



AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO  
IM. POLSKICH OLIMPIJCZYKÓW  
WE WROCLAWIU

Mgr Aleksandra Wójcik

Autoreferat rozprawy doktorskiej

**Interferencje kontekstowe w uczeniu się motorycznym  
w różnych grupach wiekowych z uwzględnieniem objętości ćwiczenia**

Promotor:

Dr hab. Stanisław Czyż, prof. AWF

Recenzenci:

Prof. dr hab. Michał Bronikowski

Prof. dr hab. Zbigniew Waśkiewicz

Prof. AWF dr hab. Rafał Stemplewski

Wrocław 2023

## OPIS WAŻNIEJSZYCH TERMINÓW

**Czynności ruchowe** (*movements*) - „specyficzne wzorce ruchowe stawów i części ciała wykonywane aby osiągnąć cel”<sup>1</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 7)

**Interferencje kontekstowe** (*contextual interference*) - „Zakłócenia (*interferencja*) w procesie zapamiętywania oraz w wykonaniu wynikające z praktykowania różnych odmian czynności w warunkach treningu”<sup>2</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 399)

**Pamięć robocza/pamięć operacyjna** (*working memory*) - „Rodzaj pamięci, której zadaniem jest tymczasowe przechowywanie i wykorzystywanie informacji prezentowanych w ostatnim czasie oraz integrowanie ich z informacjami uzyskanymi z pamięci długotrwałej na potrzeby przeprowadzenia procesów decyzyjnych”<sup>3</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 237)

„Pamięć operacyjna jest taką pamięcią, w której znajdują się wszystkie informacje z pamięci krótkotrwałej oraz długotrwałej potrzebne w danej chwili” (Czyż, 2013, s. 33)

**Parametry** (*parameters*) - „elementy Uogólnionego Programu Motorycznego (mogące ulegać zmianie w trakcie praktyki), które w połączeniu ze stałymi elementami Uogólnionego Programu Motorycznego mają na celu dostosowanie czynności ruchowej do specyficznych wymagań sytuacyjnych.”<sup>4</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 97)

**Uogólniony Program Motoryczny** (*Generalized Motor Program: GMP*) - „program motoryczny, którego wykonanie może różnić się w poszczególnych aspektach w celu generalizacji i nadania ruchowi nowych cech”<sup>5</sup> (Schmidt i wsp., 2019, s. 437)

**Uogólniony Program Motoryczny Schmidt’ a oraz parametry** (*General Motor Program and parameters*) - „Aby wykonać określony ruch, dostosowany do konkretnej sytuacji, osoba musi

<sup>1</sup> „Specific patterns of motion among joint and body segments used to accomplish action goals” (Magill i Anderson, 2021, s. 7, tłum. AW)

<sup>2</sup> „The memory and performance disruption (i.e. interference) that results from performing multiple skills or variations of a skill within the context of practice.” (Magill i Anderson, 2021, s. 399, tłum. AW)

<sup>3</sup> „A functional system in the structure of memory that operates to temporarily store and use recently presented information; it also serves as a temporary workspace to integrate recently presented information with information retrieved from long-term memory to carry out problem-solving, decision-making and action-preparation activities.” (Magill i Anderson, 2021, s. 237, tłum. AW)

<sup>4</sup> „Features of GMP that can be varied from one performance of a skill to another; the features of a skill that must be added to the invariant features of a GMP before a person can perform a skill to meet the specific movement demands of a situation.” (Magill i Anderson, 2021, s. 97, tłum. AW)

<sup>5</sup> “A motor program whose output can vary along certain dimensions to produce novelty and generalizability in movement” (Schmidt i wsp., 2019, s. 437, tłum. AW)

wyszukać w pamięci odpowiedni dla danej czynności program motoryczny, a następnie zastosować właściwe dla specyficznej czynności **parametry**.”<sup>6</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 97)

**Retencja** - „proces, w którym osoba przekształca i koduje rzeczy obserwowane w swojej pamięci. W proces retencji zaangażowane są czynności poznawcze takie jak: powtarzanie, przyporządkowywanie oraz organizacja, ułatwiające prawidłową reprezentację zapamiętanej rzeczy.”<sup>7</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 338)

**Test retencyjny** (*retention test*) - test służący do pomiaru trwałości uczenia się, wykonywany po pewnym czasie od momentu zakończenia procesu nabywania umiejętności, poprzedzony okresem niećwiczenia (Czyż, 2013).

**Test typu post** (*post-tests*) - „Różnica pomiędzy testami retencyjnymi a testami typu **post** polega na tym, że testy **post** wykonywane są tuż po zakończeniu ćwiczenia, bez przerwy na niećwiczenie.” (Czyż, 2013, s. 160)

**Test 24 h** - w niniejszej pracy test retencyjny odbywający się dobę (24 h) po zakończeniu praktyki.

**Transfer** - „[proces] przenoszenia się wprawy z sytuacji wcześniejszych na późniejsze (...)” (Ledzińska, 1996, s. 14)

**Uczenie się motoryczne** (*motor learning*) - „Uczenie się motoryczne (...) to inaczej uczenie się umiejętności ruchowych.” (Czyż, 2013, s. 27)

**Umiejętności ruchowe** (*motor skills*) - „(...) są nabywane w procesie uczenia się. Charakter tych doświadczeń (liczba powtórzeń, sposób powtarzania, warunki, w których były powtarzane) jest bezpośrednio związany z poziomem umiejętności.” (Czyż, 2013a, s. 10)

**Zblokowana forma praktyki/ćwiczenia** (*blocked practice*) - uczenie się czynności ruchowych (przykładowo A, B oraz C) najpierw wykonując czynność A, po wykonaniu wszystkich powtórzeń przewidzianych na tę czynność, przechodzenie do czynności B i odpowiednio po wykonaniu wszystkich powtórzeń, przechodzenie do czynności C (np. AAA BBB CCC) (Czyż, 2013b, s. 105).

**Zrandomizowana forma praktyki/ćwiczenia** (*random practice*) - uczenie się czynności ruchowych (przykładowo A, B oraz C) w sposób losowy, bez ustalonego porządku (np. ACB BBA CAC) (Czyż, 2013b, s. 105).

---

<sup>6</sup> „In order for a person to produce a specific action to meet the demands of a performance situation, the person must retrieve the appropriate program from memory and then add movement-specific **parameters**.” (Magill i Anderson, 2021, s. 97, tłum. AW)

<sup>7</sup> „(...) the retention process in which the person transforms and restructures what he or she observes into symbolic codes that the person stores in memory. Certain cognitive activities, such as rehearsal, labeling and organization are involved in the retention process and benefit development of this representation” (Magill i Anderson, 2021, s. 338, tłum. AW)

## WSTĘP

Nabywanie umiejętności ruchowych jest nieodzownym aspektem życia, towarzyszącym człowiekowi poprzez okresy dzieciństwa, dojrzałości i starości. Doskonalenie czynności ruchowych oparte jest na praktyce - jak podkreślają Richard Magill i David Anderson: „*Jesteśmy stworzeni do ruchu, lecz uczymy się poruszać umiejętnie*”<sup>8</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 2). Uczenie się motoryczne definiowane jest przez nich jako: „*Nabywanie umiejętności ruchowych, poprawa wykonywania umiejętności już znanych lub wyćwiczonych, jak również powtórne nabywanie umiejętności, których wykonanie jest trudne lub niemożliwe z uwagi na kontuzje, choroby, itp.*”<sup>9</sup> (Magill i Anderson, 2021, s. 3). Uczenie się jest procesem nieobserwowalnym - o jego występowaniu świadczy poprawa wykonania ruchu, którą najprościej można mierzyć poprzez ocenę przyrostów wprawy, czyli zmianę wykonania w czasie (Czyż, 2013a).

Trwałość uczenia się można ocenić podczas tzw. testów retencyjnych. Jak definiuje Stanisław Czyż: *Wykonuje się je po pewnym czasie od momentu zakończenia procesu uczenia się (...) są więc poprzedzone pewnym okresem niećwiczenia. Porównanie wyników, które zostały osiągnięte przed rozpoczęciem ćwiczenia danej czynności ruchowej, z wynikami testu retencyjnego stanowi miarę trwałości uczenia się* (Czyż, 2013b, s. 160). Decyzja o długości odstępu pomiędzy ostatnią sesją nabywania umiejętności a testem jest arbitralna. Wielu autorów podkreśla istotne znaczenie snu w procesie utrwalania umiejętności. W swoim artykule Guang Yang i współautorzy zaznaczają, iż „*podczas snu kształtowane są połączenia synaptyczne istotne dla formowania się pamięci długotrwałej*”<sup>10</sup> (Yang i wsp., 2014, s. 1). Oprócz wspomnianej roli snu, na procesy uczenia się oddziałują również inne czynniki, np.: charakterystyka uczniów (m.in. ich wiek oraz cechy indywidualne). Jak pisze Ziemowit Włodarski: „*Człowiek uczy się w ciągu całego życia, z biegiem lat zmieniają się jednak jego możliwości w tym zakresie. Występują oraz to nowe przejawy, rodzaje i efekty uczenia się (...) oraz zmiany wysokości różnych wskaźników (...)*” (Włodarski, 1996, s. 197). Badacz opisuje również istotne znaczenie cech indywidualnych ucznia takich jak zdolności specjalne, nastawienie i postawy, jego określone zainteresowania oraz inteligencja: „*Przebieg i rezultaty*

<sup>8</sup> “We are born to move, but *learn* to move skillfully” (Magill i Anderson, 2021, s. 2, tłum. AW)

<sup>9</sup> “The acquisition of motor skills, the performance enhancement of learned or highly experienced motor skills, or the reacquisition of skills that are difficult to perform or cannot be performed because of injury, disease, and the like.” (Magill i Anderson, 2021, s. 3, tłum. AW)

<sup>10</sup> “(...) sleep likely modulates synaptic connections that are important for long-term memory formation” (Yang i wsp., 2014, s. 1, tłum. AW)

uczenia się człowieka zależą w znacznym stopniu od jego cech indywidualnych (...). Ważną rolę odgrywa w uczeniu się inteligencja, wyznacza ona ogólne możliwości uczenia się (...), nie wyznacza jednak wprost rezultatów uczenia się - są one warunkowane wieloma czynnikami” (Włodarski, 1996, s. 233). Pod powyższym pojęciem „wielu czynników” warunkujących rezultaty uczenia się, można rozumieć m.in. środowisko, w którym przebiega nauka danej czynności motorycznej (np. kort tenisowy czy laboratorium) oraz formę praktyki. Guilherme Lage i współautorzy w swoim przeglądzie narracyjnym podkreślają, iż liczba czynności praktykowanych podczas sesji oraz kolejność ich wykonania wpływają na ilość i jakość informacji otrzymywanych przez ucznia i przez niego przetwarzanych (Lage i wsp., 2015).

Optymalna forma praktyki jest przedmiotem zainteresowania wielu badaczy: w jaki sposób przedstawić informacje o prawidłowym wykonaniu ruchu, aby uczeń w jak najkrótszym czasie nie tylko wykonywał daną czynność motoryczną prawidłowo, ale również na długo zapamiętał sposób jej wykonania? W 1919 roku William Pyle przeprowadził badanie polegające na sortowaniu kart i kładzeniu ich na 30 odpowiednich stosów na czas przez dwie grupy uczestników: o zblokowanej lub zmiennej formie praktyki (Pyle, 1919). Dla grupy zblokowanej układ 30 stosów kart był identyczny przez pierwsze 15 dni, następnie położenie stosów uległo zmianie na kolejne 15 dni eksperymentu. Układ stosów kart dla grupy o wariacyjnej formie praktyki ulegał zmianie każdego dnia. Wykonanie zadania dla grupy o zmiennym szyku było utrudnione - w trakcie praktyki wyniki tych uczestników były gorsze. Tłumacząc przyczyny tego zjawiska, William Pyle stwierdził, iż grupa o zmiennej praktyce każdego dnia doświadczyła większej trudności niż grupa zblokowana, wnioskując iż procedurą bardziej efektywną jest przechodzenie od jednego zadania do drugiego. Jak jednak oba rodzaje praktyki wpłynęły na trwałość nabytej umiejętności? Tego w powyższym eksperymencie nie sprawdzono (Lee i Simon, 2004).

Kolejnym badaczem, który zainteresował się wpływem formy praktyki na proces uczenia się był psycholog poznawczy William Battig. Wyniki badania jego badania (Battig, 1966) wywołały poruszenie w świecie psychologów oraz osób związanych z naukami o motoryce człowieka, zwłaszcza tych będących zwolennikami powiedzenia „*perfect practice makes perfect*” (Lee i Simon, 2004, s. 29). W swojej kontrowersyjnej pracy przedstawił on nowe spojrzenie na proces nabywania umiejętności ruchowych oraz stwierdził, iż forma, w jakiej ten proces przebiega, ma wpływ na trwałość nabytych umiejętności - uczenie się w formie losowej (zrandomizowanej) przynosi lepsze efekty w zapamiętywaniu i transferze

niż nabywanie umiejętności w formie zblokowanej (Battig, 1966). William Battig zauważył, iż czynniki odpowiadające za „komplikowanie” praktyki jednocześnie ułatwiają zapamiętywanie nabywanych czynności oraz ich transfer (Battig, 1956). Stwierdził on, iż ułatwienie transferu pomiędzy zadaniami (intertask transfer) jest skutkiem interferencji wewnątrz zadania (intratask interference) (Battig, 1966). Poprzez interferencję wewnątrz zadania można rozumieć „utrudnienie” polegające na próbie utrzymania w pamięci kilku czynności (randomizacja) jednocześnie (Schmidt i Lee, 2005). Eksperyment psychologiczny Williama Battiga był kamieniem milowym, dając początek badaniom nad randomizacją m.in. w dziedzinie uczenia się motorycznego.

Pierwszym badaniem w obszarze uczenia się motorycznego z zastosowaniem randomizacji był eksperyment laboratoryjny John’a Shea i Robyn Morgan (Shea i Morgan, 1979). Podobnie jak we wcześniejszych badaniach Williama Pyle’a oraz Williama Battiga, podczas nabywania umiejętności lepsze wyniki (krótszy czas reakcji oraz szybciej wykonany ruch) osiągała grupa zblokowana. Rezultaty testów retencji były jednak zaskakujące: lepsze rezultaty zarówno w 10-minutowym teście, jak i 10-dniowym teście retencji osiągnęli uczestnicy treningu w formie zrandomizowanej. Zastosowanie CI w praktyce co prawda utrudniło sam proces nabywania umiejętności ruchowych, jednakże pozytywnie wpłynęło na ich trwałość. Eksperyment John’a Shea i Robyn Morgan z 1979 roku wniósł istotny wkład do zagadnień dotyczących uczenia się motorycznego. Od ponad 40 lat temat ten wzbudza kontrowersje, inspirując badaczy do eksploracji zjawiska CI w uczeniu się motorycznym.

### **Ograniczenia i zastrzeżenia do dotychczasowych badań nad interferencjami kontekstowymi**

Wyniki ogółu badań w tematyce interferencji kontekstowych nie są jednoznaczne. W meta-analizie z 2004 roku Frank Brady co prawda uwzględnił szeroki zakres populacji, jednakże włączona do analizy grupa osób dorosłych skategoryzowana była przez niego dosłownie jako „osoby z college’u i powyżej”<sup>11</sup> (Brady, 2004, s. 118). Trudno zatem jednoznacznie stwierdzić, czy do skategoryzowanej w ten sposób grupy dorosłych uczestników należały również osoby starsze. Zgodnie z definicją Organizacji Narodów Zjednoczonych (ang. *United Nations* - UN) „za osobę starszą uważać można kogoś, kto ukończył 60 lat”<sup>12</sup> [UN High Commissioner for Refugees (UNHCR), 2018]. Dotychczas badania z

---

<sup>11</sup> „(...) those in college and beyond were termed adults in this analysis.” (Brady, 2004, s. 118, tłum. AW)

<sup>12</sup> „The United Nations defines an older person as someone over 60 years of age.” [UN High Commissioner for Refugees (UNHCR), 2018]

udziałem osób starszych przebiegały zwykle w warunkach laboratoryjnych, gdzie uczestnicy wykonywali zadania motoryczne typowe dla tego środowiska, związane z wykorzystaniem komputera czy wyspecjalizowanego sprzętu (Lin i wsp., 2012; Chalavi i wsp., 2018; Beik i wsp., 2020; Jeon i wsp., 2020; Beik i Fazeli, 2021). Badania nad efektem interferencji kontekstowych w uczeniu się motorycznym u dzieci przeprowadzane były przeważnie w środowisku naturalnym, z wykorzystaniem zadań takich jak zagrywki czy uderzenia siatkarskie (French i wsp., 1990; Bortoli i wsp., 1992; Zetou i wsp., 2007), rzuty do celu (Vera i Montilla, 2003; Saemi i wsp., 2012), taniec (Bertollo i wsp., 2010), pisanie (Ste-Marie i wsp., 2010), uderzenia tenisowe (Broadbent i wsp., 2015), czy skakanie jednonóż po wytyczonym wzorze (Parab i wsp., 2018).

Istotną różnicę pomiędzy siłą efektu CI w badaniach laboratoryjnych oraz w badaniach w środowisku naturalnym przypisać można m.in. rozbieżności w charakterystyce obu rodzajów badań. Badania laboratoryjne (w sztucznie stworzonym środowisku) charakteryzują się możliwością redukcji czynników zakłócających, co ułatwia kontrolę nad przebiegiem eksperymentu (Aziz, 2017). Zaletą badań przeprowadzanych w środowisku naturalnym jest ich wartość aplikacyjna w życiu codziennym - uczestnicy są badani w warunkach, z którymi mają styczność często lub nawet na co dzień.

Oprócz charakterystyki środowiska eksperymentu (warunki sztuczne - ściśle kontrolowane lub warunki naturalne), istotna jest również specyfika czynności motorycznej wykorzystanej w badaniu. Zadania motoryczne związane z eksperymentami laboratoryjnymi, zazwyczaj wykonywane przy użyciu specjalnie zaprojektowanych sprzętów, najczęściej nie są zadaniami aplikowanymi w życiu codziennym. Zdarzają się jednak wyjątki - jak w badaniu Davida Broadbent'a i współautorów - gdzie w środowisku laboratoryjnym uczestnicy wykonywali uderzenia tenisowe (Broadbent i wsp., 2015). Takie zadania, mające wartość aplikacyjną, są zadaniami rzeczywistymi.

Biorąc pod uwagę fakt, iż eksperymenty dotyczące uczenia się motorycznego z zastosowaniem CI we wspomnianych dwóch grupach wiekowych (dzieci i osoby starsze) przebiegały w tak odmiennych środowiskach przy wykorzystaniu zadań o różnej charakterystyce, nie sposób jest porównać efektu randomizacji dla tych populacji. Tym samym trudno również porównać efekt CI dla badań laboratoryjnych z efektem CI w badaniach przebiegających w środowisku naturalnym, mając na uwadze różnice w charakterystyce uczestników tych dwóch rodzajów badań. Wyjątkiem, gdzie w warunkach naturalnych, z wykorzystaniem zadania rzeczywistego badano wpływ CI na

retencję z udziałem osób starszych jest eksperyment Mariny de Souza i współautorów (De Souza i wsp., 2015). Nie wykazano istotnych różnic pomiędzy wynikami grupy zblokowanej a zrandomizowanej. Badania efektu CI w warunkach laboratoryjnych z udziałem dzieci podjęli się David Broadbent i współautorzy (Broadbent i wsp., 2015). Zadaniem motorycznym wykonywanym w badaniu laboratoryjnym były co prawda uderzenia tenisowe (zadanie rzeczywiste), jednakże autorzy mierzyli czas decyzji oraz precyzyjność - grupa zrandomizowana osiągnęła lepsze wyniki w teście retencji niż grupa zblokowana.

Dotychczas nie przeprowadzono badania dotyczącego efektu CI z zastosowaniem dwóch zmiennych w postaci formy nauczania oraz różnej objętości ćwiczenia przy wykorzystaniu zadania rzeczywistego.

### **PROBLEM, CELE, HIPOTEZY**

Problemem poruszonym w pracy jest określenie efektu CI w uczeniu się motorycznym (a dokładnie w trwałości uczenia się - retencji) w dwóch grupach wiekowych: osób powyżej 60 roku życia oraz osób poniżej 18 roku życia, przy różnej objętości ćwiczenia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

Celem pracy jest ustalenie jaka forma praktyki: zblokowana czy zrandomizowana, przynosi lepsze wyniki w 24-godzinnej teście retencji w uczeniu się motorycznym osób powyżej 60 roku życia oraz osób poniżej 18 roku życia przy różnej objętości ćwiczenia (54 powtórzenia/72 powtórzenia) z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

Celem praktycznym pracy jest uzyskanie wskazówki dla trenerów, nauczycieli lub fizjoterapeutów, dotyczącej efektywnego planowania treningów czy sesji rehabilitacyjnych w uczeniu się motorycznym dla różnych grup wiekowych.

### **STRUKTURA BADANIA**

Przeprowadzono dwa eksperymenty z zastosowaniem tych samych procedur oraz metod statystycznych: Eksperyment I przebiegał z udziałem czterdziestu ośmiu osób powyżej 60 roku życia (w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat), zaś w Eksperymentcie II udział wzięło czterdzieści osiem osób poniżej 18 roku życia (w wieku  $11.09 \pm 1.01$  lat). Następnie porównano wyniki uzyskane przez powyższe grupy.



## Procedury i metody statystyczne zastosowane w Eksperymentcie I oraz w Eksperymentcie II

### *Zadanie motoryczne*

Zadanie motoryczne polegało na rzutach woreczkami (10x10 cm, waga ok. 100 g) do celu - tarczy umiejscowionej na parkiecie. Podobne ćwiczenie zastosowano w eksperymentach dotyczących uczenia się motorycznego (Jarus i Goverover, 1999; Jarus i Gutman, 2001; Ávila i wsp., 2012; Sidaway i wsp., 2012). Jak zauważyli Saemi i wsp. (Saemi i wsp., 2012) rzucanie do celu to czynność wykonywana często w trakcie aktywności rekreacyjnych. Dlatego, zakładając, iż wszyscy uczestnicy mieli styczność z tą formą ruchu, nie byli oni postrzegani jako nowicjusze. Jednakże, z drugiej strony, każda z osób uczestniczących w badaniu zadeklarowała iż nigdy nie wykonywała zadania motorycznego identycznego do zaaplikowanego w badaniu, dlatego nie można było założyć, iż uczestnicy mieli duże doświadczenie w przedstawionym im zadaniu motorycznym.

### *Procedury badania*

Przed pierwszą sesją Uczestnicy zostali losowo przydzieleni do grupy zrandomizowanej (ang. *Randomized Group* - RG;  $n=24$ ) lub zblokowanej (ang. *Blocked Group* - BG;  $n=24$ ) przy użyciu programu Research Randomizer (Urbaniak and Plous, 2013). Następnie, grupy zrandomizowana i zblokowana podzielone zostały ze względu na liczbę wykonanych powtórzeń: 72 powtórzenia (BG 72  $n=12$ , RG 72  $n=12$ ) lub 54 powtórzenia (BG 54  $n=12$ , RG 54  $n=12$ ).

Badanie składało się z 3 faz: pretestu, praktyki oraz po 24 godzinach - testu na retencję. Jaki piszą Sara Merbah i Thierry Meulemans w narracyjnym przeglądzie literatury: „W wielu badaniach dotyczących funkcjonowania pamięci przedstawiano ważną rolę okresu pomiędzy końcem praktyki a testem retencyjnym: w tym czasie nabywane czynności ulegają korzystnemu wpływowi procesu konsolidacji”<sup>13</sup> (Merbah i Meulemans, 2011, s. 36). Decyzja o 24-godzinnym odstępie testu na retencję od ostatniej sesji nabywania umiejętności podjęta została na podstawie doniesień dotyczących kluczowego znaczenia snu dla utrwalania nabywanych umiejętności (Diekelmann i Born, 2010). Również Guang Yang i współautorzy w swoim artykule podkreślają zalety snu dla procesu retencji (Yang i wsp., 2014).

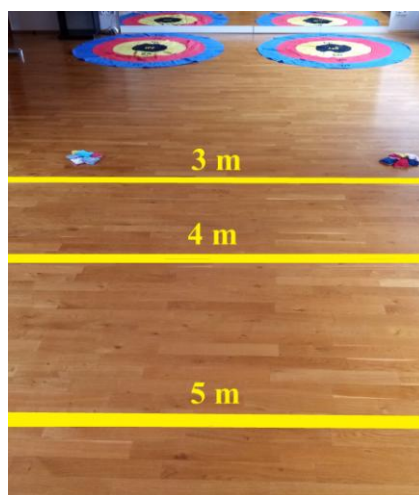
---

<sup>13</sup> “Many studies of memory functioning have demonstrated the importance of the waiting period between the end of training and the retention test: during this time, the learning material benefits from consolidation processes” (Merbah i Meulemans, 2011, s. 36, tłum. AW)

Cel składał się z 4 koncentrycznych okręgów (w różnych kolorach) z zaznaczoną punktacją (kolejno: 10, 25, 50 oraz 100 punktów) (**Ryc. 1**). Analogicznie do badań Porter i Magill'a oraz Saemi i wsp. (Porter i Magill, 2010; Saemi i wsp., 2012) jeśli woreczek wylądował na linii łączącej dwa sąsiadujące pola, uczestnik zdobywał punkty z pola bliższego środkowi. Uczestnicy wykonywali rzuty z trzech odległości: 3m, 4m oraz 5m, analogicznie do badań Saemi i wsp. (Saemi i wsp., 2012) oraz podobnie jak w eksperymencie Mariny de Souza i wsp. (De Souza i wsp., 2015). Podczas każdej fazy eksperymentu prawidłowe wykonanie rzutów było monitorowane przez badacza, a wyniki rzutów (końcowa pozycja woreczków) z poszczególnego dystansu były fotografowane wraz z kartą informacyjną dla każdego uczestnika: inicjałami oraz zaznaczoną odległością. Powierzchnia tarczy nie była śliska, jednakże jeśli po upadku woreczek przemieścił się, było to traktowane jako informacja zwrotna dla uczestnika, motywująca do zmiany stylu rzucania.

Wszyscy uczestnicy otrzymali instrukcje, by podczas pretestu, praktyki oraz testu wykonywać ręką dominującą rzuty woreczkami tak blisko tzw. *bull's eye* jak możliwe, aby zdobyć najwyższą liczbę punktów. Zostali również poinstruowani aby nie ćwiczyć rzutów dodatkowo w okresie trwania badania.

Zarówno podczas pretestu, jak i podczas testu uczestnicy wykonywali po 6 rzutów z każdej odległości, podobnie jak w badaniach Saemi i wsp. (Saemi i wsp., 2012). Objętość ćwiczenia w niniejszym badaniu oparta została o liczbę powtórzeń zastosowaną w podobnych eksperymentach: 60 powtórzeń zastosowali Avila i wsp. (Ávila i wsp., 2012) oraz Chiviacowsky i wsp. (Chiviacowsky i wsp., 2008), 72 powtórzenia w treningu zaaplikowali Sidaway i wsp. (Sidaway i wsp., 2012). Każda z odległości zaznaczona była na parkiecie kolorową linią.



**Rycina 1.** Sala przygotowana do przeprowadzenia badania

### *Metody analizy statystycznej*

Aby ocenić celność w każdej fazie badania brano pod uwagę punktację za wykonane rzuty. Następnie suma punktów dla poszczególnych odległości (3m, 4m, 5m) i faz badania (pretest, praktyka, test) była uśredniana. Z uwagi na różnicę w liczbie powtórzeń podczas praktyki (54 lub 72) pomiędzy grupami, podzielono sumę punktów z praktyki (dla 3m, 4m 5m z osobna oraz dla całości praktyki) na 3 - w przypadku grupy wykonującej 18 powtórzeń dla każdej odległości lub na 4 - w przypadku grupy wykonującej 24 powtórzenia dla każdej odległości. W celu analizy celności podczas pretestu, praktyki oraz testu zastosowano wieloczynnikową analizę ANOVA z powtarzanymi pomiarami 3 (czynnik wewnątrzgrupowy - *Czas*: pretest, praktyka, test) x 2 (czynnik międzygrupowy - *Forma praktyki*: zrandomizowana, zblokowana) x 2 (czynnik międzygrupowy - *Objętość ćwiczenia*: 54 powtórzenia, 72 powtórzenia). Obliczono również wielkości efektu cząstkowego partial  $\eta^2$  (0,01-efekt mały; 0,06-efekt umiarkowany; 0,14-efekt duży). Sferyczność wariancji sprawdzona została testem W Mauchely'a, zaś normalność reszt z modelu dla każdego efektu sprawdzono testem Levene'a. W analizie post-hoc zastosowano test Tukey'a. Podczas przeprowadzania analiz, ustalono poziom istotności  $p < 0.05$ . Korzystano z programu Statistica 13 (StatSoft, France).

## **EKSPERYMENT I: INTERFERENCJE KONTEKSTOWE W UCZENIU SIĘ MOTORYCZNYM OSÓB POWYŻEJ 60. ROKU ŻYCIA**

### **Cel, pytania i hipotezy badawcze: eksperyment I**

Celem eksperymentu I było określenie siły efektu interferencji kontekstowych w uczeniu się motorycznym osób w wieku powyżej 60 lat przy różnej objętości ćwiczenia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

### **Pytania badawcze**

1. Czy uczenie się motoryczne osób powyżej 60 roku życia w formie zrandomizowanej przynosi lepsze wyniki w 24-godzinnym teście retencyjnym niż uczenie się w formie zblokowanej?
2. Czy istnieje zależność pomiędzy formą praktyki (forma zblokowana lub forma zrandomizowana) a objętością ćwiczenia w uczeniu się motorycznym osób powyżej 60 roku życia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego?

### **Hipotezy badawcze**

1. Uczenie się motoryczne osób powyżej 60 roku życia w formie zrandomizowanej przynosi lepsze efekty w 24-godzinnym teście retencyjnym w porównaniu do uczenia się w formie zblokowanej.
2. Istnieje zależność pomiędzy formą praktyki (forma zblokowana lub forma zrandomizowana) a objętością ćwiczenia w uczeniu się motorycznym osób powyżej 60 roku życia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

### **Metoda badania**

#### *Grupa badana*

Projekt badania został zatwierdzony przez Komisję ds. Etyki Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (nr 15/2022). W badaniu uczestniczyło 48 osób powyżej 60 roku życia będących członkami Uniwersytetu Trzeciego Wieku przy Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu lub losowo wybranych klubów Seniora we Wrocławiu. Przed rozpoczęciem badania, po zapoznaniu się z procedurami, każdy z uczestników przeczytał treść formularza zgody oraz złożył podpis. Uczestnicy nie znali pytań badawczych. Badanie odbywało się podczas zajęć Klubu Seniora lub ćwiczeń Uniwersytetu Trzeciego Wieku.

Do obliczenia wielkości próby wykorzystano narzędzie G\*Power 3.1.9.4. (Faul i wsp., 2007). Bazując na szacowanym umiarkowanym efekcie  $f=0.25$  (Cohen, 1992) dla wieloczynnikowej ANOVA z powtarzaniem pomiarów (moc 0.80 i  $p=0.05$ ) wymagana minimalna wielkość próby wyniosła 10 osób badanych. Mając to na uwadze, wielkość grupy po 12 uczestników uznana została za wystarczającą. Wielkość próby była podobna do liczebności grup w analogicznych badaniach dotyczących interferencji kontekstowych u osób powyżej 60 roku życia [(Beik i Fazeli, 2021  $n=10$ ), (Beik i wsp., 2020  $n=10$ ), (Beik i wsp., 2021  $n=10$ ), (Lin i wsp., 2012  $n=8$ )]. Warunkami włączenia do badań były: pisemne wyrażenie zgody na udział w badaniu, wiek 60 lat wzwyż, obecność na wszystkich sesjach eksperymentalnych (pretest, nabywanie umiejętności oraz 24-godzinny test retencji).

Łącznie 83 osoby powyżej 60 roku życia wyraziło zgodę na udział w badaniu. 21 osób opuściło co najmniej jedną sesję badania, dane 14 osób były niepełne lub osoby zrezygnowały podczas trwania eksperymentu. Ostatecznie w badaniu uczestniczyło 48 osób powyżej 60 roku życia (11 mężczyzn, 37 kobiet, wiek  $72.9 \pm 4.98$ , wzrost  $1.65 \text{ m} \pm 0.08$ , waga  $74.16 \pm 11.32 \text{ kg}$ , BMI  $27.27 \pm 3.31$ ). Charakterystyka uczestników przedstawiona jest w **Tabeli 2**.

**Tabela 2.** Charakterystyka uczestników

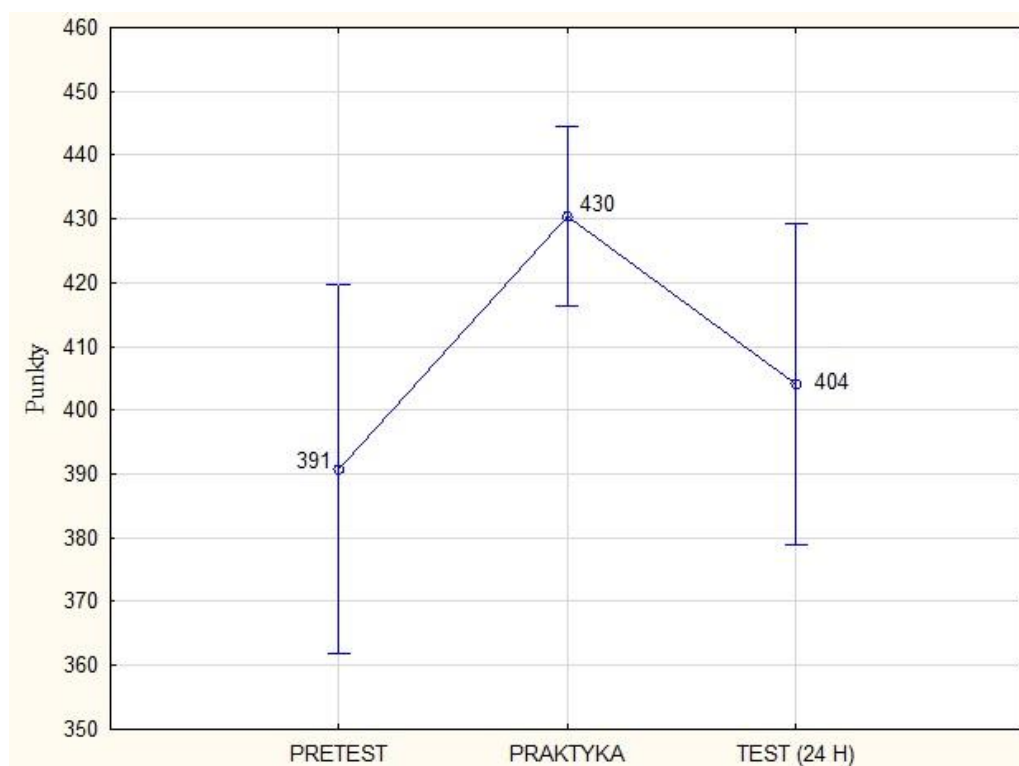
Forma praktyki	Liczba powtórzeń	N	Wiek	Wysokość ciała (m)	Masa (kg)	BMI $\text{kg}/(\text{m})^2$
Zblokowana (21 F, 4 M)	18 x	12	$73.339 \pm 4.452$	$1.597 \pm 0.077$	$69.75 \pm 8.39$	$27.379 \pm 2.874$
	24 x	12	$74.058 \pm 5.108$	$1.679 \pm 0.076$	$76.208 \pm 12.041$	$27.027 \pm 4.000$
	<b>Łącznie</b>	<b>24</b>	<b><math>73.699 \pm 4.700</math></b>	<b><math>1.638 \pm 0.086</math></b>	<b><math>72.979 \pm 10.671</math></b>	<b><math>27.012 \pm 3.355</math></b>
Zrandomizowana (17 F, 7 M)	18 x	12	$73.262 \pm 5.546$	$1.659 \pm 0.088$	$76.583 \pm 11.697$	$27.758 \pm 2.640$
	24 x	12	$71.874 \pm 3.397$	$1.657 \pm 0.079$	$74.1 \pm 13.085$	$26.866 \pm 4.011$
	<b>Łącznie</b>	<b>24</b>	<b><math>72.601 \pm 4.591</math></b>	<b><math>1.658 \pm 0.081</math></b>	<b><math>75.455 \pm 12.11</math></b>	<b><math>27.353 \pm 3.279</math></b>

## Wyniki

Przeanalizowano celność rzutów dla każdej z trzech odległości: 3m, 4m oraz 5 m. Są one omówione poniżej.

### *Analiza celności rzutów z odległości 3 m*

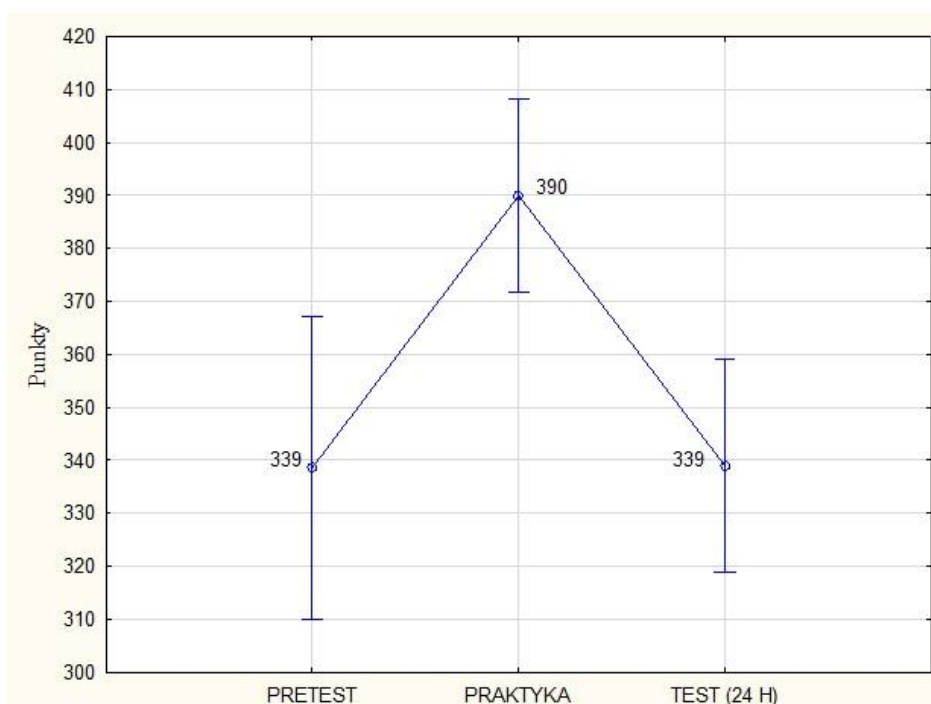
Na podstawie analizy ANOVA z powtarzaniem pomiarów wykazano, że *Czas* był jedynym czynnikiem istotnym statystycznie ( $p=0,022$ ) wpływającym na celność rzutów z odległości 3 metrów:  $F(2,88)=3,987$ ,  $\eta_p^2=0,083$ . Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną różnicę w celności rzutów pomiędzy pretestem i praktyką (**Ryc. 2**). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów pomiędzy grupą zrandomizowaną i blokową:  $F(1,44)=1,250$ ,  $p=0,2696$ ,  $\eta_p^2=0,028$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,530$ ,  $p=0,471$ ,  $\eta_p^2=0,012$ .



**Rycina 2.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 3 m dla osób powyżej 60 roku życia z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p=0,022$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

### Analiza celności rzutów z odległości 4 m

*Czas* był jedynym istotnym statystycznie ( $p < 0,001$ ) czynnikiem wpływającym na celność rzutów z odległości 4 metrów:  $F(2,88)=8,497$ , wykazującym duży efekt  $\eta_p^2=0,162$ . Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną różnicę w celności rzutów pomiędzy pretestem i praktyką oraz pomiędzy praktyką i testem (**Ryc. 3**). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów pomiędzy grupą zrandomizowaną i zblokowaną:  $F(1,44)=0,391$ ,  $p=0,535$ ,  $\eta_p^2=0,009$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,203$ ,  $p=0,655$ ,  $\eta_p^2=0,005$ .

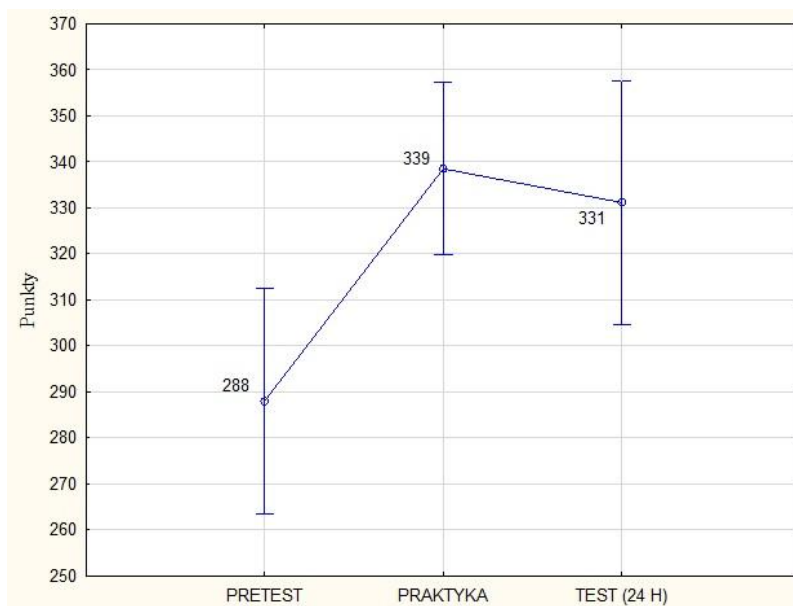


**Rycina 3.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 4 m dla osób powyżej 60 roku życia z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p < 0,001$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

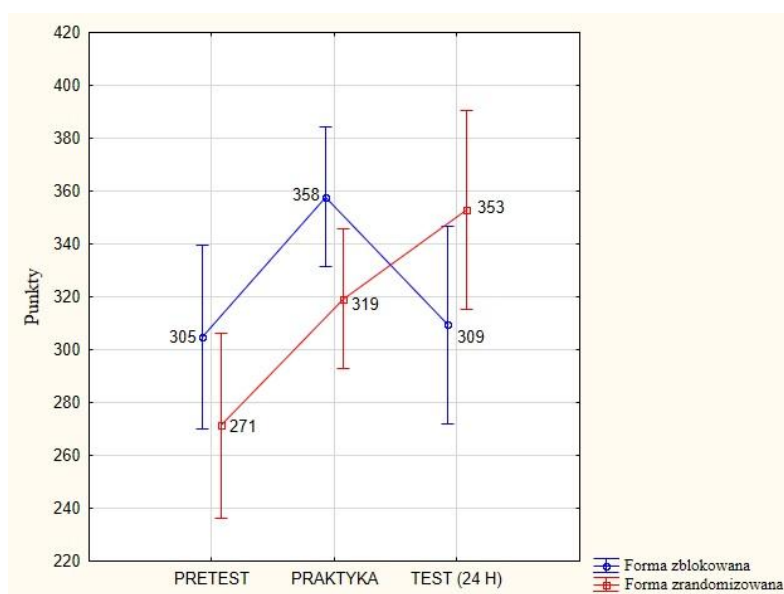
### Analiza celności rzutów z odległości 5 m

*Czas* był istotnym statystycznie ( $p < 0,001$ ) czynnikiem wpływającym na celność rzutów z odległości 5 metrów:  $F(2,88)=7,621$ , wykazującym duży efekt  $\eta_p^2=0,148$ . Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną różnicę w celności rzutów pomiędzy pretestem a praktyką oraz pretestem i testem (**Ryc. 4**). Analiza wykazała istotną statystycznie ( $p=0,006$ ) interakcję czynników *Czas* x *Forma praktyki*:  $F(2,88)=5,429$ ,  $\eta_p^2=0,1098$ . Interakcja ta przedstawiona jest na **Ryc. 5**.

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów pomiędzy grupą zblokowaną i zrandomizowaną:  $F(1,44)=0,323$ ,  $p=0,573$ ,  $\eta_p^2=0,007$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,865$ ,  $p=0,357$ ,  $\eta_p^2=0,019$ .



**Rycina 4.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 5 m dla osób powyżej 60 roku życia z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p<0,001$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

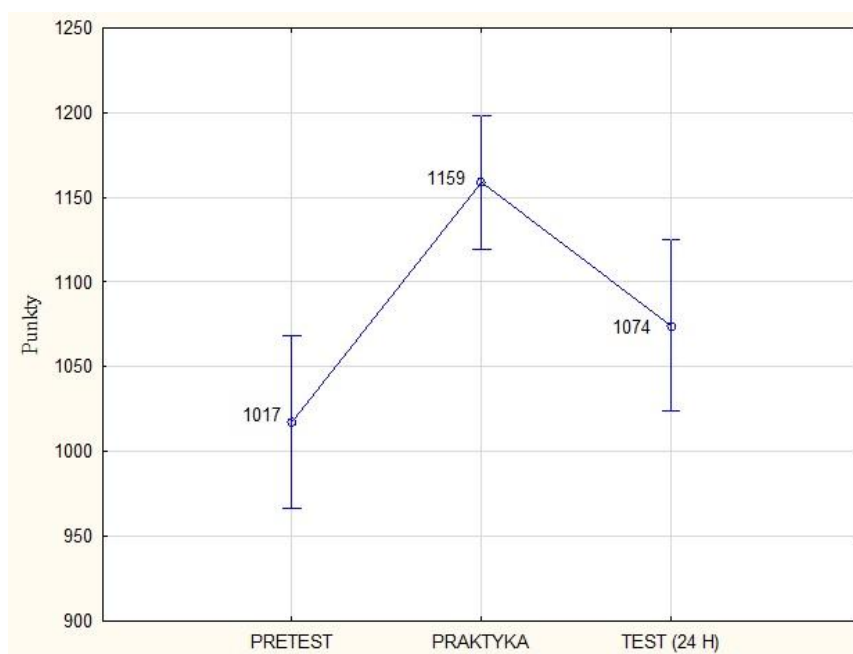


**Rycina 5.** Średnie wyniki celność rzutów z odległości 5 m dla osób powyżej 60 roku życia z uwzględnieniem istotnej statystycznie interakcji (*Czas x Forma praktyki*:  $p=0,006$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.



### *Analiza celności rzutów ze wszystkich odległości*

Na podstawie analizy ANOVA z powtarzanymi pomiarami wykazano, iż dla celności rzutów ze wszystkich odległości *Czas* był jedynym czynnikiem istotnym statystycznie:  $F(2,88)=16,158$ ,  $p<0,001$ , wykazującym duży efekt  $\eta_p^2=0,269$ . Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną różnicę w celności rzutów pomiędzy pretestem a praktyką oraz praktyką i testem (**Ryc. 6**). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów pomiędzy grupą zrandomizowaną i zblokowaną:  $F(1,44)=0,254$ ,  $p=0,617$ ,  $\eta_p^2=0,058$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,881$ ,  $p=0,353$ ,  $\eta_p^2=0,0196$ .



**Rycina 6.** Średnie wyniki celności rzutów ze wszystkich odległości dla osób powyżej 60 roku życia z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p < 0,001$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

## **EKSPERYMENT II: INTERFERENCJE KONTEKSTOWE W UCZENIU SIĘ MOTORYCZNYM DZIECI**

### **Cel, pytania i hipotezy badawcze: eksperyment II**

Celem eksperymentu II było określenie siły efektu interferencji kontekstowych w uczeniu się motorycznym osób poniżej 18 roku życia przy różnej objętości ćwiczenia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

### **Pytania badawcze**

1. Czy uczenie się motoryczne osób poniżej 18 roku życia w formie zrandomizowanej przynosi lepsze wyniki w 24-godzinnym teście retencyjnym niż uczenie się w formie zblokowanej?
2. Czy istnieje zależność pomiędzy formą praktyki (forma zblokowana lub forma zrandomizowana) a objętością ćwiczenia w uczeniu się motorycznym osób poniżej 18 roku życia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego?

### **Hipotezy badawcze**

1. Uczenie się motoryczne osób poniżej 18 roku życia w formie zrandomizowanej przynosi lepsze efekty w 24-godzinnym teście retencyjnym w porównaniu do uczenia się w formie zblokowanej.
2. Istnieje zależność pomiędzy formą praktyki (forma zblokowana lub forma zrandomizowana) a objętością ćwiczenia w uczeniu się motorycznym osób poniżej 18 roku życia z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

### **Metoda badania**

#### *Grupa badana*

Projekt badania został zatwierdzony przez Komisję ds. Etyki Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu (nr 4/2022). Po zapoznaniu się z protokołem badania, władze Szkoły wydały zgodę na przeprowadzenie badania. W badaniu uczestniczyło 48 uczniów z klas 4-6 szkoły podstawowej we Wrocławiu. Przed rozpoczęciem badania, każdy z uczestników oraz rodzic lub opiekun prawny mieli czas, by zapoznać się z treścią formularza zgody oraz złożyć podpis. Uczestnicy nie znali pytań badawczych. Do obliczenia wielkości próby wykorzystano narzędzie G\*Power 3.1.9.4. (Faul *et al.*, 2007). Bazując na szacowanym umiarkowanym efekcie  $f=0.25$  (Cohen, 1992) dla wieloczynnikowej ANOVA z powtarzanymi pomiarami (moc 0.80 i  $p=0.05$ ) wymagana minimalna wielkość

próby wyniosła 10 osób badanych. Wielkość grupy po 12 uczestników uznana została za wystarczającą i była podobna do liczebności grup w analogicznych badaniach dotyczących interferencji kontekstowych u dzieci i młodzieży [(Bortoli i wsp., 1992  $n=13$ ), (Broadbent i wsp., 2015  $n=9$ ), (Saemi i wsp., 2012  $n=12$ )]. Warunkami włączenia do badań były: pisemne wyrażenie zgody na udział w badaniu, zgoda rodzica lub opiekuna prawnego, obecność na wszystkich sesjach eksperymentalnych (pretest, nabywanie umiejętności oraz 24-godzinny test retencji).

Łącznie 85 dzieci wyraziło zgodę na udział w badaniu. Badanie odbywało się podczas zajęć wychowania fizycznego. 29 osób opuściło co najmniej jedną sesję badania, dane 4 dzieci były niepełne, zaś kolejne 4 osoby zostały usunięte z uwagi na odstające wyniki w preteście. Ostatecznie w badaniu uczestniczyło 48 dzieci (24 dziewczynki, 24 chłopców, wiek  $11.09 \text{ lat} \pm 1.01$ , wzrost  $1.48 \text{ m} \pm 0.1$ , waga  $39 \pm 9 \text{ kg}$ , BMI  $17.74 \pm 2.71$ ). Charakterystyka uczestników przedstawiona jest w **Tabeli 7**.

**Tabela 7.** Charakterystyka uczestników

Forma praktyki	Liczba powtórzeń	N	Wiek	Wysokość ciała (m)	Masa (kg)	BMI $\text{kg}/(\text{m})^2$
Zblokowana (13 F, 11 M)	18 x	12	$10.311 \pm 0.248$	$1.472 \pm 0.057$	$38.267 \pm 7.552$	$17.561 \pm 2.580$
	24 x	12	$12.066 \pm 0.879$	$1.514 \pm 0.116$	$42.75 \pm 10.584$	$18.410 \pm 2.625$
	<b>Łącznie</b>	<b>24</b>	<b><math>11.19 \pm 1.1</math></b>	<b><math>1.49 \pm 0.1</math></b>	<b><math>40.51 \pm 9.28</math></b>	<b><math>17.99 \pm 2.58</math></b>
Zrandomizowana (11 F, 13 M)	18 x	12	$10.462 \pm 0.428$	$1.448 \pm 0.063$	$36.067 \pm 8.959$	$17.928 \pm 2.858$
	24 x	12	$11.534 \pm 1.018$	$1.490 \pm 0.076$	$40.083 \pm 8.295$	$17.049 \pm 2.938$
	<b>Łącznie</b>	<b>24</b>	<b><math>11 \pm 0.94</math></b>	<b><math>1.47 \pm 0.1</math></b>	<b><math>38.08 \pm 8.69</math></b>	<b><math>17.49 \pm 2.87</math></b>

## Wyniki

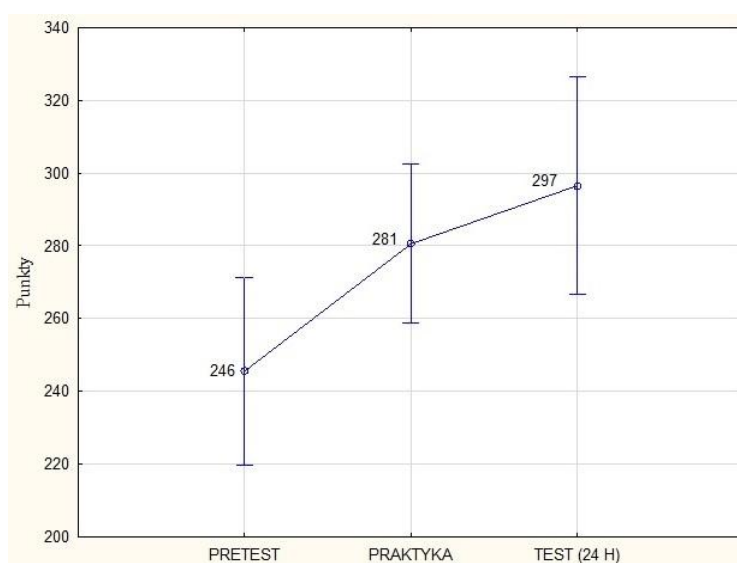
Przeanalizowano celność rzutów dla każdej z trzech odległości: 3m, 4m oraz 5 m. Są one omówione poniżej.

### *Analiza celności rzutów z odległości 3 m*

Na podstawie analizy ANOVA z powtarzanimi pomiarami nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów z odległości 3 m pomiędzy grupą zrandomizowaną i zblokowaną:  $F(1,44)=0,852$ ,  $p=0,363$ ,  $\eta_p^2=0,019$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,151$ ,  $p=0,699$ ,  $\eta_p^2=0,003$ .

### *Analiza celności rzutów z odległości 4 m*

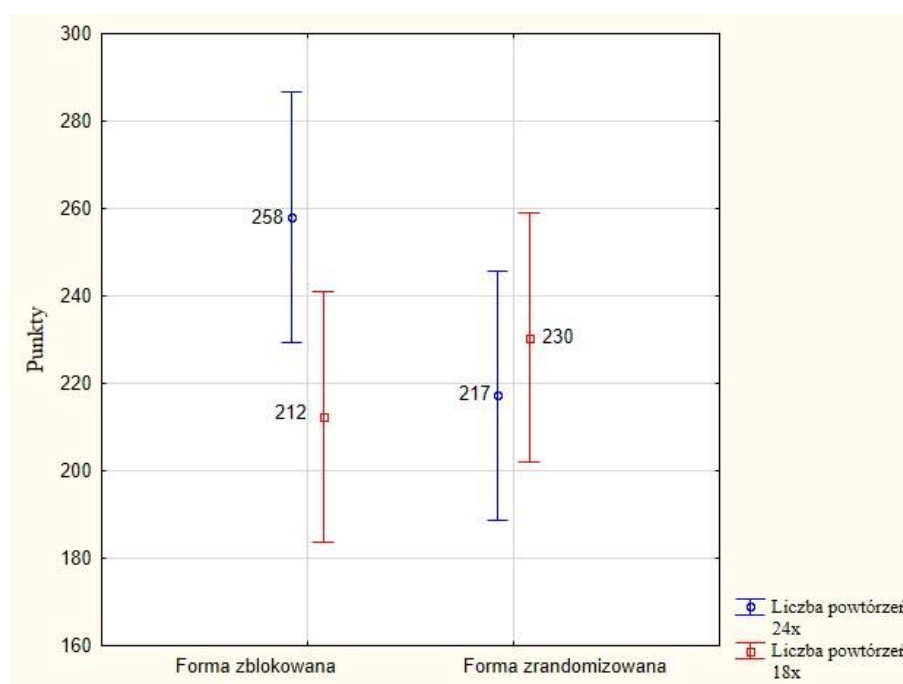
*Czas* był jedynym istotnym statystycznie czynnikiem ( $p=0,009$ ) wpływającym na celność rzutów z odległości 4 metrów:  $F(2,88)=5,0321$ ,  $\eta_p^2=0,103$ . Ze względu na niespełnienie założenia o sferyczności wariancji w związku z efektem *Czas*, zastosowano poprawkę Huynh-Feldt'a. Po niej nie zmieniła się istotność wyniku testu [ $F(2,88)=5,0321$ ,  $p=0,011$ ,  $df1=1,798$ ,  $df2=79,129$ ] i możliwe było przeprowadzenie dalszej analizy. Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną różnicę w celności rzutów pomiędzy pretestem a testem. Analiza wykresu wskazuje na istotną poprawę celności rzutów od pretestu do testu (**Ryc. 8**). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów pomiędzy grupą zrandomizowaną i zblokowaną:  $F(1,44)=0,2705$ ,  $p=0,606$ ,  $\eta_p^2=0,006$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,1581$ ,  $p=0,693$ ,  $\eta_p^2=0,004$ .



**Rycina 8.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 4 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p=0,011$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

### Analiza celności rzutów z odległości 5 m

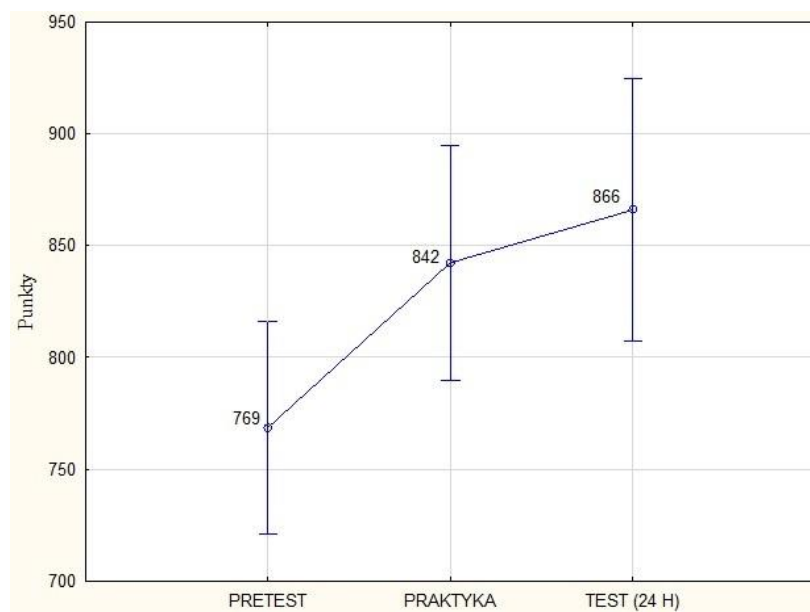
Analiza ANOVA celności rzutów z odległości 5 metrów wykazała istotność statystyczną ( $p=0,043$ ) interakcji pomiędzy czynnikami międzygrupowymi (*Forma praktyki x Objętość ćwiczenia*):  $F(1,44)=4,327$ ,  $\eta_p^2=0,090$  (**Ryc. 9**). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w celności rzutów pomiędzy grupą zrandomizowaną i zblokowaną:  $F(1,44)=0,635$ ,  $p=0,430$ ,  $\eta_p^2=0,014$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=1,309$ ,  $p=0,259$ ,  $\eta_p^2=0,029$ .



**Rycina 9.** Różnice w celności rzutów z odległości 5 m z uwzględnieniem czynników istotnych statystycznie (*Forma praktyki x Objętość ćwiczenia*:  $p=0,043$ ).

### Analiza celności rzutów ze wszystkich odległości

Czas był jedynym istotnym statystycznie czynnikiem ( $p=0,004$ ) w analizie celności rzutów ze wszystkich odległości:  $F(2,88)=6,012$ ,  $\eta_p^2=0,1202$ . Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną różnicę w celności rzutów pomiędzy pretestem a praktyką i testem. Analiza wykresu wskazuje na istotną poprawę celności rzutów od pretestu do testu (**Ryc. 10**). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic ( $p=0,927$ ) w celności rzutów pomiędzy grupami zrandomizowaną i zblokowaną:  $F(1,44)=0,009$ ,  $\eta_p^2=0,0002$ . Różnica pomiędzy celnością rzutów w grupie o 24 powtórzeniach oraz 18 powtórzeniach nie była istotna statystycznie:  $F(1,44)=0,563$ ,  $p=0,457$ ,  $\eta_p^2=0,013$ .



**Rycina 10.** Celność rzutów ze wszystkich odległości z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie ( $Czas: p=0,004$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

## INTERFERENCJE KONTEKSTOWE W UCZENIU SIĘ MOTORYCZNYM OSÓB POWYŻEJ 60. ROKU ŻYCIA I DZIECI: PORÓWNANIE

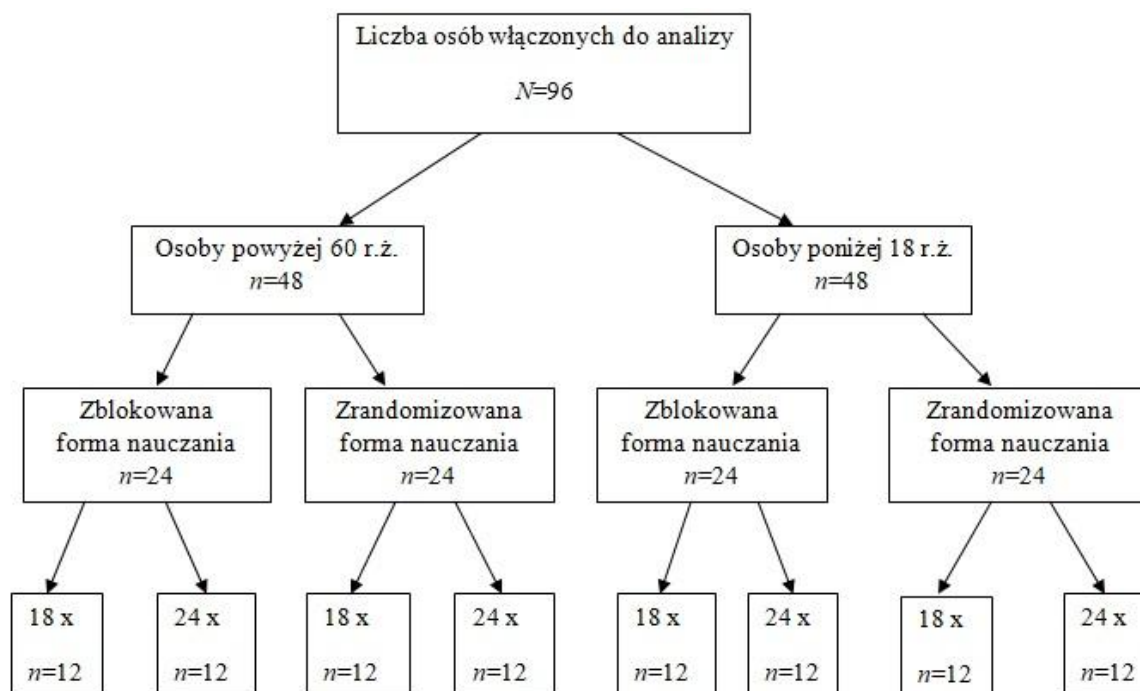
### Cel analizy

Celem analizy było ustalenie jaka forma praktyki: zblokowana czy zrandomizowana, przynosi najlepsze wyniki w 24-godzinnym teście retencyjnym w uczeniu się motorycznym osób powyżej 60 roku życia oraz osób poniżej 18 roku życia przy różnej objętości ćwiczenia (54 powtórzenia/72 powtórzenia) z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

### Metoda analizy statystycznej

Podobnie jak w Eksperymentcie I oraz Eksperymentcie II, aby ocenić celność w każdej fazie badania brano pod uwagę punkty osiągnięte za wykonane rzuty. Następnie suma punktów dla poszczególnych odległości (3m, 4m, 5m) i faz badania (pretest, praktyka, test) była uśredniana. Z uwagi na różnicę w liczbie powtórzeń podczas praktyki (54 lub 72) pomiędzy grupami, podzielono sumę punktów z praktyki (dla 3m, 4m 5m z osobna oraz dla całości praktyki) na 3 - w przypadku grupy wykonującej 18 powtórzeń dla każdej odległości lub na 4 - w przypadku grupy wykonującej 24 powtórzenia dla każdej odległości. Struktura grup włączonych do analizy widoczna jest na **Ryc. 11**.

Zastosowano wieloczynnikową analizę ANOVA z powtarzanymi pomiarami 3 (czynnik wewnątrzgrupowy - czas: pretest, praktyka, test) x 2 (czynnik międzygrupowy - *Forma uczenia się*: zblokowana, zrandomizowana) x 2 (czynnik międzygrupowy - *Objętość ćwiczenia*: 54 powtórzenia, 72 powtórzenia) x 2 (czynnik międzygrupowy - *Wiek*: osoby powyżej 60 r.ż., osoby poniżej 18 r.ż.). Obliczono również wielkości efektu cząstkowego  $\eta^2$  (0,01-efekt mały; 0,06-efekt umiarkowany; 0,14-efekt duży). Normalność reszt z modelu dla każdego efektu sprawdzono testem Levene'a, zaś sferyczność wariancji sprawdzona została testem W Mauchely'a. Podobnie jak w Eksperymentcie II, w przypadku, gdy założenie sferyczności nie zostało spełnione (prawdopodobieństwo testowe  $p < 0,05$ ), dokonano korekty stopni swobody licznika i mianownika testu  $F$  stosując test Huynh-Feldt'a (Niewiarowski, 2013). W analizie post-hoc zastosowano test Tukey'a. Podczas przeprowadzania analiz, ustalono poziom istotności  $p < 0,05$ . Korzystano z programu Statistica 13 (StatSoft, France).



**Rycina 11.** Struktura grup włączonych do analizy

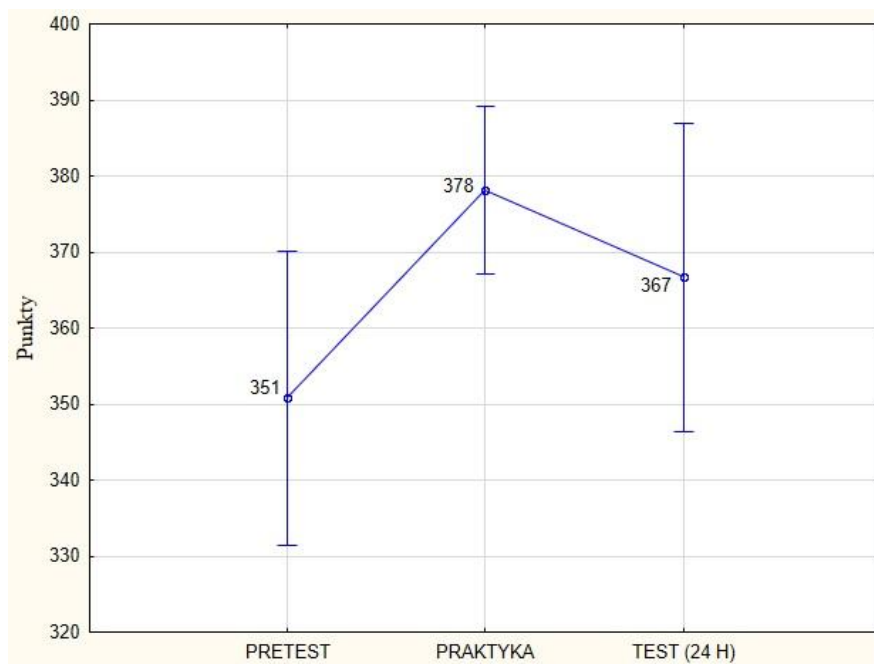
## Wyniki

Przeanalizowano celność rzutów dla każdej z trzech odległości: 3m, 4m oraz 5 m. Są one omówione poniżej.

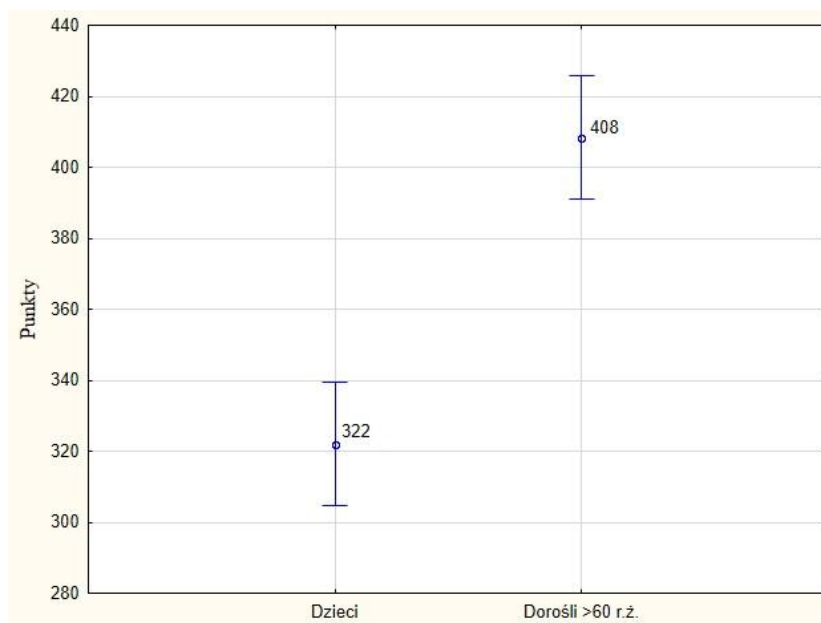
### *Analiza celności rzutów z odległości 3 m*

*Czas* był istotnym statystycznie czynnikiem ( $p=0,042$ ) w analizie celności rzutów z odległości 3 m:  $F(2,176)=3,220$ ,  $\eta_p^2=0,035$  (**Ryc. 12**). Ze względu na niespełnienie założenia o sferyczności wariancji w związku z efektem *Czas*, zastosowano poprawkę Huynh-Feldt'a. Po niej nie zmieniła się istotność wyniku testu [ $F(2,176)=3,220$ ,  $p=0,042$ ,  $df_1=2$ ,  $df_2=176$ ] i możliwe było przeprowadzenie dalszej analizy. Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną statystycznie różnicę pomiędzy pretestem a praktyką. Stwierdzono istotną statystycznie ( $p<0,001$ ) różnicę pomiędzy celnością rzutów osób powyżej 60 roku życia a celnością rzutów dzieci. Efekt czynnika *Wiek* był znaczący z korzyścią dla osób dorosłych:  $F(1,88)=49,300$ ,  $\eta_p^2=0,359$  (**Ryc. 13**). Nie wykazano istotnej statystycznie różnicy ( $p=0,154$ ) pomiędzy wynikami grup zrandomizowanej i zblokowanej:  $F(1,88)=2,063$ ,  $\eta_p^2=0,023$ . Rezultaty grup o 54 i 72 powtórzeniach osiągnięte w trakcie rzutów z odległości 3 m nie różniły się istotnie:  $F(1,88)=0,607$ ,  $\eta_p^2=0,007$ ,  $p=0,438$ .





**Rycina 12.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 3 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p=0,042$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

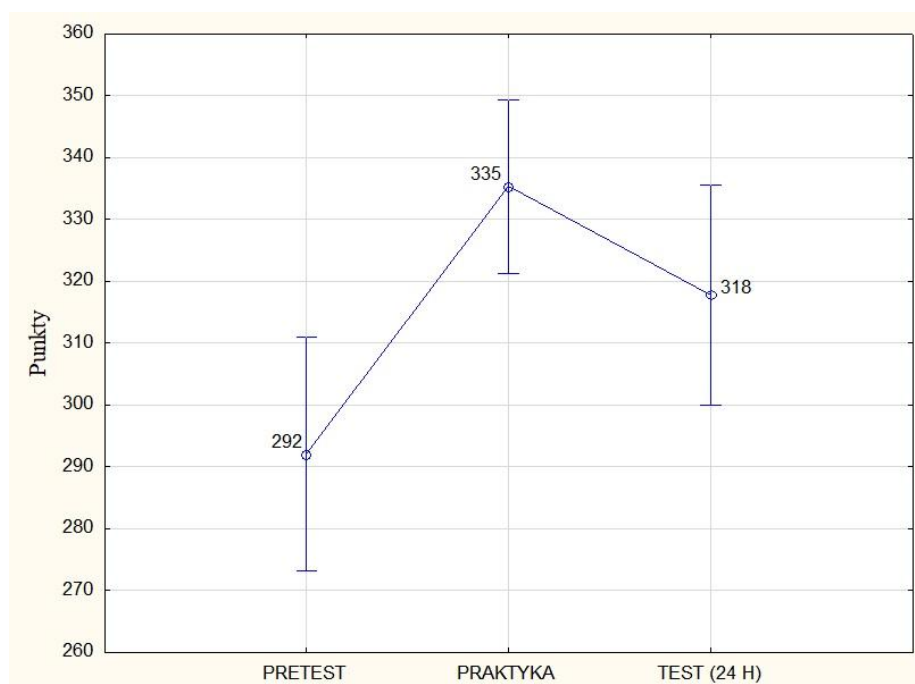


**Rycina 13.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 3 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Wiek*:  $p<0,001$ )

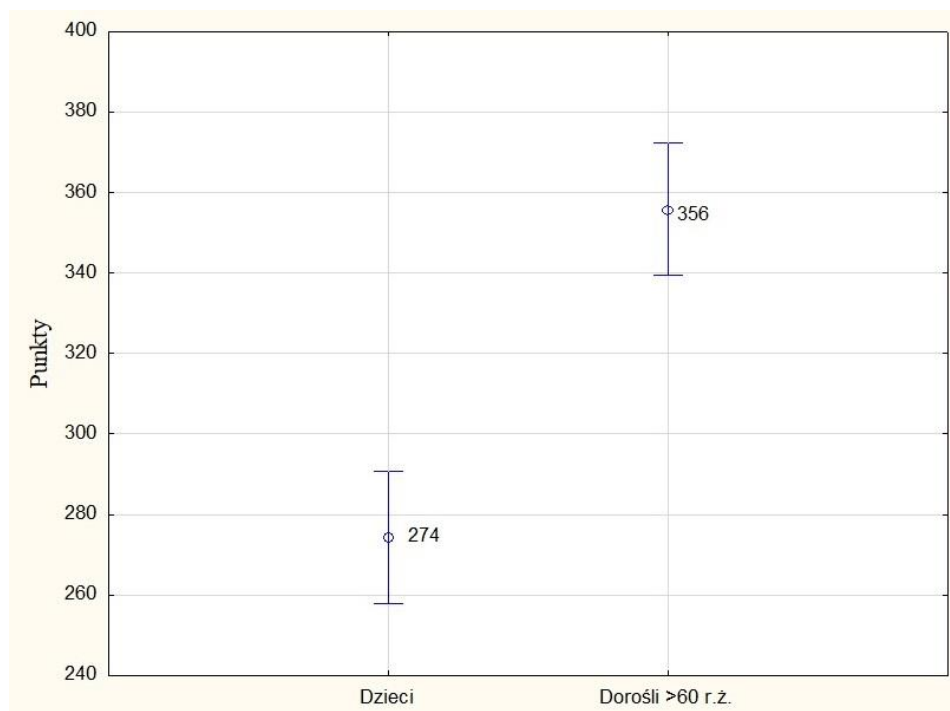
#### *Analiza celności rzutów z odległości 4 m*

*Czas* był istotnym statystycznie czynnikiem ( $p<0,001$ ) w analizie celności rzutów z odległości 4 m:  $F(2,176)=7,924$ ,  $\eta_p^2=0,083$  (**Ryc. 14**). Z uwagi na niespełnienie założenia o sferyczności wariancji w związku z efektem *Czas*, zastosowano poprawkę Huynh-Feldt'a. Po niej nie zmieniła się istotność wyniku testu [ $F(2,176)=7,924$ ,  $p<0,001$ ,  $df1=1,905$ ,

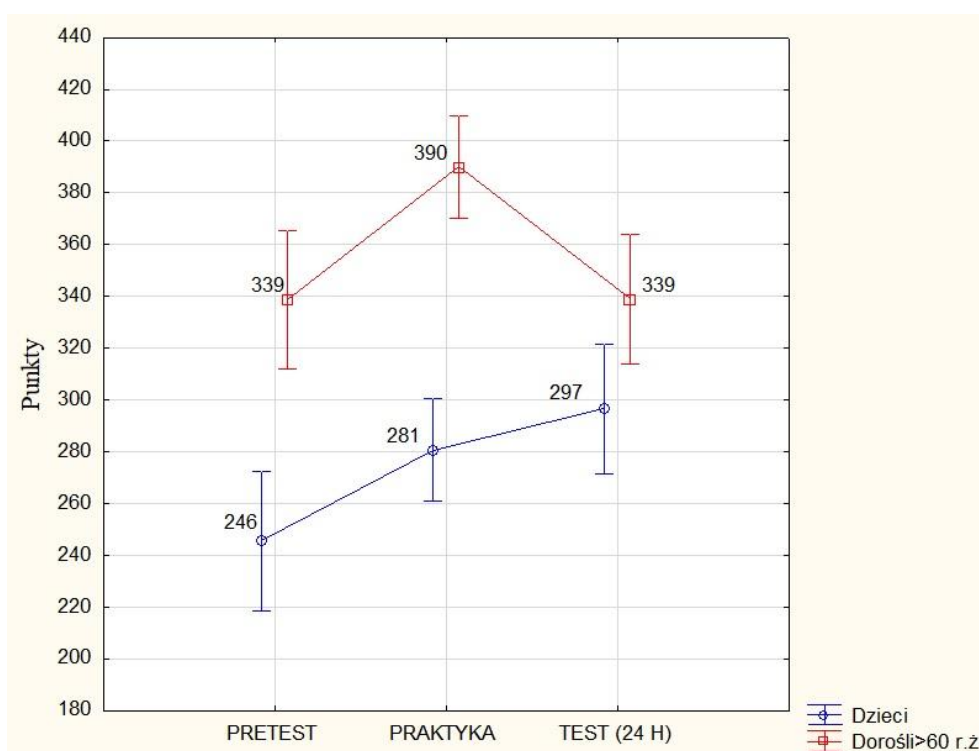
df2=167,607)] i możliwe było przeprowadzenie dalszej analizy. Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną statystycznie różnicę pomiędzy pretestem a praktyką oraz pretestem i testem. Stwierdzono istotną statystycznie ( $p < 0,001$ ) różnicę pomiędzy celnością rzutów u osób powyżej 60 roku życia a celnością rzutów u dzieci. Grupa osób powyżej 60 roku życia osiągnęła znacząco lepsze wyniki:  $F(1,88)=49,205$ ,  $\eta_p^2=0,359$  (**Ryc. 15**). Nie wykazano istotnej statystycznie różnicy ( $p=0,987$ ) pomiędzy wynikami grup zrandomizowanej i zblokowanej. Rezultaty osiągnięte w trakcie rzutów z odległości 4 m przez grupy o 54 i 72 powtórzeniach nie różniły się istotnie:  $F(1,88)=0,355$ ,  $\eta_p^2=0,004$ ,  $p=0,553$ . Analiza wykazała istotną interakcję czynników: *Czas x Wiek*:  $F(2,176)=5,131$ ,  $\eta_p^2=0,055$ ,  $p=0,007$ . Z uwagi na niespełnienie założenia o sferyczności wariancji w związku z interakcją efektu *Czas x Wiek*, zastosowano poprawkę Huynh-Feldt'a. Po niej nie zmieniła się istotność wyniku testu [ $F(2,88)=5,131$ ,  $p=0,008$ ,  $df1=1,905$ ,  $df2=167,607$ ] (**Ryc. 16**). Wykazano również istotność statystyczną ( $p=0,021$ ) interakcji czynników międzygrupowych (*Forma praktyki x Wiek x Liczba powtórzeń*):  $F(1,88)=5,539$ ,  $\eta_p^2=0,059$  (**Ryc. 17**).



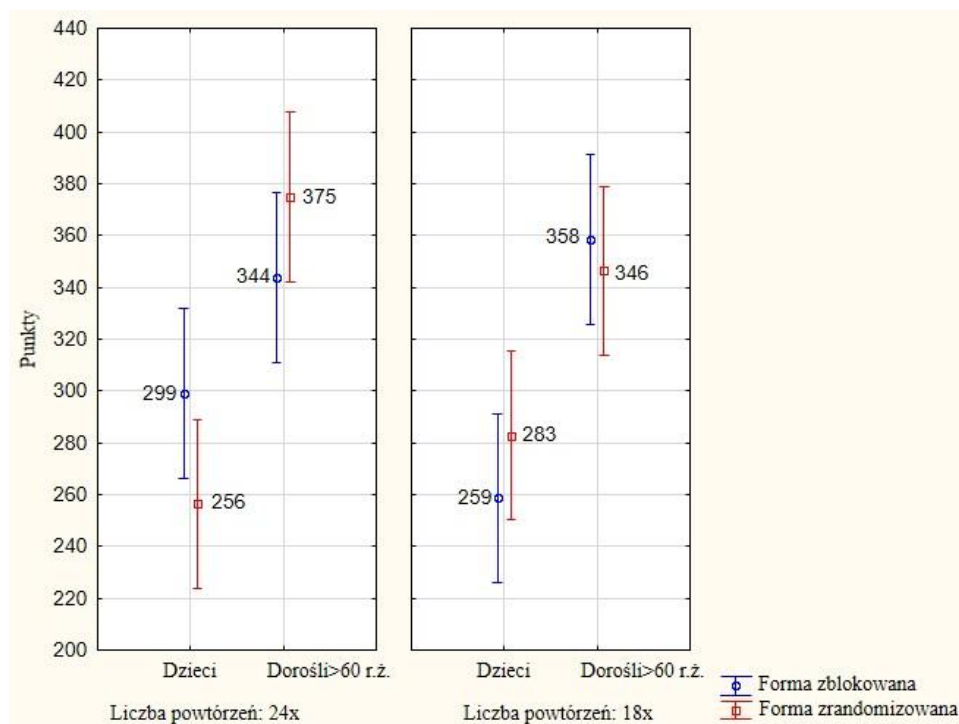
**Rycina 14.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 4 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p < 0,001$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.



**Rycina 15.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 4 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Wiek:  $p < 0,001$* )



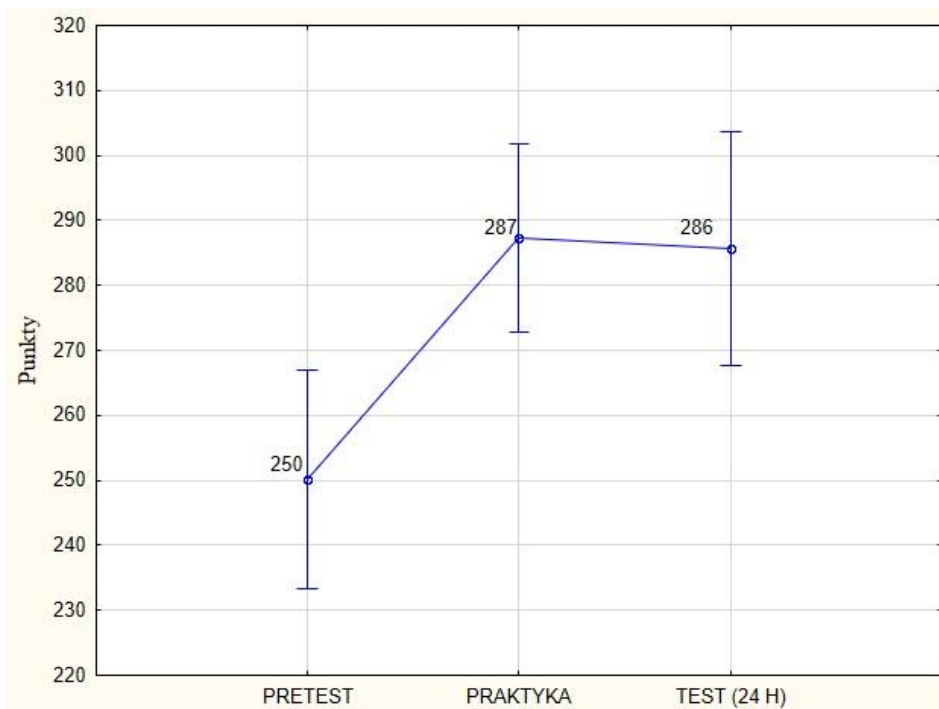
**Rycina 16.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 4 m z uwzględnieniem istotnej statystycznie interakcji (*Czas x Wiek:  $p = 0,008$* ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.



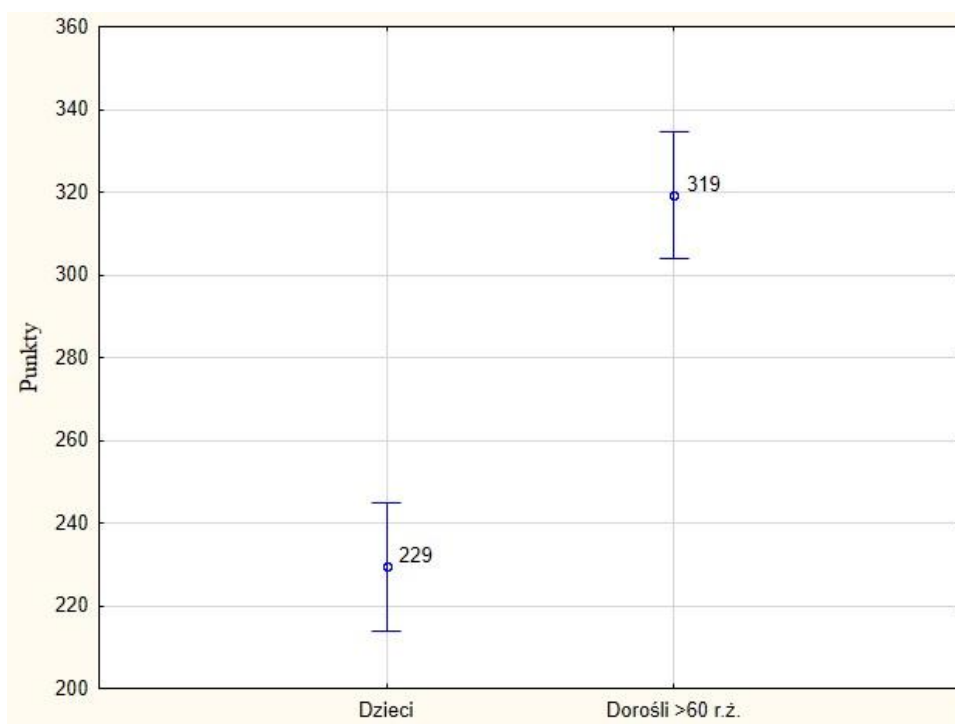
**Rycina 17.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 4 m z uwzględnieniem istotnej statystycznie interakcji (*Forma praktyki x Wiek x Liczba powtórzeń*:  $p=0,021$ )

#### *Analiza celności rzutów z odległości 5 m*

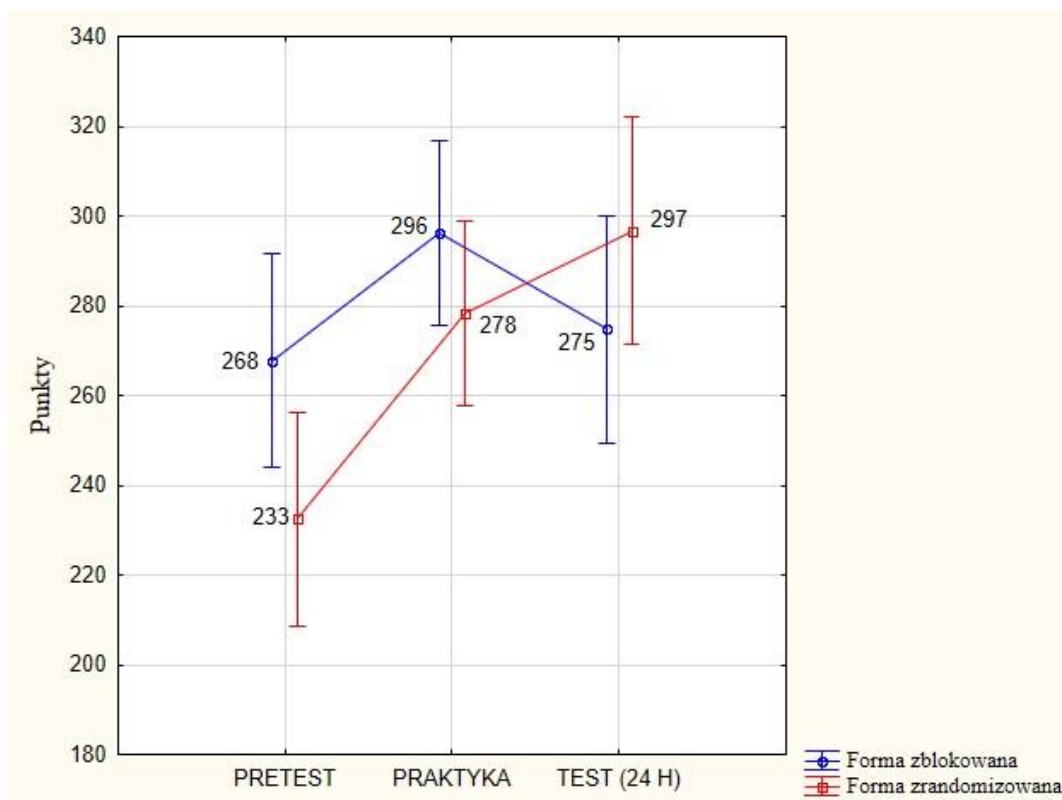
*Czas* był istotnym statystycznie czynnikiem ( $p<0,001$ ) w analizie celności rzutów z odległości 5 m:  $F(2,176)=7,651$ ,  $\eta_p^2=0,080$  (**Ryc. 18**). Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną statystycznie różnicę pomiędzy pretestem a praktyką oraz pretestem i testem. Stwierdzono istotną statystycznie ( $p<0,001$ ) różnicę pomiędzy celnością rzutów w grupie osób powyżej 60 roku życia a celnością rzutów w grupie dzieci. Osoby powyżej 60 roku życia osiągnęły znacząco lepsze wyniki:  $F(1,88)=66,612$ ,  $\eta_p^2=0,431$  (**Ryc. 19**). Nie wykazano istotnej statystycznie różnicy ( $p=0,346$ ) pomiędzy wynikami grup zrandomizowanej i zblokowanej:  $F(1,88)=0,899$ ,  $\eta_p^2=0,010$ . Rezultaty osiągnięte w trakcie rzutów z odległości 5 m przez grupy o 54 i 72 powtórzeniach nie różniły się istotnie:  $F(1,88)=2,098$ ,  $\eta_p^2=0,023$ ,  $p=0,151$ . Analiza wykazała istotną statystycznie interakcję czynników: *Czas x Forma praktyki*:  $F(2,176)=3,730$ ,  $\eta_p^2=0,041$ ,  $p=0,026$  (**Ryc. 20**).



**Rycina 18.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 5 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Czas*:  $p < 0,001$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.



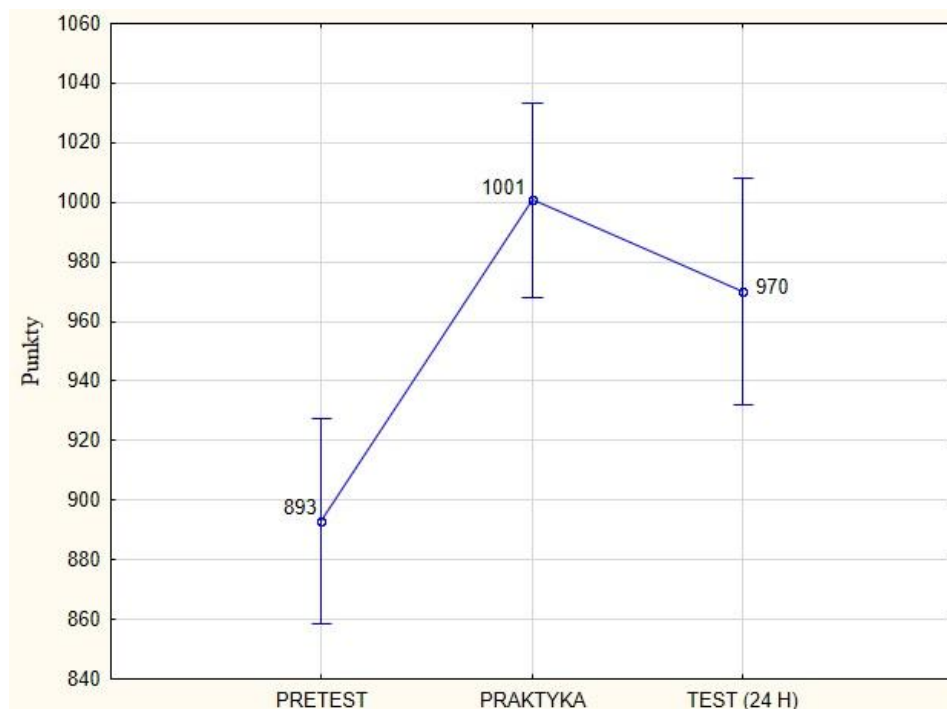
**Rycina 19.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 5 m z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (*Wiek*:  $p < 0,001$ )



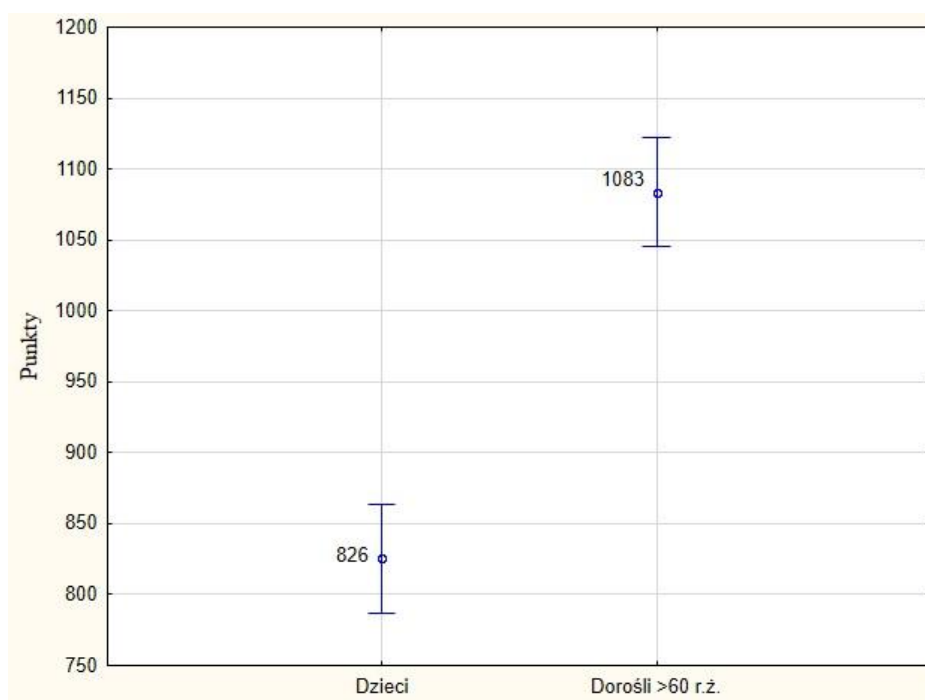
**Ryc. 20.** Średnie wyniki celności rzutów z odległości 5 m z uwzględnieniem istotnej statystycznie interakcji (*Czas x Forma praktyki*:  $p=0,026$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.

#### *Analiza celności rzutów ze wszystkich odległości*

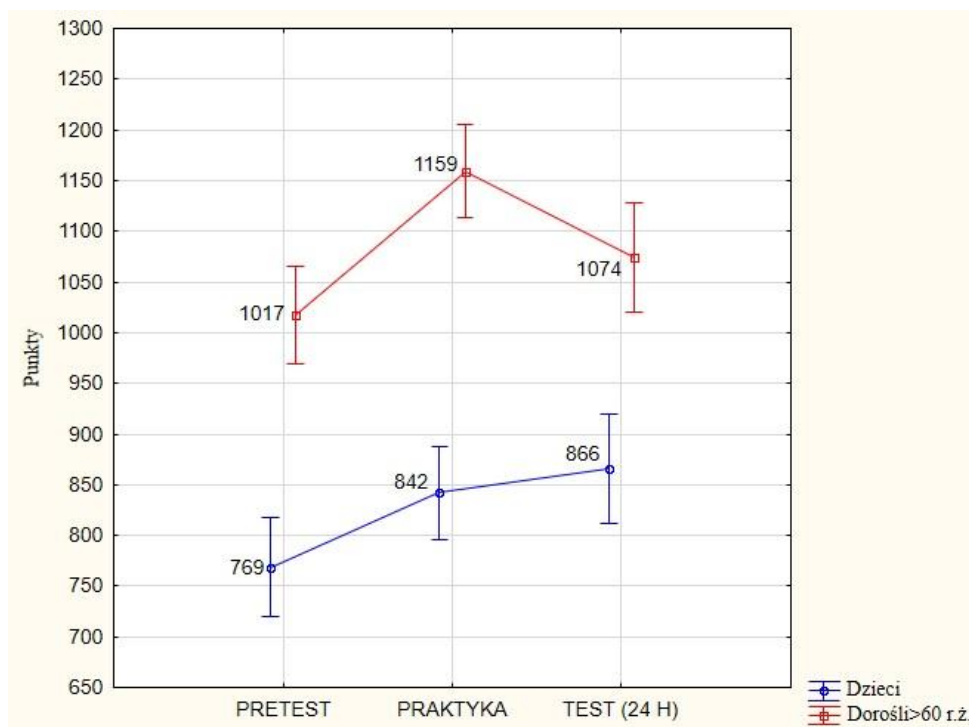
*Czas* był istotnym statystycznie czynnikiem ( $p<0,001$ ) w analizie ogólnej celności rzutów:  $F(2,176)=16,668$ ,  $\eta_p^2=0,158$  (**Ryc. 21**). Test post-hoc Tukey'a wykazał istotną statystycznie różnicę pomiędzy pretestem a praktyką oraz pretestem i testem. Stwierdzono istotną statystycznie ( $p<0,001$ ) różnicę pomiędzy celnością rzutów u osób powyżej 60 roku życia a celnością rzutów w grupie dzieci. Grupa osób powyżej 60 roku życia osiągnęła znacząco lepsze wyniki:  $F(1,88)=88,924$   $\eta_p^2=0,503$  (**Ryc. 22**). Nie wykazano istotnej statystycznie różnicy ( $p=0,786$ ) pomiędzy wynikami grup zrandomizowanej i zablokowanej:  $F(1,88)=0,074$ ,  $\eta_p^2=0,001$ . Rezultaty osiągnięte w trakcie rzutów dla grup o 54 i 72 powtórzeniach nie różniły się istotnie:  $F(1,88)=1,409$ ,  $\eta_p^2=0,016$ ,  $p=0,239$ . Analiza wykazała istotną statystycznie interakcję czynników: *Czas x Wiek*:  $F(2,176)=4,038$ ,  $\eta_p^2=0,044$ ,  $p=0,019$  (**Ryc. 23**).



**Rycina 21.** Średnie wyniki celność rzutów ze wszystkich odległości z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (Czas:  $p < 0,001$ ). Test (24 h) oznacza test retencyjny.



**Rycina 22.** Średnie wyniki celności rzutów ze wszystkich odległości z uwzględnieniem czynnika istotnego statystycznie (Wiek:  $p < 0,001$ )



**Rycina 23.** Średnie wyniki celności rzutów ze wszystkich odległości z uwzględnieniem istotnej statystycznie interakcji (*Czas x Wiek*:  $p=0,019$ ). *Test (24 h)* oznacza test retencyjny.



## WNIOSKI

Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły ustalić jaka forma praktyki: zblokowana czy zrandomizowana, przynosi najlepsze wyniki w 24-godzinnym teście retencji w uczeniu się motorycznym osób powyżej 60 roku życia i poniżej 18 roku życia przy różnej objętości ćwiczenia (54 powtórzenia/72 powtórzenia) z wykorzystaniem zadania rzeczywistego.

1. W uczeniu się motorycznym osób w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat w sytuacji, gdy wykonywane zadanie wykazuje wysoki stopień trudności (odległość do celu 5 m) lepsze wyniki uzyskała grupa zrandomizowana.
2. W grupie uczestników w wieku  $11.09 \pm 1.01$  lat nie potwierdzono efektu randomizacji. Wyniki rzutów z największej odległości (5 m) były najlepsze dla grupy zblokowanej o 24 powtórzeniach.
3. W grupie uczestników w wieku  $11.09 \pm 1.01$  lat najwyższą sumę punktów z 3 faz badania zyskała grupa zblokowana o 24 powtórzeniach, zaś w przypadku osób w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat - grupa zrandomizowana o 24 powtórzeniach.
4. Grupa uczestników w wieku  $11.09 \pm 1.01$  lat poprawiała swoje wyniki na przestrzeni trzech faz badania, niezależnie od formy praktyki czy liczby powtórzeń. Zblokowany schemat praktyki przyniósł w tej grupie wiekowej największe korzyści podczas uczenia się czynności najbardziej angażującej - tzn. w rzutach do celu z największej odległości.
5. Uczestnicy w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat uzyskały istotnie lepsze wyniki w rzutach z każdej z trzech odległości w porównaniu z rezultatami osiągniętymi przez dzieci.
6. Liczba punktów zdobytych przez grupę w wieku  $11.09 \pm 1.01$  lat podczas testów retencji dla rzutów z 4 m oraz 5 m była wyższa niż liczba punktów zdobyta podczas praktyki.
7. W grupie uczestników w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat liczba punktów uzyskanych podczas praktyki rzutów z 3 m, 4m oraz 5 m była każdorazowo istotnie wyższa niż w preteście, jednakże w teście retencyjnym punktacja zdobyta za rzuty z odległości 3 m, 4 m (oraz 5 m - w przypadku grupy zblokowanej) była niższa niż podczas praktyki.
8. Tendencja spadkowa w punktacji w teście retencyjnym (24 h) osób w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat nie wystąpiła jedynie w wynikach grupy zrandomizowanej podczas rzutów z odległości 5 m.

Opierając się na wynikach powyższych badań można wysunąć następujące wskazówki praktyczne dla trenerów, nauczycieli lub fizjoterapeutów, dotyczące efektywnego planowania treningów czy sesji rehabilitacyjnych w uczeniu się motorycznym dla różnych grup wiekowych:

1. W przypadku osób w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat uczenie się zadania rzeczywistego w formie zrandomizowanej przynosi efekty. Na uwadze mieć należy, iż korzyści płynące z zastosowania tej formy praktyki są uwarunkowane trudnością zadania. Zastosowanie angażującego, trudnego zadania jednocześnie ze zrandomizowaną formą praktyki przyczynia się do lepszego zapamiętywania ćwiczonych treści w grupie osób w wieku  $72.9 \pm 4.98$  lat.
2. W przypadku osób w wieku  $11.09 \pm 1.01$  lat uczenie się czynności motorycznych o wysokim stopniu trudności przebiega bardziej efektywnie przy zastosowaniu zblokowanej formy praktyki.

Piśmiennictwo:

1. Ávila LTG, Chiviacowsky S, Wulf G, Lewthwaite R. Positive social-comparative feedback enhances motor learning in children. *Psychol Sport Exerc* 2012, 13(6): 849-853. doi: 10.1016/J.PSYCHSPORT.2012.07.001.
2. Aziz HA. Comparison between field research and controlled laboratory research. *Arch Biomed Sci* 2017, 1(2): 101-104.
3. Battig WF. Transfer from verbal pretraining to motor performance as a function of motor task complexity. *J Exp Psychol* 1956, 51(6): 371–378.
4. Battig, WF. Facilitation and interference. W: Bilodeau EA (red) *Acquisition of skill*. Academic Press, New York, 1966, pp. 215-244.
5. Beik M, Taheri H, Saberi Kakhki A, Ghoshuni M. Neural Mechanisms of the Contextual Interference Effect and Parameter Similarity on Motor Learning in Older Adults: An EEG Study. *Front Aging Neurosci* 2020, 12: 173.
6. Beik M, Taheri H, Saberi Kakhki A, Ghoshuni M. Algorithm-Based Practice Schedule and Task Similarity Enhance Motor Learning in Older Adults. *J Motor Behav* 2021, 53(4): 458-470
7. Beik M, Fazeli D. The effect of learner-adapted practice schedule and task similarity on motivation and motor learning in older adults. *Psychol Sport Exerc* 2021, 54:101911.
8. Bertollo M, Berchicci M, Carraro A, Comani S, Robazza C. Blocked and random practice organization in the learning of rhythmic dance step sequences. *Percept Mot Skills* 2010, 110(1): 77-84.
9. Bortoli L, Robazza C, Durigon V, Carra C. Effects of contextual interference on learning technical sports skills. *Percept Mot Skills* 1992, 75(2): 555-562.
10. Brady, F. Contextual Interference: A Meta-Analytic Study. *Percept Mot Skills* 2004, 99(1): 116-126.
11. Broadbent DP, Causer J, Ford PR, Williams. Contextual interference effect on perceptual-cognitive skills training. *Med Sci Sports and Exerc* 2015, 47(6): 1243-1250.
12. Chalavi S, Pauwels L, Heise KF, Adab HZ, Maes C, Puts NAJ, Edden RAE, Swinnen SP. The neurochemical basis of the contextual interference effect. *Neurobiol Aging* 2018, 66: 85-96.
13. Chiviacowsky S, Wulf G, de Medeiros LF, Kaefer A, Tani G. Learning benefits of self-controlled knowledge of results in 10-year-old children, *Res Q Exerc Sport* 2008, 79(3): 405-410.
14. Cohen J. *Statistical Power Analysis*. *Curr Dir in Psychol Sci* 1992, 1(3) 98-101.
15. Czyż SH. *Model nabywania wyspecjalizowanych umiejętności ruchowych*. Warszawa:

- Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2013a.
16. Czyż SH. Nabywanie umiejętności ruchowych: teoria i praktyka w zarysie. MWW, Wrocław, 2013b.
  17. Diekelmann S, Born J. The memory function of sleep. *Nat Rev Neurosci* 2010, 11(2): 114-126. doi: 10.1038/nrn2762
  18. Faul, F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007, 39(2): 175-191. doi: 10.3758/BF03193146
  19. French KE, Rink JE, Werner PH. Effects of Contextual Interference on Retention of Three Volleyball Skills. *Percept Mot Skills* 1990, 71(1): 179-186. doi: 10.2466/PMS.1990.71.1.179.
  20. Jarus T, Goverover Y. Effects of Contextual Interference and Age on Acquisition, Retention, and Transfer of Motor Skill. *Percept Mot Skills* 1999, 88(2): 437-447. doi: 10.2466/PMS.1999.88.2.437.
  21. Jarus T, Gutman T. Effects of Cognitive Processes and Task Complexity on Acquisition, Retention, and Transfer of Motor Skills. *Can J Occup Ther* 2001, 68(5): 280-289. doi: 10.1177/000841740106800504.
  22. Jeon MJ, Jeon HS, Yi CH, Kwon OY, You SH Park JH. Block and Random Practice: A Wii Fit Dynamic Balance Training in Older Adults. *Res Q Exerc Sport* 2020, 92(3): 352-360. doi: 10.1080/02701367.2020.1733456.
  23. Lage GM, Ugrinowitsch H, Apolinário-Souza T, Vieira MM, Albuquerque MR, Benda RN. Repetition and variation in motor practice: a review of neural correlates. *Neurosci Biobehavioral Rev* 2015, 57: 132-141. doi: 10.1016/j.neubiorev.2015.08.012.
  24. Ledzińska M. Ogólna charakterystyka transferu i proakcji. W: Włodarski Z (red), *Psychologia uczenia się*. Ed. II. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1996, ss. 13-87.
  25. Lee TD, Simon D. Contextual interference. W: Williams AM, Hodges NJ (red) *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice*. Routledge, London, 2004, pp. 29-44.
  26. Lin CHJ, Chiang MC, Wu AD, Iacoboni M, Udompholkul P, Yazdanshenas O, Knowlton BJ. Age related differences in the neural substrates of motor sequence learning after interleaved and repetitive practice. *NeuroImage* 2012, 62(3): 2007-2020. doi: 10.1016/J.NEUROIMAGE.2012.05.015.
  27. Lin CHJ, Yang HC, Knowlton BJ, Wu AD, Iacoboni M, Ye YL, Huang SL, Chiang MC. Contextual interference enhances motor learning through increased resting brain connectivity during memory consolidation. *NeuroImage* 2018, 181: 1-15. doi:

- 10.1016/J.NEUROIMAGE.2018.06.081.
28. Magill RA, Anderson, DI. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. 12th edn. McGraw-Hill Education, New York, 2021.
  29. Merbah S, Meulemans T. Learning a motor skill: effects of blocked versus random practice: A review. *Psychol Belg* 2011, 51(1): 15-48.
  30. Niewiarowski J. Wprowadzenie do analizy wariancji z powtarzaniem pomiarem. W: Bedyńska S, Cypryńska M (red) *Statystyczny Drogowskaz Tom 2*. Wydawnictwo Akademickie SEDNO, Warszawa, 2013, s. 109.
  31. Parab S, Bose M, Ganesan, S. Influence of Random and Blocked Practice Schedules on Motor Learning in Children Aged 6–12 Years. *Crit Rev Phys Rehabil* 2018, 30(3): 239-254. doi: 10.1615/CRITREVPHYSREHABILMED.2018027737.
  32. Porter JM, Magill RA. Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *J Sports Sci* 2010, 28(12): 1277-1285. doi: 10.1080/02640414.2010.502946.
  33. Proteau L, Blandin Y, Alain C, Dorion A. The effects of the amount and variability of practice on the learning of a multi-segmented motor task. *Acta Psychol* 1994, 85(1): 61-74. doi: 10.1016/0001-6918(94)90020-5.
  34. Pyle WH. Transfer and interference in card-distributing. *J Educ Psychol* 1919, 10(2): 107-110. doi: 10.1037/H0064909.
  35. Saemi E., Porter JM, Varzaneh AG, Zarghami M, Shafinia P. Practicing along the contextual interference continuum: a comparison of three practice schedules in an elementary physical education setting. *Kinesiology*, 2012, 44(2): 191-198.
  36. Schmidt RA, Lee TD, Winstein CJ, Wulf G, Zelaznik HN. *Motor control and Learning: a behavioral emphasis*. 6th edn. Human Kinetics, Champaign, IL, 2019.
  37. Schmidt, RA, Lee TD. *Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis*. 4th edn. Human Kinetics, Champaign, IL, 2005.
  38. Shea JB, Morgan RL. Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *J exp psychol Hum learn mem* 1979, 5(2): 179-187. doi: 10.1037/0278-7393.5.2.179.
  39. Sidaway B, Bates J, Occhiogrosso B, Schlagenhauser J, Wilkes D. Interaction of Feedback Frequency and Task Difficulty in Children's Motor Skill Learning. *Phys Ther* 2012, 92(7): 948-957. doi: 10.2522/PTJ.20110378.
  40. De Souza, MGTX, Nunes MES, Corrêa UC, Dos Santos S. The contextual interference effect

- on sport-specific motor learning in older adults. *Hum Mov* 2015, 16(3): 112-118. doi: 10.1515/HUMO-2015-0036.
41. Ste-Marie DM, Clark SE, Findlay LC, Latimer AE. High Levels of Contextual Interference Enhance Handwriting Skill Acquisition. *J Mot Behav* 2004, 36(1): 115-126. doi: 10.3200/JMBR.36.1.115-126.
  42. Urbaniak GC, Plous S. Research Randomizer version 4.0 [Computer Program], 2013. <https://www.randomizer.org>
  43. UN High Commissioner for Refugees (UNHCR). UNHCR Policy on Age, Gender and Diversity 2018. <https://www.refworld.org/docid/5bb628ea4.html>
  44. Vera JG, Montilla MM. Practice Schedule and Acquisition, Retention, and Transfer of a Throwing Task in 6-YR.-Old Children. *Percept and Mot Skills* 2003, 96: 1015-1024. doi: 10.2466/PMS.2003.96.3.1015.
  45. Włodarski Z. *Psychologia uczenia się*. 3rd edn. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1996.
  46. Yang G, Lai CSW, Cichon J, Ma L, Li W, Gan WB. Sleep promotes branch-specific formation of dendritic spines after learning. *Science* 2014, 344(6188): 1173-1178. doi: 10.1126/SCIENCE.1249098.
  47. Zetou, E, Maria M, Giazitzi K, Kioumourtzoglou E. Contextual interference effects in learning volleyball skills. *Percept Mot Skills* 2007, 104(3): 995-1004. doi: 10.2466/PMS.104.3.995-1004.