

MATCZAK, Dawid & WIECZOREK, Marta. Effective motor learning and coordination abilities of girls and boys aged 9-10. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;18(1):49-61. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.18.01.006>  
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/43147>  
<https://zenodo.org/record/7793422>

The Journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of December 21, 2021. No. 32343. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 21 grudnia 2021 r. Lp. 32343. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike.

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 15.03.2023. Revised: 15.03.2023. Accepted: 02.04.2023. Published: 02.04.2023.

## Skuteczne uczenie się motoryczne a zdolności koordynacyjne chłopców i dziewcząt w wieku 9-10 lat Effective motor learning and coordination abilities of girls and boys aged 9-10

Dawid Matczak orcid 0000-0002-1978-4699, Marta Wieczorek orcid 0000-0003-3933-246X

Department of Physical Education and Sports, Calisia University, Poland

Department of Methodology of School Physical Culture, Wrocław University of Health and Sport Sciences, Poland

### Introduction

*Learning* is a complex and multi-dimensional process that depends on cognitive and emotional processes and the development of functional systems of the human body. One type of learning is motor learning. Its course and effects depend on many factors. One of the factors may be coordination abilities.

### Purpose

The cognitive aim of the study is to assessment of the effectiveness (speed, efficiency) of learning complex motor activity in relation to the selected aspect of physical development (coordination abilities) of a selected group of girls and boys.

### Materials and methods

The study was conducted among 73 children (44 boys and 29 girls) aged 9 - 10 years. Authors used the pedagogical experiment method and the research tool was the program for learning how to juggle three tennis balls. To assess the selected aspects of physical development we chose the direct categorized observation method. As research tools Authors used the Vienna Test System (VTS) and 2hand test.

### Results

Boys achieved a higher average level of eye-hand coordination (2-hand test), but the differences between them and girls were not statistically significant. Girls achieved, on average, higher results than boys in terms of precise hand movements (MLS test). Statistically significant differences in their favor occurred in most of the tests performed.

### Conclusion

There are functions between the speed and efficiency of learning a complex motor activity and coordination abilities. They are more pronounced than boys. It is important to develop coordination abilities in the didactic process to support motor learning.

Key words: coordination, learning, Vienna test system

Jednym z rodzajów uczenia się przez człowieka jest *uczenie się motoryczne*, które to według Raczk (2010, s. 206) rozumiane jest jako „wewnętrzne procesy, wynikające z ćwiczenia lub nabytego doświadczenia, które prowadzą do względnie trwałych zmian w zdolnościach służących rozwojowi umiejętności ruchowych”. *Uczenie się motoryczne* jest procesem złożonym i wielowymiarowym, zależnym od procesów poznawczych i emocjonalnych, rozwoju

funkcjonalnych układów organizmu człowieka (np. układu wzrokowego, słuchowego, kostno-stawowo-mięśniowego) jak również fizycznych cech rozwoju uczącego się (np. wysokość, masa ciała, wskaźniki morfologiczne). Czabański (2000), Osiński (2003), Raczek (2010) podkreślają szczególną rolę zdolności motorycznych w procesie motorycznego uczenia się.

Zdolności motoryczne dzielone są najczęściej na dwie podstawowe grupy (Raczek 1986). Są to zdolności: kondycyjne (energetyczne) – określone głównie cechami morfo-strukturalnymi i procesami energetyczno-metabolicznymi; koordynacyjne (informacyjne) określone głównie psychicznymi i neurosensorycznymi procesami sterująco-regulacyjnymi i kognitywnymi. Wyróżnia się także (Raczek 1993, Juras i Waśkiewicz 1998, Mynarski 2000, Waśkiewicz 2002, Raczek i wsp. 2002, Raczek 2010) trzecią grupę, a mianowicie zdolności kompleksowe (hybrydowe) określone czynnikami energetyczno-metabolicznymi jak i sterująco-regulacyjnymi, bez wyraźnej dominanty. Przedmiotem zainteresowania niniejszych badań są zdolności koordynacyjne. W dotychczasowych badaniach eksperymentalnych wielokrotnie udowodniono ścisłą zależność między poziomem zdolności koordynacyjnych a efektami motorycznego uczenia się (Kubaszczyk 1996, Dybińska 2003a, Barczynski, Zaporozhanov 2011, Biotteau i wsp 2016). Wysoki poziom zdolności koordynacyjnych to skrócenie czasu uczenia się motorycznego, zwiększenie stopnia opanowania i bardziej skuteczne wykorzystanie umiejętności ruchowych w zmieniających się warunkach i sytuacjach (Raczek 2010).

Wydaje się, że szczególną rolę w procesie uczenia się odgrywa koordynacja oko-ręka. Jak podają badacze, może ona być związana z dokładnością i szybkością opanowania nowych umiejętności ruchowych, zwłaszcza u dzieci w wieku szkolnym (Szopa i wsp. 2000, Raczek i wsp. 2002). Raczek (2010) wymienia kryteria, które najczęściej stosuje się w ocenie skuteczności motorycznego uczenia się. Są to: szybkość (czas potrzebny do wykonania zadania, skutkujący zmniejszeniem liczby prób); poziom uczenia się (efektywność) (wymiar, który określa stopień wprawy i wykonania, przypisanie wyników do norm i wzorców); trwałość uczenia się (przechowywanie w pamięci, odporność na zmęczenie i zakłócenie doświadczeń uczenia się obecnego na uczenie się późniejsze).

#### Cele pracy:

Z powyższych rozważań teoretycznych wynika cel poznawczy przeprowadzonych badań, którym jest ocena elementów skuteczności uczenia się złożonej czynności ruchowej (szybkość, efektywność) w odniesieniu do zdolności koordynacyjnych wybranej grupy dziewcząt i chłopców.

Postawiono następujące pytania badawcze:

1. Jaki jest poziom koordynacji oko-ręka (test 2hand) badanych dziewcząt i chłopców ?
2. Jaki jest poziom precyzyjnych ruchów rąk (test MLS) badanych dziewcząt i chłopców?
3. Jakie zależności występują między precyzyjnymi ruchami rąk badanych dziewcząt i chłopców a skutecznym uczeniem się złożonej czynności ruchowej?
4. Jakie zależności występują między poziomem koordynacji oko-ręka badanych dziewcząt i chłopców a skutecznym uczeniem się złożonej czynności ruchowej?

#### Materiał i metody

Badania realizowane były w Szkole Podstawowej w Koźminku w województwie Wielkopolskim. Grupę badaną stanowiło 73 uczniów (44 chłopców i 29 dziewcząt) w wieku 9 – 10 lat (byli to wszyscy uczniowie tej szkoły, którzy uczęszczali do klas IV). Ta grupa wiekowa nazywana jest „złotym wiekiem dziecka”. Ten okres życia sprzyja rozwojowi wszystkich zdolności motorycznych, w szczególności zdolności koordynacyjnych (Osiński 2003, Ignasiak 2013, Raczek 2010).

Do badań nad szybkością, efektywnością i trwałością uczenia się złożonej czynności ruchowej wykorzystano metodę eksperymentu pedagogicznego w warunkach naturalnych. Zastosowano technikę jednej grupy. Wybraną złożoną czynnością ruchową było żonglowanie trzema piłeczkami tenisowymi. Żonglowanie piłeczkami tenisowymi jest czynnością złożoną koordynacyjnie a jednocześnie dostępną do opanowania dla dzieci 9 –10- letnich. Badania odbywały się w trzech etapach: I etap – sześć lekcji wychowania fizycznego (w czasie trzech tygodni); po trzech miesiącach II etap – cztery lekcje (w czasie dwóch tygodni); po kolejnych trzech miesiącach III etap – dwie lekcje (w jednym tygodniu).

Przy ocenie szybkości wykorzystano Wskaźnik Szybkości Uczenia się (WSU) opracowany przez Wieczorek (1999). Wyższa wartość WSU świadczy o szybszym uczeniu się. Efektywność określono na podstawie efektu (opanowanego kroku) osiągniętego na ostatniej lekcji danego etapu badania. Zgodnie z zastosowaną metodyką uczenia się żonglowania opanowanie 4. kroku uważane jest za elementarne opanowanie tej złożonej czynności ruchowej (Wieczorek 1997).

Do oceny wybranych zdolności motorycznych wybrano metodę obserwacji bezpośredniej, skategoryzowanej (Rubacha 2016). Jako narzędzie wykorzystano Testy Wiedeńskiego Systemu Wiedeński system testów zawiera około 90 prób, które pozwalają diagnozować różne aspekty koordynacji motorycznej. Bazują one na koncepcji motoryczności Fleishmana. Fleishman rozróżnia pojęcie motoryki precyzyjnej i ogólnej. Motoryka ogólna według tego autora wymaga użycia wielu partii mięśni lub całego ciała. Natomiast w motoryce precyzyjnej jako najważniejsze aspekty wymienia: precyzyjne i szybkie ruchy wykonane w małej przestrzeni, niewymagające użycia dużej siły (za: Guła-Kubiszewska 2007). Testy Wiedeńskiego Systemu mogą wykonywać wszystkie osoby powyżej 5. roku życia.

Testy te charakteryzują się dużą obiektywnością, dzięki korzystaniu z systemów komputerowych, wysoką trafnością pomiarów oraz rzetelnością (Fugiel 2014).

Pierwszy wykorzystany test to „2hand”. Służy do określenia szybkości, dokładności i koordynacji ruchów obu rąk. Pozwala ocenić predyspozycje wyznaczające koordynację wzrokowo-ruchową, która wymaga precyzji ruchów z równoczesnym wykorzystaniem prawej i lewej kończyny (Fugiel 2014). Przy użyciu joysticków należy przeprowadzić czerwoną kropkę z punktu A do punktu B po wyznaczonej trasie. Jeden kontroler (joystick) pozwalał poruszać się horyzontalnie, drugi wertykalnie. W teście są oceniane następujące parametry: Liczba błędów (LB) – suma błędów – błędem jest każde uderzenie rylcem w ścianę wyznaczonej trasy; Czas błędów (CB) – suma czasu trwania błędów – całkowity czas przylegania rylca do ściany wyznaczonej trasy; Czas testu (CT) – czas trwania testu od momentu rozpoczęcia zadania (Fugiel 2014).

Drugi wykorzystany test to MLS (Motor Performance Serie). Służy do oceny określonych subtelných (precyzyjnych) sprawności motorycznych kończyn górnych (celowanie, drżenie rąk, stukanie, śledzenie liniowe, wstawianie długich szpilek). Test MLS wykonuje się osobno prawą i lewą kończyną górną (dla każdej z prób). W pracy skorzystałem z czterech prób testu MLS (celowanie, drżenie rąk, stukanie, wstawienie długich szpilek), które wydają się kluczowe dla wykonania złożonej czynności ruchowej, jaką jest żonglowanie trzema piłeczkami.

Uczniowie wykonywali test indywidualnie, w osobnym pomieszczeniu w celu skupienia się na wykonywanym zadaniu (w dni w których nie było wychowania fizycznego). Każdą osobę poinformowano o sposobie wykonywania testu. Wszyscy uczniowie wykonywali również próbę testu, która umożliwiła zapoznanie się ze specyfiką wykonania. Po zakończeniu próby uczeń przechodził do właściwego wykonania testu. Testy były wykonywane podczas I etapu badań.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z wykorzystaniem pakietu statystycznego Statistica 13.5 dla systemu Windows 10. Analiza objęła podstawowe statystyki opisowe [średnią arytmetyczną (M), odchylenie standardowe (SD), medianę (Me), wskaźnik zmienności (V)] analizowanych zmiennych z uwzględnieniem płci. Podano również wartości maksymalne (max) oraz minimalne (min) zmiennych. Różnice średnich arytmetycznych oraz wartości współczynników korelacji uznano za istotne statystycznie przy poziomie istotności wynoszącym 5% ( $p < 0,05$ ). Dla oceny różnic międzygrupowych (wyniki MTSF, 2hand, MLS) zastosowano test t-Studenta. W przypadku niezgodności z rozkładem normalnym stosowano test U Manna-Whitneya, którego wyniki potwierdzały obserwacje uzyskane za pomocą testu t-Studenta. Dla wszystkich badanych zmiennych obliczono współczynniki korelacji rang Spearmana, ponieważ niektóre z analizowanych zmiennych wykazywały asymetrię rozkładów lub miały charakter rangowy. Współczynnik korelacji rang Spearmana pozwolił na właściwą analizę związków nawet w przypadku odstających obserwacji. Współczynnik korelacji umożliwił ustalenie siły związków między badanymi cechami (wskaźnikami skutecznego uczenia się a wymienionymi wcześniej aspektami rozwoju fizycznego).

## Wyniki

Porównanie średnich wyników prób testu 2hand badanych dziewcząt i chłopców nie wykazało występowania istotnych statystycznie różnic. Jednak to chłopcy potrzebowali mniej czasu na ukończenie testu niż dziewczęta i popełniali również mniej błędów (tab. 1.).

Tabela 1. Porównanie średnich wyników testu koordynacji oko-ręka badanych dziewcząt i chłopców

Wynik	M chłopców	SD chłopców	M dziewcząt	SD dziewcząt	p*
Czas testu (CT) [s]	34,63	31,10	43,97	70,51	0,069
Czas błędu (CB) [s]	7,30	57,89	10,60	115,48	0,103
Procent czasu błędów (CB%) [%]	21,67	55,77	22,77	52,23	0,702

M – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, p – poziom istotności różnic, \*różnica istotna dla  $p < 0,05$

Porównanie średnich wyników testu MLS badanych dziewcząt i chłopców wykazało, że istotna statystyczna różnica na korzyść dziewcząt występuje w próbach: celowanie (w parametrach: RD – liczba błędów, RP – liczba błędów, RP – czas błędu, RP – czas całkowity) i drżenie (RD – liczba błędów). Chłopcy osiągnęli istotnie wyższy wynik w próbie celowanie (RP – liczba trafień).

Dziewczęta osiągnęły lepsze wyniki niż chłopcy we wszystkich próbach ręką dominującą. Wyjątek to próba stukanie. Dziewczęta również osiągnęły lepsze wyniki w próbach ręką przeciwną prócz testu celowanie RP – liczba trafień. Istotne statystyczne różnice między chłopcami a dziewczynami wystąpiły w próbach: celowanie RD – liczba błędów, celowanie RP – liczba błędów, celowanie RP – liczba trafień, celowanie RP – czas błędu, celowanie RP – czas całkowity oraz drżenie RD – liczba błędów (tab. 2.).

Tabela 2. Porównanie średnich wyników testu MLS badanych dziewcząt i chłopców.

Nazwa	M dziewcząt	SD	M chłopców	SD	p*
Celowanie RD – liczba błędów	0,862	1,832	1,886	1,432	<b>0,013*</b>
Celowanie RP – liczba błędów	2,689	4,105	5,454	2,965	<b>0,002*</b>
Celowanie RD – liczba trafień	19,931	3,097	19,613	0,752	0,590
Celowanie RP – liczba trafień	17,620	3,345	20,136	7,242	<b>0,048*</b>
Celowanie RD – czas błędu	0,044	0,104	0,082	0,102	0,121
Celowanie RP – czas błędu	0,136	0,307	0,295	0,187	<b>0,015*</b>
Celowanie RD – czas całkowity	11,821	3,010	12,355	2,928	0,455
Celowanie RP – czas całkowity	10,338	4,284	13,365	4,801	<b>0,006*</b>
Drżenie RD – liczba błędów	20,413	19,281	32,636	19,680	<b>0,010*</b>
Drżenie RP – liczba błędów	24,965	19,087	32,227	18,486	0,111
Drżenie RD – czas błędu	4,946	7,925	6,528	6,629	0,376
Drżenie RP – czas błędu	5,540	8,888	7,900	6,874	0,230
Wstawianie RP	55,442	11,973	58,436	7,046	0,229
Wstawianie RD	50,813	11,189	54,294	11,112	0,196
Stukanie RD	168,655	22,765	170,318	17,593	0,740
Stukanie RP	142,344	25,002	137,318	16,720	0,345

RD – ręka dominująca, RP – ręka przeciwna, M – średnia arytmetyczna, p – poziom istotności różnic,  
\*różnica istotna dla  $p < 0,05$

Kolejno poszukiwano zależności między szybkością uczenia się złożonej czynności ruchowej, wyrażonej WSU, a średnimi wynikami testu koordynacji oko-ręka (2hand).

Między WSU1 a średnimi wynikami testu 2hand istotne korelacje wystąpiły jedynie wśród dziewcząt. Występujące u chłopców korelacje są słabe (tab. 3.).

Tabela 3. Zależności między WSU1 a średnimi wynikami prób testu 2hand

Zależność	Współczynnik rang Spearmana	
	Dziewczęta	Chłopcy
WSU 1. & 2HANDS – czas błędów	0,064	-0,101
WSU 1. & 2HANDS – czas przejścia	<b>-0,423*</b>	0,162
WSU 1. & 2HANDS – % czas bł.	<b>-0,460*</b>	0,215

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$  WSU 1 – wskaźnik szybkości uczenia się na I etapie badań

Między WSU2 a średnimi wynikami testu 2hand istotne korelacje wystąpiły ponownie jedynie wśród dziewcząt. Korelacje te są przeciętne. Występujące u chłopców korelacje są słabe (tab. 4.).

Tabela 4. Zależność między WSU2 a średnimi wynikami prób testu 2hand

Zależność	Współczynnik rang Spearmana	
	Dziewczęta	Chłopcy
WSU 2. & 2HANDS – czas błędów	<b>-0,369*</b>	-0,136
WSU 2. & 2HANDS – czas przejścia	<b>-0,381*</b>	-0,140
WSU 2. & 2HANDS – % czas bł.	-0,097	-0,122

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$  WSU 2 – wskaźnik szybkości uczenia się na II etapie badań

Między WSU3 a średnimi wynikami testu 2hand wystąpiła jedna istotna korelacja ponownie wśród dziewcząt. Korelacja ta jest przeciętne. W grupie chłopców po raz kolejny nie wystąpiły zależności istotne statystycznie między tymi zmiennymi. Występujące u chłopców korelacje są słabe (tab. 5.).

Tabela 5. Zależność między WSU3 a średnimi wynikami prób testu 2hand

Zależność	Współczynnik rang Spearmana	
	dziewczeta	chłopcy
WSU3. & 2HANDS – czas błędów	<b>-0,412*</b>	-0,113
WSU3. & 2HANDS – czas przejścia	-0,238	-0,168
WSU3. & 2HANDS – % czas bł.	0,049	-0,173

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$  WSU 3 – wskaźnik szybkości uczenia się na III etapie badań

Podsumowując zależności między WSU na kolejnych etapach uczenia się a średnimi wynikami testu 2hand można stwierdzić, że zależności te są mocniejsze u dziewcząt – szczególnie na początkowym i środkowym etapie uczenia się.

Kolejno sprawdzono, jakie zależności występują między średnimi wynikami testu 2hand a uzyskanymi efektami uczenia się w kolejnych etapach badawczych. W przypadku efektu uczenia się na I etapie badań (Efekt1) wystąpiły korelacje istotne statystycznie pomiędzy wynikami testu 2hand w grupie badanych dziewcząt i chłopców. W grupie dziewcząt korelacje były przeciętne i wysokie, a wśród chłopców słabe i przeciętne (tab. 6.).

Tabela 6. Zależność między efektem uczenia się a średnimi wynikami prób testu 2hand na I etapie badań

Zależność	Współczynnik rang Spearmana	
	Dziewczeta	Chłopcy
2HANDS – czas błędów & efekt 1.	-0,088	-0,075
2HANDS – czas przejścia & efekt 1.	<b>-0,522*</b>	<b>-0,316*</b>
2HANDS – % czas bł. & efekt 1.	<b>-0,447*</b>	<b>-0,300*</b>

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , Efekt1- efekt uczenia się na I etapie badań

Analizując zależność między efektem uczenia się (Efekt2) a średnimi wynikami prób testu 2hand na II etapie badań, można stwierdzić, że jedynie w grupie dziewcząt wystąpiła korelacja istotna statystycznie o sile przeciętnej (tab. 7.).

Tabela 7. Zależność między efektem uczenia się a średnimi wynikami prób testu 2hand na II etapie badań.

Zależność	Współczynnik rang Spearmana	
	Dziewczeta	Chłopcy
Efekt 2. & 2HANDS – czas błędów	<b>-0,385*</b>	-0,008
Efekt 2. & 2HANDS – czas przejścia	-0,319	-0,116
Efekt 2. & 2HANDS – % czas bł.	-0,013	-0,145

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , Efekt2 – efekt uczenia się na II etapie badań.

Analizując zależności między efektem uczenia się (Efekt3) a średnimi wynikami prób testu 2hand na III etapie badań, stwierdza się, że po raz kolejny wystąpiła tylko jedna korelacja istotna statystycznie o sile przeciętnej i ponownie w grupie dziewcząt (tab. 8.).

Tabela 8. Zależność między efektem uczenia się a średnimi wynikami prób testu 2hand na III etapie badań

Zależność	Współczynnik rang Spearmana	
	Dziewczeta	Chłopcy
Efekt 3. & 2HANDS – czas błędów	<b>-0,412*</b>	-0,080
Efekt 3. & 2HANDS – czas przejścia	-0,238	-0,202
Efekt 3. & 2HANDS – % czas bł.	0,049	-0,224

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , Efekt3 – efekt uczenia się na III etapie badań

Podsumowując zależności między efektem uczenia się na kolejnych etapach badań a średnimi wynikami testu 2hand, można stwierdzić, że zależności te mocniej występowały w początkowym i środkowym etapie uczenia się u obu płci, natomiast w końcowym etapie zaczęły słabnąć.

Poszukiwanie zależności między szybkością uczenia się złożonej czynności ruchowej, wyrażonej WSU, a średnimi wynikami testu MLS w grupie dziewcząt wykazało istnienie istotnej statystycznie korelacji między WSU1 a jedynie jedną z badanych zmiennych (WSU 1 & Celowanie Dominująca – liczba trafień). W grupie chłopców nie wykazano żadnych istotnych statystycznie korelacji. Występujące korelacje są nikłe, słabe i przeciętne zarówno u chłopców, jak i u dziewcząt (tab. 9).

Tabela 9. Zależność między WSU1 a średnimi wynikami testu MLS

Zależność	Siła korelacji	
	Dziewczęta	Chłopcy
WSU 1. & Celowanie Dominująca – liczba błędów	-0,064	-0,253
WSU 1. & Celowanie Przeciwna – liczba błędów	<b>-0,405*</b>	-0,059
WSU 1. & Celowanie Dominująca – liczba trafień	-0,209	-0,016
WSU 1. & Celowanie Przeciwna – liczba trafień	-0,215	-0,087
WSU 1. & Celowanie Dominująca – czas błędu	-0,076	-0,254
WSU 1. & Celowanie Przeciwna – czas błędu	-0,309	-0,048
WSU 1. & Celowanie Dominująca – czas całkowity	0,303	0,083
WSU 1. & Celowanie Przeciwna – czas całkowity	-0,025	0,033
WSU 1. & Drżenie Dominująca – liczba błędów	-0,235	-0,127
WSU 1. & Drżenie Przeciwna – liczba błędów	-0,204	-0,082
WSU 1. & Drżenie Dominująca – czas błędu	-0,143	-0,128
WSU 1. & Drżenie Przeciwna – czas błędu	0,023	-0,139
WSU 1. & Wstawianie Przeciwna	0,044	-0,175
WSU 1. & Wstawianie Dominująca	0,086	-0,058
WSU 1. & Stukanie Dominująca	-0,046	0,282
WSU 1. & Stukanie Przeciwna	0,133	0,249

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , WSU1 – wskaźnik szybkiego uczenia na I etapie badań

W przypadku korelacji WSU2 ze średnimi wynikami testu MLS pojawiły się istotne statystycznie zależności w grupie chłopców w czterech badanych zmiennych. Wszystkie wyniki o istotności statystycznej są o sile przeciętnej. Reszta korelacji w grupie chłopców jest nikła lub słaba. W grupie dziewcząt nie wystąpiły korelacje istotne statystycznie, dominują korelacje o sile nikłej i słabej (tab. 10.).

Tabela 10. Zależność między WSU2 a średnimi wynikami testu MLS

Zależność	Siła korelacji	
	Dziewczęta	Chłopcy
WSU 2. & Celowanie Dominująca – liczba błędów	0,015	-0,078
WSU 2. & Celowanie Przeciwna – liczba błędów	-0,127	-0,179
WSU 2. & Celowanie Dominująca – liczba trafień	0,023	<b>0,422*</b>
WSU 2. & Celowanie Przeciwna – liczba trafień	-0,198	-0,162
WSU 2. & Celowanie Dominująca – czas błędu	0,074	-0,122
WSU 2. & Celowanie Przeciwna – czas błędu	-0,067	-0,235
WSU 2. & Celowanie Dominująca – czas całkowity	0,055	-0,136
WSU 2. & Celowanie Przeciwna – czas całkowity	-0,243	-0,247
WSU 2. & Drżenie Dominująca – liczba błędów	-0,206	-0,221
WSU 2. & Drżenie Przeciwna – liczba błędów	-0,247	0,029
WSU 2. & Drżenie Dominująca – czas błędu	-0,258	-0,155
WSU 2. & Drżenie Przeciwna – czas błędu	-0,290	-0,193
WSU 2. & Wstawianie Przeciwna	-0,062	-0,197
WSU 2. & Wstawianie Dominująca	0,122	<b>-0,331*</b>
WSU 2. & Stukanie Dominująca	-0,059	<b>0,414*</b>
WSU 2. & Stukanie Przeciwna	-0,039	<b>0,457*</b>

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , WSU2 – wskaźnik szybkiego uczenia na II etapie badań

Analizując zależności między WSU3 a średnimi wynikami testu MLS stwierdza, że w grupie chłopców i dziewcząt dominują korelacje słabe i nikłe. W grupie dziewcząt wystąpiły korelacje istotne statystycznie o sile przeciętnej (tab. 11.).

Tabela 11. Zależność między WSU3 a średnimi wynikami testu MLS

Zależność	Siła korelacji	
	Dziewczęta	Chłopcy
WSU 3. & Celowanie Dominująca – liczba błędów	0,089	-0,004
WSU 3. & Celowanie Przeciwna – liczba błędów	0,009	-0,041
WSU 3. & Celowanie Dominująca – liczba trafień	<b>0,369*</b>	0,036
WSU 3. & Celowanie Przeciwna – liczba trafień	-0,014	-0,136
WSU 3. & Celowanie Dominująca – czas błędu	0,001	0,061
WSU 3. & Celowanie Przeciwna – czas błędu	-0,071	-0,035
WSU 3. & Celowanie Dominująca – czas całkowity	-0,184	-0,069
WSU 3. & Celowanie Przeciwna – czas całkowity	-0,155	-0,277
WSU 3. & Drżenie Dominująca – liczba błędów	0,144	-0,172
WSU 3. & Drżenie Przeciwna – liczba błędów	0,151	-0,202
WSU 3. & Drżenie Dominująca – czas błędu	0,049	-0,359
WSU 3. & Drżenie Przeciwna – czas błędu	0,061	-0,254
WSU 3. & Wstawianie Przeciwna	-0,257	-0,096
WSU 3. & Wstawianie Dominująca	-0,169	-0,025
WSU 3. & Stukanie Dominująca	<b>0,336*</b>	-0,107
WSU 3. & Stukanie Przeciwna	0,282	0,117

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , WSU3 – wskaźnik szybkiego uczenia na III etapie badań

Podsumowując, można stwierdzić, że nie występują wyraźne, mocno zaznaczone zależności między WSU a średnimi wynikami prób testu MLS. W obu grupach dominują korelacje nikłe lub słabe. Jedynie korelacje, które są istotnie statystyczne, mają siłę przeciętną.

Kolejno obliczono zależność między uzyskanym efektem końcowym etapów badań a średnimi wynikami testu MLS.

Między efektem uczenia się w I etapie badań (Efekt1) a średnimi wynikami testu MLS tylko w grupie chłopców wystąpiła zależność istotna statystycznie o sile przeciętnej. Dominowały korelacje słabe. W grupie dziewcząt korelacje były bardziej zróżnicowane - o sile nikłej, słabej lub przeciętnej (tab. 12.).

Tabela 12. Zależność między efektem1 a średnimi wynikami testu MLS

Zależność	Siła korelacji	
	Dziewczęta	Chłopcy
Efekt1. & Celowanie Dominująca – liczba błędów	0,131	-0,091
Efekt1. & Celowanie Przeciwna – liczba błędów	-0,256	0,128
Efekt1. & Celowanie Dominująca – liczba trafień	-0,086	0,097
Efekt1. & Celowanie Przeciwna – liczba trafień	-0,303	-0,054
Efekt1. & Celowanie Dominująca – czas błędu	0,173	-0,192
Efekt1. & Celowanie Przeciwna – czas błędu	-0,131	0,103
Efekt1. & Celowanie Dominująca – czas całkowity	0,022	-0,134
Efekt1. & Celowanie Przeciwna – czas całkowity	-0,210	0,008
Efekt1. & Drżenie Dominująca – liczba błędów	-0,307	0,005
Efekt1. & Drżenie Przeciwna – liczba błędów	-0,334	0,065
Efekt1. & Drżenie Dominująca – czas błędu	-0,189	0,044
Efekt1. & Drżenie Przeciwna – czas błędu	-0,110	-0,032
Efekt1. & Wstawianie Przeciwna	0,024	<b>-0,303*</b>
Efekt1. & Wstawianie Dominująca	0,058	-0,245
Efekt1. & Stukanie Dominująca	0,010	0,271
Efekt1. & Stukanie Przeciwna	0,090	0,266

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , Efekt1 – efekt uczenia się na danym etapie badań

Między efektem uczenia się na II etapie badań (Efekt2) a średnimi wynikami testu MLS korelacje istotne statystycznie występują w pięciu zmiennych. Ich siła jest przeciętna. W grupie dziewcząt w dalszym ciągu nie ma korelacji istotnych statystycznie, dominują korelacje nikłe lub słabe (tab. 13.).

Tabela 13. Zależność między efektem II etapu badań a średnimi wynikami testu MLS

Zależność	Siła korelacji	
	Dziewczęta	Chłopcy
Efekt2. & Celowanie Dominująca – liczba błędów	-0,042	-0,007
Efekt2. & Celowanie Przeciwna liczba – błędów	-0,076	-0,157
Efekt2. & Celowanie Dominująca – liczba trafień	0,046	<b>0,356*</b>
Efekt2. & Celowanie Przeciwna – liczba trafień	-0,212	-0,231
Efekt2. & Celowanie Dominująca – czas błędu	0,023	-0,081
Efekt2. & Celowanie Przeciwna – czas błędu	-0,049	-0,240
Efekt2. & Celowanie Dominująca – czas całkowity	0,004	-0,170
Efekt2. & Celowanie Przeciwna – czas całkowity	-0,290	-0,254
Efekt2. & Drżenie Dominująca – liczba błędów	-0,275	-0,144
Efekt2. & Drżenie Przeciwna – liczba błędów	-0,296	-0,078
Efekt2. & Drżenie Dominująca – czas błędu	-0,346	-0,169
Efekt2. & Drżenie Przeciwna – czas błędu	-0,300	-0,117
Efekt2. & Wstawianie Przeciwna	-0,105	<b>-0,329*</b>
Efekt2. & Wstawianie Dominująca	0,056	<b>-0,348*</b>
Efekt2. & Stukanie Dominująca	-0,030	<b>0,364*</b>
Efekt2. & Stukanie Przeciwna	0,036	<b>0,425*</b>

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , Efekt2- efekt uczenia się na II etapie badań

Między efektem uczenia się na III etapie badań (Efekt3) a średnimi wynikami testu MLS po raz kolejny, tylko w grupie chłopców, pojawią się korelacje istotne statystycznie o sile przeciętnej. Reszta korelacji jest nikła lub słaba. W grupie dziewcząt w dalszym ciągu nie zaobserwowałem korelacji istotnych statystycznie. Dominują korelacje nikłe i słabe (tab. 14.).

Tabela 14. Zależność między efektem III etapu badań a średnimi wynikami testu MLS

Zależność	Siła korelacji	
	Dziewczęta	Chłopcy
Efekt3. & Celowanie Dominująca – liczba błędów	-0,004	0,201
Efekt3. & Celowanie Przeciwna liczba – błędów	-0,041	0,032
Efekt3. & Celowanie Dominująca – liczba trafień	0,036	<b>0,313*</b>
Efekt3. & Celowanie Przeciwna – liczba trafień	-0,136	-0,028
Efekt3. & Celowanie Dominująca – czas błędu	0,061	0,108
Efekt3. & Celowanie Przeciwna – czas błędu	-0,035	-0,052
Efekt3. & Celowanie Dominująca – czas całkowity	-0,069	-0,184
Efekt3. & Celowanie Przeciwna – czas całkowity	-0,277	-0,169
Efekt3. & Drżenie Dominująca – liczba błędów	-0,172	0,025
Efekt3. & Drżenie Przeciwna – liczba błędów	-0,202	0,113
Efekt3. & Drżenie Dominująca – czas błędu	-0,359	0,087
Efekt3. & Drżenie Przeciwna – czas błędu	-0,254	0,069
Efekt3. & Wstawianie Przeciwna	-0,096	-0,175
Efekt3. & Wstawianie Dominująca	-0,025	-0,164
Efekt3. & Stukanie Dominująca	-0,107	0,270
Efekt3. & Stukanie Przeciwna	0,117	0,220

\*Współczynniki korelacji są istotne dla  $p < 0,05$ , Efekt3 – efekt uczenia się na III etapie badań



Dyskusja:

Jednym z rodzajów *uczenia się* jest ten służący opanowaniu czynności ruchowych, zwany *uczeniem się motorycznym* (Szopa i wsp. 2000, Sankowski 2001, Osiński 2003, Raczek 2010, Magill i Anderson 2017), powiązany w sposób szczególny z uczeniem się umiejętności szkolnych (pisanie, czytanie, słuchanie, mówienie), a różnice między nimi zacierają się zwłaszcza podczas uczenia się złożonych czynności ruchowych (np. żonglowanie trzema piłeczkami) (Beck i wsp. 2016, Macdonald i wsp. 2018, Coker 2018).

W diagnozowaniu przejawów motoryczności człowieka powinno dojść do oceny koordynacji oko-ręka, która jest składową predyspozycji koordynacyjnych (Szopa i wsp. 2000). Rynkiewicz (2003), Migasiewicz (2006) ocenili poziom zdolności koordynacyjnych wśród studentów III i IV roku Instytutu Wychowania Fizycznego filii poznańskiej Akademii Wychowania Fizycznego w Gorzowie Wlkp. oraz dzieci i młodzieży w wieku 7,5-18,5 lat. W wymienionych grupach badanych nie wykazano silnej zależności między zdolnościami koordynacyjnymi a rozwojem somatycznym czy płcią, tak jak niejednokrotnie związek ten był wskazywany w przypadku zdolności kondycyjnych (Koszczyk 1991, Rynkiewicz 2003, Fugiel 2014). Jak się okazuje, dla rozwoju zdolności koordynacyjnych bardziej znaczące są dotychczasowe doświadczenia ruchowe oraz prawidłowy w ontogenezie rozwój układu nerwowego (Fugiel 2014). Do oceny koordynacji oko-ręka coraz powszechniej wykorzystywany jest Wiedeński System Testów (WST), uważany za wysoko specjalistyczne narzędzie do oceny psychomotorycznych właściwości człowieka (Juras i Waśkiewicz 1998, Raczek i wsp. 2000, Guła-Kubiszewska 2007, Domaradzki i Ignasiak 2009, Gierczuk i Ljach 2012, Koźlenia i wsp. 2018). WST jest stosowany od 1987 roku i początkowo służył tylko do badań w psychologii klinicznej i eksperymentalnej. Obecnie jest coraz popularniejszy i stosowany jest także w badaniach z dyscypliny nauk o kulturze fizycznej (Raczek i wsp. 2003). W skład WST wchodzi wiele testów np. test koordynacji oko-ręka -2hand oraz test precyzyjnych ruchów rąk – MLS (Łuczak 2005, Guła-Kubiszewska 2007). Autor w pracy wykorzystał właśnie te dwa testy. Wyniki testu MLS posłużyły autorowi do oceny czynników, które według koncepcji Fleishmana są wyznacznikiem do wykonania określonych precyzyjnych czynności ruchowych (szybkość przegub-palec, sprawność palca, szybkość ruchów ramienia, tremor, czas reakcji, celowanie, zręczność ręki, kontrola prędkości) (za Guła-Kubiszewską 2007). Oprócz tego, wyniki uzyskane w teście MLS posłużyły również do ustalenia modelu ręczności badanych.

W literaturze często test 2hand jest nazywany testem koordynacji ruchów rąk lub testem oko-ręka. Pozwala on określić poziom koordynacji oko-ręka przy współpracy prawej i lewej ręki podczas przesuwania kursora po wyznaczonej trasie, widocznej na monitorze komputera. (Fugiel 2014, Wawrzyniak 2016). W nawiązaniu do badań innych autorów, którzy używają tego samego testu, mogą pojawiać się w literaturze przedmiotu zamiennie określenia „oko-ręka” i „koordynacja rąk”.

Podczas analizy uzyskanych danych za pomocą testu 2hand zauważono, że chłopcy w porównaniu do dziewcząt osiągnęli wyższy poziom koordynacji oko-ręka, jednak wyniki te nie różniły się istotnie statystycznie. Zbliżone wyniki odnotowano w badaniach nad koordynacją obu rąk, które przeprowadzone zostały przez Domaradzkiego i Ignasiak (2009). Celem ich badań była próba oceny poziomu rozwoju i zróżnicowania płciowego wybranych predyspozycji koordynacyjnych dzieci w wieku 8-9 lat przy użyciu testu 2hand. Uzyskali oni w swoich badaniach wyższe wyniki dla oceny poziomu koordynacji chłopców w porównaniu do dziewcząt, jednak wyniki nie różniły się istotnie statystycznie. Także Fugiel (2014) nie odnotował różnic istotnych statystycznie w swoich badaniach nad koordynacją ruchów rąk (test 2hand) między chłopcami a dziewczętami w wieku 9- 10 lat.

Rokita i wsp. (2014) ocenili poziom koordynacji oko-ręka dziewcząt i chłopców w wieku 14-16 lat trenujących szermierkę. Autorzy nie stwierdzili różnic istotnych statystycznie między tymi dwoma grupami. Wyniki wszystkich wymienionych badaczy pokrywają się z uzyskanymi przez autora i świadczą o tym, że płeć nie różnicuje poziomu koordynacji oko-ręka wśród dzieci i młodzieży.

Podczas analizy danych, uzyskanych z testu MLS, zauważono, że dziewczęta w porównaniu do chłopców osiągnęły istotnie wyższe wyniki dla poszczególnych czynników: Celowanie RD – liczba błędów, Celowanie RP – liczba błędów, Celowanie RP – czas błędu, Celowanie RP – czas całkowity, Drżenie RD – liczba błędów, natomiast chłopcy osiągnęli istotnie wyższy wynik w Celowanie RP – liczba trafień. Fugiel (2014) w swoich badaniach nie odnotował różnic istotnych statystycznie w wybranych próbach MLS (stukanie, celowanie i śledzenie liniowe) wśród dziewcząt i chłopców w wieku 9-10 lat. W badaniach Domaradzkiego i Ignasiak (2009) wykorzystano dwie próby z testów MLS: stuknięcie piórem oraz celowanie. Autorzy zaobserwowali różnicę we wszystkich parametrach próby „celowanie piórem w punkt” między dziewczętami a chłopcami w wieku 8-9 lat.

Mleczo (1991) podkreśla, że do analizy predyspozycji koordynacyjnych, które mogą być oceniane poprzez test 2hand i MLS, powinno się podchodzić ostrożnie. Ocena wyników predyspozycji koordynacyjnych często uzależniona jest od wielu czynników zewnętrznych (np. środowiskowych) i wewnętrznych (genetycznych). Złożoność procedury wymaga zatem, by uzyskane wyniki zawsze interpretować w odniesieniu do wybranej grupy badanej, która posiada specyficzne dla siebie cechy (Mleczo 1991). Wyniki uzyskane przez autora za pośrednictwem testu MLS dostarczyły także informacji o jakości wykonania zadania (szybkość i dokładność) u badanych dziewcząt i chłopców. Okazało się, że zarówno dziewczęta, jak i chłopcy skuteczniej wykonują zadania ręką dominującą niż ręką przeciwną. Takie wyniki są zgodne z doniesieniami z literatury (Carson i wsp. 1990, Riolo-Quinn 1991, Sainburg 2002). Mogą świadczyć także o wystąpieniu asymetrii cech (szybkość i dokładność), które diagnozuje się z wykorzystaniem tego testu. Fugiel (2014) w swoich badaniach zaobserwował różnice istotnie statystyczne między ręką dominującą a

przeciwną w próbie „stukanie” u chłopców i dziewcząt w wieku 9 i 10 lat. W teście „celowanie” w parametrze „czas całkowity” zarówno grupa dziewcząt jak i chłopców w wieku 9 i 10 lat nie uzyskała wyników istotnych statystycznie między ręką dominującą a przeciwną. W parametrze „liczba błędów” chłopcy i dziewczęta w wieku 9 i 10 lat uzyskali wyniki, które różniły się istotnie statystycznie między ręką dominującą i przeciwną. W badaniach własnych, w obydwóch grupach zauważyłem różnice istotne statystycznie między ręką dominującą a przeciwną w teście „stukanie”. W teście „celowanie” w parametrze „czas całkowity” nie zauważyłem różnic istotnych statystycznie w grupie dziewcząt i chłopców w obrębie badanych kończyn górnych. Istotne statystycznie różnice między ręką dominującą a przeciwną wystąpiły w parametrze „liczba błędów” w obydwu grupach.

Sebastjan i wsp. (2017) w swoich badaniach przeprowadzonych wśród osób po 50 roku życia zauważyli różnice istotne statystycznie między ręką dominującą a przeciwną w teście „stukanie” oraz „wstawianie”. W uzyskanych wynikach zauważono różnice istotne statystycznie między ręką dominującą a przeciwną w teście „stukanie”. W teście „wstawianie” chłopcy i dziewczęta szybciej wstawiali kolki ręką dominującą, różnice te jednak nie były istotne statystycznie. Wyniki trudno jednak porównać ze względu na dużą różnicę w wieku badanych dzieci (badania własne) i osób dorosłych (Sebastjan i wsp. 2017).

Jednym z uwarunkowań skutecznego uczenia się złożonych czynności ruchowych jest poziom zdolności koordynacyjnych. Wielu autorów poszukuje zależności między poziomem koordynacyjnym zdolności motorycznych (KZM) a skutecznym uczeniem się czynności ruchowej (Juras i Waśkiewicz 1998, Klocek i Żak 2001, Hirtz i Starosta 2002, Ljach i Witkowski 2004, Boraczyński i wsp. 2008, Zatoń i wsp. 2008). Jednym z pierwszych naukowców, który zainteresował się KZM jako wymiarem informacyjnej sfery potencjału motorycznego, był w 1968 roku Gundlachow (za Mynarski 2003). Wyróżnił on dwie podstawowe grupy zdolności motorycznych: kondycyjne, oparte na mechanizmach energetycznych i koordynacyjne, zdeterminowane przez procesy sterująco - regulacyjne i kognitywne. Współcześnie KZM są interpretowane jako „względnie utrwalone i uogólnione formy przebiegu psychofizycznych procesów regulacji ruchowej. Odzwierciedlają one złożone stosunki zachodzące pomiędzy procesami neuropsychicznymi” (Raczek i wsp. 2002, s. 13). Rozwijanie KZM może warunkować szybsze i skuteczniejsze uczenie się różnorodnych czynności ruchowych (Bajdziński i Starosta 2002). Podobne wnioski sformułowali Boraczyński i Zaporozhanov (2011). Do badań nad efektywnością uczenia się wybrali oni umiejętność trafienia piłeczką golfową do celu. Na podstawie opracowanych wskaźników ilościowych i jakościowych stwierdzili, że poprawa zdolności koordynacyjnych skutkuje większą efektywnością motorycznego uczenia się. Podobne wnioski w swoich badaniach z udziałem 66 studentów II roku AWF we Wrocławiu przedstawił Wołk (2001). Osoby o najwyższym poziomie różnicowania kinestetycznego osiągnęły największy postęp w uczeniu się czynności ruchowej (jazda na nartach). Dybińska (2002) badała natomiast chłopców w młodszym wieku szkolnym. Jak się okazało, uczniowie o wyższych wynikach prób oceniających poziom koordynacji uczyli się szybciej i skuteczniej techniki pływackiej niż uczniowie o niższym poziomie koordynacji. Podobne rezultaty otrzymali Waade i wsp. (2001) podczas oceny zależności między poziomem koordynacji ruchowej a opanowanymi umiejętnościami pływackimi w wyniku procesu dydaktycznego u dzieci w wieku szkolnym. Również Szczepanik i Szopa (1993), zauważyli zależności między zdolnościami koordynacyjnymi a szybkością i trwałością uczenia się techniki ruchu w siatkówce. Autorzy stwierdzili wysoką zależność między skutecznością gry w piłkę siatkową a poziomem orientacji przestrzennej i koordynacji wzrokowo-ruchowej.

W odniesieniu do uzyskanych wyników przez autora, istotne korelacje wystąpiły między uzyskanymi wynikami testu 2hand a szybkością uczenia się w grupie dziewcząt, szczególnie na początku badań. Korelacje stawały się jednak coraz słabsze w późniejszych etapach uczenia się złożonej czynności ruchowej. W badaniach Zatonia i wsp. (2008) również udowodniono, że doskonalenie czucia kinestetycznego ma duży wpływ na uczenie się złożonej czynności ruchowej (jazda na nartach). Chaloupská i Hrušová (2017) w swoich badaniach dokonały obserwacji postępu w uczeniu się dyscypliny sportowej polegającej na chodzeniu i wykonywaniu trików na taśmie (slacking). Dyscyplina ta jest zbiorem złożonych czynności ruchowych. Jest ona wymagająca pod względem koordynacji pracy mięśni i stabilizacji postawy ciała w odniesieniu do zmiennych warunków zewnętrznych i ich przewidywania (Shumway-Cook i Woollacott 2007). Do określenia poziomu koordynacji wykorzystano próbę stania na jednej nodze (1 leg standing balance test) oraz baterie testów Iowa-Brace. Osoby badane, na podstawie uzyskanych wyników testów, zostały podzielone na dwie grupy. Okazało się, że grupa o wyższym poziomie koordynacji uczyła się szybciej i skuteczniej niż grupa o niższym poziomie koordynacji. Różnica okazała się istotna statystycznie. Zetou i wsp. (2012) sprawdzili, czy program treningu koordynacyjnego usprawni proces uczenia się umiejętności gry w tenisa (backhand i forehand). Badanie przeprowadzili wśród 48 zawodników klubu tenisowego w wieku od 9 do 13 roku życia. Dzieci zostały podzielone na dwie grupy. Grupa eksperymentalna przed nauką umiejętności tenisowych brała udział w 20-minutowym programie treningu koordynacyjnego. Grupa kontrolna uczyła się tylko umiejętności technicznych gry w tenisa. Pomiędzy grupami zauważono istotną różnicę. Badane dzieci z grupy eksperymentalnej opanowały backhand i forehand na wyższym poziomie.

Wydaje się, że szczególną rolę w procesie uczenia się odgrywa też koordynacja oko-ręka. Jak podają badacze, może ona być związana z dokładnością i szybkością opanowania nowych umiejętności ruchowych, zwłaszcza u dzieci w wieku szkolnym (Szopa i wsp. 2000, Raczek i wsp. 2002). Giles i wsp. (2018) zbadali 309 dzieci w wieku od 5 do 11 roku życia. Do oceny poziomu koordynacji oko-ręka wykorzystano testy komputerowe, które obejmowały sterowanie, celowanie i śledzenie obiektów na ekranie komputera. Autorzy stwierdzili, że dzieci, które miały wyższe wyniki w testach koordynacji wzrokowo-ruchowej osiągały lepsze wyniki w czytaniu, pisaniu i matematyce. Wardana

i wsp. (2017) zbadali zależności między koordynacją oko-ręka a efektywnym wykonaniem czynności ruchowej u studentów V semestru na Uniwersytecie Surakarta w Indonezji. Zadaniem badanych studentów było wykonanie rzutów wolnych w koszykówce. Autorzy stwierdzili, że studenci, którzy mieli wysoki poziom koordynacji oko-ręka, uzyskali wyższe wyniki w rzutach wolnych niż studenci o niższym poziomie omawianej koordynacji oko-ręka. Ostrowski (2011) zauważył, że dzieci, które miały wyższy poziom koordynacji oko-ręka opanowały technikę pływacką na wyższym poziomie, co demonstrowały podczas sprawdzianów na lekcjach pływania. W badaniach autor zaobserwował zależności między wynikami testu 2hand a efektywnym uczeniem się, szczególnie w I etapie badań, w grupie dziewcząt i chłopców. W kolejnych etapach zależności te nie były już tak wyraźne. W analizie zależności między wynikami testu MLS a efektywnym uczeniem się zauważyłem najwięcej zależności w II etapie badań, w grupie chłopców. Były to korelacje o sile przeciętnej. Natomiast między szybkością uczenia się a wynikami testu MLS nie stwierdziłem wyraźnych zależności.

#### Podsumowanie i wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań oraz opracowania ich wyników, zrealizowano cel poznawczy, którym była ocena skuteczności (szybkości, efektywności) uczenia się złożonej czynności ruchowej w odniesieniu do zdolności koordynacyjnych wybranej grupy dziewcząt i chłopców. Podsumowując wyniki można stwierdzić:

1. Chłopcy osiągnęli wyższy średni poziom koordynacji oko-ręka (test 2hand), jednak różnice między nimi a dziewczętami nie były istotne statystycznie.
2. Dziewczeta osiągnęły średnio wyższe wyniki niż chłopcy w zakresie precyzyjnych ruchów rąk (test MLS). Różnice istotne statystycznie na ich korzyść wystąpiły w większości wykonanych prób testu.
3. Zależności pomiędzy koordynacją oko-ręka (oceniając z wykorzystaniem testu 2hand) a szybkością i efektywnością uczenia się złożonej czynności ruchowej ujawniają się jedynie u dziewcząt jednak nie są one istotne statystycznie.
4. Zależności pomiędzy precyzyjnymi ruchami rąk (oceniając z wykorzystaniem testu MLS) a szybkością i efektywnością uczenia się złożonej czynności ruchowej ujawniają się jedynie u chłopców jednak nie są one istotne statystycznie

Na podstawie uzyskanych wyników badań można sformułować następujące wnioski:

1. Występują zależności między szybkością i efektywnością uczenia się złożonej czynności ruchowej a poziomem zdolności koordynacyjnych. Mocniej ujawniają się one u dziewcząt niż chłopców.
2. Ważne jest, aby nauczyciele w procesie dydaktycznym, rozwijali zdolności koordynacyjnych u uczniów, aby podnieść skuteczność ich uczenia się motorycznego.

#### PISMIENNICTWO

1. Bajdziński M., Starosta W. Kinestetyczne różnicowanie ruchu i jego uwarunkowania. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej. Warszawa-Gorzów 2002
2. Beck M., Lind R., Geertsens S., Ritz C., Lundbye-Jensen J., Wienecke J., Motor-enriched learning activities can improve mathematical performance in preadolescent children. *Frontiers in Human Neuroscience* 2016; 10(645), 1-14, doi: 10.3389/fnhum.2016.00645
3. Biotteau M., Chaix Y., Albaret J.M. (2016) What do we really know about motor learning in children with Developmental Coordination Disorder?. *Current Developmental Disorders Reports* 2016; 3(2), 152-160.
4. Boraczyński T., Zaporozhanov V. Uczenie się motoryczne jako kryterium oceny koordynacyjnych zdolności badanych [Motor learning as a criterion for assessing the coordination abilities of the subjects]. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports* 2011; 10, s. 110-118.
5. Boraczyński T., Urniaż J., Boraczyńska L.B., Sawicki A., Crowski D. Ocena zdolności kinestetycznego różnicowania ruchów piłkarzy ręcznych [Kinesthetic differentiation of movement and its conditions. *International Sport Motoring Association*]. W: J. Urniaż (red.), *Współczesne trendy rozwoju sportu a idee humanizmu olimpijskiego* (ss. 119-128). Olsztyńska Szkoła Wyższa im. Józefa Rusieckiego. Olsztyn 2008.
6. Carson R.G., Chua R., Elliot D., Goodman D. The contribution of vision to asymmetries in manual aiming. *Neuropsychologia* 1990; 28, 1215-1220.
7. Chaloupská P., Hrušová D. Effect Of Level Of Coordination Abilities On Motor Learning Progress In Slacklining. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSB* 2017; 24, 27-35. doi:10.15405/epsbs.2017.06.4.
8. Coker CH.A. *Motor Learning and Control for Practitioners*. Routledge 711 Third Avenue, New York 2018.
9. Czabański B. *Kształcenie psychomotoryczne [Psychomotor education]*. AWF, Wrocław 2000.
10. Domaradzki J., Ignasiak I. Zróżnicowanie płciowe wybranych predyspozycji koordynacyjnych dzieci w młodszym wieku szkolnym - wyniki Wiedeńskiego Systemu Testowego [Gender differentiation of selected

- coordination predispositions of children at an early school age - results of the Vienna Test System]. *Antropomotoryka* 2009; 45, 83-87.
11. Dybińska E. Wybrane czynniki somatyczno-funkcjonalne a szybkość uczenia się i nauczania czynności pływackich chłopców w wieku szkolnym [Selected somatic and functional factors and the speed of learning and teaching swimming activities to school-aged boys]. *Antropomotoryka* 2002; 24, 89-101.
  12. Dybińska E. Ocena sprawności uczenia się i nauczania czynności pływackich dzieci w młodszym wieku szkolnym w odniesieniu do poziomu wybranych zdolności motorycznych [Evaluation of the efficiency of learning and teaching swimming activities to children at an early school age in relation to the level of selected motor skills]. W: R. Bartoszewicz, T. Koszczyc, A. Nowak (red.), *Kontrola i ocena w wychowaniu fizycznym 2003* (ss. 321-331). AWF, Wrocław, s. 321-331.
  13. Fugiel J. Zmienność rozwoju wybranych zdolności koordynacyjnych na tle budowy morfofunkcjonalnej dzieci i młodzieży z terenów przemysłowych [The variability of the development of selected coordination abilities against the background of the morphofunctional structure of children and adolescents from industrial areas]. AWF, Wrocław, 2014.
  14. Gierczuk D., Ljach W. Evaluating the coordination of motor abilities in Greco-Roman wrestlers by computer testing. *Human Movement* 2012; 13(4), 323-329.
  15. Giles O.T., Shire K.A., Hill L.J.B., Mushtaq F., Waterman A., Holt R.J., Culmer PR, Williams J.H.G., Wilkie R.M., Mon-Williams M. Hitting the Target: Mathematical Attainment in Children Is Related to Interceptive-Timing Ability. *Psychological Science* 2018, 29(8), 1334-1345. doi: 10.1177/0956797618772502.
  16. Guła-Kubiszewska H. Efekty Dydaktyczne samoregulowanego uczenia się motorycznego [Didactic effects of self-regulated motor learning]. AWF, Wrocław 2007.
  17. Hirtz P., Starosta W. Sensitive and critical periods of motor co-ordination development and its relation to motor learning. *Journal of Human Kinetics* 2002, 7, 19–28.
  18. Ignasiak Z. *Anatomia układu ruchu [Anatomy of the locomotor system]*. Edra Urban & Partner, Wrocław 2013.
  19. Juras G., Waśkiewicz Z. Czasowe, przestrzenne oraz dynamiczne aspekty koordynacyjnych zdolności motorycznych [Temporal, spatial and dynamic aspects of coordination motor skills]. AWF, Katowice 1998.
  20. Klocek T., Żak S. Strukturalne i motoryczne determinanty skuteczności gry w piłce siatkowej kobiet [Structural and motor determinants of game effectiveness in women's volleyball]. *Antropomotoryka* 2001, 22, 65-80.
  21. Koszczyc S. Asymetria morfologiczna i dynamiczna oraz możliwości jej kształtowania u dzieci w młodszym wieku szkolnym [Morphological and dynamic asymmetry and the possibility of its shaping in children at a younger school age]. AWF, Wrocław 1991.
  22. Koźlenia D., Wierzbicka-Damska I., Trojanowska I., Domaradzki J. Change of precision of hand movements in young men after short-term (anaerobic) exercise. *Journal of Education, Health and Sport* 2018; 8(11), 253-260.
  23. Kubaszczyk A. Poziom koordynacyjnych zdolności motorycznych a sprawność specjalna koszykarzy na różnych etapach szkolenia sportowego [The level of coordination motor skills and the special fitness of basketball players at various stages of sports training]. AWF, Katowice 1996.
  24. Macdonald K., Milne N., Orr R., Pope R. Relationships between Motor Proficiency and Academic Performance in Mathematics and Reading in School-Aged Children and Adolescents: A Systematic Review *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15(8), 1-28, doi: 10.3390/ijerph15081603.
  25. Magill R., Anderson D. *Motor learning and control. Concepts and Applications*. McGraw-Hill Education, New York 2017.
  26. Mleczko E. Przebieg i uwarunkowania rozwoju funkcjonalnego dzieci krakowskich między 7 a 14 rokiem życia [The course and conditions of functional development of Krakow children between 7 and 14 years of age]. AWF, Kraków 1991.
  27. Migasiewicz J. Wybrane przejawy sprawności motorycznej dziewcząt i chłopców w wieku 7-18 lat na tle ich rozwoju morfologicznego [Selected manifestations of motor skills of girls and boys aged 7-18 against the background of their morphological development]. AWF, Wrocław 2006.
  28. Mynarski W. Struktura wewnętrzna zdolności motorycznych dzieci i młodzieży w wieku 8–18 lat [The internal structure of children's motor skills and young people aged 8-18]. AWF, Katowice 2000.
  29. Łuczak A. Wiedeński System Testów w doborze osób do zawodów trudnych i niebezpiecznych [Viennese Testing System in the selection of people for difficult professions and dangerous]. *Bezpieczeństwo Pracy* 2005; 2, 18-21.
  30. Ostrowski A. Szybkość uczenia się pływania a wybrane uwarunkowania osobnicze dzieci w wieku 9-10 lat [The speed of learning to swim and selected individual conditions of children aged 9-10]. AWF, Kraków 2011.
  31. Osiński W. *Antropomotoryka. Wydanie II rozszerzone [Anthropomotorics. Second edition, extended]*. AWF, Poznań 2003.
  32. Raczek J. Tendencje przemian w rozwoju sprawności motorycznej populacji szkolnej [Tendencies of changes in the development of motor skills of the school population.]. W: J. Raczek (red.), *Motoryczność dzieci i młodzieży – aspekty teoretyczne oraz implikacje metodyczne* (ss. 257-265). AWF, Katowice 1986.

33. Raczek J. Koncepcja strukturalizacji i klasyfikacji motoryczności człowieka. W: W. Osiński (red.), *Motoryczność człowieka – jej struktura, zmienność i uwarunkowania* (ss. 63-80). AWF, Poznań 1993.
34. Raczek J., Mynarski W., Ljach W. *Kształtowanie i diagnozowanie koordynacyjnych zdolności motorycznych [ Shaping and diagnosing coordination motor skills]. Podręcznik dla nauczycieli, trenerów i studentów.* AWF, Katowice 2002.
35. Raczek J. *Antropomotoryka. Teoria motoryczności człowieka w zarysie [Anthropomotrics. Outline of the theory of human motor skills].* PZWL, Warszawa 2010.
36. Riolo – Quinn L. (1991) Relationship of hand preference to accuracy on a thumb positioning task. *Percept Mot Skills* 1991; 83, 267-273.
37. Rokita A., Bronikowski M., Popowczak M., Cichy I., Witkowski M. Precision and coordination parameters of Polish elite cadet fencers. *Medicina dello Sport* 2014; 67(3), 369-381.
38. Rynkiewicz *Struktura zdolności motorycznych oraz jej globalne i lokalne przejawy [Selected manifestations of motor skills of girls. The structure of motor skills and its global and local manifestations].* AWF, Poznań 2003.
39. Rubacha K. *Metodologia badań nad edukacją [Education research methodology].* Editions Spotkania Spółka, Warszawa 2016.
40. Sainburg R.L. Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Experimental Brain Research* 2002; 142, 241-258.
41. Sankowski T. *Wybrane psychologiczne aspekty aktywności sportowej [Selected psychological aspects of sports activity].* AWF, Poznań 2001.
42. Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. *Motor control: Translating research into clinical practice.* Williams & Wilkins, Philadelphia 2007.
43. Sebastjan A., Skrzek A., Ignasiak Z., Sławińska T. Age-related changes in hand dominance and functional asymmetry in older adults. *PLoS ONE* 2017; 12(5), 1-15, doi: 10.1371/journal.pone.0177845.
44. Szopa J., Mleczko E., Żak S *Podstawy antropomotoryki [Fundamentals of anthropomotrics].* PWN, Warszawa-Kraków 2000.
45. Waade B., Chrościelewski J., Przybylski S. Poziom koordynacji ruchowej a wynik pływacki u dzieci w czteroletnim okresie wstępnego szkolenia pływackiego [The level of motor coordination and swimming score in children in the four-year period of initial swimming training]. W: J. Migasiewicz, K. Zatoń ( red.), *Sport pływacki i lekkoatletyczny* (ss. 75-83). AWF, Wrocław 2001
46. Wardana P., Hidayatullah M.F., Kiyatno K. The Influence of Learning Approach and Hand-Eye Coordination on the Free Throw Results in Basketball Games. *International Journal of Recent Engineering Science* 2017; 4(4), 10-15.
47. Waśkiewicz Z. Wpływ wysiłków anaerobowych na wybrane aspekty koordynacji motorycznej [The impact of anaerobic efforts on selected aspects of motor coordination]. AWF, Katowice 2002.
48. Wawrzyniak S. *Sprawność grafomotoryczna, koordynacja oko-ręka i orientacja czasowo-przestrzenna uczniów klasy pierwszej szkół podstawowej uczestniczących w zajęciach ruchowych z piłkami edukacyjnymi „eduball”.* Maszynopis pracy doktorskiej, Wrocław 2016
49. Wieczorek, M. Uczymy się żonglowania [We learn to juggle]. *Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne* 1999; 2: 9–43.
50. Wieczorek M. Szybkość uczenia się złożonych czynności ruchowych a asymetria funkcjonalna i dynamiczna dzieci 10-letnich [The speed of learning complex motor activities a functional and dynamic asymmetry of 10-year-old children]. *Maszynopis pracy doktorskiej*, Wrocław 1997
51. Wołk R. Zdolność różnicowania kinestetycznego a szybkość motorycznego uczenia się [Kinesthetic differentiation ability and speed of motor learning]. W: Jakubowski J., Wątroba J. (red.), *Zastosowanie metod statystycznych w badaniach naukowych* (ss. 195-208). StatSoft, Kraków 2011.
52. Zetou E., Vernadakis N., Tsetseli M., Kampas A., Michalopoulou M. The effect of coordination training program on learning tennis skills. *The Sport Journal* 2012; 15(1), 1-9. Attainment in Children Is Related to Interceptive-Timing Ability. *Psychological Science*, 29(8),1334-1345. doi: 10.1177/0956797618772502.