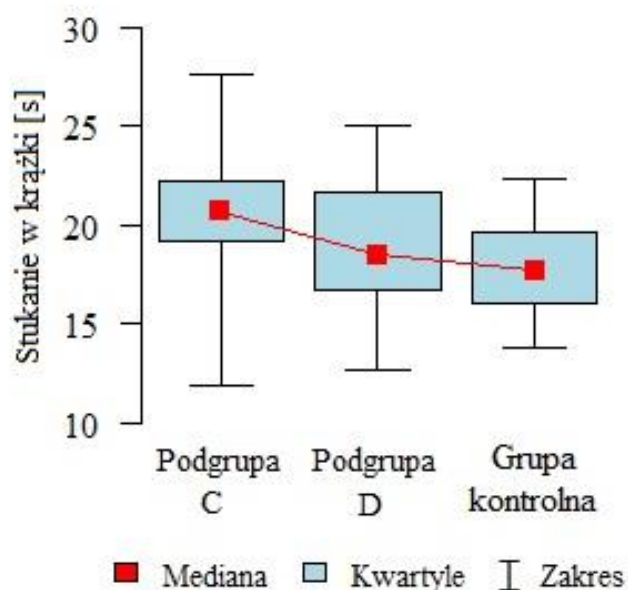
4.8.2 Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki

Z analizy porównawczej danych uzyskanych w teście stukanie w krążki, istotną statystycznie różnicę ($p < 0,001$) zaobserwowano pomiędzy podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), a podgrupą D (brak widzenia obuocznego) i grupą kontrolną. Podgrupa C wykonała próbę w dłuższym czasie, który wyniósł średnio $20,88 (\pm 3,22)$ s, podgrupa D uzyskała $18,99 (\pm 3,23)$ s, a grupa kontrolna potrzebowała średnio $17,82 (\pm 2,51)$ s. Uzyskane wyniki przedstawia tabela 16 i rycina 16.

Tabela 16. Porównanie wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)

Stukanie w krążki [s]	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	20,88 $\pm$ 3,22	18,99 $\pm$ 3,23	17,82 $\pm$ 2,51	<0,001 NP C>D,k
mediana	20,65	18,5	17,7	
kwartyle	19,23-22,2	16,65-21,7	16-19,67	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 16. Rozkład wartości wyników uzyskanych w stukanie w krążki w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej

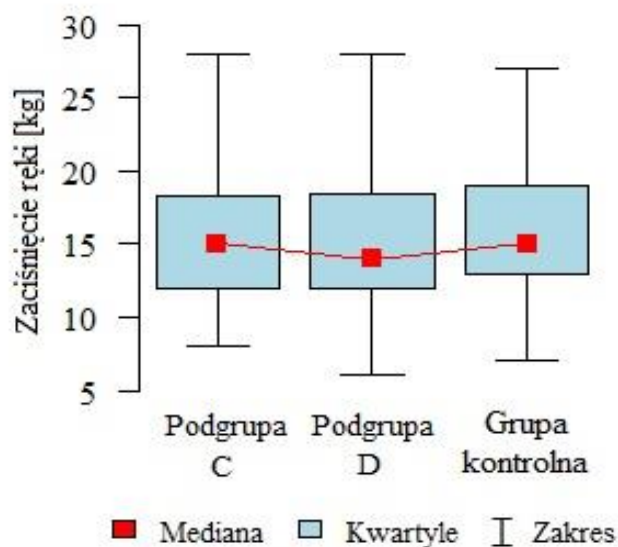
4.8.3 Siła statyczna – zaciśnięcie ręki

Analiza uzyskanych wyników w próbie zaciśnięcia ręki nie wykazała znamiennych statystycznie różnic pomiędzy ocenianymi grupami ($p = 0,718$). Zarówno dzieci z podgrupy C i D oraz rówieśnicy z grupy kontrolnej uzyskali zbliżone do siebie rezultaty. Wyniki zostały przedstawione w **tabeli 17.** i na **rycinie 17.**

Tabela 17. Porównanie wyników uzyskanych w teście zaciśnięcia ręki między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)

Zaciśnięcie ręki [kg]	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	15,34 $\pm$ 4,91	15,3 $\pm$ 5,26	16,05 $\pm$ 4,74	0,718 P
mediana	15	14	15	
kwartyły	12-18,25	12-18,5	13-19	

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera)



Rycina 17. Rozkład wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej

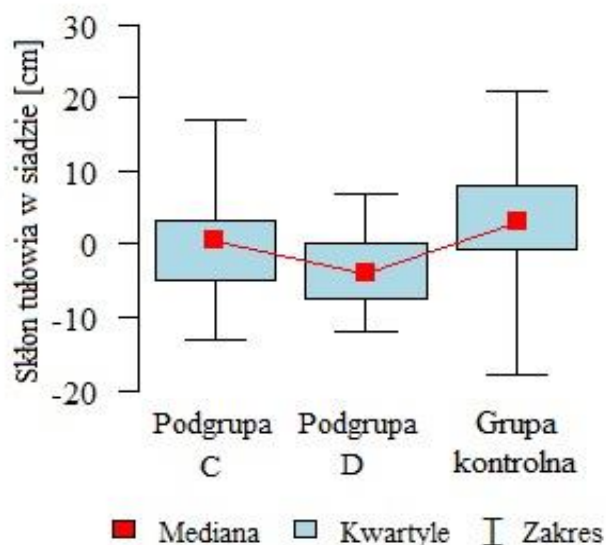
4.8.4 Gibkość – skłon tułowia w siadzie

Szczegółowa analiza odnotowanych pomiarów w teście oceniającym gibkość wskazuje na występowanie znamiennej zależności ($p = 0,001$) pomiędzy wynikami dzieci z grupy kontrolnej, które uzyskały średnio $2,53 (\pm 7,43)$ cm, a wynikami dzieci z podgrupy D (brak widzenia obuocznego), które wykonywały skłony o średnim wyniku $-3,56 (\pm 5,23)$ cm. Dzieci z podgrupy C zdobyły średni wynik $-0,34 (\pm 6,34)$ cm, ale nie był on istotny statystycznie w odniesieniu do pozostałych kohort. Wyniki zostały zawarte w **tabeli 18.** oraz przedstawione graficznie na **rycinie 18.**

Tabela 18. Porównanie wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)

Skłon tułowia w siadzie [cm]	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	-0,34 $\pm$ 6,34	-3,56 $\pm$ 5,23	2,53 $\pm$ 7,43	0,001 P k>D
mediana	0,5	-4	3	
kwartyle	-5-3,25	-7,5-0	-0,75-8	

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera)



Rycina 18. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej

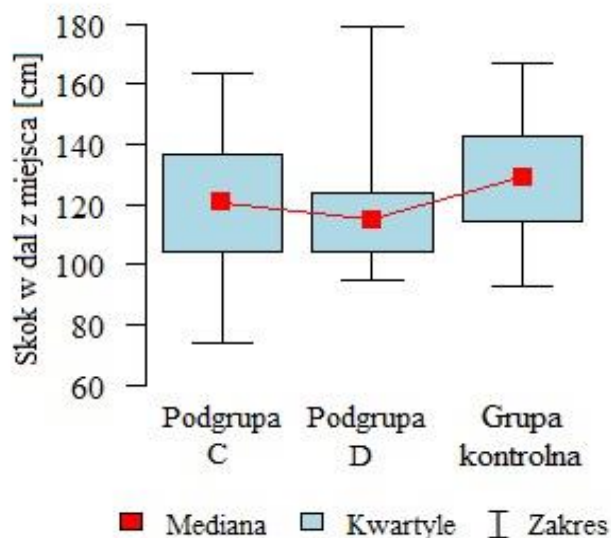
4.8.5 Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca

W próbie sprawnościowej skok w dal z miejsca najlepszy wynik uzyskały dzieci z grupy kontrolnej $128,9 (\pm 18,22)$ cm, następnie dzieci z podgrupy C (obecność widzenia obuocznego), które skakały średnio $121,28 (\pm 23,2)$ cm i dzieci z podgrupy D (brak widzenia obuocznego), które uzyskały średni wynik $120,3 (\pm 23,02)$ cm. Szczegółowa analiza post-hoc uzyskanych wyników nie wykazała istotnych statystycznie różnic pomiędzy ocenianymi grupami ($p = 0,053$). Wyniki zostały przedstawione w **tabeli 19** i na **rycinie 19**.

Tabela 19. Porównanie wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)

Skok w dal z miejsca [cm]	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	121,28 $\pm$ 23,2	120,3 $\pm$ 23,02	128,9 $\pm$ 18,22	0,053 NP
mediana	120,5	115	129	
kwartyle	104-137	104-124	114,5-142,75	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 19. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej

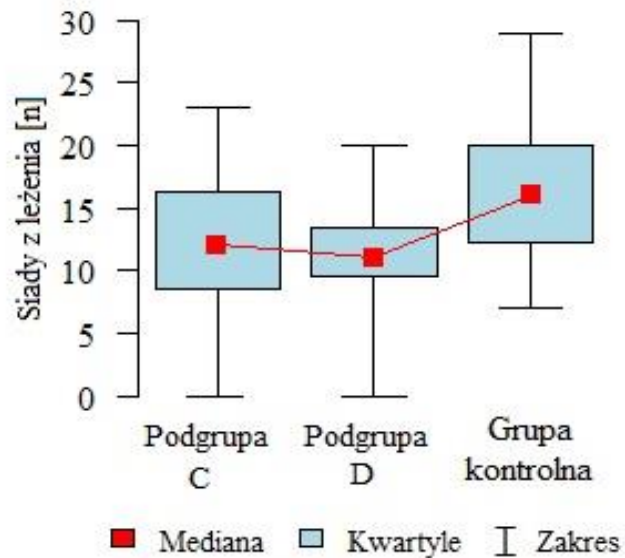
4.8.6 Wytrzymałość mięśni tułowia – siady z leżenia

Na podstawie przeprowadzonej analizy zaobserwowano znamiennej statystycznie zależność pomiędzy grupą dzieci bez wad refrakcji, a podgrupami C i D ($p < 0,001$). Dzieci z grupy kontrolnej uzyskały średni wynik 16,35 ($\pm 4,89$) powtórzeń, uczestnicy z podgrupy C (obecność widzenia obuocznego) osiągnęły średni wynik 12 ($\pm 5,72$) powtórzeń, natomiast dzieci z podgrupy D (brak widzenia obuocznego) potrzebowały średnio 10,37 ($\pm 5,41$) powtórzeń, aby wykonać zadanie. Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabeli 20. i na rycinie 20.

Tabela 20. Porównanie wyników uzyskanych w teście siady z leżenia między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)

Siady z leżenia [n]	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	12 $\pm$ 5,72	10,37 $\pm$ 5,41	16,35 $\pm$ 4,89	<0,001 NP k>C,D
mediana	12	11	16	
kwartyle	8,5-16,25	9,5-13,5	12,25-20	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 20. Rozkład wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej

4.9 Poziom sprawności motorycznej w zależności od obecności widzenia obuocznego – wartości punktowe

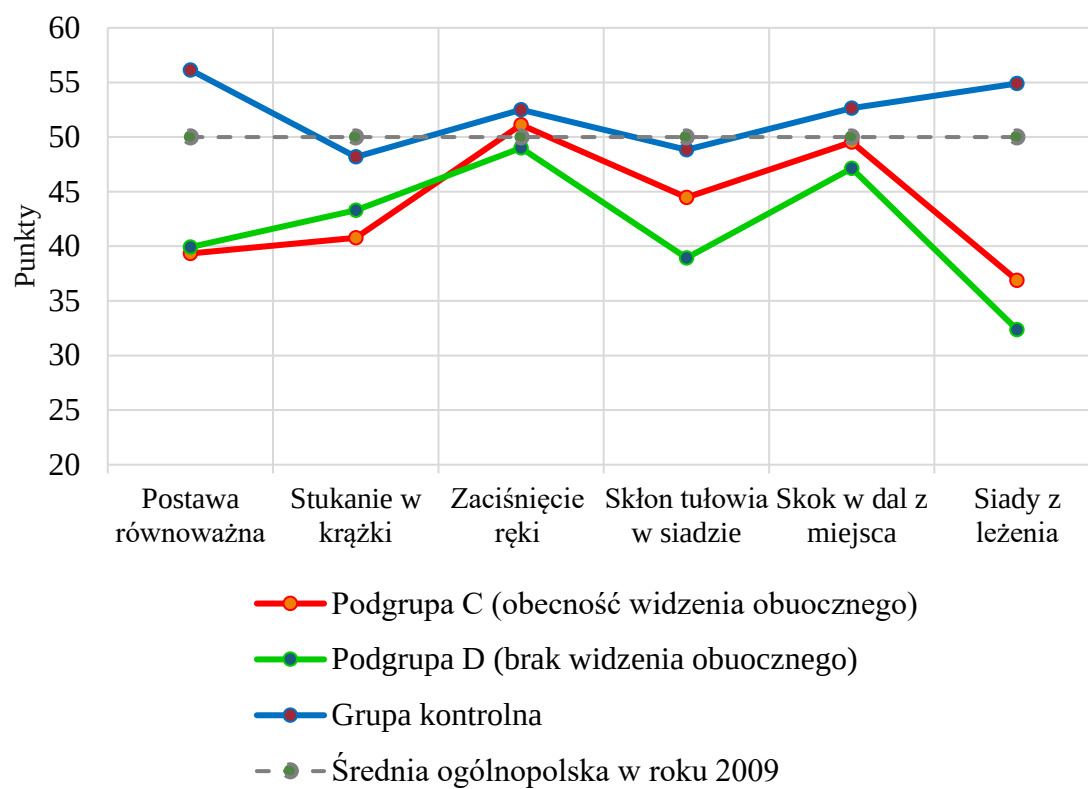
Porównanie wyników punktowych wykazało, że dzieci z grupy kontrolnej uzyskały istotnie wyższe wyniki w próbie oceniającej równowagę ($p < 0,001$), stukanie w krążki ($p < 0,001$), skłon tułowia w siadzie ($p < 0,001$) oraz siadach z leżenia ($p < 0,001$), w porównaniu z podgrupami C i D. Istotną statystycznie różnicę zaobserwowano również w teście skoku w dal z miejsca ($p = 0,03$) pomiędzy grupą kontrolną, a podgrupą D, na korzyść dzieci bez wad refrakcji. Dodatkowo stwierdzono znamienne istotną zależność w próbie skłon tułowia w siadzie ($p = 0,017$), pomiędzy podgrupą C (obecne widzenie obuoczne), a podgrupą D (brak widzenia obuocznego). Nie stwierdzono innych istotnych zależności występujących pomiędzy badanymi grupami. Szczegółowe dane uzyskane w poszczególnych testach motorycznych przedstawia **tabela 21**.

Tabela 21. Porównanie wyników (średnia $\pm$ SD) uzyskanych w testach sprawności motorycznej między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)

Rodzaj testu	Podgrupa C (n=35)	Podgrupa D (n=27)	Grupa kontrolna (n=62)	p *
Postawa równoważna	39,34 $\pm$ 18,88	39,93 $\pm$ 11,63	56,15 $\pm$ 6,76	<0,001 NP k>D,C
Stukanie w krążki	40,78 $\pm$ 6,9	43,3 $\pm$ 6,5	48,18 $\pm$ 7,79	<0,001 P k>D,C
Zaciśnięcie ręki	51,12 $\pm$ 7,76	49 $\pm$ 9,06	52,5 $\pm$ 7,86	0,175 P
Skłon tułowia w siadzie	44,47 $\pm$ 9,29	38,93 $\pm$ 7,91	48,84 $\pm$ 11,09	<0,001 P k>C,D C>D
Skok w dal z miejsca	49,53 $\pm$ 11,45	47,15 $\pm$ 8,87	52,65 $\pm$ 8,06	0,03 P k>D
Siady z leżenia	36,88 $\pm$ 11,1	32,37 $\pm$ 10,19	45,9 $\pm$ 8,61	<0,001 NP k>C,D

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera); NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)

Średnie standaryzowanych wyników dla poszczególnych testów motorycznych, uzyskane w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej przedstawiono graficznie na **rycinie 21**. Przerywana szara linia na wykresie to średni wynik (50 pkt.) zanotowany w roku 2009 wśród populacji polskich dzieci.



Rycina 21. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku

4.10 Poziom sprawności motorycznej w zależności od czasu wdrożenia korekcji okularowej

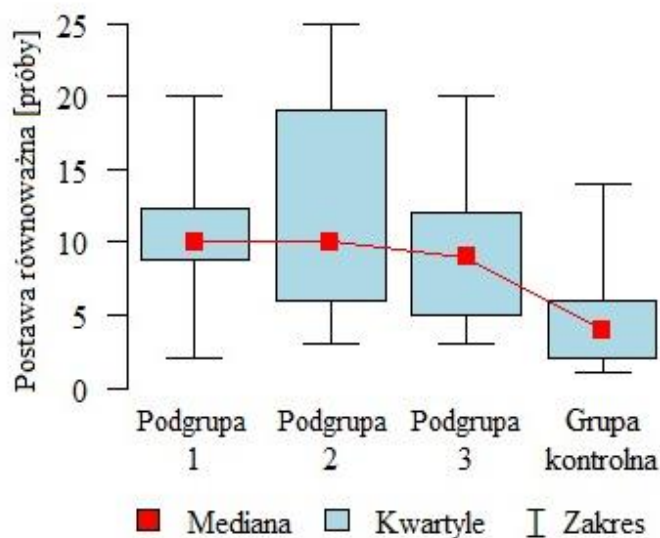
4.10.1 Równowaga – postawa równoważna na jednej nodze

Na podstawie uzyskanych danych w teście równowagi zaobserwowano istotną statystycznie różnicę ($p < 0,001$) pomiędzy grupą kontrolną, a pozostałymi podgrupami 1, 2, 3. Dzieci z grupy kontrolnej wykonywały zadanie potrzebując średnio 4,48 ($\pm 2,9$) prób, dzieci w podgrupie 1 (okulary od 6-24 m-c ż.) uzyskały średnio 10,55 ($\pm 4,49$) prób, w podgrupie 2 (okulary od 24-48 m-c ż.) dzieci osiągały rezultat 11,81 ($\pm 7,01$) prób oraz badani z podgrupy 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) potrzebowali 9,08 ($\pm 4,77$) prób. Szczegółowe dane przedstawiono w **tabeli 22.** i na **rycinie 22.**

Tabela 22. Porównanie wyników uzyskanych w teście równowagi między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)

Postawa równoważna [próby]	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	p *
średnia $\pm$ SD	10,55 $\pm$ 4,49	11,81 $\pm$ 7,01	9,08 $\pm$ 4,77	4,48 $\pm$ 2,9	<0,001 NP 2,1,3>k
mediana	10	10	9	4	
kwartyle	8,75-12,25	6-19	5-12	2-6	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 22. Rozkład wyników uzyskanych w teście równowagi w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej

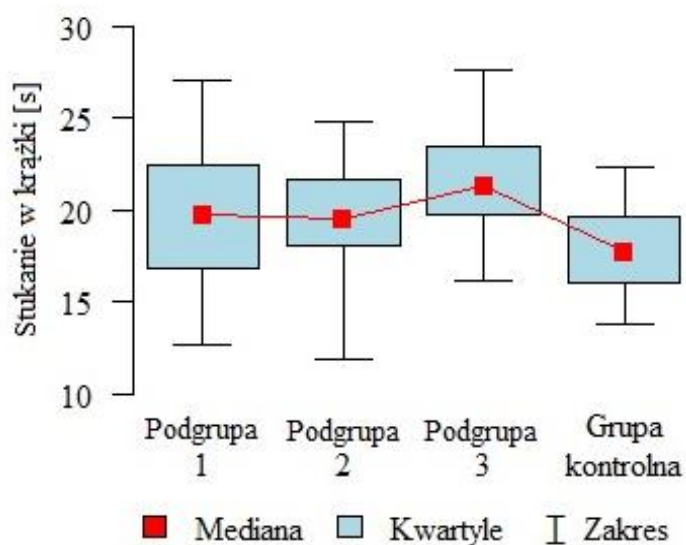
4.10.2 Szybkość ruchów kończyny górnej – stukanie w krążki

W zadaniu stukanie w krążki dzieci z podgrupy 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupy 2 (okulary od 24-48 m-c ż.) i podgrupy 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) uzyskały istotnie niższe wyniki w porównaniu z grupą kontrolną ($p < 0,001$), natomiast pomiędzy sobą nie różniły się znamienne statystycznie. Wyniki uzyskane w podgrupach wyniosły odpowiednio: 19,76 ($\pm 3,57$) s – podgrupa 1, 19,46 (± 3) s – podgrupa 2, 21,52 ($\pm 3,26$) s – podgrupa 3 oraz w grupie kontrolnej 17,82 ($\pm 2,51$) s. Wyniki przedstawia **tabela 23.** i **rycina 23.**

Tabela 23. Porównanie wyników uzyskanych w teście stukania w krążki między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)

Stukanie w krążki [s]	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	19,76 $\pm$ 3,57	19,46 $\pm$ 3	21,52 $\pm$ 3,26	17,82 $\pm$ 2,51	<0,001 NP 3,1,2>k
mediana	19,7	19,5	21,3	17,7	
kwartyle	16,8-22,4	18,05-21,68	19,7-23,5	16-19,67	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 23. Rozkład wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej

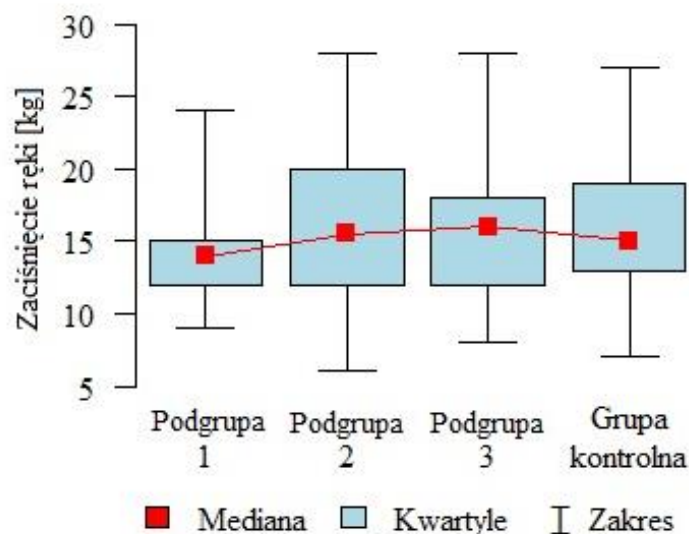
4.10.3 Siła statyczna – zaciśnięcie ręki

Analiza uzyskanych pomiarów w teście zaciśnięcia ręki nie wykazała istotnych statystycznie zależności między ocenianymi grupami ($p = 0,334$). Dzieci z grupy kontrolnej oraz dzieci w poszczególnych podgrupach osiągnęły porównywalne do siebie rezultaty. Wyniki przedstawia **tabela 24.** i **rycina 24.**

Tabela 24. Porównanie wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) oraz grupą kontrolną (k)

Zaciśnięcie ręki [kg]	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia±SD	14±4,01	15,88±5,49	15,82±5,22	16,05±4,74	0,334 NP
mediana	14	15,5	16	15	
kwartyle	12-15	12-20	12-18	13-19	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 24. Rozkład wyników uzyskanych w teście zaciśnięcia ręki w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej

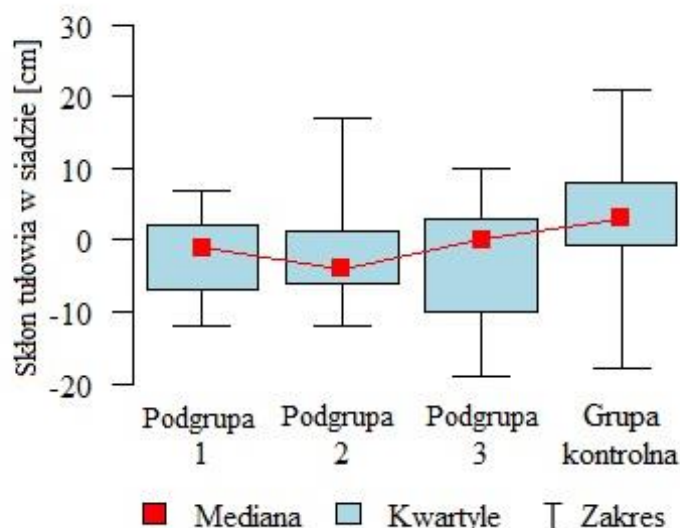
4.10.4 Gibkość – skłon tułowia w siadzie

Analiza porównawcza wyników uzyskanych w teście skłonu tułowia w siadzie dzieci bez wad refrakcji osiągnęły istotnie lepsze rezultaty ($2,53 \pm 7,43$ cm) w odniesieniu do dzieci z podgrup 1, 2, 3 ($p = 0,004$), w których uzyskały odpowiednio $-2,24 (\pm 5,58)$ cm; $-2,08 (\pm 6,43)$ cm; $-2,18 (\pm 7,74)$ cm. W wynikach pomiędzy podgrupami 1, 2, 3 nie odnotowano istotnych statystycznie zależności. Uzyskane wyniki przedstawia **tabela 25.** i **rycina 25.**

Tabela 25. Porównanie wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)

Skłon tułowia w siadzie [cm]	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	p *
średnia±SD	-2,24±5,58	-2,08±6,43	-2,18±7,74	2,53±7,43	0,004 P k>2,3,1
mediana	-1	-4	0	3	
kwartyle	-7-2	-6-1,25	-10-3	-0,75-8	

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA post-hoc (test LSD Fishera)



Rycina 25. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej

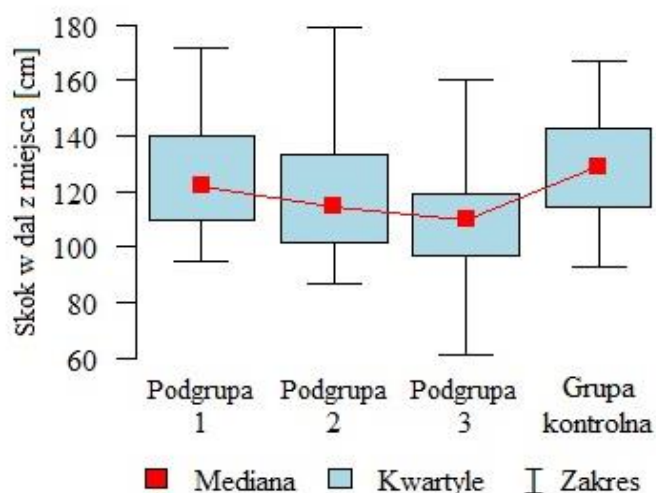
4.10.5 Siła eksplozywna – skok w dal z miejsca

Wyniki uzyskane w próbie sprawnościowej skok w dal z miejsca poddano analizie, która wykazała istotność statystyczną ($p = 0,014$) w przypadku rezultatów otrzymanych przez dzieci z podgrupy 3 ($110,35 \pm 25,36$ cm), a wynikami z uzyskanymi przez dzieci z grupy kontrolnej ($128,9 \pm 18,22$ cm) i podgrupy 1 ($124,43 \pm 20,99$ cm). Nie wykazano innych istotnych statystycznie różnic w badanych grupach. Wyniki przedstawia **tabela 26.** i **rycina 26.**

Tabela 26. Porównanie wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)

Skok w dal z miejsca [cm]	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	p^*
średnia $\pm$ SD	124,43 $\pm$ 20,99	121,04 $\pm$ 24,25	110,35 $\pm$ 25,36	128,9 $\pm$ 18,22	0,014 P k,1>3
mediana	122	114,5	110	129	
kwartyle	110-140	101,75-133	97-119	114,5-142,75	

* P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera)



Rycina 26. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej

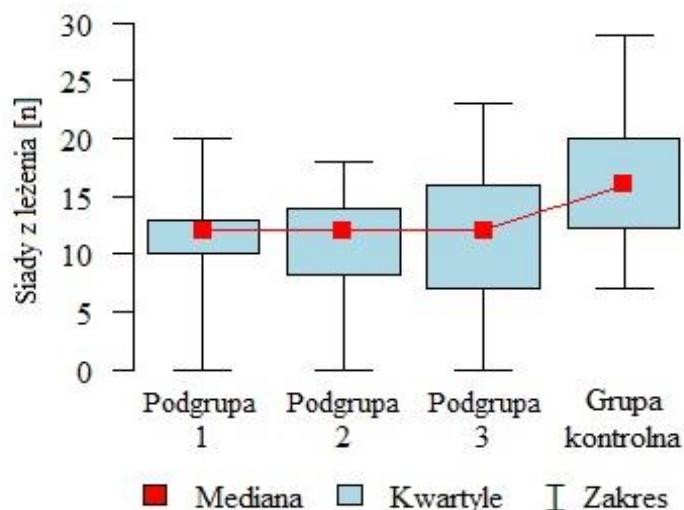
4.10.6 Siła tułowia – siady z leżenia

W teście siady z leżenia dzieci z grupy kontrolnej uzyskały istotnie lepsze wyniki ($p < 0,001$) w porównaniu z pozostałymi podgrupami 1, 2, 3, które pomiędzy sobą nie różniły się statystycznie. Wyniki we wszystkich podgrupach w tym teście były do siebie zbliżone i wynosiły odpowiednio: 11,29 ($\pm 4,35$) powtórzeń; 10,71 ($\pm 5,88$) powtórzeń; 11,59 ($\pm 6,81$) powtórzeń. Dzieci z grupy kontrolnej potrzebowały średnio 16,35 ($\pm 4,89$) powtórzeń, aby wykonać zadanie. Wyniki przedstawia **tabela 27.** i **rycina 27.**

Tabela 27. Porównanie wyników uzyskanych w teście siady z leżenia między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)

Siady z leżenia [n]	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	p *
średnia $\pm$ SD	11,29 $\pm$ 4,35	10,71 $\pm$ 5,88	11,59 $\pm$ 6,81	16,35 $\pm$ 4,89	<0,001 NP k>3,1,2
mediana	12	12	12	16	
kwartyle	10-13	8,25-14	7-16	12,25-20	

*NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 27. Rozkład wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej

4.11 Poziom sprawności motorycznej w zależności o czasu wdrożenia okularów – wartości punktowe

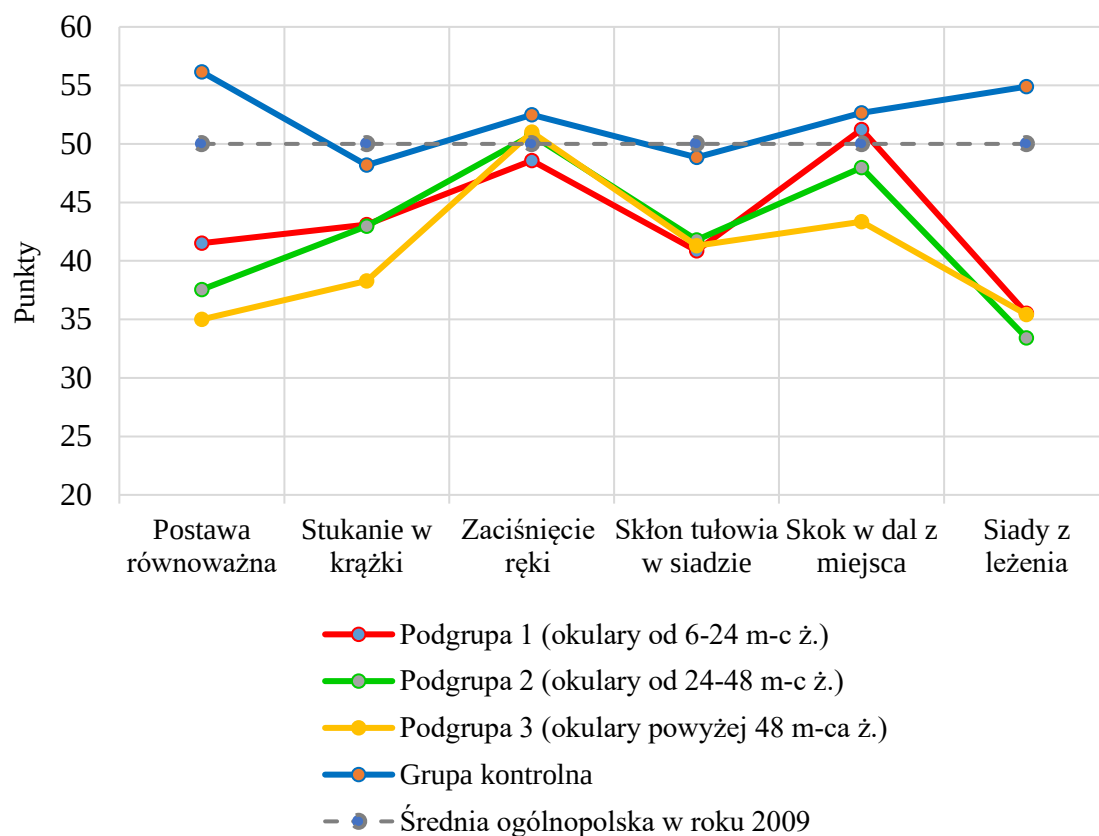
Analiza wyników wyrażonych w punktach wykazała, że w testach: równowagi ($p < 0,001$), skłonu tułowia w siadzie ($p = 0,002$) oraz siadach z leżenia ($p < 0,001$), dzieci z grupy kontrolnej uzyskały istotnie wyższe wyniki, w porównaniu z podgrupami 1, 2, 3. W próbie stukanie w krążki wykazano istotność statystyczną ($p < 0,001$) zarówno w przypadku wyników uzyskanych w grupie kontrolnej w porównaniu z pozostałymi podgrupami, jak i pomiędzy wynikami uzyskanymi przez dzieci z podgrupy 1 i 2, a rezultatem osiągniętym przez dzieci w podgrupie 3. Zaobserwowano również znamienne wyższe wyniki w próbie skok w dal z miejsca ($p = 0,002$) uzyskane przez dzieci bez wad refrakcji w odniesieniu do wyników z podgrupy 2 i 3 oraz pomiędzy podgrupą 1, a podgrupą 3, na korzyść dzieci, u których okulary zostały zastosowane najszybciej. Nie stwierdzono innych istotnych zależności występujących pomiędzy badanymi grupami. Szczegółowe dane przedstawia **tabela 28**.

Średnie standaryzowanych wyników dla poszczególnych prób motorycznych, uzyskane w podgrupach 1, 2 i 3 oraz grupie kontrolnej przedstawiono graficznie na **rycinie 28**. Przerywana szara linia na wykresie to średni wynik (50 pkt.) zanotowany w roku 2009 wśród populacji polskich dzieci.

Tabela 28. Porównanie wyników (średnia $\pm$ SD) uzyskanych w testach sprawności motorycznej między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)

Rodzaj testu	Podgrupa 1 (n=21)	Podgrupa 2 (n=24)	Podgrupa 3 (n=17)	Grupa kontrolna (n=62)	<i>p</i> *
Postawa równoważna	41,52 $\pm$ 12,32	37,54 $\pm$ 17,52	35 $\pm$ 21,14	56,15 $\pm$ 6,76	<0,001 NP k>1,2,3
Stukanie w krążki	43,1 $\pm$ 6,07	42,96 $\pm$ 7,1	38,29 $\pm$ 6,24	48,18 $\pm$ 7,79	<0,001 P k>1,2,3 1,2>3
Zaciśnięcie ręki	48,57 $\pm$ 9,26	50,75 $\pm$ 8,79	51 $\pm$ 6,48	52,5 $\pm$ 7,86	0,518 NP
Skłon tułowia w siadzie	40,86 $\pm$ 8,68	41,79 $\pm$ 9,93	41,29 $\pm$ 11,29	48,84 $\pm$ 11,09	0,002 P k>2,3,1
Skok w dal z miejsca	51,24 $\pm$ 10,73	47,96 $\pm$ 9,26	43,35 $\pm$ 11,55	52,65 $\pm$ 8,06	0,002 P k>2,3 1>3
Siady z leżenia	35,52 $\pm$ 7,74	33,42 $\pm$ 12,51	35,41 $\pm$ 12,28	45,9 $\pm$ 8,61	<0,001 NP k>1,3,2

*P – rozkład normalny w grupach, ANOVA, analiza post-hoc (test LSD Fishera); NP – brak normalności rozkładu w grupach, test Kruskala-Wallisa, analiza post-hoc (test Dunna)



Rycina 28. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku

5. Dyskusja

Podstawowym celem widzenia jest zapewnienie wyraźnego, stabilnego i pojedynczego postrzegania świata, umożliwiającego jak najbardziej efektywną interakcję ze środowiskiem zewnętrznym. W pierwszych latach życia dzieci są narażone na wystąpienie nieprawidłowości podczas rozwoju narządu wzroku. Nadwzroczność jest wadą refrakcji występującą w wieku rozwojowym, a nieskorygowana o średnim lub znacznym stopniu może przyczynić się do rozwoju zezów lub/i niedowidzenia [90]. Dojrzewający OUN musi rozwiązać powstające problemy takie jak podwójne widzenie czy rozbieżne informacje docierające z tego samego kierunku patrzenia, co w ostateczności może spowodować trwałą utratę widzenia obuocznego, w tym stereopsji [59,91]. Z uwagi na złożoność kliniczną problemu w literaturze pojawia się coraz więcej badań oceniających wpływ nieprawidłowych doświadczeń wzrokowych na rozwój psychomotoryczny dzieci [92]. Zdolność widzenia oprócz eksploracji otaczającego środowiska, również jest ściśle związana z rozwojem motorycznym, poznawczym oraz społecznym dziecka [93,94]. Dbanie o odpowiedni poziom sprawności motorycznej jest ważne z punktu widzenia utrzymania dobrego stanu zdrowia oraz jakości życia. Znaczna liczba doniesień naukowych podkreśla znaczenie aktywności fizycznej jako czynnika determinującego zdrowie dzieci i młodzieży, na co zwraca uwagę wielu badaczy [6,7,29].

Celem niniejszej pracy była ocena poziomu sprawności motorycznej dzieci leczonych z powodu nadwzroczności w porównaniu z dobrze widzącymi rówieśnikami. Ocenie poddano również wpływ zezów, niedowidzenia i widzenia obuocznego na poziom sprawności motorycznej badanych dzieci oraz czas włączenia korekcji okularami na poszczególne zdolności motoryczne. Ponadto uzyskano dane dotyczące codziennej aktywności fizycznej podejmowanej przez dzieci uczestniczące w badaniu.

Dostępne piśmiennictwo wskazuje, że dzieci z wadami wzroku są mniej aktywne fizycznie niż ich zdrowi rówieśnicy. Podkreślane jest również zwiększanie się zachowań związanych z siedzącym trybem życia, co przekłada się na ograniczenie aktywności fizycznej, a tym samym obniżenie poziomu sprawności motorycznej [14,95,96]. Aktualne wytyczne dotyczące aktywności fizycznej, rekomendowane przez WHO, zalecają codziennie co najmniej 60 min ćwiczeń o umiarkowanej i dużej intensywności, aby odnieść wymierne korzyści zdrowotne [8].

Wyniki niniejszej pracy dotyczące aktywności fizycznej wykazały, że główną

formą codziennej AF były zajęcia wychowania fizycznego w szkole. Uwagę zwraca fakt, że dzieci z grupy badanej znamienne rzadziej uczestniczyły w zajęciach dodatkowych w porównaniu z dobrze widzącymi rówieśnikami. Związek pomiędzy poziomem sprawności motorycznej, a uczestnictwem w zorganizowanych zajęciach sportowych podkreśla w swojej pracy Okely i wsp., sugerując, że regularny udział w zajęciach zorganizowanych związanych z aktywnością fizyczną, może być ważnym sposobem rozwijania i kształtowania podstawowych umiejętności ruchowych [97]. Zachęcanie do aktywności ruchowej w czasie wolnym, powinno być również nieodłącznym elementem towarzyszącym każdej osobie w wieku rozwojowym.

Z odpowiedzi uzyskanych w ankiecie dotyczącej aktywności fizycznej wynika, że ponad połowa dzieci z grupy badanej na zajęciach wychowania fizycznego ćwiczy bez okularów. Wynika to prawdopodobnie z faktu podejmowania przez szkoły środków ostrożności związanych z minimalizowaniem ryzyka uszkodzeń okularów i urazów w obrębie oka i oczodołu podczas ćwiczeń fizycznych. Korekcja okularami lub soczewkami ma na celu odciążenie struktur oka od wytężonej pracy, aby uzyskać wyraźny obraz [68] oraz umożliwić swobodne podejmowanie aktywności sportowej. Środowisko lekarzy okulistów i optometrystów zaleca używanie okularów sportowych lub soczewek w trakcie podejmowania różnych form zajęć ruchowych. Prawidłowe przetwarzanie wrażeń wzrokowych podczas aktywności sportowych daje dziecku większe poczucie pewności i bezpieczeństwa oraz możliwość czerpania satysfakcji z ćwiczeń i gier zespołowych [98].

Rosnąca liczba badań wskazuje, że nieprawidłowe bodźce wzrokowe we wczesnym dzieciństwie mają wpływ na poziom sprawności motorycznej i rozwój ruchowy dziecka [17,63,64,99]. Atkinson i wsp. wykazali, że występowanie nadwzroczności powyżej 3,5 D w pierwszych latach życia związane jest z deficytami w rozwoju koordynacji wzrokowo-ruchowej, w porównaniu z rówieśnikami bez wad refrakcji [100]. Podobne wyniki uzyskała Roch-Levecq wraz z zespołem, która badała dzieci w wieku przedszkolnym 3-5 lat z nieskorygowaną nadwzrocznością powyżej 4 D oraz grupę kontrolną. Oceniano wpływ 6-tygodniowej korekcji okularowej na koordynację wzrokowo-ruchową, po której odnotowano istotną poprawę [101].

Biorąc pod uwagę rezultaty uzyskane w niniejszej pracy, dotyczące oceny poziomu sprawności motorycznej dzieci z nadwzrocznością, można zaobserwować, że są one zgodne z wynikami innych autorów, którzy badali zależności między rozwojem widzenia, a rozwojem motorycznym [94,102,103]. Sprawność motoryczną oceniano przy

pomocy wybranych prób sprawnościowych, a analiza porównawcza uzyskanych wyników wskazuje, że poziom zdolności motorycznych dzieci z nadwzrocznością jest istotnie niższy w odniesieniu do dzieci bez wad refrakcji. Tylko w teście „zaciśnięcie ręki” oceniającym siłę statyczną mięśni kończyny górnej, nie wykazano znamiennej różnicy pomiędzy grupami.

Nadwzroczności często towarzyszy niedowidzenie i/lub zez, które mogą zaburzać prawidłowe widzenia obuoczne [84]. Wpływ powyższych zaburzeń na rozwój motoryczny i nabywanie umiejętności ruchowych przez dzieci, nie został w pełni zbadany. W codziennie wykonywanych czynnościach wizualna informacja zwrotna dostarcza wielu ważnych danych. Pomaga w lokalizowaniu przedmiotów w przestrzeni, sygnalizuje o pojawiających się przeszkodach czy błędach w działaniu i pozwala na bieżąco je korygować. Jest to szczególnie widoczne w zadaniach ukierunkowanych na cel [15]. Ocena dzieci pomiędzy 5-13 rokiem życia w zakresie precyzji w zadaniach manualnych przeprowadzona przez Alramis i wsp. wykazała, że na sprawność tych umiejętności wpływa zarówno wiek, jak i warunki wzrokowe (widzenie jednooczne vs widzenie obuoczne) [104]. Webber i wsp. również zaobserwowali deficyty w zadaniach zręcznościowych u dzieci z niedowidzeniem. Zauważyli, że obecność niedowidzenia ze współistniejącym zezem wpływają znacząco na czynności ruchowe, które wymagają szybkości i dokładności [105].

W przeprowadzonych badaniach oceniano szybkość ruchów kończyny górnej, która zaliczana jest do zdolności koordynacyjnych o podłożu energetycznym. Do pomiarów wykorzystana została próba „stukanie w krążki” z testu EUROFIT. Badacze wskazują na dynamiczny rozwój tej cechy między 7-12 rokiem życia [106] oraz podkreślają, że jej rozwój ma związek z dojrzewaniem OUN i przewodnictwa nerwowo-mięśniowego [1,106]. Porównanie wyników pomiędzy grupami badaną i kontrolną ujawniło istotną różnicę w wynikach, na korzyść dzieci bez wad refrakcji, co potwierdzają obserwacje innych badaczy, natomiast przy próbie określenia wpływu niedowidzenia i/lub zez na wyniki uzyskane w tej próbie, nie wykazano znamienych różnic pomiędzy wyodrębnionymi podgrupami (A i B). U dzieci w obu podgrupach nie stwierdzono widzenia obuocznego, które Suttle i wsp. oraz Grant i wsp. w swoich badaniach uznali za główny czynnik wpływający na lepsze wyniki w zadaniach wymagających sprawnej koordynacji wzrokowo-ruchowej. Ustalili również, że pacjenci dostosowują strategie ruchowe, aby wykonać zadanie z większą dokładnością i precyzją, jednak często znacznie wolniej. Ponadto sugerują, że działania kompensacyjne

mogą zmieniać się wraz z wiekiem: młodsze dzieci (4-7 lat) polegają bardziej na wizualnej informacji zwrotnej, aby wykonać ruch, podczas gdy starsze dzieci (7-9 lat) skupiają się bardziej na dotykowej informacji zwrotnej, aby wykonać chwyt [14,99]. Jak wykazali Niechwiej-Szwedo i wsp. w czynnościach związanych z kontrolą wzrokowo-ruchową mechanizmy kompensacyjne są wykorzystywane przez pacjentów niezależnie od etiologii niedowidzenia, a także w grupie dorosłych z zezem bez niedowidzenia [107,108].

W dostępnych badaniach coraz częściej podkreśla się, że dzieci u których zachowany jest minimalny poziom widzenia obuocznego osiągają istotnie lepsze wyniki w testach motorycznych, w porównaniu do dzieci bez zachowanej funkcji widzenia obuocznego [87,92,109]. Jak zaobserwowali w niedawno przeprowadzonym badaniu Kelly i wsp. obecność niedowidzenia i związany z nim ubytek widzenia obuocznego są związane z występowaniem deficytów w czynnościach wymagających zręczności manualnej [84]. W badaniach Hemptinne i wsp. wyniki w zadaniach oceniających sprawność manualną w przeciwieństwie do innych autorów nie były istotnie skorelowane z obecnością widzenia obuocznego. Najprawdopodobniej wynikało to różnicy zastosowanych narzędzi badawczych [17].

W przedstawionej pracy zbadano wpływ widzenia obuocznego na poziom sprawności motorycznej dzieci z nadwzrocznością. W tym celu z grupy badanej wyodrębniono dwie podgrupy: C – z obecnym widzeniem obuocznym, D – bez widzenia obuocznego oraz porównano je pomiędzy sobą i z grupą dzieci bez wad refrakcji. Zauważono, że informacje obuoczne mogą przyczynić się do lepszych wyników uzyskanych przez dzieci z podgrupy C w teście oceniającym gibkość oraz w skoku w dal z miejsca, w porównaniu do dzieci z podgrupy D. W przypadku próby oceniającej szybkość ruchów kończyny górnej wynik bezwzględny (w sekundach) był istotnie lepszy wśród dzieci bez widzenia obuocznego (podgrupa D) w porównaniu z podgrupą C. Natomiast po szczegółowej analizie wyników standaryzowanych (po przekształceniu wyrażonych w punktach) nie stwierdzono znamiennej statystycznie zależności z rezultatem dzieci z podgrupy C. Można to wytłumaczyć wpływem wieku, który został zniesiony po przekształceniu wyników.

W literaturze można znaleźć niewiele doniesień na temat wpływu niedowidzenia i/lub zezu na sprawność motoryczną dzieci i ich codzienne funkcjonowanie. Webber i wsp. zbadali dzieci z niedowidzeniem o różnej etiologii oceniając zręczność manualną, szybkość i dokładność wykonywanych zadań. Stwierdzili, że grupa badanych dzieci

uzyskała znacznie niższe wyniki w większości testów w porównaniu do dzieci z grupy kontrolnej bez deficytów wzroku [105]. Kelly i wsp. przebadali grupę 143 dzieci w wieku 3-13 lat z obecnym zezem i/lub różnowzrocznością, bez lub z niedowidzeniem. Wykazali, że dzieci z obecnością zaburzeń w obrębie narządu wzroku były 3-6 razy bardziej narażone na ryzyko wystąpienia nieprawidłowości w rozwoju zdolności motorycznych w odniesieniu do grupy kontrolnej. Zaobserwowali również, że dzieci z towarzyszącym niedowidzeniem uzyskały niższe wyniki w zakresie czynności manualnych, rzucania i łapania oraz równowagi, natomiast dzieci bez niedowidzenia prezentowały deficyty tylko w zadaniach sprawności manualnej. Ponadto ustalili, że dzieci z początkiem choroby poniżej 12 miesiąca życia, zezem w wywiadzie i ubytkiem widzenia obuocznego odznaczały się gorszymi wynikami w zadaniach związanych z rzucaniem, łapaniem i równowagą [84]. Hemptinne i wsp. badali poziom zdolności motorycznych dzieci w wieku od 3-12 lat z obecnym zezem. Wykazali, że brak widzenia obuocznego związany jest z gorszymi wynikami w testach oceniających równowagę statyczną oraz zdolność łapania. Ustalili również, że rodzaj zezu oraz wielkość kąta odchylenia nie były istotnie skorelowane z występowaniem deficytów w zakresie badanych zdolności motorycznych [17].

Obserwacja wyników badań przeprowadzonych w niniejszej pracy wskazuje, że dzieci z niedowidzeniem i zezem (bez widzenia obuocznego) tylko w próbie oceniającej siłę statyczną okazały się istotnie lepsze w porównaniu do dzieci z samym zezem (bez widzenia obuocznego). W pozostałych testach obie podgrupy (A i B) uzyskały istotnie niższe wyniki w porównaniu z grupą kontrolną, jedynie w skoku w dal nie wykazano znamiennej różnicy w uzyskanych rezultatach w porównaniu do dzieci z podgrupy B. Skok w dal z miejsca ocenia siłę eksplozywną, która jest uważana za jeden z ważniejszych wskaźników zdrowia, a jej pomiary są zalecane również w celu wykrycia potencjalnych problemów zdrowotnych w późniejszych latach życia [110].

Dostępne piśmiennictwo wskazuje, że nieprawidłowe bodźce wzrokowe podczas rozwoju mają wpływ na kontrolę stabilności postawy u dzieci [111]. Utrzymanie stabilności postawy podczas stania lub lokomocji ma ogromne znaczenie w codziennym funkcjonowaniu. Wzrok, bodźce przedsionkowe i proprioreceptory dostarczają informacje o pozycji ciała w przestrzeni [112]. Badanie przeprowadzone przez Zipori i wsp. miało na celu ocenę równowagi o różnym stopniu trudności u dzieci i młodzieży z niedowidzeniem i z zezem bez niedowidzenia w porównaniu z grupą kontrolną. Na podstawie otrzymanych wyników zaobserwowano, że wynik ogólny był istotnie niższy

w grupie dzieci z niedowidzeniem i zezem w porównaniu z grupą kontrolną. Szczegółowa analiza ujawniła deficyty w zadaniach, w których podstawa podparcia była wąska, a oczy zamknięte, co może oznaczać, że badana grupa dzieci nie wykorzystywała mechanizmów kompensacyjnych do utrzymania stabilności postawy i/lub innych systemów sensorycznych, w tym propriocepcji oraz informacji przedsionkowych [86]. Badanie Dickmanna i wsp. dotyczyło związku występowania zeza z równowagą u pacjentów w różnych przedziałach wiekowych: dzieci, młodzież, dorośli. Do oceny zastosowano platformę stabilometryczną, a wyniki ujawniły, że tylko grupa dzieci różniła się od dopasowanej wiekowo grupy kontrolnej [113]. Kilku innych autorów również wykazało, że dzieci, u których występuje zez charakteryzują się większą powierzchnią, prędkością czy długością ścieżki CoP (*ang. center of pressure*, środek nacisku stóp) podczas oceny na platformie stabilometrycznej w porównaniu do dzieci z prawidłowym narządem wzroku [114-116].

Z przeprowadzonych badań wynika, że zdolność utrzymania równowagi odznacza się znamienne niskim poziomem wśród dzieci z nadwzrocznością, w odniesieniu do dzieci z grupy kontrolnej, co znajduje potwierdzenie we wcześniej przytoczonych badaniach. Zgromadzone dane wskazują również, że nawet grupa dzieci z zachowaną funkcją widzenia obuocznego nie uzyskiwała wyniku porównywalnego do rezultatów dzieci bez wad refrakcji. Kontrola utrzymania równowagi rozwija się w pierwszych latach życia dziecka i jest uzależniona od prawidłowego współdziałania trzech systemów: wzrokowego, przedsionkowego i proprioceptywnego. W pierwszych latach życia dziecka informacje wzrokowe wydają się dominować, a z wiekiem zwiększa się przewaga układów proprioceptywnego i przedsionkowego, dlatego uważa się, że prawidłowy rozwój układu wzrokowego jest kluczowy dla rozwoju zdolności utrzymania równowagi [24].

W literaturze brakuje doniesień dotyczących efektu korekcji okularami wad refrakcji na sprawność motoryczną dzieci. Podkreśla się głównie fakt, że trudno jest oszacować rzeczywisty czas noszenia okularów przez dzieci. Prawidłowa korekcja wad wzroku u niemowląt i dzieci odgrywa ważną rolę w profilaktyce zeza i niedowidzenia, co zasadniczo wpływa na rozwój widzenia obuocznego. Stałe noszenie okularów jest istotne w przypadku średniej i wysokiej nadwzroczności ($\geq 3D$), a szczególnie u dzieci z tendencją do zeza zbieżnego bez korekcji [117]. W niniejszej pracy podjęto się próby oszacowania, na ile czas wdrożenia korekcji okularowej wpłynął na poziom sprawności motorycznej badanych dzieci. Przeprowadzona analiza pozwoliła stwierdzić, że dzieci,

u których najszybciej zastosowano korekcję okularową uzyskały lepsze wyniki w próbie „stukanie w krążki” i w skoku w dal z miejsca. Jedyne testy, w których nie zaobserwowano istotnych zależności pomiędzy badanymi grupami to „zaciśnięcie ręki” – odzwierciedlający siłę statyczną mięśni kończyny górnej.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące poziomu sprawności motorycznej dzieci z nadwzrocznością. Jest to jedno z pierwszych badań przeprowadzonych wśród populacji polskich dzieci. W dostępnym piśmiennictwie istnieje ograniczona liczba doniesień opisujących wpływ nieprawidłowych doświadczeń wzrokowych na codzienne funkcjonowanie dzieci. W związku z różnicami w zastosowanych narzędziach badawczych oraz niejednorodnych grupach badanych osób trudno porównać uzyskane wyniki z innymi pracami. Jednak przedstawione dane pozwalają stwierdzić, że istnieje potrzeba monitorowania poziomu sprawności ruchowej w tej grupie pacjentów. Identyfikacja problemów w obszarze funkcjonowania motorycznego może ułatwić przygotowanie optymalnej interwencji, zapewniającej dziecku prawidłowy rozwój ruchowy, emocjonalny i społeczny.

Jednym z ograniczeń pracy jest jej przekrojowy charakter, który skupiał się przede wszystkim na ocenie różnic pomiędzy badanymi grupami. W świetle obecnego stanu wiedzy istnieje potrzeba przeprowadzenia długoterminowych badań kohortowych, które umożliwiają monitorowanie poziomu sprawności motorycznej dzieci z wadami wzroku w przebiegu ich rozwoju osobniczego. Innym ograniczeniem niniejszej rozprawy jest zróżnicowana grupa pacjentów pod względem towarzyszących nadwzroczności zaburzeń narządu wzroku (zez, niedowidzenie, widzenie obuocne), które współistnieją ze sobą w różnym stopniu, co mogło utrudniać ustalenie wpływu każdego z nich na sprawność motoryczną dzieci. Konieczne jest przeprowadzenie większej liczby dobrze zaplanowanych i zaprojektowanych badań dotyczących tego zagadnienia. Kolejnym ograniczeniem pracy może być fakt, że dane zebrane w formie ankiety lub wywiadu, mogły nie być rzetelne. W związku ze stosunkowo niewielką liczbą badanych osób nie zdecydowano się na podział grup ze względu na wiek i płeć. Również nie uwzględniono warunków socjoekonomicznych, które mogły mieć wpływ na rodzaj wybieranych aktywności przez dzieci.

Warto podkreślić, że przedstawiona praca dotyczy tematyki do tej pory nie poruszanej w dziedzinie fizjoterapii, a zaprezentowane wyniki mogą stanowić wstępne dane do szerszej analizy podjętego problemu.

6. Wnioski

1. Nadwzroczność (również skorygowana), zez, niedowidzenie oraz brak widzenia obuocznego przyczyniają się do obniżenia poziomu sprawności motorycznej dzieci.
2. Przedstawione wyniki badań wskazują na potrzebę wdrożenia działań mających na celu zwiększenie udziału dzieci z wadami wzroku w zajęciach ruchowych. Wskazana jest również edukacja rodziców i nauczycieli w zakresie korygowania nadwzroczności okularami sportowymi lub soczewkami kontaktowymi podczas zajęć sportowych.
3. Wczesne wykrywanie i korygowanie nadwzroczności poprawia sprawność motoryczną dzieci.

7. Streszczenie

Zagadnienia dotyczące sprawności motorycznej dzieci i młodzieży stanowią ważny obszar badań. Aktywność fizyczna jest niezbędna do nabywania i doskonalenia najpierw podstawowych, potem bardziej złożonych i precyzyjnych umiejętności ruchowych, które determinują prawidłowy rozwój psychomotoryczny dziecka. Wysoki poziom sprawności motorycznej w dzieciństwie sprzyja pozytywnym trajektoriom zdrowia oraz wpływa na wybór aktywnego stylu życia w późniejszych latach. Opanowanie fundamentalnych umiejętności ruchowych umożliwia swobodę w poruszaniu się i interakcję ze środowiskiem zewnętrznym. Prawidłowy rozwój ruchowy, poznawczy i społeczny we wczesnym dzieciństwie uzależniony jest od wielu czynników. Jednym z nich jest sprawnie funkcjonujący zmysł wzroku, którego rozwój jest uzależniony od odpowiedniej stymulacji wzrokowej, aby zapewnić prawidłowe widzenie obuocne. Możliwość wyraźnego i pojedynczego postrzegania otaczającego świata jest bardzo ważne w wykonywaniu codziennych czynności, podejmowaniu aktywności fizycznej, nauce czy relacjach społecznych. W piśmiennictwie podkreśla się fakt, że wystąpienie czynnika zakłócającego wzrost i dojrzewanie układu wzrokowego może prowadzić do zaburzeń w innych obszarach rozwoju dziecka. Obecność nieskorygowanej nadwzroczności może skutkować rozwojem zezu (nieprawidłowego ustawienia gałek ocznych) lub/i niedowidzenia (zaburzenia, w którym ostrość wzroku jednego oka jest obniżona bez organicznej przyczyny). Dostępne badania wskazują na występowanie deficytów ruchowych wśród dzieci z wadami wzroku, jednak obejmowały populacje w różnych przedziałach wiekowych i różniły się metodologią pomiędzy sobą, co skutkuje brakiem jednoznacznych wyników oraz zaleceń.

Głównym celem pracy była ocena sprawności motorycznej dzieci ze skorygowaną nadwzrocznością powyżej 4 dioptrii i towarzyszącymi jej zaburzeniami narządu wzroku w porównaniu z grupą rówieśników bez wady refrakcji. Uzyskano również dane dotyczące codziennej aktywności fizycznej podejmowanej przez dzieci uczestniczące w badaniu. Podjęto także próbę odpowiedzi na pytanie na ile czas wdrożenia korekcji okularowej wpływa na zdolności motoryczne dzieci w badanych grupach.

W badaniach brało udział 124 dzieci w wieku 7-12 lat. Dzieci do grupy badanej ($n = 62$) były kwalifikowane w Poradni Okulistycznej Dziecięcej i Zezowej Szpitala Klinicznego Przemienienia Pańskiego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Średnia wieku dzieci w tej grupie wynosiła $8,94 (\pm 1,56)$

lat, odsetek dziewcząt stanowił 59,68% (37/62) oraz chłopców 40,32% (25/62). Rekrutację uczestników do grupy kontrolnej ($n = 62$) przeprowadzono w wybranych trzech szkołach podstawowych z Poznania i okolic za zgodą dyrektorów placówek oraz rodziców (opiekunów) dzieci. Średnia wieku dzieci w grupie kontrolnej wynosiła 8,9 ($\pm 1,69$) lat, dziewczęta w tej grupie stanowiły 56,45% (35/62), odsetek chłopców wynosił 43,55% (27/62).

Badania zostały przeprowadzone w okresie od października 2013r. do grudnia 2017r. Ocenę sprawności motorycznej dzieci zakwalifikowanych do grupy badanej przeprowadzono w Katedrze Okulistyki i Klinice Okulistycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. W przypadku dzieci z grupy odniesienia, badania odbyły się na terenie wybranych szkół. U wszystkich badanych dzieci została przeprowadzona ocena narządu wzroku (w grupie badanej – pełne badanie okulistyczne, strabologiczne i ocena widzenia obuocznego, w grupie kontrolnej – ocena ostrości wzroku, ustawienia gałek ocznych oraz widzenia obuocznego). W trakcie oceny fizjoterapeutycznej dokonano podstawowych pomiarów antropometrycznych (wysokość i masa ciała, wskaźnik BMI), zebrano informacje w formie ankiety o codziennej aktywności fizycznej badanych dzieci oraz przeprowadzono sześć prób sprawnościowych wybranych z powszechnie stosowanego do oceny poziomu sprawności motorycznej Europejskiego Testu Sprawności Fizycznej (EUROFIT). Wyniki uzyskane w poszczególnych testach motorycznych zostały przedstawione w jednostkach miar oraz jako wartości znormalizowane (przeliczone na punkty).

Wszystkie obliczenia statystyczne zostały wykonane w programie R, wersja 3.5.1. W analizie statystycznej przyjęto poziom istotności 0,05.

W analizie nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami w zakresie zmierzonych cech antropometrycznych. Z przeprowadzonych badań wynika, że dzieci z grupy badanej wykazały znamienne mniejsze zainteresowanie różnymi formami aktywności fizycznej i rzadziej uczestniczyły w dodatkowych zajęciach ruchowych, w porównaniu do dzieci z grupy kontrolnej. Na podstawie wyników uzyskanych w testach sprawnościowych stwierdzono, że dzieci z nadwzrocznością charakteryzują się niższym poziomem sprawności motorycznej w odniesieniu do grupy odniesienia. Jedynie w próbie zaciskania ręki, która ocenia siłę statyczną kończyny górnej nie wykazano znamiennej różnicy pomiędzy grupami. U dzieci z niedowidzeniem i zezem oraz z zezem bez niedowidzenia zaobserwowano zbliżone

wyniki w większości wykonanych testów. Znamienne istotną różnicę wykazano w próbie zaciśnięcia ręki na korzyść grupy z niedowidzeniem i zezem. Grupa z widzeniem obuocznym uzyskała istotnie lepszy wynik w teście gibkości, ale nieznacznie gorszy w teście oceniającym szybkość kończyny górnej - stukanie w krążki. W pracy wykazano, że lepsze wyniki w teście skoku w dal i stukania w krążki osiągnęły dzieci, u których korekcja okularowa została wdrożona najszybciej.

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki można sformułować wniosek, że nadwzroczność (również skorygowana), zez, niedowidzenie oraz brak widzenia obuocznego przyczyniają się do obniżenia poziomu sprawności motorycznej dzieci. Istnieje potrzeba wdrożenia działań mających na celu zwiększenie udziału dzieci z wadami wzroku w zajęciach ruchowych. Wskazana jest edukacja rodziców i nauczycieli w zakresie korygowania nadwzroczności okularami sportowymi lub soczewkami kontaktowymi podczas zajęć sportowych. Wczesne wykrywanie i korygowanie nadwzroczności poprawia sprawność motoryczną dzieci.

8. Summary

The issues related to the motor skills of children and adolescents constitute an important area of research. Physical activity is necessary to acquire and improve first the basic, then more complex and precise motor skills that determine the proper psychomotor development of a child. A high level of motor fitness in childhood is conducive to positive health prospects and influences the choice of an active lifestyle in later years. Mastering fundamental motor skills enables freedom of movement and interaction with the surrounding environment. Proper motor, cognitive and social development in early childhood depends on many factors. One of them is a well-functioning sense of sight, the development of which depends on appropriate visual stimulation to ensure correct binocular vision. The possibility of a clear and single perception of the surrounding world is very important in daily activities, physical activity, learning or social relationships. Professional literature emphasizes the fact that the occurrence of a factor that interferes with the growth and maturation of the visual system may lead to disorders in other areas of the child's development. Uncorrected hyperopia can result in the development of strabismus (misalignment of the eyeballs) and/or amblyopia (a disorder in which the visual acuity of one eye is reduced for no organic cause). The available studies indicate the presence of motor deficits among children with visual impairments, but they covered populations in various age groups and differed in methodology among themselves, leading to the ambiguous and without guidelines.

The main aim of the study was to evaluate the motor performance of children with corrected hyperopia above 4 diopters and accompanying visual disturbances in comparison with the group of peers without refractive error. Data on the daily physical activity undertaken by the children participating in the study was also obtained. An attempt was also made to answer the question to what extent the implementation time of the vision correction affects the motor skills of children in the studied groups.

124 children aged 7-12 participated in the study. Children in the study group ($n = 62$) were qualified in Pediatric Ophthalmology Outpatient Clinic of Przemienienie Pańskie Clinical Hospital, Poznań University of Medical Sciences, The mean age of children in this group was $8.94 (\pm 1.56)$ years, the percentage of girls was 59.68% (37/62) and boys 40.32% (25/62). Recruitment of participants to the control group ($n = 62$) was

carried out in three selected primary schools in Poznań and the surrounding area with the consent of the directors of the institutions and the parents (guardians) of the children. The mean age of children in the control group was 8.9 ($\pm$ 1.69) years, girls in this group accounted for 56.45% (35/62), the percentage of boys was 43.55% (27/62).

The research was conducted between October 2013 and December 2017. The motor efficiency of children qualified for the study group was assessed at the Department of Ophthalmology Clinic of Przemienienie Pańskie Clinical Hospital, Poznań University of Medical Sciences. In the case of children from the reference group, the research was carried out in selected schools. The eyesight was assessed in all examined children (in the study group - full ophthalmological and strabological examination and assessment of binocular vision, in the control group - assessment of visual acuity, eyeball positioning and binocular vision). During the physiotherapeutic assessment, basic anthropometric measurements (height and weight, BMI) were made, information was collected in the form of a questionnaire about the daily physical activity of the studied children and six fitness tests were carried out, selected from the European Test of Physical Fitness (EUROFIT) commonly used to assess the level of motor fitness. The results obtained in the individual motor tests are presented in units of measurement and as normalized values (converted into points).

All statistical calculations were performed in the R program, version 3.5.1. A significance level of 0.05 was adopted in the statistical analysis.

In the analysis, no statistically significant differences were found between the groups in the measured anthropometric surveys. The conducted research shows that children from the test group showed significantly less interest in various forms of physical activity and participated less frequently in additional physical activities, compared to children from the control group. Based on the results obtained in the fitness tests, it was found that children with hyperopia are characterized by a lower level of motor fitness compared to the reference group. Only in the handgrip strength test, which assessed the static force of the upper limb, did not show a significant difference between the groups. In children with amblyopia and strabismus, and with strabismus without amblyopia, similar results were observed in most of the tests performed. A significant difference was shown in the handgrip strength test in favor of the group with amblyopia and strabismus. The group with binocular vision obtained a significantly better result in the flexibility test, but

a slightly worse result in the upper limb speed test - plate tapping test. The study showed that children with eyeglass correction implemented sooner had better results in the standing broad jump test and plate tapping test.

Taking into account the obtained results, it can be concluded that hyperopia (also corrected), strabismus, amblyopia and the lack of binocular vision contribute to a reduction in the level of motor skills of children. There is a need to implement measures to increase the child participation with visual impairments in motor activities. Early diagnosis and treatment of hyperopia improves children's motor skills.

9. Bibliografia

- [1] J. Raczek, Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie, Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2010.
- [2] W. Osiński, Antropomotoryka, Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego, 2003.
- [3] L. Lopes, R. Santos, M. Coelho-e-Silva i wsp., „A Narrative Review of Motor Competence in Children and Adolescents: What We Know and What We Need to Find Out” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, tom 18, nr 1, 2020, DOI: 10.3390/ijerph18010018.
- [4] D. Lubans, P. Morgan, D. Cliff, L. Barnett i A. Okely, „Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits” *Sports Med*, tom 40, nr 12, pp. 1019-1035, 2010.
- [5] L. Robinson, D. Stodden, L. Barnett i i. wsp., „Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health” *Sports Med*, tom 45, nr 9, pp. 1273-1284, 2015.
- [6] V. Poitras, C. Gray, M. Borghese i wsp., „Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth” *Applied Physiol Nutr Metab*, tom 41, nr 6 Suppl 3, pp. 197–239, 2016.
- [7] F. Ortega, J. Ruiz, M. Castillo i M. Sjöström, „Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health” *Int J Obes (Lond)*, tom 32, nr 1, pp. 1-11, 2008.
- [8] World Health Organization, „Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age” World Health Organization, Geneva, 2019.
- [9] W. Strong, R. Malina, C. Blimkie i wsp., „Evidence based physical activity for school-age youth” *J Pediatr*, tom 146, nr 6, pp. 732-737, 2005.
- [10] J. Iyeronke, D. Friedman, M. Repka i wsp., „Child development and refractive errors in preschool children” *Optom Vis Sci*, tom 88, nr 2, pp. 181-187, 2011.
- [11] O. Palacz, „Zmysł wzroku” w *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii*

- stosowanej i klinicznej*, Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2007, pp. 105-119.
- [12] A. Zimmermann, K. Carvalho, C. Atiye, S. Zimmermann i V. Ribeiro, „Visual development in children aged 0 to 6 years” *Arq Bras Oftalmol*, tom 82, nr 3, pp. 173-175, 2019.
 - [13] M. Borchert, R. Varma, S. Cotter i wsp., „Risk factors for hyperopia and myopia in preschool children the multi-ethnic pediatric eye disease and Baltimore pediatric eye disease studies” *Ophthalmology*, tom 118, nr 10, pp. 1966-1973, 2011.
 - [14] S. Grant, C. Suttle, D. Melmoth, M. Conway i J. Sloper, „Age and stereovision - dependent eye-hand coordination deficits in children with amblyopia and abnormal binocularity” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 55, nr 9, pp. 5687-57015, 2014.
 - [15] M. Hayhoe, „Vision and Action” *Annu Rev Vis Sci*, tom 15, nr 3, pp. 389-413, 2017.
 - [16] K. Kelly, R. Jost, A. De La Cruz i wsp., „Slow reading in children with anisometropic amblyopia is associated with fixation instability and increased saccades” *JAAPOS*, tom 21, nr 6, pp. 447-451, 2017.
 - [17] C. Hemptinne, F. Aerts, T. Pellissier i wsp., „Motor skills in children with strabismus” *JAAPOS*, tom 24, nr 2, pp. 76.e1-76.e6, 2020.
 - [18] L. Sadowska, „Rozwój dziecka. Podstawy anatomiczne i fizjologiczne” w *Podstawy pediatrii*, Wrocław, Volumed, 2003, pp. 1-43.
 - [19] G. Purpura i F. Tinelli, „The development of vision between nature and nurture: clinical implications from visual neuroscience” *Childs Nerv Syst*, tom 36, nr 5, pp. 911-917, 2020.
 - [20] J. Migasiewicz, Wybrane przejawy sprawności motorycznej dziewcząt i chłopców w wieku 7–18 lat na tle ich rozwoju morfologicznego, Wrocław: AWF, 2006.
 - [21] C. Corbin, R. Pangrazi i B. Franks, „Definitions: Health, Fitness, and Physical Activity” *The President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, tom 3, nr 9, pp. 3-9, 2000.
 - [22] D. Smith i S. Plowman, „Pojęcie napięcia mięśni” w *Rehabilitacja w sporcie*, R. Gnat, Red., Wrocław, Elsevier Urban & Partner, 2011, pp. 15-38.

- [23] K. Newell, „What are Fundamental Motor Skills and What is Fundamental About Them?” *Journal of Motor Learning and Development*, tom 8, p. 280–314, 2020.
- [24] M. Kessleer, *Techniki terapeutyczne w fizjoterapii neurologicznej*, Wrocław: Elsevier Urban & Partner, 2012.
- [25] A. Shumway-Cook i M. Woollacott, *Motor Control: Theory and Practical Applications*, Baltimore: Williams & Wilkins, 2001.
- [26] R. Horst, *Trening strategii motorycznych i PNF*, Kraków: Top School, 2010, pp. 5-26.
- [27] A. Van Sant, „Rozwój motoryczny” w *Fizjoterapia pediatryczna*, Warszawa, PZWL, J. B. Lippincott Company, 1996, pp. 13-35.
- [28] L. Barnett, S. Lai, S. Veldman i i. w., „Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis” *Sports Med*, tom 46, nr 11, pp. 1663-1688, 2016.
- [29] M. Cattuzzo, H. R. Dos Santos, A. Ré i wsp., „Motor competence and health related physical fitness in youth: A systematic review” *J Sci Med Sport*, tom 19, nr 2, pp. 123-129, 2016.
- [30] J. Alves i G. Alves, „Effects of physical activity on children's growth” *J Pediatr (Rio J)*, tom 95, nr Suppl 1, pp. 72-78, 2019.
- [31] K. R. S. Rada Europy, *Eurofit: europejskie testy sprawności fizycznej*, Rzym: Edigraf Editoriale Grafica, 1998.
- [32] J. Dobosz, *Tabele punktacyjne testów Eurofit, Międzynarodowego i Coopera dla uczniów i uczennic szkół podstawowych*, Warszawa: Akademia Wychowania Fizycznego, 2012.
- [33] E. Oleszczyńska – Prost, *Zez*, Wrocław: Elsevier Urban & Partner, 2011.
- [34] E. Lachowicz i D. Czepita, „Rozwój oka u dzieci. Część I. Wymiary gałki ocznej” *Klin Oczna*, tom 112, nr 7-9, pp. 263-267, 2010.
- [35] M. Prost, B. Kocyla-Karczmarewicz, B. Chipczyńska i wsp., *Rozwój gałki ocznej u dziecka*, Warszawa: Instytut Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka, 2000, pp. 3-38.
- [36] B. Kałużny i A. Koszewska-Kołodziejczak, „Zmiany refrakcji oka oraz mocy optycznej rogówki i soczewki w trakcie rozwoju osobniczego w miarowości, krótkowzroczności i nadwzroczności” *Klin Oczna*, tom 107, nr 7-8, pp. 464-467,

2005.

- [37] W. Hautz, P. Loba i M. Rękas, *Okulistyka Dziecięca i Zez. BCSC Basic and Clinical Science Course* cz. 6, wyd. polskie/tłumaczone z jęz. ang. red., Wrocław: Edra Urban & Partner, 2021.
- [38] A. Styszyński, „Wady wzroku i podstawy korekcji okularowej” w *Okulistyka*, Wrocław, Edra Urban & Partner, 2018, pp. 43-52.
- [39] D. Mutti, L. Sinnott, M. G. Lynn i wsp., „Ocular Component Development during Infancy and Early Childhood” *Optom Vis Sci*, tom 95, nr 11, pp. 976-985, 2018.
- [40] F. Semeraro, E. Forbice, G. Nascimbeni i wsp., „Ocular Refraction at Birth and Its Development During the First Year of Life in a Large Cohort of Babies in a Single Center in Northern Italy” *Front Pediatr*, tom 7, 2020, DOI: 10.3389/fped.2019.00539.
- [41] E. Lachowicz i D. Czepita, „Rozwój oka u dzieci. Część II. Refrakcja oka” *Klin Oczna*, tom 112, nr 10-12, pp. 337-341, 2010.
- [42] J. Chang, „Refractive error change and vision improvement in moderate to severe hyperopic amblyopia after spectacle correction: Restarting the emmetropization process?” *PLoS One*, tom 12, nr 4, 2017, DOI:10.1371/journal.pone.0175780.
- [43] K. Wright, „Anatomy and Physiology of Eye Movements” w *Handbook of Pediatric Strabismus and Amblyopia*, New York, Springer, 2006, pp. 24-69.
- [44] K. Gegenfurtner, „The Interaction Between Vision and Eye Movements” *Perception*, tom 45, nr 12, pp. 1333-1357, 2016.
- [45] A. Longstaff, *Krótkie wykłady. Neurobiologia*, polskie red., A. Wróbel, Red., Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012, pp. 325-333.
- [46] D. Gold, „Eye Movement Disorders: Conjugate Gaze Abnormalities” w *Liu, Volpe, and Galetta's Neuro-Ophthalmology. Third Edition*, Elsevier Inc, 2019, pp. 549-584.
- [47] J. Zihl i G. Dutton, „Development and Neurobiological Foundations of Visual Perception” w *Cerebral Visual Impairment in Children*, Wiedeń, Springer, 2015, pp. 11-49.
- [48] K. Erkan Turan, H. Taylan Sekeroğlu, I. Koc i i. wsp., „Ocular Causes of Abnormal Head Position: Strabismus Clinic Data” *Turk J Ophthalmol*, tom 47, nr 4, pp. 211-

215, 2017.

- [49] P. Nucci, B. Curiel, A. Lembo i M. Serafino, „Anomalous head posture related to visual problems” *International ophthalmology*, tom 32, nr 2, p. 241–248, 2015.
- [50] F. Lau, D. Fan, K. Sun, C. Yu, C. Wong i D. Lam, „Residual torticollis in patients after strabismus surgery for congenital superior oblique palsy” *The British journal of ophthalmology*, tom 93, nr 12, p. 1616–1619, 2009.
- [51] O. Braddick i J. Atkinson, „Development of human visual function” *Vision Res*, tom 51, nr 13, pp. 1588-1609, 2011.
- [52] M. Prost, „Embriologia narządu wzroku i rozwój gałki” w *Okulistyka*, Wrocław, Edra Urban & Partner, 2018, pp. 25-34.
- [53] T. Grosvenor, *Optometria*, I polskie red., T. Tokarzewski i M. Ożóg, Redaktorzy, Wrocław: Elsevier Urban & Partner, 2011.
- [54] R. Doron, M. Lev, T. Wygnanski-Jaffe, I. Moroz i U. Polat, „Development of global visual processing: From the retina to the perceptive field” *PLoS One*, tom 15, nr 8, 2020, DOI:10.1371/journal.pone.0238246.
- [55] F. Almoqbel, E. Irving i S. Leat, „Visual Acuity and Contrast Sensitivity Development in Children: Sweep Visually Evoked Potential and Psychophysics” *Optom Vis Sci*, tom 94, nr 8, pp. 830-837, 2017.
- [56] A. Glasser, „Accommodation” w *Adler's Physiology of the Eye. Eleventh Edition*, Elsevier Inc, 2011, pp. 40-70.
- [57] K. Wright, „Visual Development and Amblyopia” w *Handbook of Pediatric Strabismus and Amblyopia*, New York, Springer, 2006 , pp. 103-137.
- [58] E. Oleszczyńska-Prost, „Choroba zezowa” w *Okulistyka*, Wrocław, Edra Urban & Partner, 2018, pp. 275-286.
- [59] T. Candy, „The Importance of the Interaction Between Ocular Motor Function and Vision During Human Infancy” *Annu Rev Vis Sci*, tom 5, pp. 201-221, 2019.
- [60] M. Molska, „Rozwój widzenia u dzieci” *Izoptyka*, nr 46, pp. 12-14, 2008.
- [61] E. Birch i D. Stager, „Long-Term Motor and Sensory Outcomes After Early Surgery for Infantile Esotropia” *J AAPOS*, tom 10, nr 5, pp. 409-413, 2006.
- [62] A. O'Connor, E. Birch, S. Anderson i H. Draper, „Relationship between binocular vision, visual acuity, and fine motor skills” *Optom Vis Sci*, tom 87, nr 12, p. 942–

947, 2010.

- [63] A. Webber, J. Wood i B. Thompson, „Fine Motor Skills of Children With Amblyopia Improve Following Binocular Treatment” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 57, nr 11, pp. 4713-4720, 2016.
- [64] E. Niechwiej-Szwedo, L. Colpa i A. Wong, „Visuomotor Behaviour in Amblyopia: Deficits and Compensatory Adaptations” *Neural Plast*, 2019, DOI: 10.1155/2019/6817839.
- [65] D. Mutti, G. Mitchell, L. Jones i i. wsp., „Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 46, nr 9, pp. 3074-3080, 2005.
- [66] D. Mutti, G. Mitchell, L. Jones i i. wsp., „Accommodation, acuity, and their relationship to emmetropization in infants” *Optom Vis Sci*, tom 86, nr 6, pp. 666-676, 2009.
- [67] D. Pascolini i S. Mariotti, „Global estimates of visual impairment: 2010” *British Journal of Ophthalmology*, tom 96, nr 5, pp. 614-618, 2012.
- [68] L. Jones-Jordan, X. Wang, R. Scherer i D. Mutti, „Spectacle correction versus no spectacles for prevention of strabismus in hyperopic children” *Cochrane Database Syst Rev*, tom 4, nr 4, 2020, DOI: 10.1002/14651858.CD007738.pub3.
- [69] X. Jiang, K. Tarczy-Hornoch, D. Stram i wsp., „Prevalence, Characteristics, and Risk Factors of Moderate or High Hyperopia among Multiethnic Children 6 to 72 Months of Age: A Pooled Analysis of Individual Participant Data” *Ophthalmology*, tom 126, nr 7, pp. 989-999, 2019.
- [70] D. Czepita, W. Gosławski i A. Mojsa, „Występowanie nadwzroczności wśród uczniów w wieku od 6 do 18 lat” *Klin Oczna.*, tom 107, nr 1-3, pp. 96-99, 2005.
- [71] J. Szaflik, M. Prost, A. Zaleska-Zmijewska, A. Hapunik i A. Wójcik, „Ocena refrakcji u dzieci i młodzieży w wieku od 6 do 15 lat na podstawie badań 10000 osób, przeprowadzonych w województwach mazowieckim i dolnośląskim” *Klin Oczna.*, tom 106, nr 3 Suppl, pp. 471-473, 2004.
- [72] D. Czepita, A. Mojsa, M. Ustianowska, M. Czepita i E. Lachowicz, „Prevalence of refractive errors in schoolchildren ranging from 6 to 18 years of age” *Ann Acad Med Stetin*, tom 53, nr 1, pp. 53-56, 2007.
- [73] H. Hashemi, A. Fotouhi, A. Yekta, R. Pakzad, H. Ostadimoghaddam i M.

- Khabazkhoob, „Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis” *J Curr Ophthalmol*, tom 30, nr 1, pp. 3-22, Sep 2017.
- [74] S. Hopkins, S. Narayanasamy, S. Vincent, G. Sampson i J. Wood, „Do reduced visual acuity and refractive error affect classroom performance?” *Clin Exp Optom*, tom 103, nr 3, pp. 278-289, 2020.
- [75] R. Sepulveda i R. Krueger, „Optical Aberrations and Wavefront Sensing” w *Adler's Physiology of the Eye. Eleventh Edition*, Elsevier Inc., 2011, pp. 28-39.
- [76] P. Wu, C. Chen, K. Lin i wsp., „Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial” *Ophthalmology*, tom 125, nr 8, pp. 1239-1250, 2018.
- [77] D. Bremond-Gignac, „Myopia in children” *Med Sci (Paris)*, tom 36, nr 8-9, pp. 763-768, 2020.
- [78] A. Grzybowski, P. Kanclerz, K. Tsubota, C. Lanca i S. Saw, „A review on the epidemiology of myopia in school children worldwide” *BMC Ophthalmol*, tom 20, nr 1, 2020, DOI: 10.1186/s12886-019-1220-0.
- [79] R. McKean-Cowdin, R. Varma, S. Cotter i wsp., „Risk factors for astigmatism in preschool children: the multi-ethnic pediatric eye disease and Baltimore pediatric eye disease studies” *Ophthalmology*, tom 118, nr 10, pp. 1974-1981, 2011.
- [80] S. Read, S. Vincent i M. Collins, „The visual and functional impacts of astigmatism and its clinical management” *Ophthalmic Physiol Opt*, tom 34, nr 3, pp. 267-294, 2014.
- [81] S. Tang, R. Chan, S. Bin Lin i wsp., „Refractive Errors and Concomitant Strabismus: A Systematic Review and Meta-analysis” *Sci Rep*, tom 6, 2016, DOI: 10.1038/srep35177.
- [82] S. Cotter, R. Varma, K. Tarczy-Hornoch i wsp., „Risk factors associated with childhood strabismus: the multi-ethnic pediatric eye disease and Baltimore pediatric eye disease studies” *Ophthalmology*, tom 118, nr 11, pp. 2251-2261, 2011.
- [83] R. Harwerth i C. Schor, „Binocular Vision” w *Adler's Physiology of the Eye. Eleventh Edition*, Elsevier Inc, 2011, pp. 677-697.
- [84] K. Kelly, S. Morale, C. Beauchamp, L. Dao, B. Luu i E. Birch, „Factors Associated

- with Impaired Motor Skills in Strabismic and Anisometropic Children” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 61, nr 10, 2020, DOI: 10.1167/iovs.61.10.43.
- [85] E. Birch, Y. Castañeda, C. Cheng-Patel i i. wsp., „Associations of Eye-Related Quality of Life With Vision, Visuomotor Function, and Self-Perception in Children With Strabismus and Anisometropia” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 61, nr 11, 2020, DOI:10.1167/iovs.61.11.22.
- [86] A. Zipori, L. Colpa, A. Wong, S. Cushing i K. Gordon, „Postural stability and visual impairment: Assessing balance in children with strabismus and amblyopia” *PloS One*, tom 13, nr 10, 2018, DOI: 10.1371/journal.pone.0205857.
- [87] E. Birch, „Amblyopia and binocular vision” *Prog Retin Eye Res*, tom 33, pp. 67-84, 2013.
- [88] E. Birch, K. Kelly i D. Giaschi, „Fellow Eye Deficits in Amblyopia” *J Binocul Vis Ocul Motil*, tom 69, nr 3, pp. 116-125, 2019.
- [89] R Core Team, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Wiedeń, 2017.
- [90] J. Ip, D. Robaei, A. Kifley, J. Wang, K. Rose i P. Mitchell, „Prevalence of hyperopia and associations with eye findings in 6- and 12-year-olds” *Ophthalmology*, tom 115, nr 4, pp. 678-685, 2008.
- [91] R. Hansen i A. Fulton, „Clinical aspects of normal and abnormal visual development and delayed visual maturation” w *Taylor and Hoyt's Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, Elsevier Inc, 2017.
- [92] D. Levi, D. Knill i D. Bavelier, „Stereopsis and amblyopia: A mini-review” *Vision Res*, tom 114, pp. 17-30, 2015.
- [93] J. Atkinson, M. Nardini, S. Anker, O. Braddick, C. Hughes i S. Rae, „Refractive errors in infancy predict reduced performance on the movement assessment battery for children at 3 1/2 and 5 1/2 years” *Dev Med Child Neurol*, tom 47, nr 4, pp. 243-251, 2005.
- [94] E. Pinero-Pinto, V. Pérez-Cabezas, C. De-Hita-Cantalejo i wsp., „Vision Development Differences between Slow and Fast Motor Development in Typical Developing Toddlers: A Cross-Sectional Study” *Int J Environ Res Public Health*, tom 17, nr 10, 2020, DOI:10.3390/ijerph17103597.
- [95] S. Houwen, E. Hartman i C. Visscher, „Physical activity and motor skills in

- children with and without visual impairments” *Med Sci Sports Exerc*, tom 41, nr 1, pp. 103-109, 2009.
- [96] A. Webber, „The functional impact of amblyopia” *Clin Exp Optom*, tom 101, nr 4, pp. 443-450, Jul 2018.
- [97] A. Okely, M. Booth i J. Patterson, „Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents” *Med. Sci. Sports Exerc*, tom 33, nr 11, p. 1899–1904, 2001.
- [98] M. Czaińska i T. Suliński, „Sport i soczewki kontaktowe” *Optyka*, tom 2, nr 45, pp. 32-34, 2017.
- [99] C. Suttle, D. Melmoth, A. Finlay, J. Sloper i S. Grant, „Eye-hand coordination skills in children with and without amblyopia” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 52, nr 3, pp. 1851-1864, 2011.
- [100] J. Atkinson, S. Anker, M. Nardini i i. wsp., „Infant vision screening predicts failures on motor and cognitive tests up to school age” *Strabismus*, tom 10, nr 3, pp. 187-198, 2002.
- [101] A. Roch-Levecq, B. Brody, R. Thomas i S. Brown, „Ametropia, preschoolers' cognitive abilities, and effects of spectacle correction” *Arch Ophthalmol*, tom 126, nr 2, pp. 252-258, 2008.
- [102] S. Hrisos, M. Clarke, T. Kelly, J. Henderson i C. Wright, „Unilateral visual impairment and neurodevelopmental performance in preschool children” *Br J Ophthalmol*, tom 90, nr 7, pp. 836-838, 2006.
- [103] B. Dong, A. Chen, T. Zhang i M. Zhang, „Egocentric Distance Perception Disorder in Amblyopia” *Psychol Belg*, tom 61, nr 1, pp. 173-185, 2021.
- [104] F. Alramis, E. Roy, L. Christian i E. Niechwiej-Szwedo, „Contribution of binocular vision to the performance of complex manipulation tasks in 5-13years old visually-normal children” *Hum Mov Sci*, tom 46, pp. 52-62, 2016.
- [105] A. Webber, J. Wood, G. Gole i B. Brown, „The effect of amblyopia on fine motor skills in children” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 49, nr 2, pp. 594-603, 2008.
- [106] J. Pietraszewska, Zmienność rozwojowa struktury morfologicznej jako wyznacznik możliwości funkcjonalnych dzieci i młodzieży w wieku 7-14 lat. Wyniki wrocławskich badań longitudinalnych wiejskich populacji, Wrocław: Studia i Monografie AWF, 2011.

- [107] E. Niechwiej-Szwedo, H. Goltz, M. Chandrakumar, Z. Hirji, J. Crawford i A. Wong, „Effects of anisometropic amblyopia on visuomotor behavior, part 2: visually guided reaching” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 52, nr 2, pp. 795-803, 2011.
- [108] E. Niechwiej-Szwedo, H. Goltz, M. Chandrakumar i A. Wong, „Effects of strabismic amblyopia on visuomotor behavior: part II. Visually guided reaching” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 55, nr 6, pp. 3857-3865, 2014.
- [109] A. O'Connor, B. EE, S. Anderson i H. Draper, „The functional significance of stereopsis” *Invest Ophthalmol Vis Sci*, tom 51, nr 4, pp. 2019-2023, 2010.
- [110] J. Ruiz, J. Castro-Piñero i E. Artero, „Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review” *Br J Sports Med*, tom 43, nr 12, pp. 909-923, 2009.
- [111] M. Held-Ziółkowska, „Równowaga statyczna i dynamiczna ciała. Część 1. Organizacja zmysłowa i biomechanika układu równowagi” *Magazyn Otorynolaryngologiczny*, tom 5, nr 2, p. 39–46, 2006.
- [112] C. Gaertner, C. Creux, M. Espinasse-Berrod, C. Orssaud, J. Dufier i Z. Kapoula, „Benefit of bi-ocular visual stimulation for postural control in children with strabismus” *PLoS One*, tom 8, nr 4, 2013, DOI:10.1371/journal.pone.0060341.
- [113] A. Dickmann, E. Di Sipio, C. Simbolotti i i. wsp., „Balance in subjects with congenital or early onset strabismus: Influence of age” *Neurosci Lett*, tom 623, pp. 28-35, 2016.
- [114] A. Legrand, E. Quoc, S. Vacher i i. wsp., „Postural control in children with strabismus: effect of eye surgery” *Neurosci Lett*, tom 501, nr 2, pp. 96-101, 2011.
- [115] C. Lions, E. Bui Quoc, S. Wiener-Vacher i M. Bucci, „Postural control in strabismic children: importance of proprioceptive information” *Front Physiol*, tom 5, 2014, DOI:10.3389/fphys.2014.00156.
- [116] T. Matsuo, A. Narita, M. Senda, S. Hasebe i H. Ohtsuki, „Body sway increases immediately after strabismus surgery” *Acta Med Okayama*, tom 60, nr 1, pp. 13-24, 2006.
- [117] A. Gotz-Więckowska, M. Pawlak, "Wady refrakcji i ich korekcja" w *Praktyczna okulistyka dziecięca*, Wrocław, Górnicki Wydawnictwo Medyczne, 2020, pp. 13-19.

10. Aneks

10.1 Spis tabel

Tabela 1. Rozwój najważniejszych funkcji wzrokowych u dzieci do 5 r.ż. [57].....	15
Tabela 2. Porównanie grupy badanej i kontrolnej pod względem wieku, płci i parametrów antropometrycznych.....	30
Tabela 3. Liczebność (%) oraz wartości (średnia $\pm$ SD) podstawowych danych antropometrycznych dzieci w podgrupie A (towarzyszące niedowidzenie i zez) i podgrupie B (towarzyszący tylko zez).....	32
Tabela 4. . Liczebność(%) oraz wartości (średnia $\pm$ SD) podstawowych danych antropometrycznych dzieci w podgrupie C (obecne widzenie obuoczne) i podgrupie D (brak widzenia obuocznego).....	32
Tabela 5. Liczebność(%) oraz wartości (średnia $\pm$ SD) podstawowych danych antropometrycznych dzieci w podgrupie 1 (wdrożenie okularów 6-24 m-c ż.), podgrupie 2 (wdrożenie okularów 24-48 m-c ż.) i podgrupie 3 (wdrożenie okularów powyżej 48 m-ca ż.).....	33
Tabela 6. Porównanie grupy badanej i kontrolnej pod względem odpowiedzi na pytania z ankiety dotyczącej codziennej AF.....	34
Tabela 7. Uczestnictwo dzieci w różnych rodzajach zajęć ruchowych w grupie badanej i grupie kontrolnej.....	35
Tabela 8. Porównanie wyników uzyskanych w teście równowagi między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k).....	42
Tabela 9. Porównanie wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną.....	44
Tabela 10 Porównanie wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)	45
Tabela 11. Porównanie wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k).....	46
Tabela 12. Porównanie wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca między	

podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k).....	47
Tabela 13. Porównanie wyników uzyskanych w teście siady z leżenia między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną	49
Tabela 14. Porównanie wyników (średnia±SD) uzyskanych w testach sprawności motorycznej między podgrupą A (niedowidzenie i zez, bez widzenia obuocznego), podgrupą B (zez, bez widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k)	50
Tabela 15. Porównanie wyników uzyskanych w teście równowagi między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k).....	52
Tabela 16. Porównanie wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)	53
Tabela 17. Porównanie wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k).....	54
Tabela 18. Porównanie wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)	55
Tabela 19. Porównanie wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k)	56
Tabela 20. Porównanie wyników uzyskanych w teście siady z leżenia między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) oraz grupą kontrolną (k).....	57
Tabela 21. Porównanie wyników (średnia±SD) uzyskanych w testach sprawności motorycznej między podgrupą C (obecność widzenia obuocznego), podgrupą D (brak widzenia obuocznego) i grupą kontrolną (k).....	59
Tabela 22. Porównanie wyników uzyskanych w teście równowagi między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)	61
Tabela 23. Porównanie wyników uzyskanych w teście stukania w krążki między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.),	

podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)	62
Tabela 24. Porównanie wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) oraz grupą kontrolną (k)	63
Tabela 25. Porównanie wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)	64
Tabela 26. Porównanie wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)	65
Tabela 27. Porównanie wyników uzyskanych w teście siady z leżenia między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)	66
Tabela 28. Porównanie wyników (średnia±SD) uzyskanych w testach sprawności motorycznej między podgrupą 1 (okulary od 6-24 m-c ż.), podgrupą 2 (okulary od 24-48 m-c ż.), podgrupą 3 (okulary powyżej 48 m-ca ż.) i grupą kontrolną (k)	68

10.2 Spis rycin

Rycina 1. Rozkład wyników uzyskanych w teście równowagi w grupie badanej i grupie kontrolnej	36
Rycina 2. Rozkład wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki w grupie badanej i grupie kontrolnej	37
Rycina 3. Rozkład wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki w grupie badanej i grupie kontrolnej	38
Rycina 4. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w grupie badanej i grupie kontrolnej	38
Rycina 5. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w grupie badanej i grupie kontrolnej	39
Rycina 6. Rozkład wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w grupie badanej i grupie kontrolnej	40
Rycina 7. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w grupie badanej i grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku	41
Rycina 8. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście równowagi w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej	43
Rycina 9. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej	44
Rycina 10. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej	46
Rycina 11. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej.....	47
Rycina 12. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej	48
Rycina 13. Rozkład wartości wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej.....	49
Rycina 14. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w podgrupach A i B oraz grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku	51
Rycina 15. Rozkład wyników uzyskanych w teście równowagi w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej	53

Rycina 16. Rozkład wartości wyników uzyskanych w stukanie w krążki w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej	54
Rycina 17. Rozkład wyników uzyskanych w teście zaciśnięcie ręki w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej	55
Rycina 18. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej	56
Rycina 19. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej	57
Rycina 20. Rozkład wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej	58
Rycina 21. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w podgrupach C i D oraz grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku	60
Rycina 22. Rozkład wyników uzyskanych w teście równowagi w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej	62
Rycina 23. Rozkład wyników uzyskanych w teście stukanie w krążki w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej	63
Rycina 24. Rozkład wyników uzyskanych w teście zaciśnięcia ręki w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej	64
Rycina 25. Rozkład wyników uzyskanych w teście skłon tułowia w siadzie w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej	65
Rycina 26. Rozkład wyników uzyskanych w teście skok w dal z miejsca w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej	66
Rycina 27. Rozkład wyników uzyskanych w teście siady z leżenia w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej	67
Rycina 28. Standaryzowane wyniki uzyskane w testach sprawności motorycznej w podgrupach 1, 2, 3 oraz grupie kontrolnej na tle wyników populacji polskich dzieci z 2009 roku	69



UNIWERSYTET MEDYCZNY IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

KOMISJA BIOETYCZNA PRZY UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM
IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

Collegium Maius
ul. Fredry 10
61-701Poznań

tel. (+48 61) 854 62 51, 854 60 60
fax. (+48 61) 854 61 07
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 312/13

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (Dz. U. 2011, Nr 277, poz. 1634 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 (Dz. U. z 2004r. Nr 53, poz. 533 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 rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 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. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 15 listopada 2010 r. w sprawie wzorów wniosków przedkładanych w związku z badaniem klinicznym, wysokości opłat za złożenie wniosków oraz sprawozdania końcowego z wykonania badania klinicznego (Dz. U. 2010r. nr 222 poz. 1453, z późn. zm.); Ustawy z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (Dz. U. 2010r. nr 107 poz. 679, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów 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); Ustawa z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (Dz. U. 2011 nr 82 poz. 451); Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, Nr 0 poz. 489); Rozporządzenie 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 uiszczania 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 Medycznym z Udziałem Ludzi.

Komisja, na posiedzeniu w dniu: 13 czerwca 2013 r.

rozpatrzyła wniosek, którego Kierownikiem jest:

dr hab. Anna Gotz- Więckowska

w sprawie prowadzenia badań w

Katedrze Okulistyki i Klinice Okulistycznej UM w Poznaniu

Główny badacz: mgr fizj. Owidia Ozga- Majchrzak

**Członkowie zespołu
badawczego:**

**dr hab. Anna Gotz- Więckowska
dr Marta Pawlak**

Temat

**badan: "Wpływ niedowidzenia i wad refrakcji na kontrolę motoryczną
u dzieci".**

Komisja wydała uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku

Przewodniczący Komisji

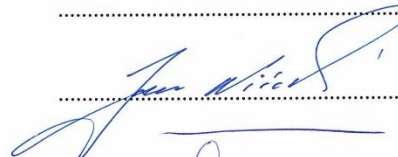
prof. dr hab. med. Paweł Chęciński

Podpisy członków Komisji Bioetycznej - Dotyczy Uchwały nr 312/13 z dnia 13.06.2013r.

prof. dr hab. PAWEŁ CHĘCIŃSKI



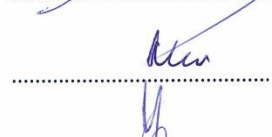
prof. dr hab. JANUSZ WIŚNIEWSKI



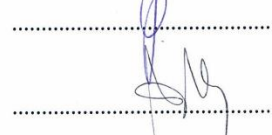
prof. dr hab. ZYGMUNT ADAMSKI



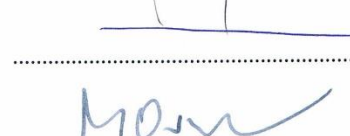
dr KRYSTYNA BABIAK



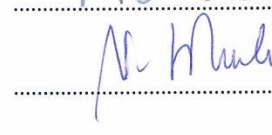
dr hab. MACIEJ KRAWCZYŃSKI prof. UM



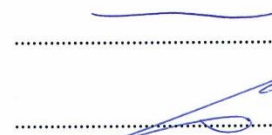
mgr JOLANTA ŁOJKO-KOŁODZIEJCZAK



mgr KRYSTYNA MALINGER



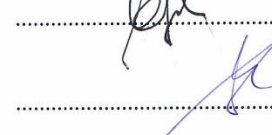
prof. dr hab. ANDRZEJ MARSZAŁEK



dr hab. MACIEJ OWECKI



prof. dr hab. WOJCIECH SŁUŻEWSKI



dr hab. ROBERT SPACZYŃSKI prof. UM



dr med. PIOTR TOMCZAK



prof. dr hab. JOANNA TWAROWSKA-HAUSER



ks. prof. dr hab. JERZY TROSKA



prof. dr hab. HENRYK WYSOCKI

KOMISJA BIOETYCZNA
przy
UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
61-701 Poznań, ul. Fredry 10
tel. (+48 61) 854 62 51, 854 60 60
fax (+48 61) 854 61 07

SKŁAD OSOBOWY KOMISJI BIOETYCZNEJ

z dnia13.06.2013r.

Lp.	Imię i Nazwisko	Specjalność	Miejsce Pracy
1.	Przewodniczący Komisji prof. dr hab. Paweł Chęciński	chirurgia ogólna, naczyniowa i angiologia	Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej oraz Angiologii UM, ZOZ MSWiA ul. Dojazd 34, Poznań
2.	Z- ca Przewodniczącego Komisji prof. dr hab. Janusz Wiśniewski	filozof	Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM, ul. Umultowska 89A, Poznań
3.	prof. dr hab. Zygmunt Adamski	dermatologia i wenerologia	Katedra i Klinika Dermatologii UM ul. Przybyszewskiego 49, Poznań
4.	dr Krystyna Babiak	prawnik	Okręgowa Izba Radców Prawnych w Poznaniu, ul. Chwaliszewo 69, Poznań
5.	dr hab. Maciej Krawczyński prof. UM	genetyka kliniczna, okulistyka	Katedra i Zakład Genetyki Medycznej UM ul. Grunwaldzka 55, Poznań
6.	mgr Jolanta Łojko-Kołodziejczak	pielęgniarka	Pielęgniarka Oddziałowa Izby Przyjęć Pediatrii Szpitala Klinicznego im. Karola Jonschera UM w Poznaniu, ul. Szpitalna 27/33, Poznań
7.	mgr Krystyna Malinger	farmaceuta	Apteka Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego UM, ul. Polna 33, Poznań
8.	prof. dr hab. Andrzej Marszałek	patomorfologia	Zakład Patologii Nowotworów UM ul. Garbary 15, Poznań
9.	dr hab. n. med. Maciej Owecki	choroby wewnętrzne, endokrynologia	Klinika Endokrynologii, Przemiany Materii i Chorób Wewnętrznych UM, ul. Przybyszewskiego 49, Poznań
10.	prof. dr hab. Wojciech Służewski	pediatria, neurologia dziecięca, choroby zakaźne	Klinika Chorób Zakaźnych i Neurologii Dziecięcej UM ul. Szpitalna 27/33, Poznań
11.	dr hab. Robert Spaczyński prof. UM	ginekologia i położnictwo	Klinika Niepłodności i Endokrynologii Rozrodu UM, ul. Polna 33, 60-535 Poznań
12.	dr med. Piotr Tomczak	onkologia kliniczna, radioterapia	Klinika Onkologii UM, ul. Szamarzewskiego 82/84, Poznań
13.	prof. dr hab. Joanna Twarowska- Hauser	psychiatria	Klinika Psychiatrii Dorosłych, Zakład Genetyki w Psychiatrii UM, ul. Szpitalna 27/33, Poznań
14.	ks. prof. dr hab. Jerzy Troska	teologia, etyka	Wydział Teologiczny UAM, ul. Wieżowa 2/4, Poznań
15.	prof. dr hab. Henryk Wysocki	choroby wewnętrzne, kardiologia	Klinika Intensywnej Terapii Kardiologicznej i Chorób Wewnętrznych UM ul. Przybyszewskiego 49, Poznań