Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Paweł Arnista

Werbalna informacja zwrotna a skuteczność uczenia się złożonych czynności motorycznych w gimnastyce sportowej kobiet

Promotor rozprawy doktorskiej

dr hab. prof. AWF Tomasz Niźnikowski

Rozprawa doktorska
w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej

Warszawa, kwiecień 2021

Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

1. Świadom odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska na temat: „Werbalna informacja zwrotna a skuteczność uczenia się złożonych czynności motorycznych w gimnastyce sportowej kobiet" została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.
2. Oświadczam, że praca doktorska nie narusza praw autorskich na podstawie ustawy z dnia 4 lutego1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. 2019 poz. 1231 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym.
3. Oświadczam ponadto, że treść pracy przekazanej na zewnętrznym nośniku elektronicznym jest identyczna z wersją przyjętą przez promotora i dostarczoną w formie papierowej.
4. Oświadczam również, że przedstawiona praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem stopnia doktora.

Pouczenie:

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

20.04.2021 [redacted]

Data *podpis autora pracy*

20.04.2021 [redacted]

Data *podpis promotora pracy przyjmującego oświadczenie*

Spis treści

Stosowane oznaczenia 5

Słownik ważniejszych terminów 5

Streszczenie 8

Abstract 10

Wstęp 12

1. Teoretyczno-empiryczne podstawy problematyki badań 14

1.1. Wybrane teorie nauczania a uczenie się czynności motorycznych 14

1.2. Informacja zwrotna w procesie nauczania i uczenia się czynności motorycznych 26

1.3. Uzasadnienie podjętej problematyki badań 33

2. Metodologia badań własnych 42

2.1. Cel pracy, pytania badawcze 42

2.2. Materiał badań 42

2.3. Metody badań 43

2.4. Organizacja badań 43

2.5. Metody analizy statystycznej 45

3. Wyniki badań 47

3.1. Identyfikacja kluczowych elementów techniki sportowej ćwiczeń gimnastycznych 47

3.2. Związek pomiędzy kinematycznymi wskaźnikami kluczowych elementów a umiejętnościami technicznymi gimnastyczek 59

3.3. Werbalne informacje zwrotne a skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód wykonanego na planszy ćwiczeń wolnych 62

3.4. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego 63

3.5. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja 65

3.6. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania 66

3.7. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego 68

3.8. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja 71

3.9. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania 74

3.10. Werbalne informacje zwrotne a skuteczność uczenia się układu ćwiczeń rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem 77

3.11. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego.....78

3.12. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja.....80

3.13. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania.....82

3.14. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego.....84

3.15. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja.....87

3.16. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania.....90

4. Dyskusja 94

Wnioski.....107

Ograniczenia badań 108

Piśmiennictwo 109

Spis tabel i rycin 128

Aneks.....135

Stosowane oznaczenia

Gr. eks. – grupa eksperymentalna z werbalną informacją zwrotną o błędach w kluczowych elementach techniki.

Gr. kon. – grupa kontrolna z werbalną informacją zwrotną o wszystkich popełnianych błędach w fazowej strukturze czynności motorycznej.

KP – informacja zwrotna na temat wykonania czynności motorycznej (knowledge of performance).

KR – informacja zwrotna na temat wyniku czynności motorycznej (knowledge of result).

UCR – układ ciała rozruchowy. Występuje w fazie przygotowawczej struktury czynności motorycznej, jest to biomechanicznie optymalne położenie bioogniw ciała w podporze w ostatnim momencie fazy przygotowawczej, bezpośrednio przed wyskokiem w górę.

UCM – układ ciała multiplikacja, występuje w fazie głównej struktury czynności motorycznej, określa element fazy głównej. Poprawne grupowanie wykonane przez gimnastyczki zwiększa prędkość obrotu na wznoszącej części trajektorii lotu i umożliwia rozgrupowanie oraz planowanie lądowania.

UCML – układ ciała w momencie lądowania, występuje w fazie końcowej struktury czynności motorycznej. Jest to układ rozpoczynający się od momentu kontaktu stóp z podłożem do zakończenia ruchów amortyzacyjnych. Stabilne lądowanie – pozycja półprzysiadu z pochylonym tułowiem i ramionami w górę lub w bok.

UĆSPP – układ ćwiczeń salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych.

UĆRST – układ ćwiczeń rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem.

Słownik ważniejszych terminów

Częstość przekazu werbalnej informacji zwrotnej – ilość przekazywanej werbalnej informacji zwrotnej w jednostce treningowej.

Czynność motoryczna – specyficzna możliwość człowieka do sprawnego, szybkiego i dokładnego wykonywania konkretnych zadań motorycznych. Rozpoczęcie ruchu jest możliwe po wyobrażeniu celu i skonstruowaniu programu działania (Raczek, 1993).

Efekt treningu (retention-test) – test stosowany po zakończeniu eksperymentu stwierdzający trwałość nauczanej czynności motorycznej.

Ekspert – osoba prezentująca najwyższy poziom kompetencji i wiedzy w określonej dziedzinie.

Fazowa struktura czynności motorycznych – przedziały czasowe, w których realizowane są wyznaczone cele. Wyróżniamy następujące fazy czynności motorycznych:

- przygotowawczą – podczas której zadaniem jest stworzenie najlepszych warunków do wykonania zadania głównego czynności motorycznej,
- główną – podczas której wykonywane jest zadanie główne czynności motorycznej,
- końcową – podczas której celem jest doprowadzenie do stanu równowagi ciała np. podczas lądowania.

Informacja zwrotna – istotna funkcja nauczania i uczenia się czynności motorycznych. Instruktaż po wykonaniu zadania motorycznego lub w trakcie jego trwania. Jest naturalną konsekwencją wykonania czynności motorycznych. Definiowana jako indywidualna pomoc uczniowi w celu osiągnięcia pożądanego rezultatu zgodnie z określonymi kryteriami lub jako odpowiedź na wykonanie zadania motorycznego przez zawodnika lub ucznia (Schmidt i Wrisberg, 2008).

Informacja zwrotna wewnątrzpochodna (intrinsic feedback) – informacja sensoryczna pojawiająca się podczas wykonywania czynności motorycznych, może pochodzić ze źródeł zewnętrznych (eksterocepcja) i wewnętrznych (propriocepcja) (Schmidt, 1991c).

Informacja zwrotna zewnątrzpochodna (extrinsic feedback) – wzmocniona informacja zwrotna dostarczana przez zewnętrzne źródła np. werbalna informacja zwrotna, wizualna informacja zwrotna (Schmidt, 1991c).

Kinematyczna informacja zwrotna – dostarcza uczącemu informację o niektórych aspektach wzorców ruchowych, tj. kinematycznych, takich jak położenie, prędkość lub przyspieszenie kończyn, zwykle w funkcji czasu (Schmidt i Young, 1991).

Kluczowe elementy techniki – najważniejsze elementy techniki ze względu na proces nauczania ćwiczeń gimnastycznych. Najbardziej charakterystyczne i najważniejsze momenty przebiegu czynności motorycznej, za które w pracy przyjęto: układ ciała rozruchowy, układ ciała multiplikacja oraz układ ciała w momencie lądowania (Dovalil, 2005; Niźnikowski i wsp., 2013a).

Koniec eksperymentu (post-test) – test określający poziom nauczanej czynności motorycznej stosowany bezpośrednio po ukończeniu eksperymentu.

Motoryczność – całokształt czynności motorycznych i potrzeb ruchowych człowieka (Magill, 1993; 2011).

Nauczanie czynności motorycznych – system działań w celu wywołania procesu uczenia się (Dembo, 1997).

Początek eksperymentu (pre-test) – test stwierdzający poziom wyjściowy badanych, stosowany przed rozpoczęciem eksperymentu.

Równoważnia – przyrząd w gimnastyce sportowej – drewniana belka obita miękkim materiałem o długości 5 m, wysokości 1,25 m i szerokości 10 cm.

System kontroli z pętlą otwartą – kontrola motoryczna w otwartej pętli jest formą kontroli z wyprzedzeniem i służy do kontrolowania szybkich czynności motorycznych, które kończą się przed przetworzeniem jakichkolwiek informacji sensorycznych. W systemie z otwartą pętlą nie ma informacji zwrotnej ani mechanizmów regulacji błędów (Schmidt, 1975).

System kontroli z pętlą zamkniętą – mechanizm sterowania czynnościami motorycznymi opartymi na informacji zwrotnej. Wykorzystujących zasadę, że jakikolwiek wpływ na środowisko powoduje zmianę przyszłych wyników poprzez zastosowanie informacji zwrotnej, co pozwala na wykrywanie błędów i nanoszenie poprawek (Adams, 1971).

Teoria kognitywistyczna – procesy tworzące i modyfikujące struktury w systemie poznawczym służące do tworzenia i modyfikowania wiedzy o otoczeniu kształtującej zachowanie, jak również procesy pobierania i przetwarzania informacji z otoczenia, ich przechowywanie i przekształcanie oraz wprowadzanie ponownie do otoczenia w postaci reakcji (Chomsky, 1959).

Uczenie się czynności motorycznych – proces względnie trwałych zmian zdolności ucznia do wykonywania umiejętności motorycznych, będący efektem szkolenia lub nabytego doświadczenia (Magill, 2011).

Werbalna informacja zwrotna (verbal feedback) – informacja przekazywana słownie uczącemu się czynności motorycznej, którą może wykorzystać w celu poprawy wykonania czynności motorycznych.

Złożona czynność motoryczna – czynność motoryczna, która ma wiele stopni swobody i nie można opanować jej podczas jednej sesji treningowej (Bernstein, 1967).

Streszczenie

W procesie nauczania i uczenia się złożonych czynności motorycznych werbalna informacja zwrotna była przedmiotem wielu badań. Jednym z problemów w nauczaniu i doskonaleniu techniki sportowej jest określenie sposobu skutecznego przekazu werbalnej informacji zwrotnej. Trenerzy mogą dostarczyć uczącym się informację zwrotną na temat wiedzy o wyniku (knowledge of result – KR) oraz wiedzy o wykonaniu czynności motorycznej (knowledge of performance – KP). Faktem jest, że w przypadku braku informacji zwrotnej proces uczenia się złożonych czynności motorycznych trwa znacznie dłużej i narażony jest na pojawienie się większej liczby błędów.

Dlatego należy ustalić jaką informację zwrotną należy przekazywać, czego powinna dotyczyć, jak często powinna być dostarczana i jak ją dostosować w zależności od poziomu zaawansowania uczącego się. Pomimo prowadzonych badań dane naukowe o skutecznych sposobach instruktażu i komunikacji z uczącym się, nie dają jednoznacznych informacji o sposobach postępowania, zwłaszcza jeśli chodzi o rodzaj oddziaływania informacji zwrotnej na złożone czynności motoryczne w gimnastyce sportowej kobiet.

Celem badań było określenie wpływu werbalnej informacji zwrotnej na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundaka – salta kucznego w tył na równoważni.

Materiał badań stanowiły zawodniczki gimnastyki sportowej (n=16) (wiek 14,1±0,6 lat; wysokość ciała 152,8±3,92 cm; masa ciała 44,5± 4,24 kg; staż treningowy 7±0,4 lat). Zawodniczki zostały losowo przydzielone do jednej z dwóch grup: grupy eksperymentalnej (n=8) – z informacją zwrotną na temat kluczowych elementów i grupy kontrolnej (n=8) – ze 100% informacją zwrotną o wszystkich popełnianych błędach w fazowej strukturze czynności motorycznej.

Eksperymenty pedagogiczne przeprowadzono w dwóch etapach techniką dwóch grup równoległych. Celem pierwszego etapu badań była analiza biomechaniczna ćwiczeń i układów gimnastycznych niezbędna do identyfikacji kluczowych elementów techniki sportowej. Z kolei celem drugiego etapu była ocena skuteczności nauczania i doskonalenia wybranych ćwiczeń i układów gimnastycznych przy zastosowaniu informacji zwrotnej o popełnianych błędach w kluczowych elementach techniki sportowej oraz informacji o wszystkich popełnianych błędach w fazowej strukturze czynności motorycznej. W trakcie eksperymentów badane uczyły się i doskonaliły dwa układy gimnastyczne: salto

proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundak salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem.

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, że można zidentyfikować kluczowe elementy w fazach: przygotowawczej, głównej i końcowej. Po dokonaniu analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano statystycznie istotne ($p<0,05$) różnice ze względu na stosowaną metodę nauczania (czynnik Grupa x Czas) przy wykonaniu układu ćwiczeń: rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem. Na podstawie analizy t Welcha dla danych niezależnych wykazano, że grupa z informacją zwrotną dotyczącą kluczowych elementów uzyskała istotnie wyższe średnie oceny od sędziów na końcu eksperymentu. Podobnie w procesie uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód wykonanego na planszy ćwiczeń wolnych stwierdzono, że grupa z informacją zwrotną o kluczowych elementach uzyskała istotnie wyższe średnie oceny od sędziów na końcu eksperymentu i tym samym wykazując lepszy efekt treningu.

Dokonując analizy uzyskanych wyników badań wydaje się celowe zastosowanie rozwiązań, które w grupach zawodniczek trenujących sporty gimnastyczne, zwiększają skuteczność nauczania i uczenia się złożonych czynności motorycznych w gimnastyce sportowej kobiet.

Słowa kluczowe: werbalna informacja zwrotna, uczenie się motoryczne, wiedza o wykonaniu.

Abstract

Verbal feedback has been the subject of much research in the teaching and learning process of complex motor skills. One of the problems in teaching and improving a sports technique is determining the method of effectively delivering verbal feedback. Trainers can provide learners with feedback on the result of motor skills (knowledge of result – KR) and the performance of movement (knowledge of performance – KP). The fact is that in the absence of feedback, the process of learning complex motor skills requires much more time and is prone to more errors.

Therefore, it is necessary to determine what kind of feedback should be provided, what it should be about, with what frequency it should be delivered, and how to adjust it depending on the level of advancement of the learner. Despite the conducted research, scientific data on effective methods of instructing and communicating with the learner do not provide clear information on the methods of effectively delivering verbal feedback, especially in terms of the type of feedback influence on complex motor skills in women's artistic gymnastics.

The aim of the study was to determine the influence of verbal feedback on the effectiveness of learning a straight forward somersault after a forward swing and a roundoff – backward somersault on a balance beam ended with a stable landing.

The research material consisted of female gymnastics competitors (J) (n = 16). They were randomly assigned to one of two groups: experimental group (n = 8) - with feedback on key elements or control group (n = 8) - with 100% feedback on all errors made in the phase structure of movement task.

The pedagogical experiments were carried out in two stages using the technique of two parallel groups. The aim of the first stage of the research was biomechanical analysis of exercises and gymnastic routines in order to identify key elements of the sports technique. In turn, the aim of the second stage was to assess the effectiveness of teaching and improvement of selected exercises and gymnastic routines with the use of feedback about errors made in key elements of a sports technique and information about all errors made in the phase structure of motor task. During the experiments, the female competitors learned and improved two gymnastic routines – a straight forward somersault after a forward swing and a roundoff - backward somersault on a balance beam ended with a stable landing.

From the research, it has been established that key elements can be identified in the preparatory, main, and final phases. After the ANOVA analysis of variance in the mixed schema, significant ($p < 0.05$) differences were noted due to the teaching method used (Group x Time factor) when performing the gymnastic routine: roundoff - backward somersault ended with a stable landing on the balance beam made by female gymnasts. It was shown on the basis of t Welch's analysis for independent data that the group with feedback on the key elements obtained significantly higher mean scores from the judges at the end of the experiment. On the other hand, when learning straight forward somersault after flipping forward on the floor made by female gymnasts, it was found that the group with feedback on the key elements received significantly higher scores from judges at the end of the experiment.

When analyzing the obtained research results, it seems advisable to use these type of solutions in groups of female gymnasts, a fact of which increases the effectiveness of teaching and learning complex motor skills in women's artistic gymnastics.

Keywords: verbal feedback, motor learning, knowledge of performance

Wstęp

Istniejące teorie nauczania czynności motorycznych przyczyniają się do zrozumienia, usystematyzowania i opisania procesu uczenia się z punktu widzenia różnych dziedzin nauki, w celu określenia praw i czynników decydujących o sprawności tego procesu (Watson, 1913; Skinner, 1938; Bernstein, 1961; Gentile, 1972; Adams, 1971; Schmidt, 1975; Gibson, 1977; Newell, 1991).

Według Salmoni i współautorów (1984) należy poszukiwać skutecznych metod przekazu informacji zwrotnej w celu ulepszenia procesu nauczania i uczenia się czynności motorycznych. Należy zwrócić uwagę, że informacja zwrotna może być dostarczona różnymi sposobami, od których zależy skuteczność procesu nauczania i uczenia się czynności motorycznych (Newell i Carlton, 1987; Proteau, 1992; Thorpe i Valvano, 2002; Guadagnoli i wsp., 2002; Fujii i wsp., 2016; Krause i wsp., 2017; Zobe i wsp., 2019). Na przykład dostarczenie werbalnych wskazówek o błędach i sposobie ich korygowania jest skutecznym podejściem, szczególnie przy nauczaniu czynności ruchowych u początkujących (Kernodle i Carlton, 1992). Z kolei w nauczaniu studentów złożonej czynności motorycznej informacja o poprawności wykonania okazała się skuteczniejsza od informacji o błędach i poprawności wykonania (Sadowski i wsp., 2011).

Jak na razie nie ustalono jak wykorzystywać różne rodzaje informacji zwrotnych w nauczaniu i uczeniu się czynności motorycznych o różnym poziomie złożoności i stopniu trudności wykonania (Sigrist i wsp., 2012; Scholz i wsp., 2015; Fujii i wsp., 2016; Krause i wsp., 2017; Zobe i wsp., 2019). Schmidt i Lee (1999) twierdzą, że potrzebne są dalsze badania, aby ustalić relacje pomiędzy poziomem trudności nauczanej czynności ruchowej a rodzajem informacji zwrotnej. Jak dotąd brakuje wystarczających empirycznych dowodów o wpływie różnych rodzajów informacji zwrotnej na skuteczność nauczania i uczenia się czynności motorycznych o różnym stopniu trudności i złożoności struktury czynności motorycznej (Wulf i Schmidt, 1989; Winstein i Schmidt, 1990; Nicholson i Schmidt, 1991; Wulf i wsp., 1993; Wulf i wsp., 1994; Lai i Shea, 1998; Weeks i Kordus, 1998; Park i wsp., 2000; Carlos Martínez i wsp., 2016; Carter i Ste-Marie, 2017; Akinci i Kirazci, 2020). Niewystarczająca jest również wiedza o tym jaka treść i ilość informacji werbalnej jest skuteczniejsza przy nauczaniu i uczeniu się czynności motorycznych o różnym stopniu trudności i złożoności.

Jakkolwiek niektórzy autorzy podkreślają, że ustalenie wpływu różnego rodzaju informacji zwrotnych na wykonanie czynności motorycznych może być trudne ze względu

na liczne złożone mechanizmy zachodzące w jego procesie (Bandura, 1997; Scheeler i Lee 2002; Wulf i Schmidt, 1994; Albert i Shadmehr, 2016), to inni podkreślają, że są potrzebne dalsze badania, aby w pełni zrozumieć przebieg procesu nauczania i uczenia się czynności motorycznych (Wulf i Shea, 2002; Sadowski i wsp., 2011; Sigrist i wsp., 2012; Niźnikowski i Sadowski, 2020; Nogal i Niźnikowski, 2020). Według Williams i Hodges (2005) zrozumienie mechanizmów dotyczących informacji zwrotnej i jej wpływu na skuteczność nauczania i uczenia się czynności motorycznych wymaga jeszcze wyjaśnienia wielu kwestii. Niźnikowski i Sadowski (2019) twierdzą, że należy identyfikować kluczowe informacje i przekazywać je zawodniczkom o dużym doświadczeniu w trakcie opanowywania danej czynności motorycznej.

Wiedza o skutecznych sposobach przekazu informacji zwrotnej jest nadal niepełna, zwłaszcza jeśli chodzi o ilość i rodzaj informacji oraz ukierunkowanie jej na kluczowe elementy w technice sportowej złożonych czynności motorycznych (Sadowski i wsp., 2013; Fujii i wsp., 2016; Krause i wsp., 2017; Nogal i Niźnikowski, 2020).

Stąd głównym celem badań było określenie wpływu werbalnej informacji zwrotnej na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundaka – salta kucznego w tył na równoważni.

Niniejsza praca składa się z czterech rozdziałów. W rozdziale pierwszym dokonano teoretyczno-empirycznej analizy problematyki badań z uwzględnieniem teorii nauczania i uczenia się czynności motorycznych. Następnie dokonano klasyfikacji informacji zwrotnych w procesie nauczania i uczenia się czynności motorycznych. Rozdział pierwszy kończy się uzasadnieniem podjętej tematyki badań. Rozdział drugi stanowi opis materiału i zastosowanych w pracy metod badań. W rozdziale trzecim przedstawiono wyniki badań. Czwarty rozdział pracy zawiera dyskusję. Praca zakończona jest wnioskami wysuniętymi na podstawie analizy wyników badań, piśmiennictwem, spisem tabel i rycin.

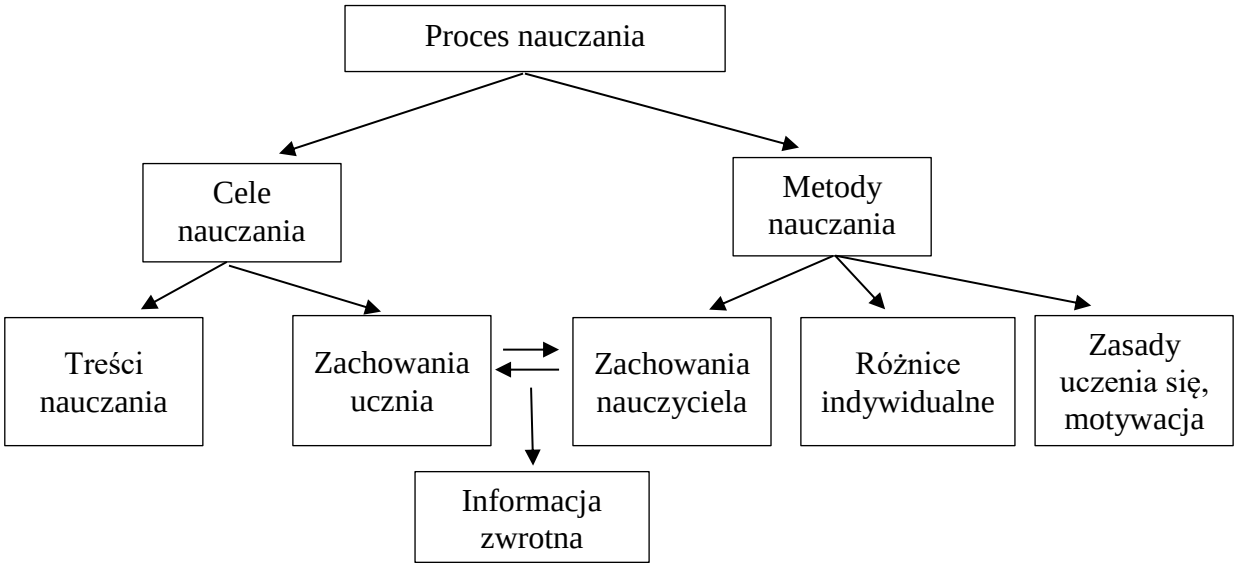
1. Teoretyczno-empiryczne podstawy problematyki badań

1.1. Wybrane teorie nauczania a uczenie się czynności motorycznych

W celu lepszego poznania procesu motorycznego uczenia się opracowano wiele definicji i teorii wyjaśniających wielorakie jego aspekty. W pracy zostaną przedstawione te teorie uczenia się czynności motorycznych, które w największym stopniu przyczyniły się do uporządkowania, usystematyzowania i zrozumienia tego procesu.

Zagadnienie nauczania i uczenia się motorycznego jest przedmiotem zainteresowań teoretyków i praktyków licznych nauk, takich jak: pedagogika, psychologia, biomechanika czy neurofizjologia (Bernstein, 1967; Fidelus, 1997; Czabański, 2000; Nęcka i wsp., 2006). W konsekwencji wielu badań i obserwacji naukowych powstają rozwiązania, dzięki którym proces ten jest doskonalony i unowocześniany.

Nauczanie czynności motorycznych rozumiane jest jako system działań prowadzących do wywołania procesu uczenia się. Nauczanie ma na celu dostarczenie uczniom i sportowcom narzędzi do kontynuowania uczenia się i wspomaganie w procesie konstruowania wiedzy. W celu stosowania adekwatnych strategii wykonania czynności motorycznych, uczniom i sportowcom potrzebna jest wiedza oraz umiejętności (Dembo, 1997). Składowe procesu nauczania przedstawiono na rycinie 1.



Ryc. 1. Składowe procesu nauczania (Dembo, 1997)

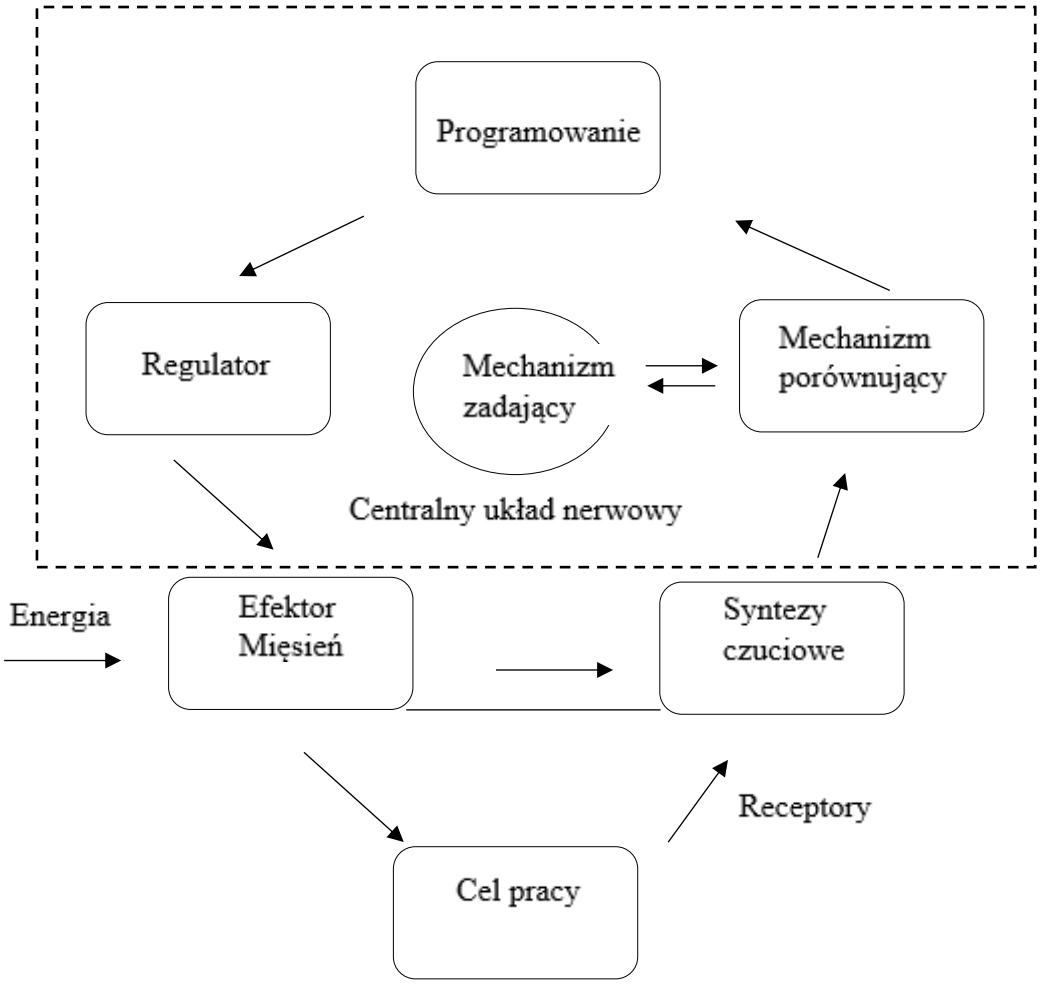
Nawroczyński (1957) definiuje nauczanie jako dążenie do przyswojenia wiadomości i umiejętności przez ucznia. Z kolei Okoń (2004) stwierdza, że nauczanie czynności motorycznych polega na planowej i systematycznej pracy nauczyciela z uczniami w celu wywołania zmian w ich wiedzy, osobowości czy też dyspozycjach, a następnie utrwalaniu ich. Odbywa się to pod wpływem uczenia się i praktycznego działania. Nauczanie można więc rozumieć jako organizowanie uczniom lub sportowcom procesu uczenia się o różnym charakterze w zależności od przyjętych założeń, a głównym zadaniem nauczyciela jest kształtowanie warunków wzmocnienia wiedzy i umiejętności motorycznych (Skinner, 1963). Osiński (2003) proponuje, aby poprzez proces nauczania rozumieć zamierzoną działalność, ukierunkowaną na wytworzenie właściwych postaw, przekazywanie podstawowych wiadomości oraz zdobycie umiejętności, które wyznaczają zachowanie człowieka. Kupisiewicz (2005) stwierdził natomiast, że nauczanie to ogranizacja procesu uczenia i kierowanie porcesem uczenia się uczniów, więc polega na swoistej pomocy uczącemu się. Nauczyciel pełni ważną rolę w procesie nauczania, czyli wymiany informacji pomiędzy uczniem czy sportowcem a środowiskiem społecznym i fizycznym.

Podsumowując, nauczanie czynności motorycznych to nie tylko proces przekazywania wiedzy i umiejętności, ale także rozwijanie zainteresowań, osobowości i postaw moralnych ucznia i sportowca. Nauczanie czynności motorycznych odbywa się więc na trzech etapach: wyobrażeń ruchowych, pogłębionego nauczania oraz umocnienia i dalszego doskonalenia czynności motorycznych (Wiśniowski i wsp., 2002).

Z kolei uczenie się z punktu widzenia psychologii definiowane jest jako względnie trwała zmiana zachowania wynikająca z doświadczenia. Jednym z pierwszych badaczy analizujących wpływ uczenia się na zachowanie był psycholog Watson (1913), który zasugerował, że wszystkie zachowania są wynikiem procesu uczenia się. Czabański (2000) definiuje uczenie się jako wieloaspektywne i wielopoziomowe systemy regulacji zachowań człowieka, gdzie efektem uczenia się są nowe formy zachowań lub ich modyfikacje. Według Czajkowskiego (2004) uczenie się rozumiemy jako proces świadomego i celowego przyswajania umiejętności, wiadomości i doświadczenia oraz gromadzenia tych doświadczeń. Czerpiąc z powyższych definicji można stwierdzić, że na uczenie się czynności motorycznych wpływa szereg czynników, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Proces ten jest definiowany jako względnie trwałe zmiany zdolności ucznia do wykonywania czynności motorycznych będących efektem szkolenia lub doświadczeń (Magill, 2011).

Jedną z pierwszych teorii uczenia się jest teoria asocjacjonizmu, która uznaje skojarzenia co najmniej dwóch zjawisk tak, by pojawienie się jednego z nich spowodowało tendencję do występowania pozostałych (Strelau, 2003; Siuta, 2005). Na zjawisko powstawania skojarzeń już w starożytności zwrócił uwagę Platon, natomiast Arystoteles sformułował prawa kojarzenia, zależne od zachodzących warunków: styczności w czasie, styczności w przestrzeni, podobieństwa i kontrastu. Przedstawiciele behawioryzmu odnieśli pojęcie asocjacji do związku pomiędzy bodźcem i reakcją, rozszerzając w ten sposób wiedzę o mechanizmie powstawania w trakcie asocjacji połączeń. Od końca XIX w. do początku XX w. asocjacjonizm stopniowo tracił na popularności. Ważną modyfikację teorii spowodowała w roku 1904 nauka o odruchach warunkowych Pawłowa (Zimbardo i Gerring, 2012). W wyniku przeprowadzonych badań wykazano, że odruchów tych nie da się wytłumaczyć na zasadzie samego tylko współwystępowania zjawisk. Na tej podstawie powstała teoria behawiorystyczna, jako nowy kierunek psychologiczny i nurt w dziejach nauki o motoryczności człowieka. W publikacji z 1913 roku Watson opowiedział się przeciwko strukturalizmowi i funkcjonalizmowi. Głównym przedmiotem jego analizy był nawyk, zdefiniowany jako skoordynowane i konsekwentne działanie, które rozwija się w danej sytuacji poprzez powtórzenie. Dzisiaj punkt widzenia Watsona (1913) nazywamy klasycznym behawioryzmem bodziec – reakcja (Moore, 2011). Natomiast radykalny behawioryzm został przyjęty przez Skinnera (1938), który zgodził się z założeniem metodologicznego behawioryzmu, że celem psychologii powinno być przewidywanie i kontrolowanie zachowania, odkrył rozkłady wzmocnień i pokazał jak uczyć nie stosując negatywnych, a jedynie pozytywne wzmocnienia. Zdaniem Skinnera (1938) przyczyn ludzkiego zachowania należy doszukiwać się w środowisku zewnętrznym, a nie w osobowości.

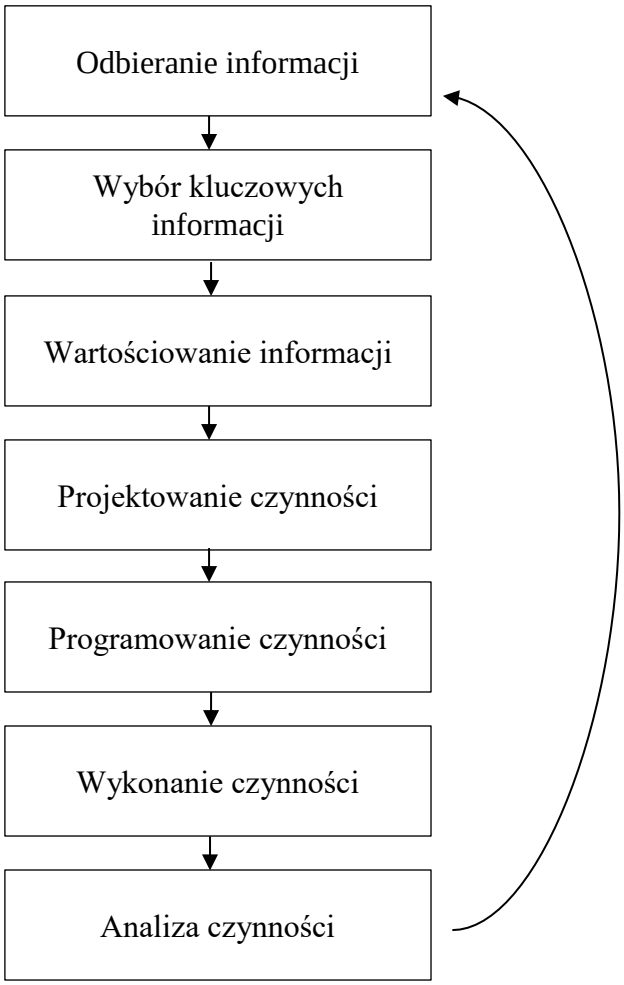
W procesie nauczania czynności motorycznych dużą rolę odegrała teoria systemów dynamicznych Bernsteina (1967), którą pokazano na rycinie 2. Autor wyjaśnia, w jaki sposób zoptymalizowane jest uczenie się czynności motorycznych.



Ryc. 2. Schemat blokowy skoordynowanego sterowania czynności motorycznych (Bernstein, 1961)

Bernstein (1961) twierdzi, że bodźce z zewnątrz nie są sygnałami do działania. Rozpoczyna się ono wtedy, kiedy mamy wyobrażenie o czynności motorycznej. Czynności motoryczne są bowiem wynikiem złożonych interakcji pomiędzy wieloma różnymi układami w organizmie człowieka, wykonywanym zadaniem i środowiskiem. Innymi słowy ciało złożone jest z wielu układów oddziałujących ze sobą, ale żaden z tych systemów nie koordynuje czynności motorycznych samodzielnie, decydują o tym złożone interakcje wszystkich systemów.

Pöhlmann (1987) natomiast przedstawił proces uczenia się czynności motoryczycych w formie spirali (ryc. 3).

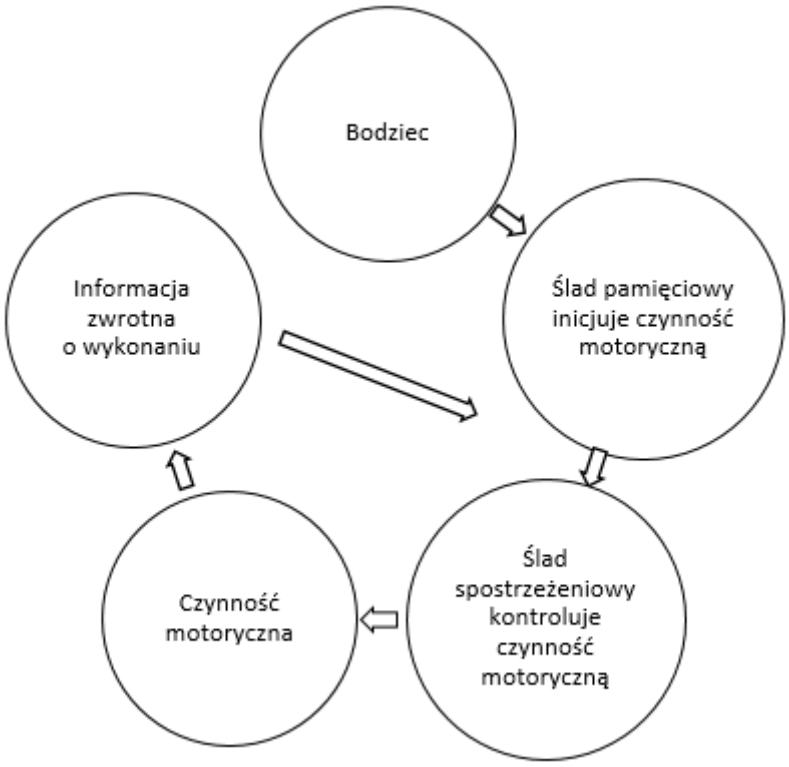


Ryc. 3. Spirala motorycznego uczenia się (Pöhlmann, 1987)

Autor przedstawia siedem funkcji działań metodycznych w procesie uczenia się. Początkowo uczący się zaczyna zbierać informacje na podstawie przekazu słownego lub pokazu. Następnie uczący się wybiera najbardziej celowe informacje, wstępnie je analizuje i integruje, by w następnym kroku przejść do wartościowania informacji poprzez porównanie z posiadaną wiedzą. W kolejnym etapie uczący się projektuje wstępne czynności i układa kolejność wykonywanych ruchów. Po wykonaniu czynności motorycznej następuje ocena wyników, korekcja błędów i przystąpienie do kolejnego cyklu (Pöhlmann, 1987).

Adams (1971) opisuje kolejną teorię uczenia się motorycznego, zgodnie z którą kontrola motoryczna odbywa się w zamkniętej pętli i jest mechanizmem sterowania czynnościami motorycznymi opartymi na informacji zwrotnej. W związku z tym

jakikolwiek wpływ na środowisko powoduje zmianę przyszłych wyników poprzez zastosowanie informacji zwrotnej (ryc. 4).

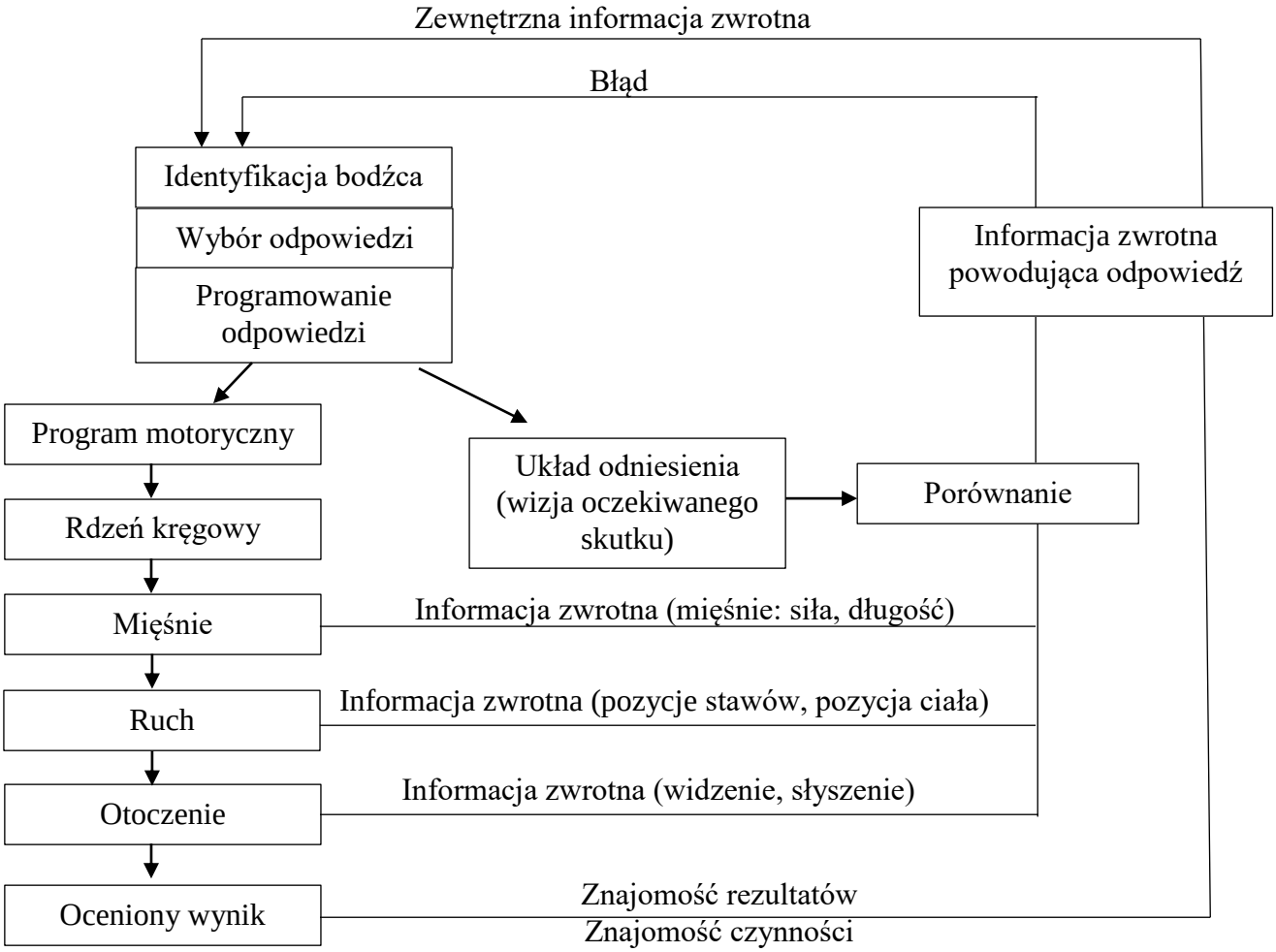


Ryc. 4. Kontrola motoryczna w pętli zamkniętej (Adams, 1971)

Większość zadań motorycznych wykonywanych podczas codziennej aktywności powstaje przy użyciu ciągłego procesu uzyskiwania dostępu do informacji sensorycznej i wykorzystywania jej do dokładniejszego kontynuowania zadania. Adams (1971) zwraca uwagę na konieczność wprowadzenia „wiedzy o wyniku" (knowledge of result – KR), w celu pełnej kontroli, szczególnie w sytuacji braku doświadczeń. Umożliwi to dokonywanie korekt w trakcie kształtowania „śladu spostrzeżeniowego". Sterowanie motoryczne w pętli zamkniętej najlepiej nadaje się do działań kontrolowanych w sposób ciągły, ale nie działa wystarczająco sprawnie w przypadku działań szybkich.

Wczesne teorie motorycznego uczenia się nie uwzględniały odpowiednio dowodów ilustrujących wpływ informacji zwrotnej na modyfikację bieżącego zadania motorycznego. Schmidt (1975) zaproponował teorię kontroli motorycznej sugerując, że w przeciwieństwie do teorii pętli zamkniętej, program motoryczny zawierający ogólne zasady można

zastosować w różnych kontekstach środowiskowych lub sytuacyjnych poprzez zaangażowanie procesu kontroli w pętli otwartej. Schmidt twierdzi, że w systemie z otwartą pętlą nie ma informacji zwrotnej ani mechanizmów regulacji błędów. System ten nie ma możliwości kompensacji, ponieważ niektóre czynności motoryczne zachodzą zbyt szybko, aby zintegrować informacje sensoryczne. Innymi słowy, kontrola motoryczna w otwartej pętli jest formą kontroli z wyprzedzeniem i służy do kontrolowania szybkich czynności motorycznych, które kończą się przed przetworzeniem jakichkolwiek informacji sensorycznych. Przykładem takiej czynności może być rzut rzutką do tarczy (ryc. 5).



Ryc. 5. Schemat motorycznego uczenia się (Schmidt, 1975)

Według Schmidt (1975), kiedy osoba wykonuje czynność motoryczną to pamięć krótkotrwała przechowuje cztery rodzaje informacji:

1. Warunki początkowego stadium ruchu (proprioceptywna informacja o kończynach i tułowiu).
2. Specyficzne odpowiedzi programów ruchu, które są parametrami używanymi w uogólnionym programie ruchu, takie jak szybkość i siła.
3. Czuciowe konsekwencje odpowiedzi, które zawierają informacje na temat ruchu.
4. Wynik wykonania ruchu, który zawiera informacje o rzeczywistym rezultacie ruchu z wiedzy o wyniku (knowledge of result – KR).

Następnie wyżej wymienione cztery rodzaje informacji są podzielone na dwa schematy:

1. Schemat przypominania.
2. Schemat rozpoznawania.

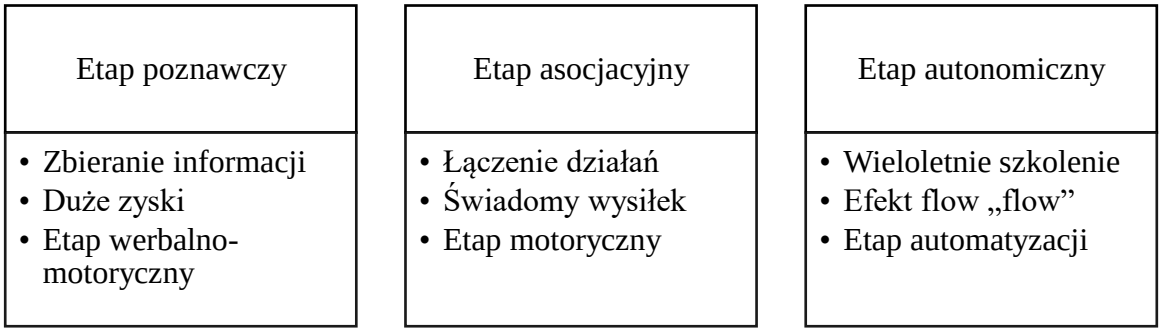
Na podstawie teorii schematu pokazano, że uczenie się czynności motorycznych składa się z ciągłych procesów, które aktualizują schematy przypominania i rozpoznawania przy każdym wykonywanym zadaniu motorycznym.

Jedną z koncepcji mieszczących się w nurcie behawiorystycznym, jest teoria ekologiczna stworzona przez Gibsona (1977). Autor wprowadził pojęcie afordancji, czyli tego, co środowisko zapewnia lub dostarcza. Afordancja jest relacyjna i charakteryzuje przydatność środowiska dla obserwatora, a zatem zależy od jej obecnych intencji i możliwości. Afordancje zostały zdefiniowane jako wszystkie możliwości działania obecne w środowisku, obiektywnie mierzalne i niezależne od indywidualnych zdolności danych jednostek, pozostające w relacji z nimi, a co za tym idzie zależne od ich możliwości. Norman (1988) zawęził termin afordancji w kontekście interakcji odnosząc się do tych możliwości działania, które są łatwo dostrzegalne przez osobę. To uzależnia koncepcję afordancji nie tylko od fizycznych możliwości osoby, ale także od jej celów, przekonań i przeszłych doświadczeń. Definicja Normana (1988) uwzględnia fakt, że osoba będzie bardziej skłonna do wykonania danej czynności motorycznej ze względu na swoje wcześniejsze doświadczenia z nią związane.

Na podstawie teorii o pętli otwartej, jak i zamkniętej, Newell (1991) uwzględnia ekologiczne teorie motorycznego uczenia się. Sugeruje, że uczenie się czynności motorycznych jest procesem, który zwiększa koordynację pomiędzy percepcją a wykonywanym zadaniem i towarzyszącymi ograniczeniami środowiskowymi. Oznacza to, że szukamy optymalnych strategii pozwalających wykonać zadanie w najbardziej skuteczny sposób, biorąc pod uwagę pewne ograniczenia środowiskowe. Poszukiwania

optymalnych strategii dotyczą wskazówek percepcyjnych i użycia zarówno kondycyjnych, jak i koordynacyjnych zdolności motorycznych, w celu wykonania zadania. Newell (1991) uważa, że informacje percepcyjne mają wiele ról w nauczaniu czynności motorycznych. Jedna z nich odnosi się do zrozumienia celu nauczania danej czynności motorycznej przez zawodnika lub ucznia.

Uczenie się czynności motorycznych o różnym poziomie złożoności, szczególnie w pierwszym etapie, polega na próbach przyswojenia przez zawodników lub uczniów struktury czynności motorycznej zgodnie z jej przestrzenią, a następnie czasem (Gentile, 1972; Fidelus, 1997). Aby osiągnąć te cele, uczniowie muszą korzystać z procesów poznawczych i procesów werbalnych do rozwiązania problemów. Fitts (1964) sugeruje, że nabywanie umiejętności motorycznych obejmuje trzy etapy: poznawczy, asocjacyjny i autonomiczny (ryc. 6).



Ryc. 6. Trzy etapy nabywania umiejętności motorycznych (Fitts, 1964)

W pierwszej fazie poznawczej zadanie motoryczne jest zwykle nowe dla uczącego się, a głównym celem jest zrozumienie, co należy zrobić – głównie poprzez interpretację instrukcji werbalnych (Anderson, 1982). Na tym etapie wykonanie zadania motorycznego jest pracochłonne, niepewne, powolne i niedokładne, ale odnotowuje się gwałtowny wzrost biegłości, ogólnie większy niż w jakimkolwiek innym momencie. Proces uwagi oraz strategie poznawcze pośredniczą w większości postępów w zakresie tego, co należy zrobić, a nie w udoskonaleniu samych wzorców ruchowych. Ten etap, nazywany także etapem werbalno-motorycznym ma charakter werbalno-poznawczy, ponieważ obejmuje przekazywanie (werbalne) i nabywanie (poznawanie) nowych informacji. Na tym etapie osoba próbuje przetwarzać informacje, starając się zrozumieć poznawczo wymagania i parametry czynności motorycznej.

Etap asocjacyjny charakteryzuje się znacznie mniejszą ilością informacji werbalnych, mniejszym wzrostem wydajności, świadomym wykonaniem, dokonywaniem regulacji, niedokładnym wykonaniem zadania motorycznego oraz zajmuje dużo czasu. Uczeń pracuje nad dostosowywaniem i łączeniem umiejętności motorycznych. Ten etap nazywany jest również etapem motorycznym (Adams, 1971), ponieważ problemem do rozwiązania w fazie asocjacyjnej jest nauczanie wykonywania umiejętności. Z perspektywy poznawczej uczeń próbuje przełożyć wiedzę deklaratywną (co zrobić) na wiedzę proceduralną (jak to zrobić). Dojście do etapu autonomicznego często wymaga dużo czasu w procesie szkolenia. Zgodnie z paradygmatem Fittsa i Posnera (1967) jest to ostatni etap nabywania umiejętności motorycznych. Jest on widoczny u wysoko kwalifikowanych sportowców, gdzie wykonanie czynności motorycznej staje się automatyczne i stabilne, wymagania przetwarzania poznawczego są minimalne, a sportowcy mogą uzyskiwać i przetwarzać inne informacje, takie jak: pozycja zawodników defensywnych, strategia gry lub forma i styl ruchu (Schmidt i Lee, 2005). Jest to etap, w którym świadomość mogą wykorzystywać do działań taktycznych, a podświadomość do sterowania i regulowania podczas wykonania czynności motorycznej.

Shumway-Cook i Woollacott (2007) opisują zintegrowaną teorię sterowania czynnościami motorycznymi, która odzwierciedla kluczowe elementy hierarchii, układów, dynamicznych działań i teorii ekologicznych. Ta zintegrowana teoria konceptualizuje ruch jako produkt interakcji pomiędzy jednostką, zadaniem i środowiskiem. Teoria Shumwaya-Cooka i Woollacotta (2007) odzwierciedla wiele koncepcji innych teorii w nauczaniu i uczeniu się czynności motorycznych, w których uważa się, że ruch jest generowany przez jednostkę w celu spełnienia wymagań konkretnego zadania wykonywanego w określonym środowisku.

Na podstawie opisanych teorii i rozwoju modeli uczenia się czynności motorycznych można zauważyć, że odchodzi się od analizy związku „bodziec-reakcja" i kładzie większy nacisk na kwestie adaptacji, przekazu informacji i jej odbioru oraz kontroli.

Powszechnie wiadomo, że uczenie się nowych umiejętności motorycznych opiera się na sensorycznym sygnale błędu, który sam w sobie jest oparty na przetwarzaniu sygnałów wzrokowych, słuchowych lub somatosensorycznych. Jednak nauczanie umiejętności motorycznych nie jest procesem jednokierunkowym z sygnałami sensorycznymi informującymi o układzie motorycznym. Uczenie się sensomotoryczne jest dwukierunkowe i związane z równoczesnymi zmianami neuroplastycznymi w układzie motoryczno-somatosensorycznym (Cuppone i wsp., 2018). Wykonywanie zadań

motorycznych w złożonych środowiskach wymaga płynnej koordynacji pomiędzy wieloma procesami w celu wydobycia informacji sensorycznych, poznania funkcji zadań, sterowania poleceniami motorycznymi i podjęcia strategicznej decyzji.

Nabywanie, wykonywanie i zapamiętywanie umiejętności motorycznych jest zintegrowane z życiem codziennym. Co ważne, umiejętności motoryczne są często wykonywane w środowiskach o wysokich wymaganiach dotyczących uwagi (Wolpert i Flanagan, 2010; Clark i Ivry, 2010; Seidler i Carson, 2017). Song (2019) twierdzi, że działania motoryczne również krytycznie zależą od czynników poznawczych. Wpływy te są najbardziej widoczne w złożonym środowisku, które stawia wysokie wymagania dotyczące uwagi i pamięci. Nauczanie i doskonalenie ćwiczeń i układów w dyscyplinach sportu o złożonej strukturze czynności motorycznych jest bardzo trudne. Opanowanie techniki, która gwarantowałaby właściwe wykonanie złożonych ćwiczeń, ich połączeń i układów gimnastycznych w sytuacji zawodów, wymaga określonego postępowania metodycznego (Bołoban, 1988; Kochanowicz, 1998; Smolewski i Gawierdowski, 1999; Sawczyn, 2000; Gawierdowski, 2002; Arkajew i Suczylin, 2004, Sands i wsp., 2011; Sadowski i wsp., 2013; Zobe i wsp., 2019; Niźnikowski i Sadowski, 2019; Weakley i wsp., 2020).

Ważne znaczenie w tworzeniu modeli sterowania czynnościami motorycznymi odegrała teoria poznawcza – kognitywistyczna (Chomsky, 1959; Nęcka i wsp., 2006). Zwolennicy teorii starali się wyjaśnić procesy tworzące i modyfikujące struktury w systemie poznawczym służące do tworzenia i modyfikowania wiedzy o otoczeniu, kształtującej zachowanie. Przedmiotem badań teorii poznawczej są także procesy przetwarzania informacji, jakie zachodzą w układzie nerwowym i polegają na odbieraniu informacji z otoczenia, ich przechowywaniu i przekształcaniu oraz wprowadzeniu ponownie do otoczenia w postaci reakcji. Stąd właściwy instruktaż może mieć istotne znaczenie w nauczaniu i uczeniu się czynności motorycznych. Istotną rolę przypisuje się nauczycielom i trenerom, którzy powinni przekazać uczniowi właściwą, co do objętości, częstości i formy, informację zwrotną o wykonywanej czynności motorycznej (Mandler, 2002; Lilienfeld i wsp., 2010; Toros, 2018; Mason i wsp., 2020; Niźnikowski i Sadowski, 2020).

Zasadniczym pytaniem dla każdego sportowca lub trenera jest: w jaki sposób można ułatwić opanowanie umiejętności motorycznych i jak zoptymalizować efektywność tego procesu? Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że wykonanie czynności motorycznej uzupełnia wewnętrzne źródła informacji zwrotnej uczącego się, które

w połączeniu z rozszerzoną informacją zwrotną (augmented feedback) umożliwiają ocenę wykonania zadania motorycznego i podstawę do poprawy w kolejnych próbach (Wolpert i Flanagan, 2010; Shmuelof i wsp., 2012; Verwey i wsp., 2014; Diedrichsen i Kornysheva, 2015; Wong i wsp., 2016; Albert i Shadmehr, 2016). Wiele działań, których się uczymy lub które wykonujemy, można w pewnym stopniu opisać słownie, a początkowe etapy uczenia się nowych procedur motorycznych często opierają się na informacjach werbalnych i wizualnych. Tak więc wyraźne informacje i rzeczywiste wyniki muszą współistnieć w różnych stopniach na różnych etapach praktyki, w zależności od zadania, instrukcji, a także indywidualnych różnic, takich jak: predyspozycje genetyczne, wiek, doświadczenie, motywacja i osobowość (Marinelli i wsp., 2017).

Wielu badaczy próbowało znaleźć najskuteczniejsze metody przekazu informacji zwrotnej w celu poprawy i doskonalenia czynności motorycznych (Schmidt, 1991a; Wulf i Schmidt, 1994; Albert i Shadmehr, 2016; Fujii i wsp., 2016; Zobe i wsp., 2019). Należy podkreślić, że informacja zwrotna może być dostarczona różnymi sposobami, od których zależy efektywność nauczania. Sadowski i współautorzy (2013) twierdzą, że należy identyfikować kluczowe elementy w fazowej strukturze czynności motorycznych i przekazywać informacje zwrotne o błędach podczas nauczania wysoko kwalifikowanych zawodników danej czynności motorycznej.

Przez wiele lat poszukiwano teorii motorycznego uczenia się poprawiających skuteczność opanowania zarówno prostych i złożonych czynności motorycznych. Jak się jednak okazywało poszczególne teorie motoryczne w wielu punktach znacznie upraszczały i ograniczały uczenie się, ponieważ brakowało w nich tak istotnych „podsystemów", jak np. motywacji, stanów emocjonalnych, a także uwzględnienia dotychczasowych doświadczeń uczącego się.

Na podstawie przeprowadzonej analizy piśmiennictwa stwierdzono, że w nauczaniu i uczeniu się czynności motorycznych, szczególne miejsce zajmuje informacja zwrotna jako instruktaż po wykonaniu zadania motorycznego, który przez wielu naukowców uznawany jest za istotny element motorycznego uczenia się (Schmidt, 1991a; Wulf i Schmidt, 1994; Schmidt i Wrisberg, 2004; Nogal i Niźnikowski, 2020).

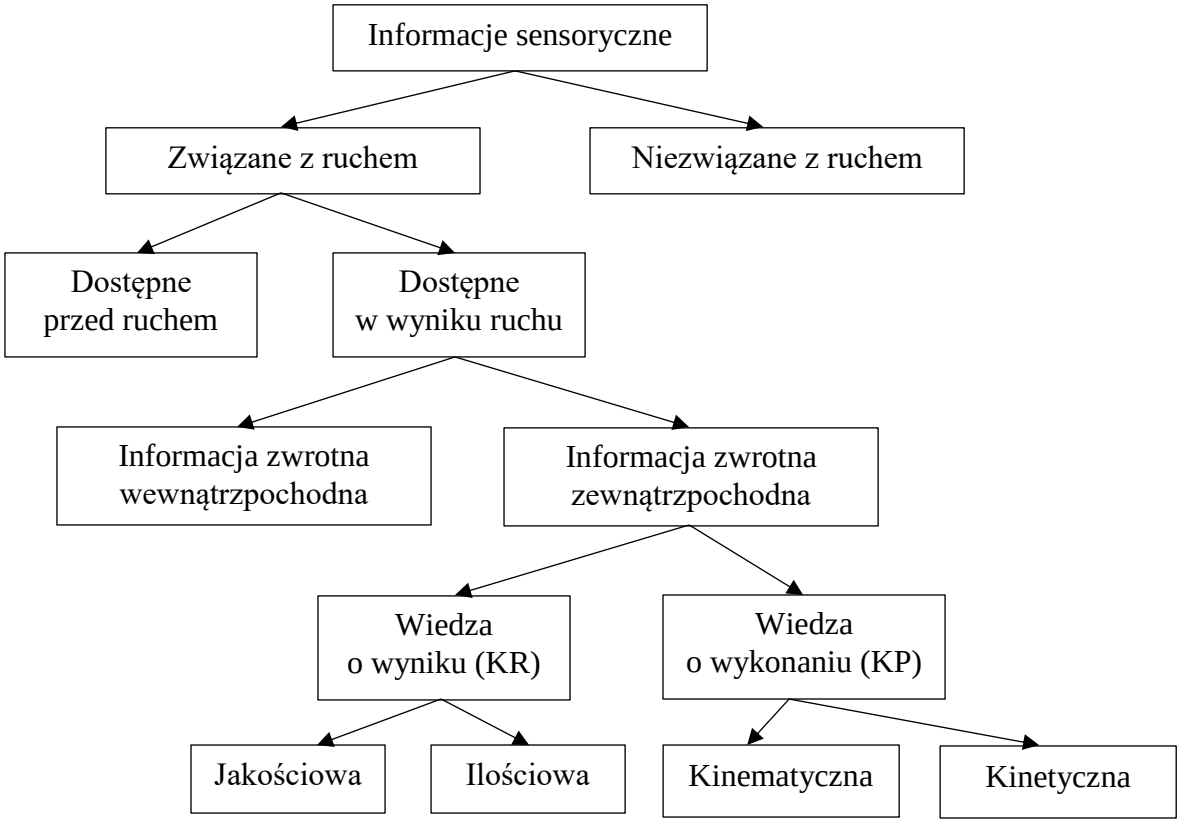
1.2. Informacja zwrotna w procesie nauczania i uczenia się czynności motorycznych

Odrębnym problemem w nauczaniu i doskonaleniu techniki sportowej jest określenie efektywnego przekazu informacji zwrotnej. Ciągle aktualnym pozostaje pytanie w jaki sposób przekazywać informację zwrotną? Czy powinniśmy przekazywać ilościową czy jakościową informację zwrotną? Czy informacja zwrotna powinna być przekazywana po każdej próbie? Te pytania związane są z fundamentalnymi zagadnieniami zarówno dla nauczycieli wychowania fizycznego, jak i trenerów. W sytuacji, gdy podczas nauczania czynności motorycznych pojawiają się błędy, należy je natychmiast zidentyfikować i wyeliminować, aby zawodnik lub uczeń kształtował poprawny nawyk ruchowy. Z punktu widzenia sportowca, którego głównym celem jest wyeliminowanie błędów podczas wykonywania czynności motorycznych niezbędne jest dostarczanie informacji zwrotnej o popełnianych błędach i ich korekta (Schmidt i Wrisberg, 2004). Proces ten nazywamy uczeniem się z punktu widzenia ucznia i nauczaniem z perspektywy nauczyciela (Sönmez, 1993). Wśród zmiennych wpływających na uczenie się czynności motorycznych kluczową rolę odgrywa wspomniana informacja zwrotna (Schmidt i Lee, 2005). Na przestrzeni badań definiowano ją jako informację o charakterze i jakości ruchu, podawaną podczas lub po wykonaniu czynności motorycznych (Butler i Winne, 1995; Senemoğlu, 2000; Harrison i wsp., 2001; Wuest i Bucher, 2006). Informacje zwrotne mogą odgrywać wiele funkcji, w tym informacyjne i motywacyjne (Schmidt i Wrisberg, 2008).

Termin informacja zwrotna został pierwotnie spopularyzowany, kiedy naukowcy opracowali koncepcje układów sterowania w zamkniętej pętli (Adams, 1971). W kontekście tych dyskusji informację zwrotną scharakteryzowano jako informację zmysłową opisującą opanowanie danej czynności motorycznej. Niektóre jej formy są naturalną konsekwencją wykonania czynności motorycznych (na przykład, gdy sędziowie oceniają wyniki sportowców podczas jazdy figurowej, tańca lub zawodów gimnastycznych). Mason i Bruning (2001) uważają, że informacja zwrotna to odpowiedź na wykonane zadanie motoryczne przez zawodnika lub ucznia. Według psychologii poznawczej informacja zwrotna pomaga zawodnikowi lub uczniowi ustalić ważność strategii poznawczej rozumianej jako zachowania zewnętrzne i wewnętrzne umożliwiające magazynowanie i wydobywanie informacji z pamięci. Specjaliści z pedagogiki wykazali zainteresowanie potwierdzeniem znaczenia informacji zwrotnej w wychowaniu fizycznym i sporcie (Zatoń, 1995; Czabański, 2000; Czajkowski, 2004; Zatoń i Szczepan, 2014). Na lekcjach wychowania fizycznego i treningach bardzo ważne jest, aby uczeń otrzymał

odpowiednią informację zwrotną, ponieważ wpływa to na uczenie się czynności motorycznych.

Jednym ze sposobów kategoryzacji informacji zwrotnych jest klasyfikacja różnych źródeł informacji sensorycznych (ryc.7), które wygenerowały informacje zwrotne (Schmidt i Wrisberg, 2008).

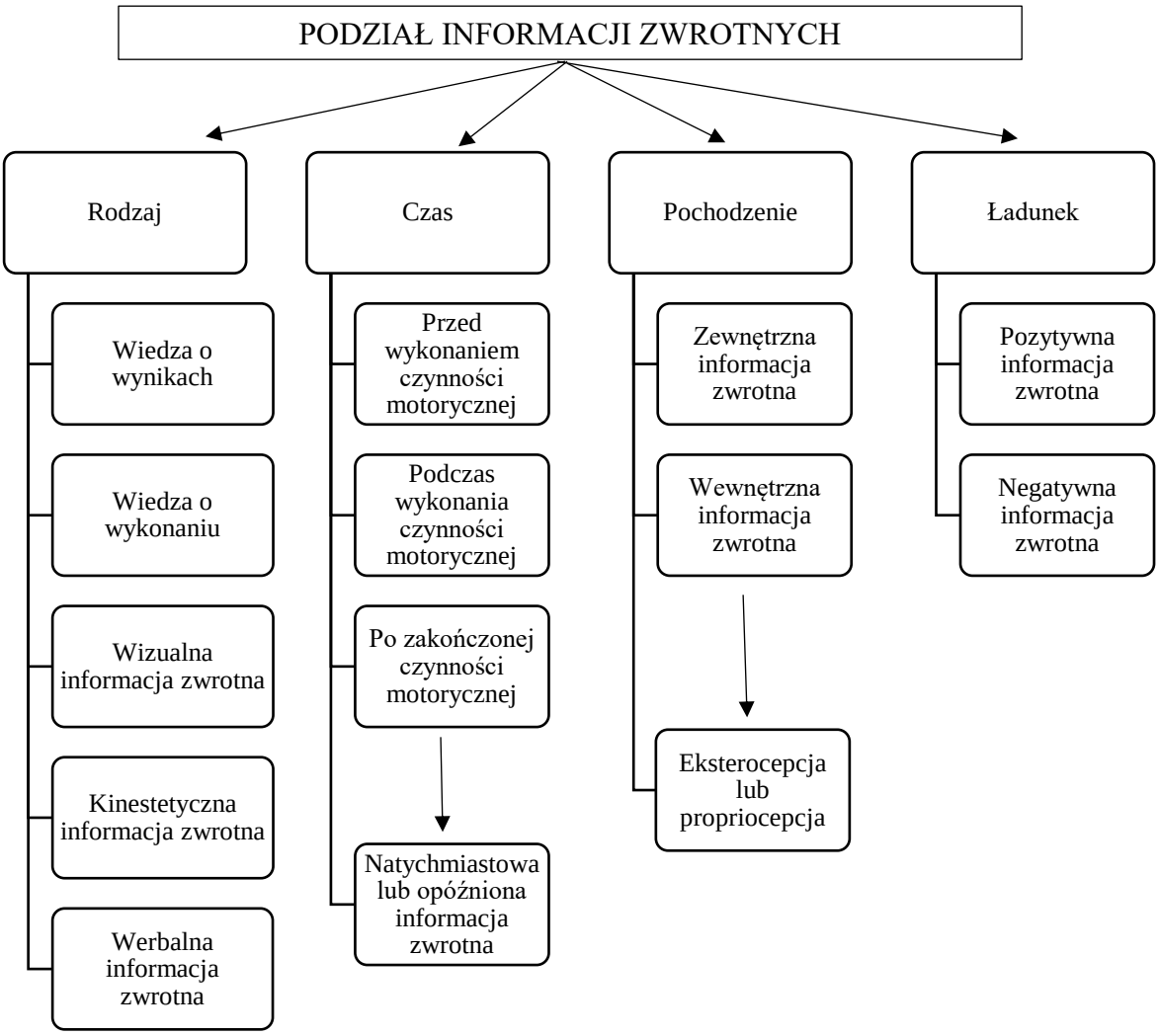


Ryc. 7. Źródła informacji sensorycznych (Schmidt i Wrisberg, 2008)

Klasyfikacja informacji zwrotnej według Schmidt i Lee (1999) początkowo opierała się tylko na rzeczywistym wykonaniu zadania motorycznego – informacja zwrotna proprioceptywna. Proprioceptory dostarczają informacji o czynnościach motorycznych własnego ciała, takich jak sygnały przemieszczania się segmentów ciała i kończyn oraz ich pozycji. Odbywa się to poprzez układ przedsionkowy oraz receptory mięśni, stawów, ścięgien i skóry. Chociaż czasami wewnętrzna informacja zwrotna nie wymaga oceny, w niektórych przypadkach ćwiczący musi nauczyć się oceniać informacje sensoryczne, takie jak kąt stawu lub pozycja kończyny. Informacja zwrotna uzupełnia wewnętrzne informacje sensoryczne i nazywa się zewnętrzną lub rozszerzoną informacją zwrotną.

Swinnen (1996) uważa, że dostarczona przez nauczyciela lub trenera informacja zwrotna w naturalny sposób wzmacnia wewnętrzne informacje zwrotne ucznia lub sportowca. Jak wcześniej wspomniano trenerzy mają dwie opcje posługiwania się informacjami zwrotnymi. Mogą dostarczyć informację zwrotną dotyczącą wiedzy o wykonaniu lub wiedzy o wyniku czynności motorycznej. Wiedza o wyniku (knowledge of result – KR) jest określana jako jakościowa lub ilościowa zewnątrzpochodna informacja o sukcesie wykonania w relacji do zamierzonego celu. Natomiast wiedza o wykonaniu (przebiegu) czynności motorycznej (knowledge of performance – KP) jest zdefiniowana, jako informacja kinematyczna lub kinetyczna odnosząca się do aspektów wzorca ruchowego (Gentile, 1972; Newell i Carlton, 1987; Schmidt i wsp., 1990). Jedną z metod dostarczania informacji zwrotnej jest przekazanie informacji na temat kinematyki czynności motorycznej. Wspomniana kinematyczna informacja zwrotna dostarcza uczącemu się wiedzy o niektórych aspektach wzorców ruchowych, tj. kinematycznych, takich jak: położenie, kąty stawowe, prędkość lub przyspieszenie kończyn, zwykle w funkcji czasu (Schmidt i Young, 1991).

Współcześnie informacja zwrotna definiowana jest jako wszelkie informacje zmysłowe dotyczące czynności motorycznych. Potdevin i współautorzy (2018) charakteryzują informację zwrotną jako powrót informacji o procesach występujących w pętli regulacji behawioralnej, gdzie wykrywanie i korekcja błędów są niezbędne do uczenia się motorycznego. Podział informacji zwrotnych przedstawiono na rycinie 8.



Ryc. 8. Podział informacji zwrotnych (Schmidt, 1991c; Schmidt i Wrisberg, 2008)

Rodzaje informacji zwrotnej o wykonaniu zadania motorycznego, wspólne dla instrukcji umiejętności motorycznych to: wiedza o wyniku, wiedza o wykonaniu (Salmoni i wsp., 1984), wizualna informacja zwrotna (Proteau, 1992), taśma wideo (Guadagnoli i wsp., 2002; Hodges i wsp., 2003), prezentacja graficzna (Newell i Carlton, 1987), kinestetyczna informacja zwrotna (Bluteau i wsp., 2008) oraz wskazówki werbalne (Thorpe i Valvano, 2002).

Badania dotyczące wiedzy o wyniku (knowledge of result – KR) były częściej analizowane przez naukowców niż te dotyczące wiedzy o wykonaniu (knowledge of performance – KP) (Salmoni i wsp., 1984). Stąd wiedza dotycząca zewnątrzpochodnej informacji zwrotnej generalnie wywodzi się z badań nad KR. Chociaż wiedza o wyniku i wiedza o wykonaniu (KR i KP) odnoszą się do różnych aspektów wykonania, to uważa

się, że ich mechanizmy są zasadniczo takie same (Gentile, 1972; Schmidt i Lee, 1999). Dlatego zasad dydaktycznych dotyczących nauczania prostych czynności motorycznych nie powinno się uogólniać na czynności motoryczne o dużej złożoności i trudności wykonania, zarówno pojedynczych ćwiczeń, jak i całych układów. Warto wziąć pod uwagę fakt, iż w złożonych zadaniach motorycznych, gdy właściwy wynik zależy od interakcji pomiędzy poszczególnymi segmentami ruchu, KP – wiedza o wykonaniu czynności motorycznej opisująca kinematyczne lub kinetyczne parametry czynności motorycznych była przedstawiana, jako bardziej ważna niż tylko wiedza o wyniku (KR) (Schmidt i Lee, 1999).

Istotny wpływ na poprawę umiejętności motorycznych ma wizualna informacja zwrotna (Bandura, 1997). Wizualny przekaz informacji zwrotnej w sposób szybki i dokładny dostarcza uczącemu się wskazówek o położeniu ciała w przestrzeni. Wiele czynności motorycznych jest znacznie trudniejszych do wykonania bez posługiwania się narządem wzroku. W dziedzinie uczenia się motorycznego ugruntowane są strategie wizualnej informacji zwrotnej, takie jak uczenie się przez obserwację lub naśladowanie, a także demonstracja wideo (Sigrist i wsp., 2012). Ponadto wizualna informacja zwrotna stosowana jest zarówno w celu przedstawienia poprawnej techniki wykonania i stworzenia wyobrażenia ruchowego, jak również przekazania informacji o błędach w fazowej strukturze czynności motorycznej. Według autorów (Miller i Gabbard, 1988; Haguenauer i wsp., 2005; Jennings i wsp., 2013) wykorzystanie wizualnej informacji zwrotnej na temat wyniku wykonywanej czynności motorycznej, może być korzystnym narzędziem do optymalizacji procesu uczenia się i efektywności treningu.

Z kolei kinestetyczna informacja zwrotna umożliwia uczącemu się doświadczanie wzorców motorycznych w celu poprawy wykonania zadania, nawet na wczesnym etapie uczenia się. Jest to strategia, w której trener fizycznie pomaga kierować pożądanym wzorcem ruchowym podczas ćwiczeń, w celu zmniejszenia błędów w wykonaniu złożonych czynności motorycznych, takich jak nauczanie skomplikowanych elementów gimnastycznych. Wskazówki kinestetyczne prowadzą ucznia poprzez pożądaną czynność motoryczną do celu. W przeciwieństwie do informacji zwrotnej wizualnej lub werbalnej, kinestetyczna informacja zwrotna może całkowicie ograniczyć czynność motoryczną do pożądanej przez trenera (Bluteau i wsp., 2008).

Natomiast najczęściej stosowaną i najłatwiej dostępną formą przekazu informacji zwrotnej jest instruktaż słowny. Werbalne informacje zwrotne o wykonaniu mogą mieć charakter komunikatów o popełnionych błędach podczas wykonania czynności

motorycznej, dostarczając wskazówek dotyczących wykonania zadania motorycznego i zapewniając sportowcom i uczniom szczegółowe, konkretne informacje dotyczące poprawy procesu uczenia się czynności motorycznych (prescriptive feedback). Taki rodzaj przekazu werbalnej informacji zwrotnej jest lepszy dla początkujących. Natomiast komunikat werbalny w postaci opisu, krótkich ogólnych komentarzy lub oceny czynności motorycznej, dostarczający informacji o wykonaniu zadania motorycznego, ale nie zawierający wskazówek, które sportowcy i uczniowie mogą wykorzystać do poprawy wykonywanych czynności motorycznych (descriptive feedback), odpowiedni jest dla zaawansowanych (Rodgers, 2006).

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że dobrej jakości terminowe informacje zwrotne są istotnymi cechami wspierającymi skuteczne procesy uczenia się, przyczyniającymi się do rozwoju relacji uczeń – nauczyciel (Irons, 2008). Fredenburg i współautorzy (2001) wykazali, że informacja zwrotna jest ważna w ułatwianiu zaangażowania uczniów, wspieraniu pozytywnego postrzegania umiejętności, a ostatecznie w poprawie wykonania złożonych czynności motorycznych. W przypadku braku informacji zwrotnej proces uczenia się trwa znacznie dłużej i może przyczyniać się do niepoprawnie ukształtowanych nawyków ruchowych. W swoich badaniach podkreśla to Yorke (2003) wskazując, że treść, odbiór i świadomość informacji zwrotnej są istotne w procesie uczenia się złożonych czynności motorycznych. Również Gibbs i Simpson (2004) twierdzą, że bardzo ważne jest, aby informacja zwrotna była zrozumiała, przekazywana w odpowiednim czasie i praktyczna dla uczniów. Jakość i ilość informacji zwrotnej jest ważna, a percepcja ucznia może wpłynąć na poprawę istniejącej wiedzy, wzmocnić umiejętności i postawy w następnym działaniu (Koka i Hein, 2006; Wuest i Bucher, 2006).

Wykorzystanie informacji zwrotnej nabiera szczególnego znaczenia zarówno w uczeniu się umiejętności motorycznych, jak i trwałości tego procesu. W celu określenia treści informacji zwrotnej, trener musi zwrócić uwagę na cel przekazywanej informacji. Trzeba pamiętać, że wyrażenie „trening czyni mistrza" w kontekście sportowym powinno brzmieć: „trening nie czyni mistrza, ale idealny trening czyni mistrza". Jedynie właściwie skonstruowana praktyka ułatwia uczenie się umiejętności motorycznych, co ostatecznie kończy się poprawą wykonywanej czynności motorycznej (Wright i wsp., 1997). Większość naukowców i trenerów zgadza się, że warunki treningu wpływają na kształtowanie nawyków ruchowych. Z tego powodu szkoleniowcy muszą wziąć pod uwagę wiele czynników, tworząc harmonogramy treningów, aby rozwinąć skuteczność

sportowca i przygotować do zawodów (Ho i Shea, 1978). Jednym ze znaczących czynników mających wpływ na trening jest właśnie informacja zwrotna.

Pogląd na informację zwrotną w procesie uczenia się umiejętności motorycznych zmienił się w ciągu ostatnich kilku dekad (Salmoni i wsp., 1984; Magill i Hall, 1990; Lee i Solmon, 1992; Landin, 1994; Smith i Davies, 1995; Zatoń, 1995; Kernodle i wsp., 2001; Cristina-Elena, 2012). Teraz wiadomo, że rola informacji zwrotnej wykracza daleko poza zapewnianie wzmocnienia lub wskazówek w celu wykonania czynności motorycznych. Istnieje coraz więcej dowodów na motywacyjną rolę informacji zwrotnej, która nie tylko pośrednio wpływa na zwiększenie ilości ćwiczeń, ale ma bezpośredni wpływ na uczenie się motoryczne. Najważniejszą cechą informacji, która musi być przekazywana uczniom lub sportowcom, jest adekwatność rozszerzonej informacji zwrotnej. Gdy potrzebna jest rozszerzona informacja zwrotna, należy przede wszystkim ustalić: jaką informację podać? jak ją przekazywać? i czego powinna dotyczyć? Odpowiedzi na te ważne pytania powinny opierać się na wiedzy o zdobywanej umiejętności, wpływie różnych rodzajów rozszerzonej informacji zwrotnej na nauczanie tej umiejętności oraz cechach osób uczących się. Informacja musi być odpowiednia dla osoby uczącej się oraz adekwatna do umiejętności, której się uczy i sytuacji uczenia się. Informacja ta pomaga nauczycielom wychowania fizycznego lub trenerom zaspokoić specyficzne potrzeby oraz wymagania uczniów lub sportowców podczas treningu motorycznego, co z kolei zwiększy jakość wykonania czynności motorycznej zarówno podczas procesu nauczania, jak i rywalizacji w trakcie zawodów.

Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że informacja zwrotna jest postrzegana jako istotna funkcja podczas nauczania czynności motorycznych (Cristina-Elena, 2012; Carlos Martínez i wsp., 2016; Ahulló i wsp., 2019; Akinci i Kirazci, 2020). Podczas gdy pozytywna informacja zwrotna wskazuje, że uczeń dokładnie osiąga cel, informacja zwrotna negatywna dostarcza strategii poznawczych potrzebnych do skorygowania jego podejścia (Senemoğlu, 2000). Reasumując, jeżeli celem jest przekazanie informacji zwrotnej w celu ułatwienia nabywania umiejętności motorycznej – należy przedstawić informację dotyczącą błędu, natomiast jeśli celem jest potwierdzenie zachęty do ćwiczeń – podkreślić cechy prawidłowego wzorca ruchu (Coker, 2004).

Podsumowując, informacja zwrotna jest nierozerwalnie związana z procesami nauczania i uczenia się, a jej wykorzystanie podczas tych procesów było przedmiotem wielu badań. Stąd celowym wydaje się ustalenie jak werbalne informacje zwrotne będą oddziaływały na efektywność uczenia się złożonych czynności motorycznych przy

wykorzystaniu różnych wskazówek dotyczących fazowej struktury czynności motorycznych.

1.3. Uzasadnienie podjętej problematyki badań

Celem badań nad uczeniem się czynności motorycznych jest jego udoskonalenie poprzez optymalizację instrukcji i informacji zwrotnej (Sigrist i wsp., 2012). Najczęściej analizowano wpływ takich zmiennych, jak: rodzaj informacji zwrotnej udzielanej uczącemu się – werbalna, wizualna, kinestetyczna (Marchal-Crespo i wsp., 2013; Magill i Anderson, 2014; Zatoń i Szczepan, 2014; Reissig i wsp., 2015; Steinberg i wsp., 2016; Goudini i wsp., 2018), organizacja przekazu informacji zwrotnej – czas, częstość przekazu (Salmoni i wsp., 1984; Gabriele i wsp., 1989; Schmidt, 1991a; Young i wsp., 1993; Tzetzis i wsp., 2008), organizację treningu – złożoność zadań, wpływ kontekstu (Shapiro i Schmidt, 1982; Magill i Hall, 1990), rodzaj treningu – fizyczny, umysłowy (Hagman, 1983; McCullagh i wsp., 1989; Jeannerod, 1994; Winstein i wsp., 1994; Wulf i wsp., 2010).

Badacze starali się znaleźć optymalną częstość przekazu werbalnej informacji zwrotnej, jednakże większość badań bazowała na prostych czynnościach motorycznych niewymagających dużej liczby powtórzeń do ich opanowania (Shapiro i Schmidt, 1982; Magill i Hall, 1990; Wulf i wsp., 1996; Wulf i wsp., 1994; Park i wsp., 2000; Carter i Ste-Marie, 2017). Analizowane czynności motoryczne niewystarczająco uwzględniały specyfikę danej dyscypliny – poruszanie dźwignią (Schmidt i Young, 1991; Winstein i wsp., 1994), ruch tylko prawego ramienia (Wulf i wsp., 1993), wciśnięcie przycisków w określonej sekwencji (Wulf i wsp., 1994), odtwarzanie sekwencji na klawiaturze numerycznej komputera (Lai i Shea, 1998), odwzorowywanie siły statycznej wyświetlanej na ekranie komputera (Park i wsp., 2000), rzut piłką do celu (Wulf i Shea 2004), rzut woreczkiem do celu (Sidaway i wsp., 2012), ćwiczenie koordynacyjne tylko kończyn górnych (Fujii i wsp., 2016), dopasowanie ruchu ręki do wzorca wyświetlanego na ekranie komputera (Carter i Ste-Marie, 2017), sekwencję ruchów ramienia w stawie łokciowym przed komputerem (Krause i wsp., 2017). Wskazywano na wiele zalet badań prowadzonych z wykorzystaniem takich czynności motorycznych, jak obiektywność oceny efektów czy oszczędność czasu (Hagman, 1983; Winstein i wsp., 1994). Przedstawione badania w większości uniemożliwiają uogólnienie wyników na specyfikę treningu sportowego, szczególnie w gimnastyce sportowej, gdzie dominują złożone czynności

motoryczne (Wulf i wsp., 1994; Wulf i wsp., 1996; Park i wsp., 2000; Carter i Ste-Marie, 2017). Stąd w celu określenia skutecznych form przekazu werbalnej informacji zwrotnej konieczne są badania z wykorzystaniem czynności motorycznych zbieżnych ze specyfiką wybranej dyscypliny sportu.

W celu poznania skutecznych sposobów przekazu informacji zwrotnej w nauczaniu i doskonaleniu złożonych czynności motorycznych nieodzowne są badania na zawodnikach o różnych poziomach zaawansowania i z wykorzystaniem takich czynności motorycznych, które będą bliskie specyfice wybranej dyscypliny sportu. W przyszłości może to pozwolić trenerom na wykorzystywanie naukowo uzasadnionej wiedzy przydatnej w procesie wieloletniego szkolenia (Brüggemann, 1983; Andreeva 2013; Niźnikowski i wsp., 2019; Niźnikowski i Sadowski, 2019; Niźnikowski i Sadowski, 2020).

Dodatkową kwestią jest identyfikacja determinantów skuteczności nauczania i uczenia się poprzez badanie wpływu udzielanej informacji zwrotnej dotyczącej wiedzy o wykonaniu (KP) lub wiedzy o wyniku danej czynności motorycznej (KR) (Wulf i Schmidt, 1989; Winstein i Schmidt, 1990; Nicholson i Schmidt, 1991; Wulf i wsp., 1993; Wulf i wsp., 1994; Lai i Shea, 1998; Weeks i Kordus, 1998; Park i wsp., 2000; Carter i Ste-Marie 2017).

Wulf i Schmidt, (1989) w swoich badaniach dostarczyli dowodów, że zmniejszenie częstości przekazywania wiedzy o wyniku czynności motorycznej prowadzi do lepszego efektu uczenia się. Autorzy sugerują, że staranne planowanie częstości przekazu informacji zwrotnej na temat wiedzy o wyniku (KR) ma istotne znaczenie w celu zoptymalizowania uczenia się czynności motorycznych. Zbieżne poglądy prezentują Nicholson i Schmidt (1991), którzy w swoich badaniach stwierdzili, że częsty przekaz informacji zwrotnej przy nauczaniu czynności motorycznych osłabia efekt uczenia się.

Dodatkowo według badaczy zmniejszenie częstości przekazu informacji zwrotnej prowadzi do wyższych wyników w testach trwałości uczenia się oraz wpływa na lepsze opanowanie czynności motorycznych. Autorzy zwracają jednak uwagę na potrzebę przeprowadzenia badań na wyższych poziomach szkolenia z różnym rodzajem informacji zwrotnej. Z kolei Weeks i Kordus (1998) zbadali wpływ zmiany częstości przekazu informacji wiedzy o wykonaniu czynności motorycznej (KP) podczas wykonywania złożonej czynności motorycznej. Grupa, która otrzymywała zmniejszoną informację zwrotną na temat wiedzy o wykonaniu czynności motorycznej w porównaniu do grupy ze 100% informacją zwrotną wykazała lepsze efekty treningu. Ponadto autorzy stwierdzili, że zmniejszenie częstości przekazu informacji związanej z wiedzą o wykonaniu złożonej

czynności motorycznej eliminuje uzależnienie od informacji zwrotnej w warunkach, w których była ona niedostępna.

Podobnie twierdzą Wulf i współautorzy (1994), którzy w swoich badaniach dowiedli, że zmniejszona częstość przekazu informacji zwrotnej, dotyczącej wiedzy o wyniku czynności motorycznej (KR), do 50% w porównaniu ze 100% informacji zwrotnej na temat wiedzy o wyniku czynności motorycznej wzmacnia uczenie się czynności motorycznych. Autorzy zwracają jednak uwagę, że podczas zmiany parametrów np. czasu wykonania czynności motoryczej grupa, która otrzymywała 100% informacji zwrotnej na temat wiedzy o wyniku czynności motorycznej, charakteryzowała się dokładniejszym wykonaniem zadania. W wyniku badań ustalono, że zmniejszenie częstości przekazu informacji zwrotnej dotyczącej wiedzy o wyniku czynności motorycznej korzystnie wpływa na proces uczenia się, jednak może mieć niekorzystny wpływ w przypadku konieczności zmiany parametrów czynności motorycznej np. czasu czy amplitudy ruchu, co w swoich badaniach potwierdzają również Wulf i współautorzy (1993). Fujii i współautorzy (2016) w swoich badaniach dowiedli, że zwiększona częstość informacji zwrotnej pozytywnie wpływa na opanowanie złożonej czynności motorycznej. Z kolei Carter i Ste-Marie (2017) zwracają uwagę na samokontrolę częstości przekazu informacji zwrotnej przez uczących się. Badacze podkreślają, że ten sposób dostarczania informacji zwrotnej w procesie uczenia się motorycznego okazuje się skuteczniejszy w porównaniu z warunkami, w których nie zapewniono takiego wyboru.

Jak wynika z powyższych badań analizowano wpływ informacji zwrotnej dotyczącej wiedzy o wykonaniu lub wiedzy o wyniku danej czynności motorycznej na skuteczność uczenia się łatwych i prostych czynności motorycznych.

Na podstawie przeglądu literatury można zauważyć, że częstość przekazywania informacji zwrotnej odgrywa istotną rolę w procesie uczenia się czynności motorycznych i ma znaczący wpływ na oddalony efekt tego procesu (Bilodeau i Bilodeau, 1958; Ho i Shea, 1978; Park i wsp., 2000; Lam i wsp., 2011; Sidaway i wsp., 2012; Krause i wsp., 2017). Starano się odpowiedzieć na pytanie: czy ważniejsza dla uczenia się motorycznego jest częstość bezwzględna (informacja zwrotna dla określonej liczby prób) czy względna częstość informacji zwrotnej? Według wczesnych badań (Bilodeau i Bilodeau, 1958) niezwykle ważna dla uczenia się motorycznego była bezwzględna częstość przekazu informacji zwrotnej.

Próbą wyjaśnienia wpływu zwiększenia częstości informacji zwrotnej dotyczącej wiedzy o wyniku, bądź wiedzy o wykonaniu czynności motorycznej na wyniki testów

trwałości uczenia się i przenoszenia, jest hipoteza „prowadzenia" (guidance hypothesis) zaproponowana przez Salmoniego i współautorów (1984). Zdaniem autorów informacja zwrotna o zwiększonej częstości ma pozytywne efekty, gdyż prowadzi ucznia do uzyskania zamierzonego celu, ale jednocześnie, osłabia efekt uczenia się, gdyż uczniowie zbytnio uzależniają się od informacji zewnątrzpochodnej i „lekceważą" informację wewnątrzpochodną, która jest niezbędna, gdy zabraknie informacji zewnątrzpochodnej (np. w testach trwałości uczenia się czy testach przenoszenia). Duża częstość zewnątrzpochodnej informacji zwrotnej stymuluje uczącego się do wykonywania zbyt dużej liczby poprawek nauczanej czynności motorycznej, co może utrudniać i zaburzać stabilne wykonanie doskonalonej czynności motorycznej (Schmidt, 1991a; Schmidt, 1991b; Young i Schmidt, 1992; Wulf i Schmidt, 1994; Lai i Shea, 1998; Anderson i wsp., 2005). W swoich badaniach Winstein i Schmidt (1990) potwierdzili, że zredukowanie częstości informacji zwrotnej do 50% było korzystniejsze, niż informacja zwrotna 100% udzielona po każdej próbie. Również opóźnianie przekazania informacji zwrotnej o kilka sekund od chwili zakończenia zadania, było bardziej skuteczne, niż udzielanie informacji bezpośrednio po, lub nawet w trakcie wykonania zadania (Swinnen i wsp., 1990; Van der Linden i wsp., 1993; Schmidt i Wulf, 1997). Od czasu badań Winstein i Schmidt (1990) próbowano ustalić, czy istnieje optymalna częstość przekazu zwiększonej informacji zwrotnej, która sprzyja uczeniu się umiejętności motorycznych (Wulf i wsp., 1994; Lai i Shea, 1998). Na podstawie wyników badań można stwierdzić, że optymalna częstość przekazu informacji zwrotnej zależy jednak od szeregu czynników, takich jak ukształtowany nawyk ruchowy oraz doświadczenie związane z uczeniem się danej czynności motorycznej.

Wulf i Shea (2004) w swoich badaniach dowodzą, że w procesie nauczania złożonych czynności motorycznych uwaga, pamięć, mechanizmy kontroli ruchów są znacznie obciążone i dlatego każde dodatkowe utrudnienie nie wpływa pozytywnie na uczenie się. Takim utrudnieniem może być redukcja częstości przekazywania informacji zwrotnej, co może być niekorzystne w uczeniu się trudnych i złożonych czynności motorycznych. W eksperymentach wykorzystujących proste czynności motoryczne sumaryczna informacja zwrotna korzystniej wpływała na efekt procesu uczenia się.

Z kolei Schmidt i współautorzy (1990) wykazali, że optymalna liczba prób, po których przekazywano informację zwrotną uczącemu się o wyniku wykonania zadania – odbijania kijem do krykieta, była niższa, niż dla zadań prostych. Wykazano, że sumaryczna informacja zwrotna po 5 próbach była bardziej korzystna, niż po 15 lub po

każdej próbie. Także Yao i współautorzy (1994) dowiedli, że zarówno sumaryczna informacja zwrotna w seriach po 5 próbach dawała większe efekty uczenia się, niż udzielana po serii 15 prób lub po każdej próbie. Guadagnoli i współautorzy (1996) potwierdzili powyższe spostrzeżenia wykazując interakcję złożoności zadania, jak również związanego z zadaniem doświadczenia z optymalną liczbą prób, co może sugerować potrzebę poszukiwania takich danych u zawodników różnego poziomu zaawansowania sportowego, wykonujących złożone i trudne czynności motoryczne.

Istnieją dowody na to, że uczenie się prostych zadań motorycznych może zostać usprawnione poprzez zmniejszenie częstości przekazu informacji zwrotnej (Winstein i Schmidt, 1990; Wulf i Shea, 2002). W przeciwieństwie do tego zaproponowano, że zwiększenie częstości przekazu informacji zwrotnej może przyspieszyć nauczanie bardziej złożonych czynności motorycznych, których nie można opanować w jednej sesji i które mają kilka stopni swobody (Schmidt i wsp., 1990; Yao i wsp., 1994; Guadagnoli i wsp., 1996; Wulf i Shea, 2002). Zasugerowano również, że podczas wykonywania złożonych czynności motorycznych korzystniejsza jest zwiększona częstość przekazu informacji zwrotnej. Co więcej zwiększenie wymagań nałożonych na ucznia, takich jak zmniejszenie częstości przekazu informacji zwrotnej, może nie być korzystne w uczeniu się trudnych i złożonych czynności motorycznych, w których występuje wysokie zapotrzebowanie na koncentrację uwagi, pamięć lub kontrolę wykonywanej czynności motorycznej (Wulf i Shea, 2002). Uczący się powinien umiejętnie korzystać z wewnętrznych źródeł informacji zwrotnej, zmniejszając w ten sposób uzależnienie od informacji zwrotnej zewnątrzpochodnej i wykonywać czynność motoryczną w sposób podświadomy, a świadomość wykorzystywać do działań taktycznych.

W odniesieniu do doświadczenia ucznia związanego z zadaniami Wulf i Shea (2002) dowiedli, że chociaż zmniejszona częstość przekazu informacji zwrotnej może przynieść korzyści w nauczaniu prostych zadań zarówno początkującym, jak i doświadczonym sportowcom, to informacja zwrotna o zwiększonej częstości przekazu może być bardziej skuteczna w nauczaniu złożonego zadania, szczególnie u nowicjuszy i w początkowym etapie kształtowania nawyku ruchowego.

Wraz ze wzrostem jakości wykonania danej czynności motorycznej lub zaawansowania sportowego częstość przekazywanej informacji zwrotnej powinna być „wygaszana". Przeważnie uczenie się nowej czynności motorycznej wymaga dużej kontroli uwagi na wczesnych etapach. Wskazówki werbalne podczas nauczania złożonych czynności motorycznych u zaawansowanych sportowców powinny opierać się na błędach

w technice. Zgodnie z hipotezą zaproponowaną przez Krause i współautorów (2017) werbalna informacja zwrotna o popełnionych błędach wywołuje zwiększenie kontroli uwagi. Dodatkowo autorzy w swoich badaniach stwierdzili, że duża częstość przekazu informacji zwrotnej może utrudniać automatyzację i stabilizację wykonywania czynności motorycznych. W związku z tym, komunikaty werbalne o popełnionych błędach wraz z informacjami dotyczącymi ich poprawy są rekomendowane dla początkujących. Natomiast w przypadku zaawansowanych sportowców, należy ograniczyć się jedynie do informacji o błędach podczas wykonania zadania motorycznego (Thorpe i Valvano, 2002; Rodgers, 2006; Krause i wsp., 2017; Mason i wsp., 2020).

Informacja zwrotna przede wszystkim powinna być zrozumiała i praktyczna. Podczas gdy celem jest zachęta początkującego ucznia do wykonania zadania motorycznego należy podkreślać prawidłowe wzorce ruchu, czyli dostarczyć pozytywną informację zwrotną. W sytuacji, gdy zaawansowany sportowiec potrzebuje strategii poznawczych w celu skorygowania wykonywanej czynności motorycznej, należy dostarczać negatywną informację zwrotną o błędach w technice (Senemoğlu, 2000; Gibbs i Simpson, 2004; Coker, 2004; Niźnikowski i wsp., 2013b; Ahulló i wsp., 2019). Jak wcześniej już wspomniano zasad dotyczących nauczania prostych czynności motorycznych u początkujących, nie powinno się uogólniać na nauczanie złożonych czynności motorycznych u zaawansowanych sportowców. Wiedza o wykonaniu zawierająca informacje na temat kinematyki, kinetyki i błędów w technice jest ważniejsza dla zaawansowanych sportowców, niż wiedza o wyniku (Schmidt i Lee, 1999). Ponadto wykazano, że werbalne informacje zwrotne po próbach, w których pojawiły się błędy w technice, są ważniejsze niż po dobrych próbach, ponieważ dostarczają strategii do poprawy przez ucznia lub sportowca wykonywanej czynności ruchowej (Salmoni i wsp., 1984; Schmidt i Young, 1991).

Sidaway i współautorzy (2012) uzyskali podobne wyniki badań przy ocenie wpływu częstości przekazu informacji zwrotnej i złożoności zadań na opanowanie, przechowywanie i przekazywanie nowej umiejętności rzucania woreczkiem do celu u uczniów czwartej i piątej klasy. Na podstawie analizy wyników badań ustalono, że uczenie się uległo poprawie w łatwej wersji zadania, gdy podczas ćwiczeń podawano informację zwrotną o częstości 33%. Natomiast w trudnej wersji nauczanie było ułatwione przy zapewnieniu 100% częstości przekazu informacji zwrotnej. Stwierdzono, że warunki ćwiczeń strukturalnych dla dzieci powinny uwzględniać złożoność zadań i częstość przekazu informacji zwrotnej przy określaniu wyzwań poznawczych niezbędnych do

optymalnego uczenia się czynności motorycznych. Z drugiej strony na podstawie wielu badań z zastosowanymi testami trwałości uczenia się wykazano, że zmniejszona względna częstość przekazu informacji zwrotnej prowadzi do lepszych efektów uczenia się (Salmoni i wsp., 1984; Wulf i Schmidt, 1989; Winstein i Schmidt 1990; Sparrow i Summers 1992; Weeks i Kordus, 1998). Argumentowano, że dodatkowy stopień trudności dla ucznia podczas uczenia się, taki jak zmniejszenie informacji zwrotnej na temat wybranych powtórzeń, jest korzystny w nauczaniu, ponieważ zmusza ucznia do korzystania z wewnątrzpochodnych źródeł informacji i samodzielnego skorygowania ewentualnych błędów.

Jak wynika z przedstawionych powyżej danych, ustalenie optymalnej liczby powtórzeń, czasu oraz sposobu przekazu informacji zwrotnej w procesie uczenia zadań o różnej złożoności i na różnym poziomie zaawansowania, pozostaje bez jednoznacznej odpowiedzi.

Kolejnym wciąż aktualnym aspektem w nauczaniu czynności motorycznych pozostaje poszukiwanie najważniejszych w danej technice położeń ciała w poszczególnych fazach, jak i pomiędzy nimi oraz stosowania właściwej informacji zwrotnej. Identyfikacja kluczowych elementów techniki sportowej ćwiczeń o złożonej strukturze ruchu i ukierunkowanie na nie informacji zwrotnej może zwiększyć skuteczność przygotowania technicznego gimnastyków. Matwiejew (1977), Sozański (1999) oraz Sadowski i współautorzy (2003) wskazują na potrzebę poznania podstaw techniki, modelowanie indywidualnych jej form, kształtowanie umiejętności i nawyków gwarantujących skuteczne uczestnictwo w zawodach sportowych na najwyższym poziomie mistrzostwa. Autorzy są zgodni, co do konieczności ciągłego przekształcania i doskonalenia techniki oraz tworzenia nowych trudniejszych jej wariantów. Kluczowe elementy techniki sportowej często są niezauważane w szkoleniu, a to one tworzą podstawę do poprawnego wykonania ćwiczeń, ich dynamicznych połączeń i układów. Gervais i Dunn (2003) stwierdzili, że lepsze wyniki sportowe przy wykonaniu zeskoku podwójnym saltem w tył z poręczy symetrycznych osiągają gimnastycy „czujący granice ruchu". Dodatkowych danych o roli kluczowych elementów dowiedziono w badaniach przeprowadzonych przez Kinga i Yeadona (2004). Autorzy ustalili, że podczas wykonania salta w przód ważniejszą rolę odgrywa przyjęcie układu ciała w momencie odbicia niż użycie maksymalnej siły.

Według McGinnisa (2005) wiedza o technice sportowej jest jednym z najważniejszych czynników determinujących wynik sportowy w gimnastyce i przyczynia się do prowadzenia szkolenia z jak największym zminimalizowaniem występowania

kontuzji u zawodników. Podobnie Niźnikowski i współautorzy (2011) stwierdzili, że nauczanie i doskonalenie ćwiczeń o złożonej strukturze ruchu przy oddziaływaniu na kluczowe elementy, jest skuteczną metodą nauczania i doskonalenia techniki ćwiczeń o złożonej strukturze ruchu. Dodatkowo ustalono, że oddziaływanie na błędy w strukturze czynności motorycznych nie przynosi tak znamiennych efektów jak na jej kluczowe elementy. Zbieżne poglądy prezentują Sadowski i współautorzy (2012), którzy twierdzą, iż układ ciała rozruchowy determinuje jakość wykonania dynamicznego połączenia oraz całego układu ćwiczeń gimnastycznych. Autorzy zauważyli, że duża liczba błędów technicznych występujących w układzie ciała rozruchowym salta kucznego w przód po przerzucie w przód, przyczynia się do zaburzeń w grupowaniu ciała, a także destabilizuje lądowanie. Jest to o tyle ważne spostrzeżenie z punktu widzenia prowadzenia procesu szkolenia, że błędy popełniane podczas lądowań najczęściej decydują o ostatecznym wyniku sportowym.

Dovalil (2005), Niźnikowski i współautorzy (2013a) uważają, że w każdym ćwiczeniu można zidentyfikować własny specyficzny układ ciała, który decyduje o jakości wykonania nie tylko pojedynczych ćwiczeń, ale i całych układów gimnastycznych. Poglądy te są zgodne z poglądami innych autorów, którzy twierdzą, że w technice sportowej ćwiczeń gimnastycznych można zidentyfikować specyficzne układy ciała (Gervais i Dunn, 2003; King i Yeadon, 2004; Dovalil, 2005; Sadowski i wsp., 2013; Potop i Cretu, 2015; Niźnikowski i Sadowski 2020; Nogal i Niźnikowski, 2020).

Powszechnie wiadomo, że trenerzy pełnią istotną rolę w wywieraniu wpływu i kierowaniu rozwojem sportowców poprzez przekazywanie wiedzy, doświadczenia i udzielanie informacji zwrotnej, a także monitorują postępy w przygotowaniu motorycznym, technicznym czy psychologicznym zawodników (Cassidy i wsp., 2004). W najlepszym interesie zarówno trenerów, jak i sportowców jest, aby trenerzy mieli zdolność do zapewnienia wysokiej jakości procesu szkolenia (Lorimer i Jowett, 2010). Istotnym aspektem procesu treningu jest ocena wyników sportowca, czyli odpowiedni przekaz informacji zwrotnej na temat indywidualnych wyników oraz wskazanie elementów wymagających poprawy podczas wykonywania czynności motorycznych. Poprzez informację zwrotną trener wpływa na rozwój osobisty i sportowy zawodników oraz na osiągnięcie sukcesu całego zespołu (Chelladurai, 2007; Côté i Gilbert, 2009).

Informacja zwrotna zdefiniowana jako informacja przekazywana sportowcom na temat stopnia w jakim ich zachowania i wyniki odpowiadają oczekiwaniom, jest istotnym elementem treningu, ponieważ bezpośrednio mówi o poziomie opanowania czynności

motorycznych (Cusella, 1987; Horn i wsp., 1993; Hein i Koka, 2007). Przez wzgląd na złożoność procesów podczas nauczania czynności motorycznych, ustalenie wpływu różnego rodzaju werbalnej informacji zwrotnej, jak również wskazanie najważniejszych w danej technice układów ciała w poszczególnych fazach, jak i pomiędzy nimi oraz stosowania właściwej informacji zwrotnej może być trudne. Badacze wskazywali na rodzaj, częstość przekazu i dokładność werbalnych informacji zwrotnych (Carlos Martínez i wsp., 2016; Akinci i Kirazci, 2020). Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, iż nadal wiedza o skutecznych sposobach komunikacji i instruktażu z uczącym się jest niepełna, zwłaszcza jeśli chodzi o ilość oraz ukierunkowanie informacji zwrotnej na kluczowe elementy w technice sportowej złożonych czynności motorycznych stanowiących fundament układów startowych.

2. Metodologia badań własnych

2.1. Cel pracy, pytania badawcze

Celem badań było określenie wpływu werbalnej informacji zwrotnej na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundaka – salta kucznego w tył na równoważni.

Postawiono następujące pytania badawcze:

1. Które elementy fazowej struktury czynności motorycznej salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych są kluczowe ze względu na jakość wykonania?
2. Które elementy fazowej struktury czynności motorycznej rundaka i salta kucznego w tył na równoważni są kluczowe ze względu na jakość wykonania?
3. Czy werbalna informacja zwrotna o wszystkich błędach popełnianych w wykonaniu zadania wpływa na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych?
4. Czy werbalna informacja zwrotna o wszystkich błędach popełnianych w wykonaniu zadania wpływa na skuteczność uczenia się rundaka i salta kucznego w tył na równoważni?
5. Czy ograniczenie informacji zwrotnej tylko do błędów popełnianych w kluczowych elementach jest bardziej efektywne w uczeniu się i doskonaleniu ćwiczeń gimnastycznych niż informacja o wszystkich błędach?
6. Czy uczenie się czynności motorycznych o różnej złożoności i trudności wymaga jednakowych czy różnych podejść metodycznych dotyczących strategii przekazywania informacji zwrotnej?

2.2. Materiał badań

Materiał badań stanowiły zawodniczki gimnastyki sportowej (n=16) (wiek 14,1±0,6 lat; wysokość ciała 152,8±3,92 cm; masa ciała 44,5± 4,24 kg; staż treningowy 7±0,4 lat). Poziom sportowy badanych odpowiadał I klasie sportowej zgodnie z obowiązującymi przepisami Polskiego Związku Gimnastycznego (PZG).

2.3. Metody badań

Eksperymenty pedagogiczne przeprowadzono w dwóch etapach techniką dwóch grup równoległych. Rozpoczęły się one w styczniu 2016 roku i zakończyły w grudniu 2018.

Cele pierwszego etapu badań (2016 r.) to:

- wybór w porozumieniu z trenerami ćwiczeń i ich połączeń, które wykonywano na dwóch przyrządach. Na planszy ćwiczeń wolnych wykonano: salto proste w przód po przerzucie w przód, natomiast na równoważni był to rundak – salto kuczne w tył zakończone stabilnym lądowaniem;
- analiza biomechaniczna ćwiczeń i układów gimnastycznych w celu identyfikacji kluczowych elementów;
- ocena ekspertów (3 sędziów PZG) poziomu przygotowania technicznego oraz techniki sportowej w celu identyfikacji kluczowych elementów ćwiczeń i układów gimnastycznych.

Celem drugiego etapu badań (2017 r. i 2018 r.) była:

- ocena skuteczności nauczania i doskonalenia wybranych ćwiczeń i ich połączeń przy zastosowaniu informacji zwrotnej o popełnianych błędach w kluczowych elementach techniki oraz informacji o wszystkich popełnianych błędach. W grupie eksperymentalnej przekazywano informację zwrotną o błędach popełnianych tylko w kluczowych elementach techniki sportowej. Z kolei grupa kontrolna otrzymywała informację zwrotną na temat wszystkich błędów, które popełniono w fazowej strukturze czynności motorycznej.

2.4. Organizacja badań

Do badań w każdym z etapów zakwalifikowano szesnaście gimnastyczek (n=16). Zawodniczki zostały losowo przydzielone do jednej z dwóch grup: grupa eksperymentalna (Gr. eks.) otrzymywała informację zwrotną na temat błędów popełnianych w kluczowych elementach techniki sportowej (n=8), natomiast grupie kontrolnej (Gr. kon.) przekazywano informację zwrotną o wszystkich błędach popełnianych w strukturze czynności motorycznych (n=8). Wszystkie gimnastyczki zostały poinformowane w formie pisemnej i ustnej o przeprowadzonych badaniach w ramach eksperymentów. Uzyskano zgodę Komisji Etyki i opiekunów prawnych zawodniczek na przeprowadzenie badań. Badania

przeprowadzono w ramach Grantu: Rozwój Sportu Akademickiego MNISW: N RSA4 03254.

W trakcie eksperymentów badane uczyły się i doskonaliły wybrane ćwiczenia i ich połączenia – salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych (UĆSPP) i rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (UĆRST). Wybór ćwiczeń podyktowany był tym, że stanowiły one część układów startowych.

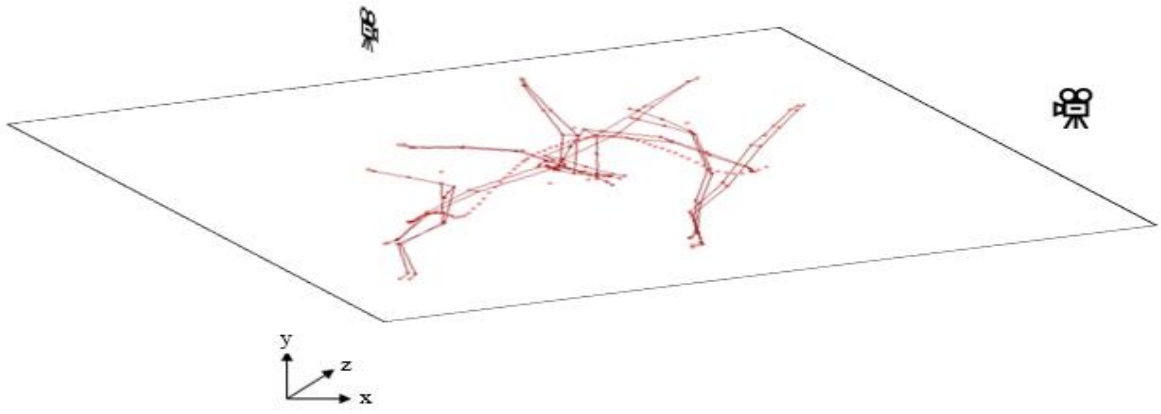
Eksperyment trwał sześć tygodni. Zajęcia odbywały się pięć razy w tygodniu (poniedziałek, wtorek, środa, piątek i sobota) po 120 minut każde. Po standardowej rozgrzewce każda badana indywidualnie wykonywała trzy serie po trzy powtórzenia układów w trakcie jednych zajęć. Informację zwrotną przekazywano bezpośrednio po każdej serii trzech powtórzeń układów. Badana otrzymywała informację zwrotną o wykonaniu każdego powtórzenia z danej serii. Przerwa pomiędzy seriami wynosiła pięć minut. Łącznie badane wykonały 270 powtórzeń.

Poziom przygotowania technicznego zawodniczek oceniono na początku eksperymentu, na końcu eksperymentu (bezpośrednio po jego zakończeniu), a tydzień od zakończenia eksperymentu oceniono efekt treningu.

Zgodność ocen ekspertów wyliczono współczynnikiem konkordancji (r=0,848).

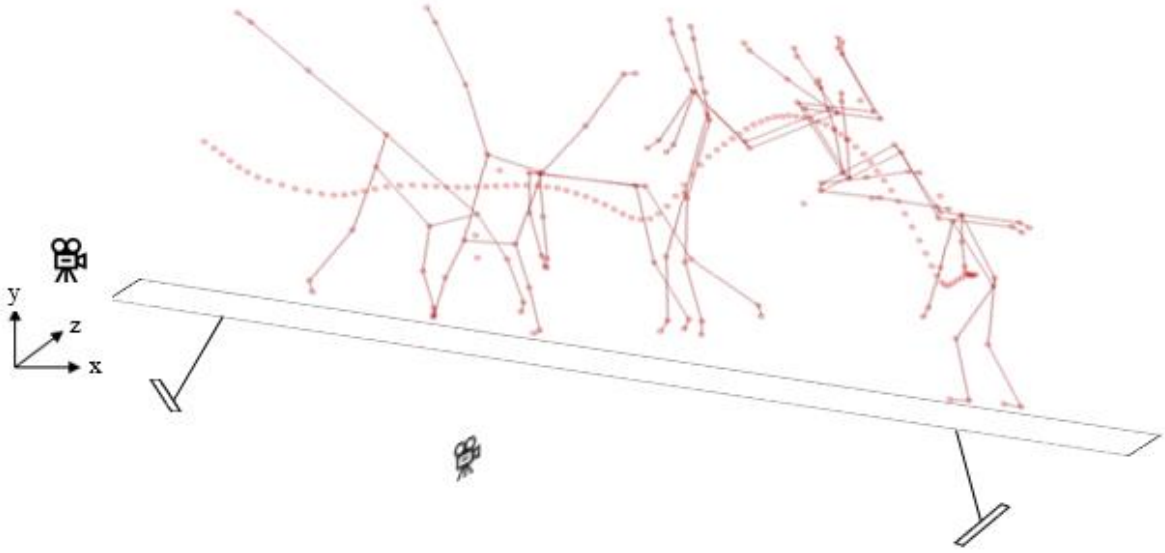
Do oceny techniki sportowej ćwiczeń gimnastycznych zastosowano modułowy analizator APAS 2000, który pozwala bezkontaktowo zapisywać, mierzyć i analizować ruch w dwóch płaszczyznach, na bazie wykorzystania dwóch profesjonalnych wideokamer z zakresem do 240 kadr/s. Błąd pomiaru z zastosowaniem tej aparatury wynosi 2 – 3%.

Układ ćwiczeń salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych pokazano na rycinie 9.



Ryc. 9. Układ ćwiczeń – salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych wraz z ustawieniem kamer

Układ ćwiczeń rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem przedstawiono na rycinie 10.



Ryc. 10. Układ ćwiczeń rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem wraz z ustawieniem kamer

Na podstawie zarejestrowanych układów gimnastycznych wyliczono:

- parametry trajektorii ruchu bioogniw ciała i ogólnego środka ciężkości,
- położenia ciała przy przemieszczających się i obrotowych ruchach,
- czasowe charakterystyki faz ruchów, czas trwania ćwiczenia,
- prędkości i kąty stawowe.

W celu uzyskania dodatkowych informacji o kluczowych elementach techniki sportowej przeprowadzono analizę biomechaniczną. Szczegółowej analizie poddano ćwiczenia, jak i ich dynamiczne połączenia.

2.5. Metody analizy statystycznej

W pracy wykonano szereg analiz statystycznych za pomocą środowiska statystycznego R 3.6.2. Ze względu na ilościowy charakter wszystkich analizowanych zmiennych oraz niewielkie skośności analizowanych rozkładów, dla wszystkich zmiennych wykonano analizę wariancji 2x3 w schemacie mieszanym, z typem informacji zwrotnej (Gr. eks. vs. Gr. kon.) jako czynnikiem międzyosobowym i testem (początek eksperymentu, koniec eksperymentu, efekt treningu) jako czynnikiem wewnątrzosobowym. Analiza ta uwzględnia efekt główny typu informacji zwrotnej, efekt

główny testu oraz efekt interakcji informacji zwrotnej i testu. Istotny efekt główny informacji zwrotnej wskazuje na istotnie różne średnie wartości zmiennej pomiędzy średnimi wynikami badanych grup. Natomiast istotny efekt testu wskazuje na istotne różnice pomiędzy kolejnymi pomiarami. Istotny efekt interakcji wskazuje na występowanie istotnych różnic pomiędzy średnimi wynikami pomiarów w grupach. Oznacza to, że jedynie przy istotnym efekcie interakcyjnym należy wnioskować o istotnym wpływie typu informacji zwrotnej na skuteczność treningu.

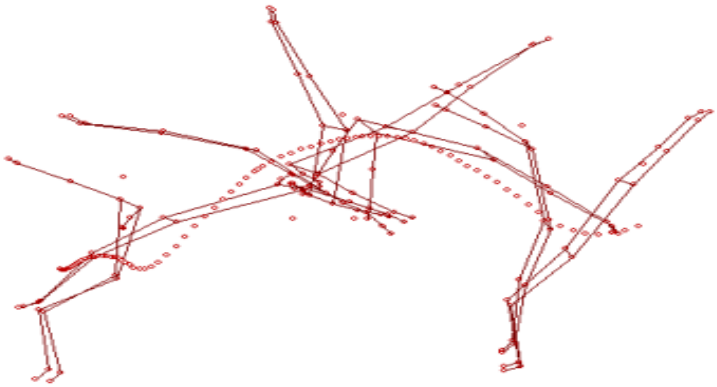
W celu porównania konkretnych par średnich w ostatnim kroku analiz wykonywano testy post hoc bez poprawki na porównania wielokrotne ze względu na bardzo małą liczbę obserwacji. W celu porównań średnich pomiędzy pomiarami wewnątrz tej samej grupy wykonywano testy t Studenta dla danych zależnych. W celu porównania średnich między grupami, osobno dla każdego testu, wykonywano natomiast testy t Welcha dla danych niezależnych (czyli test t Studenta bez założenia o homogeniczności wariancji). Wizualizację rozkładów zmiennych wykonano za pomocą wykresów. W celu weryfikacji czy zidentyfikowane kluczowe elementy w fazowej strukturze czynności motorycznych wykazują związek z ocenami sędziów przeprowadzono korelacje rho Spearmana pomiędzy wszystkimi ocenami ekspertów wystawionymi za umiejętności techniczne a wartościami kątów stawowych oraz prędkościami wypadkowymi stawów. Podczas przeprowadzania analiz statystycznych jako istotną statystycznie przyjęto wartość $p<0,05$.

3. Wyniki badań

3.1. Identyfikacja kluczowych elementów techniki sportowej ćwiczeń gimnastycznych

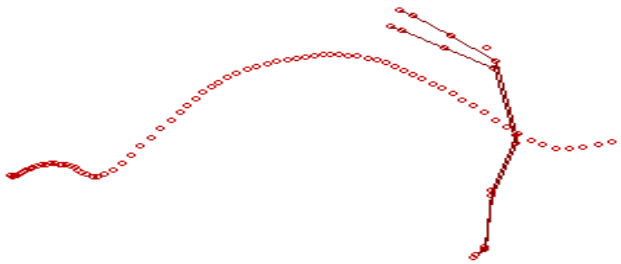
W pierwszej kolejności przeprowadzono badania dotyczące identyfikacji kluczowych elementów techniki sportowej ćwiczeń gimnastycznych. Na podstawie badań zidentyfikowano trzy kluczowe elementy w fazowej strukturze czynności motorycznej rozumiane jako najbardziej charakterystyczne i najważniejsze układy ciała decydujące o jakości wykonania czynności motrycznej.

Na rycinie 11 przedstawiono kinematyczną strukturę trajektorii przemieszczeń środka ciężkości gimnastyczki podczas wykonywania układu gimnastycznego na planszy ćwiczeń wolnych – salto proste w przód po przerzucie w przód.



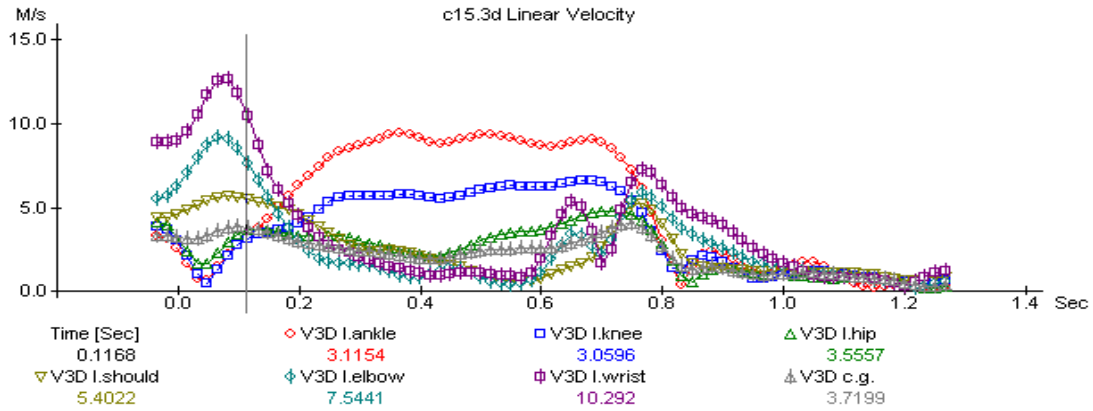
Ryc. 11. Kinematyczna struktura i trajektoria środka ciężkości gimnastyczki podczas wykonywania układu gimnastycznego – salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych

Na końcu fazy przygotowawczej fazowej struktury czynności motorycznej zidentyfikowano i analizowano biomechaniczne parametry charakteryzujące układ ciała rozruchowy (UCR) (ryc. 12).



Ryc. 12. Układ ciała rozruchowy jako kluczowy element techniki (UCR) wykonany w końcowej fazie przerzutu w przód poprzedzającego salto proste w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,12 s)

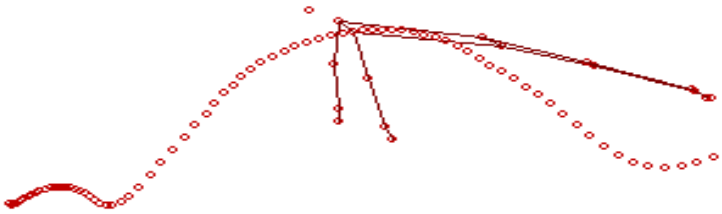
Analizie poddano prędkości wypadkowe charakteryzujące przemieszczenie bioogniw ciała i środka ciężkości ciała (ŚC) w trakcie wykonania układu ciała rozruchowego, w końcowej fazie przerzutu poprzedzającego salto proste w przód (ryc. 13).



Ryc. 13. Zmiany prędkości wypadkowych wybranych bioogniw ciała gimnastyczki w trakcie wykonania układu ciała rozruchowego w końcowej fazie przerzutu w przód poprzedzającego salto proste w przód zakończone stabilnym lądowaniem. Oznaczenia: ankle – staw skokowy, knee – staw kolanowy, hip – staw biodrowy, shoulder – staw barkowy, elbow – staw łokciowy, wrist – staw nadgarstkowy, c.g. – środek ciężkości ciała (ŚC)

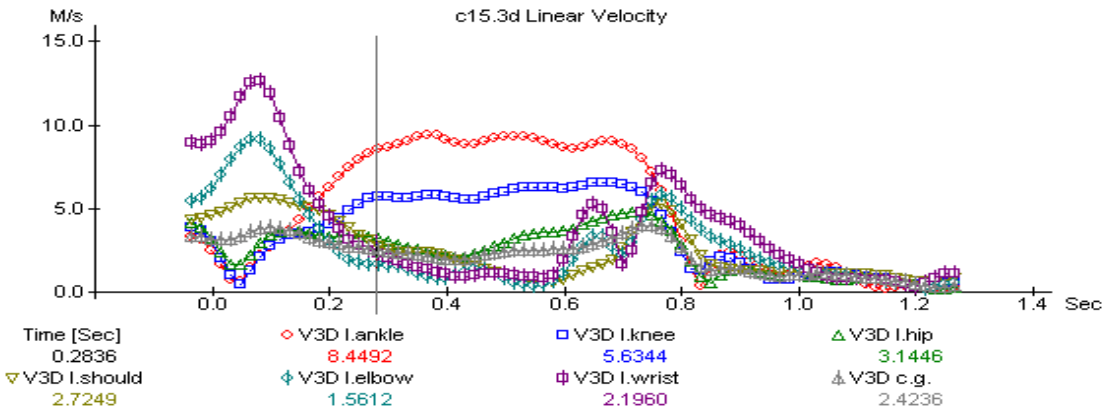
Uzyskane prędkości wypadkowe bioogniw ciała i środka ciężkości (ryc. 13) są zróżnicowane podczas wykonywania układu – salto proste w przód po przerzucie w przód zakończonego stabilnym lądowaniem. Podczas wykonania UCR (czas 0,12 s) prędkość stawu skokowego wyniosła 3,12 m/s; stawu kolanowego – 3,06 m/s; stawu biodrowego – 3,56 m/s; stawu barkowego – 5,4 m/s; stawu łokciowego – 7,54 m/s; stawu nadgarstkowego – 10,29 m/s. Środek ciężkości ciała poruszał się z prędkością 3,72 m/s.

W fazie głównej struktury czynności motorycznej wydzielono układ ciała multiplikacja (UCM) (czas 0,28 s). Kąt udo-tułów wyniósł 167,42° (ryc. 14). Istotnym zadaniem gimnastyczki w tym elemencie jest szybki obrót wokół osi poprzecznej ciała.



Ryc. 14. Układ ciała multiplikacja jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28 s)

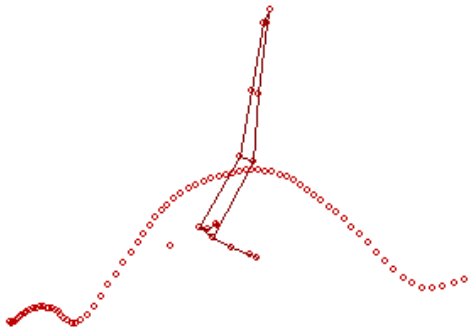
Trajektorię prędkości stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu UCM, w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem pokazano na rycinie 15 (czas 0,28 s).



Ryc. 15. Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28 s)

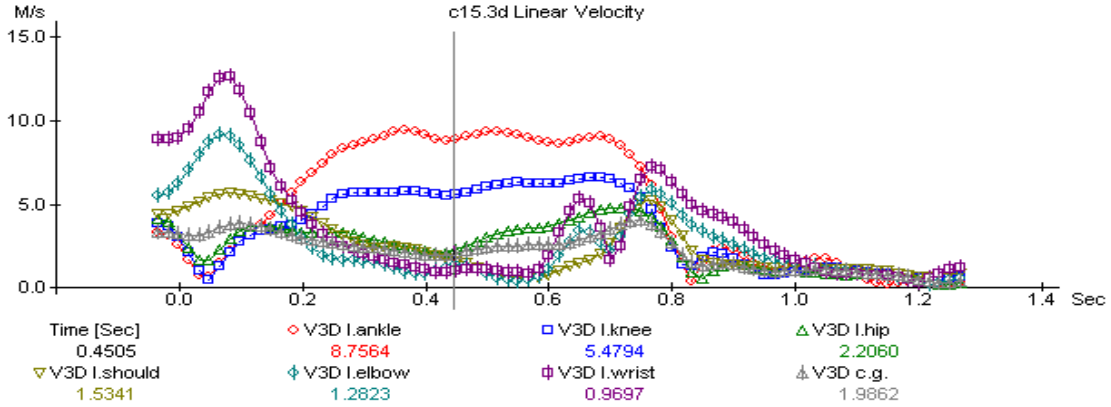
Zwiększenie prędkości wypadkowych odnotowano w stawach: skokowym (0,12 s do 0,28 s) do 8,45 m/s; kolanowym – 5,63 m/s; natomiast zmniejszenie do 3,14 m/s w stawach: biodrowym; barkowym – 2,72 m/s; łokciowym – 1,56 m/s; nadgarstkowym – 2,2 m/s. Środek ciężkości ciała przemieszczał się z prędkością 2,42 m/s.

W dalszej części fazy głównej (ryc. 16) gimnastyczka stara się wykonać obrót wokół osi poprzecznej na wznoszącej części trajektorii lotu (czas 0,45 s, kąt udo-tułów wyniósł 204,48°).



Ryc. 16. Układ ciała multiplikacja jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,45 s)

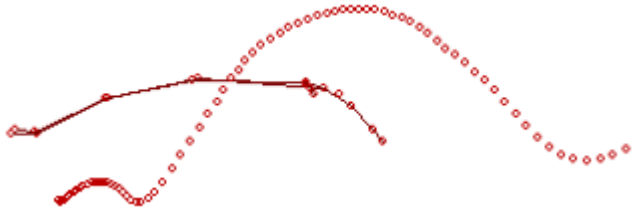
Trajektorię prędkości stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu UCM w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,45 s) pokazano na rycinie 17.



Ryc. 17. Zmiany prędkości wypadkowych stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,45 s)

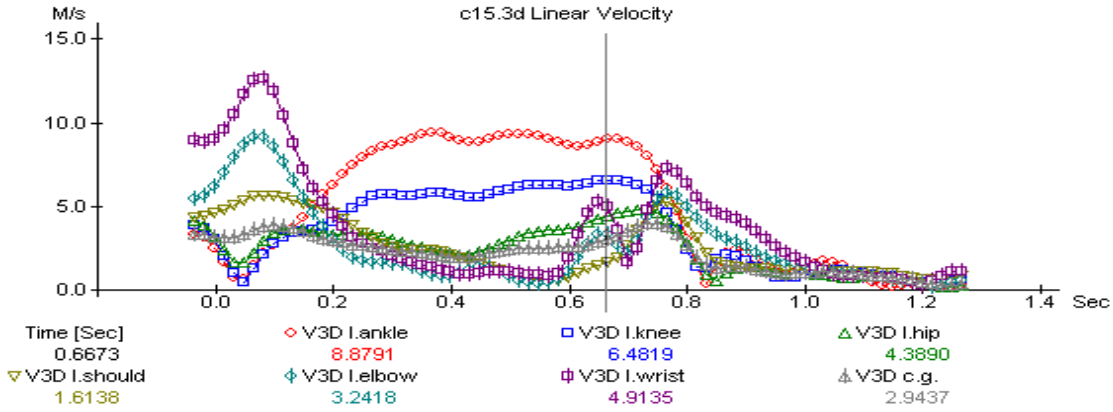
Jak pokazano na rycinie 17, prędkość stawów (w czasie 0,45 s) wyniosła: skokowego – 8,76 m/s; kolanowego – 5,48 m/s; biodrowego – 2,21 m/s; barkowego – 1,53 m/s; łokciowego – 1,28 m/s; nadgarstkowego 0,97 m/s, zaś prędkość środek ciężkości ciała – 1,99 m/s.

W fazie końcowej struktury czynności motorycznej (czas 0,67 s) zidentyfikowano układ ciała w momencie lądowania (UCML). Specyfikę wykonania lądowania na opadającej części trajektorii lotu pokazano na rycinie 18.



Ryc. 18. Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,67 s)

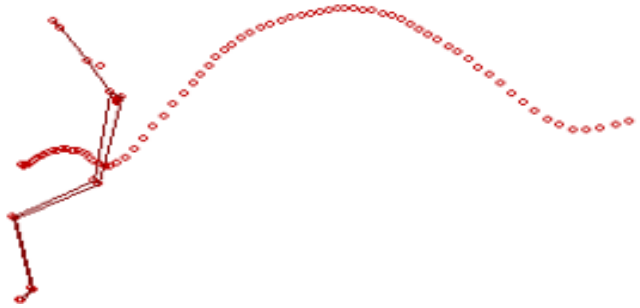
Prędkości wypadkowe stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,67 s) pokazano na rycinie 19.



Ryc. 19. Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,67 s)

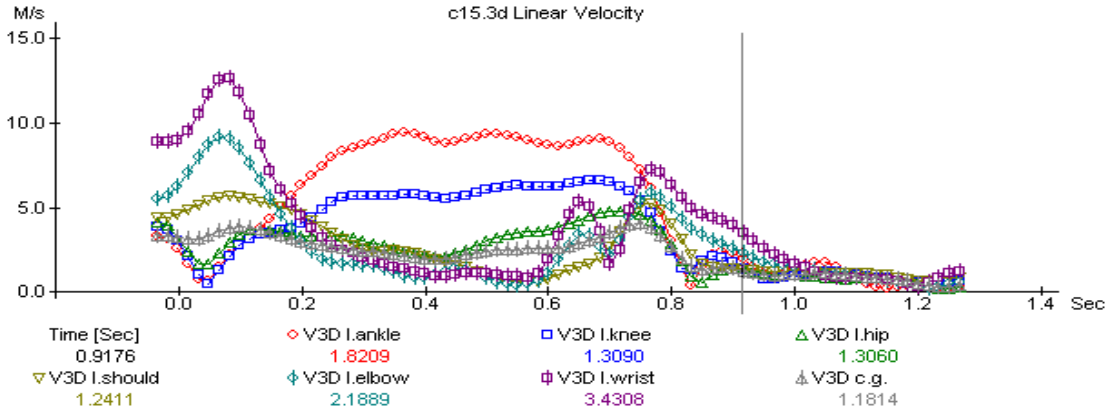
Prędkości wypadkowe stawów (czas 0,67 s) wyniosły kolejno: skokowego – 8,88 m/s; kolanowego – 6,48 m/s; biodrowego – 4,39 m/s; barkowego – 1,61 m/s; łokciowego – 3,24 m/s; nadgarstkowego – 4,91 m/s i środek ciężkości ciała 2,94 m/s.

Na rycinie 20 przedstawiono układ ciała w momencie lądowania (UCML). Stabilne lądowanie (czas 0,92 s) charakteryzował kąt udo-tułów 125,86°. Ustalono, że gimnastyczka demonstruje sprężyste współdziałanie nóg z podłożem, co sprzyja przyjęciu optymalnego UCML w pozycji półprzysiadu z ramionami w górę.



Ryc. 20. Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,92 s)

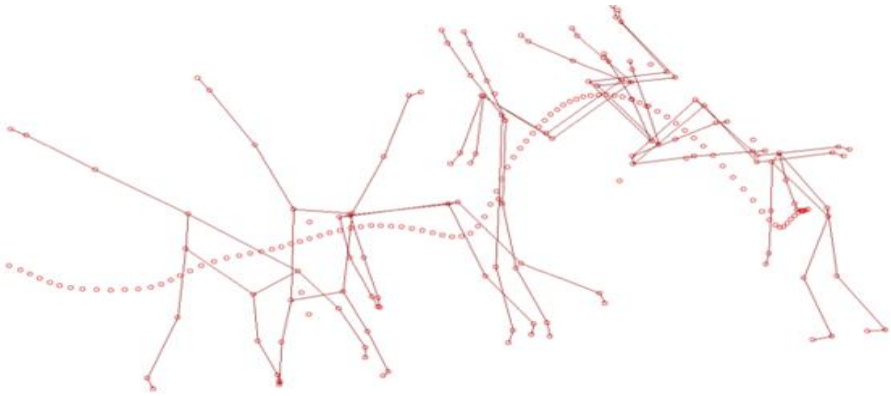
Prędkości wypadkowe poszczególnych stawów (czas 0,92 s): skokowego 1,82 m/s; kolanowego – 1,31 m/s; biodrowego – 1,31 m/s; barkowego – 1,24 m/s; łokciowego – 2,19 m/s; nadgarstkowego – 3,43 m/s i środek ciężkości 1,18 m/s pokazano na rycinie 21.



Ryc. 21. Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,92 s)

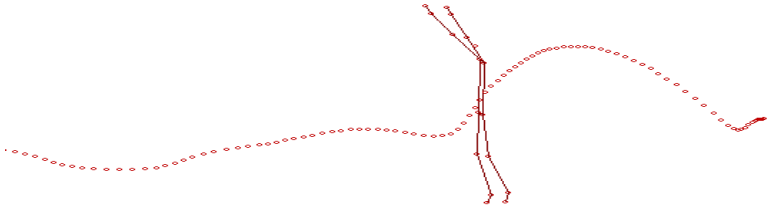
W dalszej kolejności przeprowadzono biomechaniczną analizę gimnastycznego układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem, w celu identyfikacji w fazowej strukturze czynności motorycznej kluczowych elementów techniki sportowej.

Na rycinie 22 pokazano kinematyczną strukturę trajektorii przemieszczeń środka ciężkości gimnastyczki podczas wykonywania układu gimnastycznego: rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem.



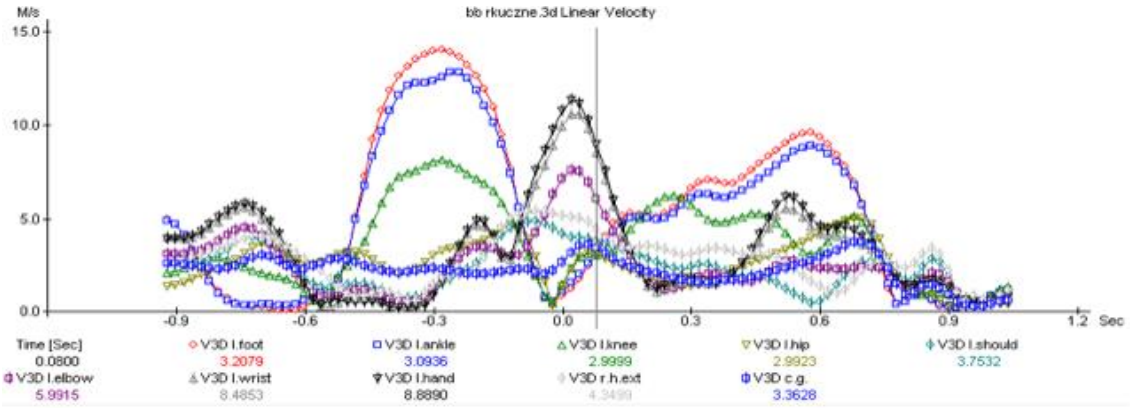
Ryc. 22. Kinematyczna struktura i trajektoria środka ciężkości ciała gimnastyczki podczas wykonywania układu gimnastycznego: rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem

W fazie przygotowawczej analizowano biomechaniczne parametry charakteryzujące układ ciała rozruchowy (UCR). Stwierdzono, że UCR podczas wykonywania fazy końcowej rundaka, poprzedzającego salto kuczne w tył na równoważni, zakończonego stabilnym lądowaniem (czas 0,08 s), charakteryzuje się pochyloną pozycją ciała (kąt biodro-tułów 171,67°). UCR wykonano przed pionem, na palcach, w wąskiej postawie równoważnej (stopy ustawione jedna przed drugą), ramiona skierowane w górę w przód (ryc. 23).



Ryc. 23. Układ ciała rozruchowy jako kluczowy element techniki (UCR) wykonany w końcowej fazie rundaka poprzedzającego salto kuczne w tył na równoważni, zakończonego stabilnym lądowaniem (czas 0,08 s)

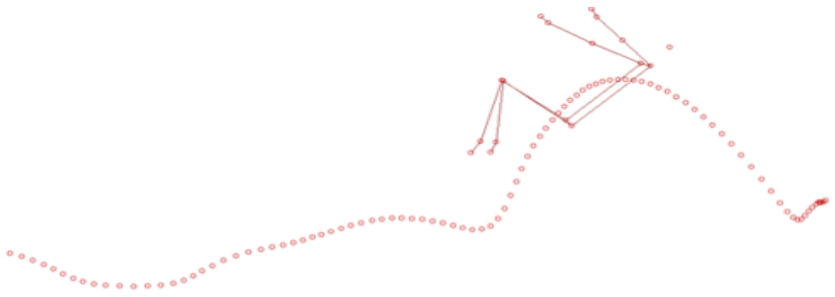
Analizę prędkości wypadkowych charakteryzujących przemieszczenie bioogniw ciała i środka ciężkości ciała w trakcie wykonania układu ciała rozruchowego, w końcowej fazie rundaka poprzedzającego salto kuczne w tył na równoważni, zakończonego stabilnym lądowaniem pokazano na rycinie 24.



Ryc. 24. Zmiany prędkości wypadkowych wybranych bioogniw ciała gimnastyczki w trakcie wykonania układu ciała rozruchowego w końcowej fazie rundaka poprzedzającego salto kuczne w tył na równoważni, zakończonego stabilnym lądowaniem Oznaczenia: ankle – staw skokowy, knee – staw kolanowy, hip – staw biodrowy, shoulder – staw barkowy, elbow – staw łokciowy, wrist – staw nadgarstkowy, c.g. – środek ciężkości ciała

Uzyskane prędkości wypadkowe bioogniw ciała i środka ciężkości ciała (ryc. 24) są zróżnicowane podczas wykonywania układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem. Podczas wykonania UCR (czas 0,08 s) prędkość stawu skokowego wyniosła 3,09 m/s; stawu kolanowego – 3,00 m/s; stawu biodrowego – 2,99 m/s; stawu barkowego – 3,75 m/s; stawu łokciowego – 5,99 m/s; stawu nadgarstkowego – 8,49 m/s. Środek ciężkości ciała poruszał się z prędkością 3,36 m/s.

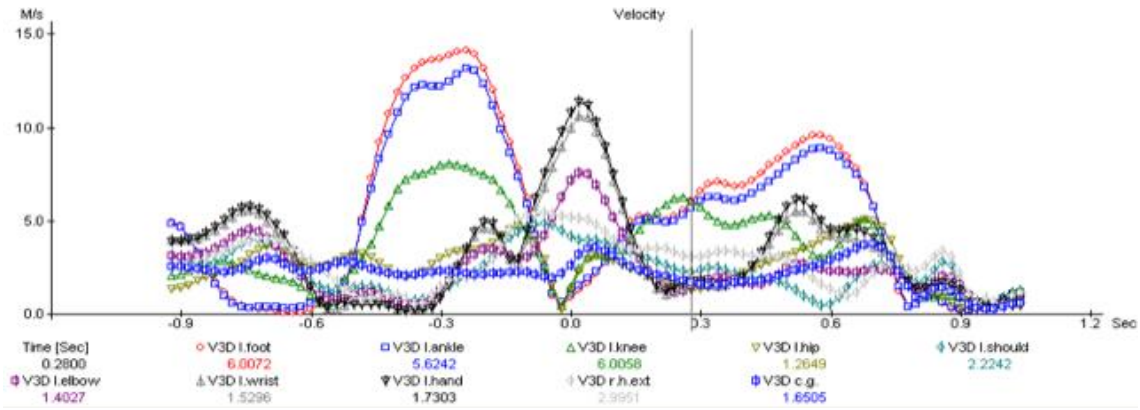
W fazie głównej struktury czynności motorycznej wydzielono układ ciała multiplikacja (UCM) „grupowanie" (czas 0,28 s). Kąt udo-tułów wyniósł 100,05° (ryc. 25).



Ryc. 25. Układ ciała multiplikacja „grupowanie” jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28 s)

Trajektorię prędkości stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego

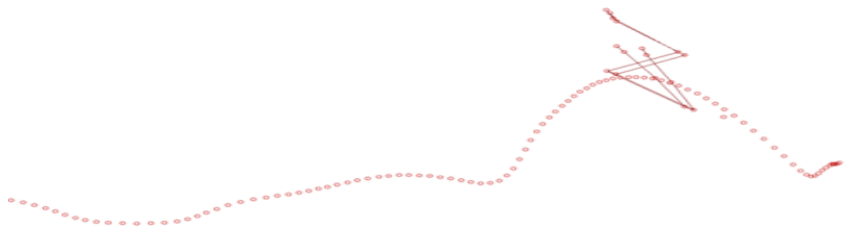
elementu UCM „grupowanie”, w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem pokazano na rycinie 26 (czas 0,28 s). Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono zmiany momentu bezwładności ciała. Dlatego odnotowano większą prędkość stawów skokowych i kolanowych na wznoszącej się części trajektorii lotu, które wspomagają ruch obrotowy wokół osi poprzecznej ciała.



Ryc. 26. Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała „grupowanie” w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28 s)

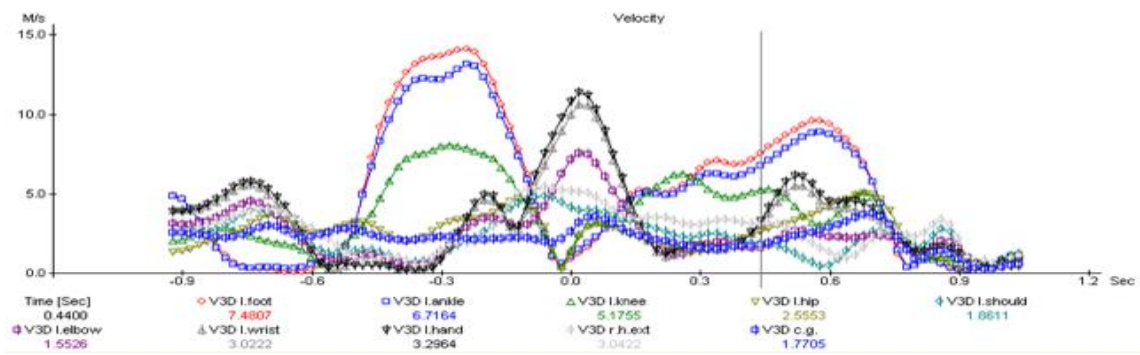
Zwiększenie prędkości wypadkowych odnotowano w stawach: skokowym (0,08 s do 0,28 s) do 5,62 m/s; kolanowym – 6,01 m/s; natomiast zmniejszenie do 1,26 m/s w stawach: biodrowym; barkowym – 2,22 m/s; łokciowym – 1,40 m/s; nadgarstkowym – 1,53 m/s. Środek ciężkości ciała przemieszczał się z prędkością 1,65 m/s.

W dalszej części fazy głównej (ryc. 27) gimnastyczka stara się wykonać jak najwięcej obrotu na wznoszącej części trajektorii lotu (czas 0,44 s, kąt udo-tułów wyniósł 62,19°).



Ryc. 27. Układ ciała multiplikacja „grupowanie” jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,46 s)

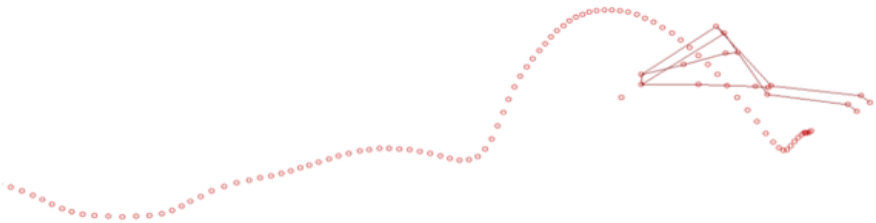
Gimnastyczka wykonuje przyciągnięcie kolan do klatki piersiowej (ryc. 27) w celu utrzymania prędkości obrotowej. W ten sposób gimnastyczka przygotowuje się do rozgrupowania, a następnie stabilnego lądowania. Trajektorię prędkości stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu UCM „grupowanie” w układzie rundak – salto kuczne w tył zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,44 s) pokazano na rycinie 28.



Ryc. 28. Zmiany prędkości wypadkowych stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała „grupowanie” w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,44 s)

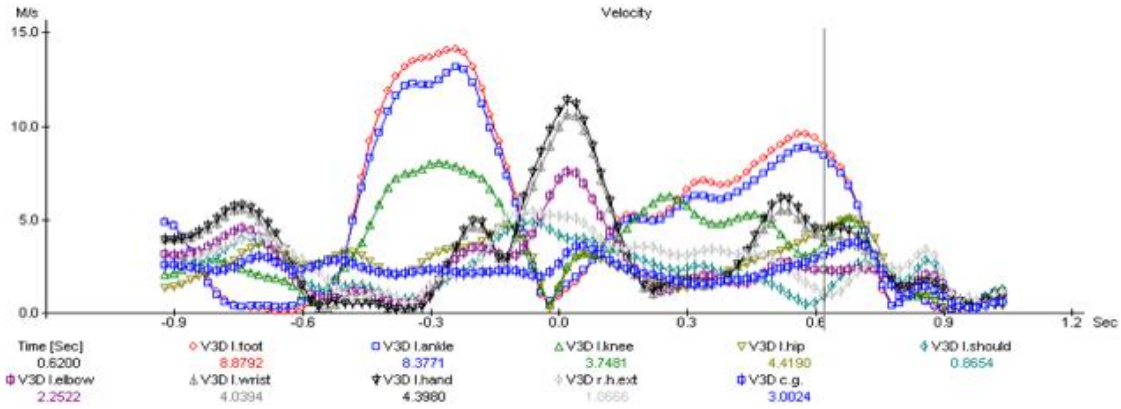
Prędkości stawów (w czasie 0,44 s) wyniosły odpowiednio: skokowego – 6,72 m/s; kolanowego – 5,18 m/s; biodrowego – 2,56 m/s; barkowego – 1,86 m/s; łokciowego – 1,55 m/s; nadgarstkowego 3,02 m/s, zaś prędkość środka ciężkości ciała wyniosła 1,77 m/s (ryc. 28).

W fazie końcowej struktury czynności motorycznej (czas 0,62 s) zidentyfikowano układ ciała w momencie lądowania (UCML), w trakcie którego gimnastyczka przygotowuje się do lądowania. Specyfikę wykonania lądowania na opadającej części trajektorii lotu przedstawiono na rycinie 29.



Ryc. 29. Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,62 s)

Na rycinie 30 zamieszczono prędkości wypadkowe stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,62 s).



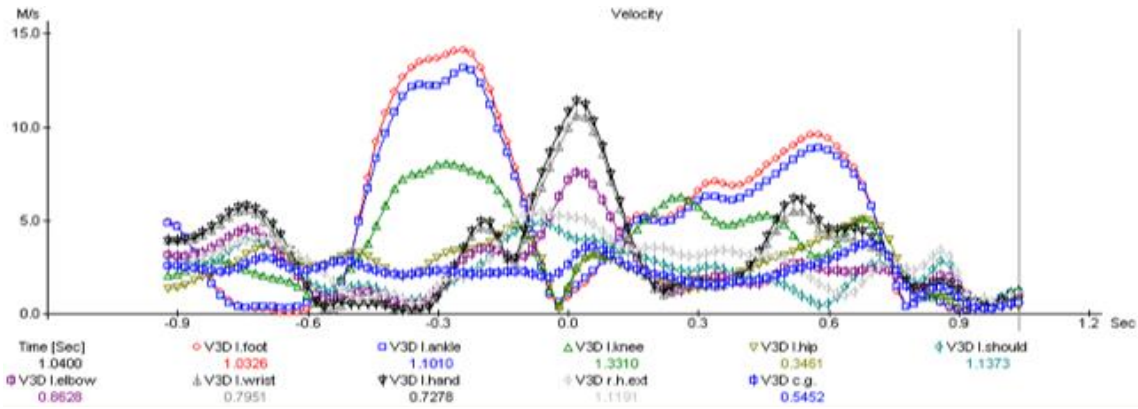
Ryc. 30. Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,62 s)

Prędkości wypadkowe stawów (czas 0,62 s) wyniosły kolejno: skokowego – 8,38 m/s; kolanowego – 3,75 m/s; biodrowego – 4,42 m/s; barkowego – 0,87 m/s; łokciowego – 2,25 m/s; nadgarstkowego – 4,04 m/s i środka ciężkości ciała 3,00 m/s.

Układ ciała w momencie lądowania (UCML) pokazano na rycinie 31. Stabilne lądowanie (czas 1,04 s) charakteryzował kąt udo-tułów 130,08°. Ustalono, że gimnastyczka demonstruje sprężyste współdziałanie nóg z podłożem, co sprzyja przyjęciu optymalnego UCML w pozycji półprzysiadu z pochylonym tułowiem i ramionami w przód w dół na zewnątrz.

Ryc. 31. Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 1,04 s)

Prędkości wypadkowe poszczególnych stawów, przedstawiono na rycinie 32.



Ryc. 32. Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 1,04 s)

Ustalono, że w układzie ciała w momencie lądowania jako kluczowym elemencie techniki wykonanym w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 1,04 s) prędkości wypadkowe poszczególnych stawów

wyniosły: skokowego 1,10 m/s; kolanowego – 1,33 m/s; biodrowego – 0,35 m/s; barkowego – 1,14 m/s; łokciowego – 0,86 m/s; nadgarstkowego – 0,80 m/s i środka ciężkości ciała 0,55 m/s.

3.2. Związek pomiędzy kinematycznymi wskaźnikami kluczowych elementów a umiejętnościami technicznymi gimnastyczek

Kolejnym krokiem było zweryfikowanie czy zidentyfikowane kluczowe elementy fazowej strukturze czynności motorycznych salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych oraz rundaka i salta kucznego w tył na równoważni wykazują związek z ocenami sędziów. W tym celu przeprowadzono korelacje rho Spearmana pomiędzy wszystkimi ocenami ekspertów wystawionymi za umiejętności techniczne a wartościami kątów stawowych podudzie-udo, udo-tułów, tułów-ramię i ramię-przedramię oraz prędkości wypadkowych stawu skokowego, kolanowego, biodrowego, ramiennego, łokciowego i nadgarstkowego.

W tabeli 1 przedstawiono tylko istotne współczynniki korelacji rho Spearmana i odpowiadające im poziomy istotności dla relacji pomiędzy pomiarami wykonanymi podczas układu salta prostego w przód po przerzucie w przód, a ocenami sędziów, oddzielnie dla każdego etapu badawczego.

Tab. 1. Analiza korelacji pomiędzy pomiarami wykonanymi podczas układu salta prostego w przód po przerzucie w przód i ocenami ćwiczenia

	Początek eksperymentu		**Koniec eksperymentu**		**Efekt treningu**	
	rho	p	rho	p	rho	p
kąty udo-tułów UCR	0,13	0,635	0,36	0,172	**-0,52**	**0,038**
kąty ramię-przedramię UCR	-0,07	0,792	**-0,71**	**0,002**	-0,18	0,504
kąty podudzie-udo UCM	**0,56**	**0,024**	0,16	0,566	-0,29	0,277
kąty tułów-ramię UCM	-0,06	0,826	**-0,77**	**0,001**	-0,05	0,848
kąty podudzie-udo UCML	0,07	0,8	**0,57**	**0,022**	-0,34	0,202
kąty udo-tułów UCML	**-0,62**	**0,01**	**0,59**	**0,015**	-0,23	0,386
kąty tułów-ramię UCML	0,03	0,912	**-0,64**	**0,007**	-0,49	0,055
prędkości stawu skokowego UCR	-0,04	0,884	0,06	0,814	**-0,51**	**0,042**
prędkości stawu nadgarstkowego UCR	0,29	0,271	**0,62**	**0,011**	0,16	0,559
prędkości stawu skokowego UCML	0,17	0,539	0,14	0,611	**-0,55**	**0,028**
prędkości stawu łokciowego UCML	0,32	0,22	**0,52**	**0,039**	0,27	0,313
prędkości stawu nadgarstkowego UCML	0,27	0,311	**0,57**	**0,021**	0,01	0,965

Oznaczenia: zmiany istotne statystycznie na poziomie p<0,05, rho – współczynnik korelacji

Oceny sędziów na początku eksperymentu korelowały w sposób istotny statystycznie, dodatni i umiarkowanie silny z kątem podudzie-udo oraz w sposób istotny statycznie, ujemny i umiarkowanie silny z kątem udo-tułów w układzie ciała multiplikacja. Natomiast oceny sędziów na końcu eksperymentu korelowały w sposób istotny statystycznie, dodatni i umiarkowanie silny z kątami podudzie-udo, udo-tułów w układzie ciała w momencie lądowania oraz z prędkościami wypadkowymi stawów nadgarstkowych w układzie ciała rozruchowym, stawów łokciowych i nadgarstkowych w układzie ciała w momencie lądowania. Oceny sędziów na końcu eksperymentu korelowały w sposób istotny statystycznie, ujemny i umiarkowanie silny z kątami ramie-przedramię w układzie ciała rozruchowym, tułów-ramię w układzie ciała multiplikacja i tułów ramię w układzie ciała w momencie lądowania. Oceny sędziów w efekcie treningu korelowały w sposób

istotny statystycznie, ujemny i umiarkowanie silny z kątem udo-tułów w układzie ciała rozruchowym oraz prędkościami wypadkowymi stawów skokowych w układzie ciała rozruchowym i układzie ciała w momencie lądowania.

W dalszej części badań przedstawiono tylko istotne współczynniki korelacji rho Spearmana i odpowiadające im poziomy istotności dla relacji pomiędzy pomiarami wykonanymi podczas układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem a ocenami sędziów, oddzielnie dla każdego etapu badawczego (Tab. 2.).

Tab. 2. Analiza korelacji pomiędzy pomiarami wykonanymi podczas układu rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem i ocenami ćwiczenia

	Początek eksperymentu		**Koniec eksperymentu**		**Efekt treningu**	
	rho	p	rho	p	rho	p
kąty podudzie-udo UCR	0,3	0,265	**0,67**	**0,005**	-0,06	0,84
kąty udo-tułów UCR	-0,26	0,335	0,09	0,743	**-0,63**	**0,009**
kąty tułów-ramię UCM	**0,44**	**0,09**	-0,44	0,089	0,11	0,697
kąty udo-tułów UCML	-0,2	0,466	**0,63**	**0,01**	**-0,61**	**0,012**
CofG UCR	**0,54**	**0,032**	0,26	0,339	-0,33	0,206
prędkości stawu łokciowego UCM	-0,14	0,606	0,32	0,226	**-0,5**	**0,051**
prędkości stawu skokowego UCML	-0,03	0,904	-0,06	0,814	**0,63**	**0,008**

Oznaczenia: zmiany istotne statystycznie na poziomie $p<0,05$, rho – współczynnik korelacji

Oceny sędziów na początku eksperymentu korelowały istotnie statystycznie w sposób dodatni i umiarkowanie silny z kątem tułów-ramię w układzie ciała multiplikacja oraz z rozkładem przemieszczeń środka ciężkości (CofG). Na końcu eksperymentu, oceny sędziów korelowały istotnie dodatnio i umiarkowanie silnie z kątem podudzie-udo w układzie ciała rozruchowym oraz z kątem udo-tułów UCL. W efekcie treningu oceny sędziów korelowały w sposób istotny statystycznie, ujemny i umiarkowanie silny z kątami udo-tułów układzie ciała rozruchowym i w układzie ciała w momencie lądowania oraz

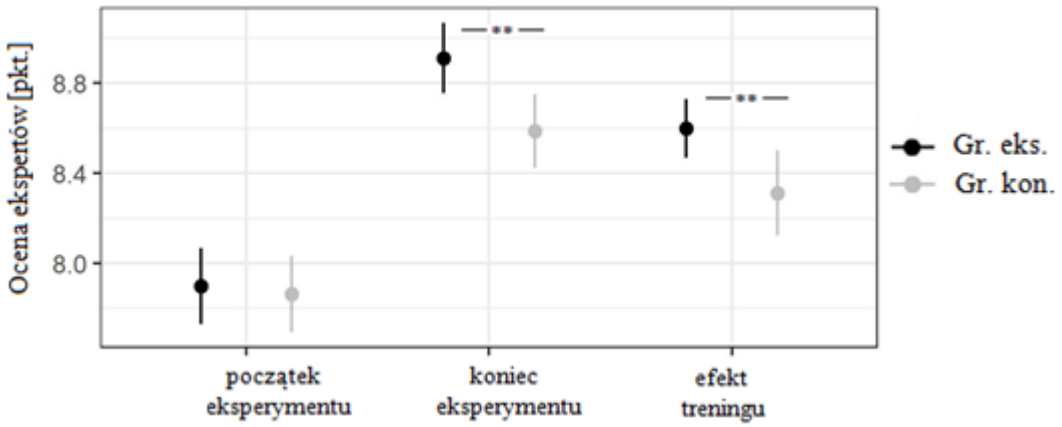
z prędkościami wypadkowymi stawów łokciowych w układzie ciała multiplikacja. Dodatkowo, oceny sędziów w efekcie treningu istotnie korelowały w sposób dodatni i umiarkowanie silny z prędkościami wypadkowymi stawów skokowych w układzie ciała w momencie lądowania.

3.3. Werbalne informacje zwrotne a skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód wykonanego na planszy ćwiczeń wolnych

W dalszej kolejności na podstawie wcześniejszych badań dotyczących identyfikacji kluczowych elementów techniki sportowej układów ćwiczeń gimnastycznych przeprowadzono eksperymenty, których celem było określenie wpływu werbalnej informacji zwrotnej na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundaka – salta kucznego w tył na równoważni.

W trakcie eksperymentów badane uczyły się i doskonaliły dwa układy gimnastyczne – salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundak – salto kuczne w tył na równoważni, zakończone stabilnym lądowaniem.

Na rycinie 33 przedstawiono efekty uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód wykonanego na planszy ćwiczeń wolnych.



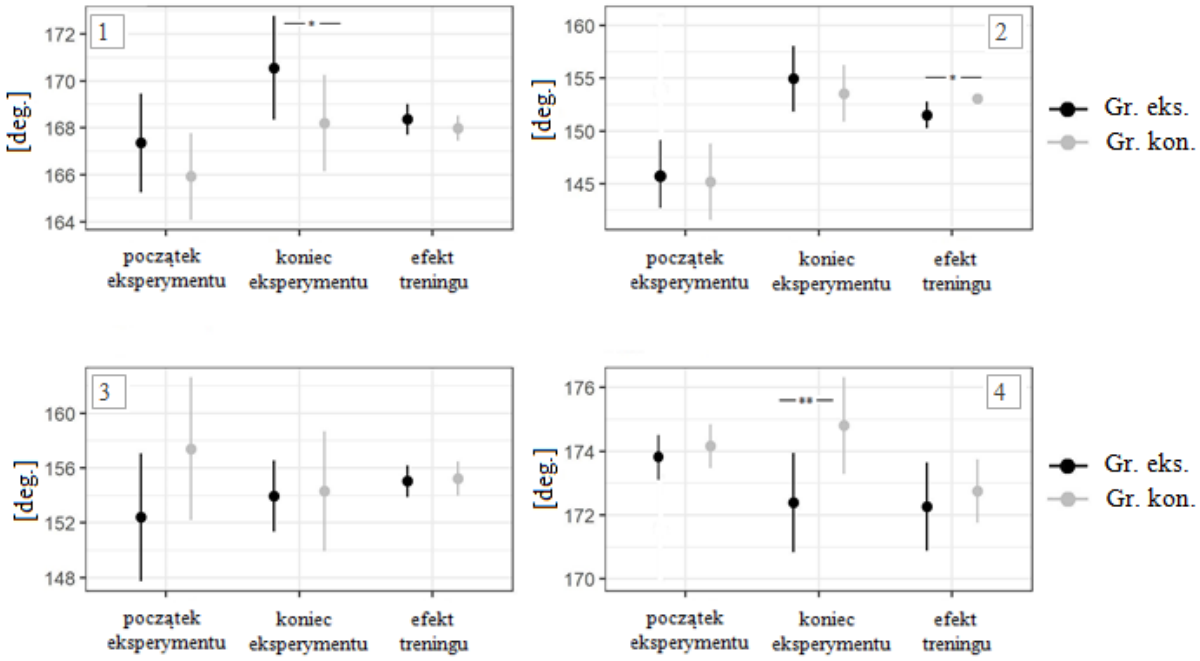
Oznaczenia: * - zmiany istotne statystycznie na poziomie p<0,05, ** - zmiany istotne statystycznie na poziomie p<0,01, *** - zmiany istotne statystycznie na poziomie p<0,001

Ryc. 33. Oceny ekspertów za wykonanie salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami [t(14)=0,44; p>0,05]. Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu [F(2,28)=302,53; p<0,001; eta^2=0,85]. Stwierdzono efekt Grupy [F(1,14)=9,44; p<0,05; eta^2=0,33] oraz interakcji Grupy x Czas Testu [F(2,28)=9,46; p<0,01; eta^2=0,15]. Na podstawie analizy t Welcha dla danych niezależnych wykazano, że Gr. eks. – z informacją zwrotną na temat kluczowych elementów, uzyskała istotnie wyższe średnie oceny od sędziów na końcu eksperymentu [t(13,96)=4,07; p<0,01] i osiągnęła wyższy efekt treningu [t(12,48)=3,54; p<0,05] od grupy kontrolnej, która otrzymywała informację o wszystkich błędach popełnianych w trakcie wykonywania czynności motorycznych.

3.4. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego

Na rycinie 34 pokazano rozkłady wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie UCR.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 34. Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami dla kątów podudzie-udo, [t(13,77)=1,44; p>0,05], udo-tułów [t(13,79)=1,89; p>0,05], tułów-ramię [t(13,83)=-2,02 p>0,05], ramię-przedramię [t(13,80)=-2,00; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów podudzie-udo [F(2,28)=13,57; p<0,001; eta^2=0,33]. Stwierdzono efekty Grupy [F(1,14)=5,29; p<0,05; eta^2=0,16]. Natomiast nie stwierdzono interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,77; p>0,05; eta^2=0,06]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie wyższe niż w Gr. kon. [t(13,92)=2,22; p<0,05].

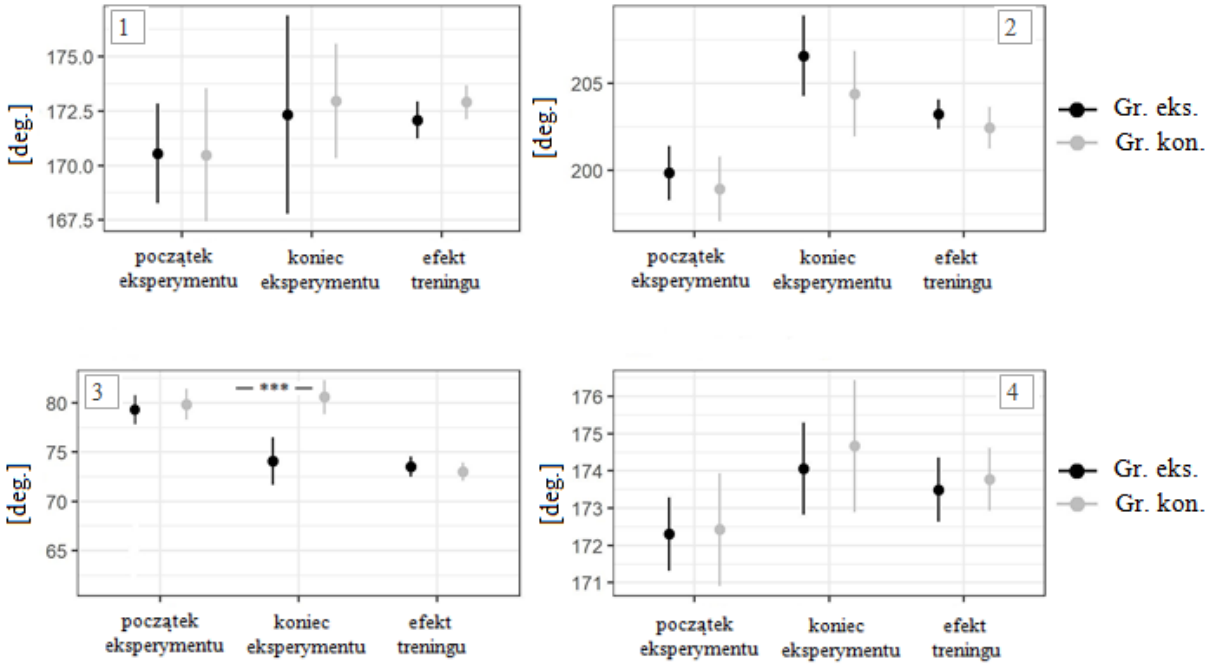
Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów udo-tułów [F(2,28=8,82; p<0,01; eta2=0,24]. Stwierdzono efekty Grupy [F(1,14)=4,89; p<0,05; eta^2=0,15], oraz interakcji Grupy x Czas Testu [F(2,28)=11,05; p<0,001; eta^2=0,28] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu średnie wartości kątów różniły się nieistotnie statystycznie [t(13,71)=0,96; p>0,05], natomiast w efekcie treningu, w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie niższe niż w Gr. kon. [t(8,81)=-3,3; p<0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym dla kątów tułów-ramię nie odnotowano istotnych efektów Grupy [F(1,14)=2,58; p>0,05; eta^2=0,07], wpływu Czasu Testu [F(2,28)=0,4; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcji Grupy x Czas Testu [F(2,28)=2,6; p>0,05; eta^2=0,1]

Nie było znaczącego wpływu Czasu Testu dla kątów ramię-przedramię [F(2,28=2,29; p>0,05; eta^2=0,12] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Natomiast stwierdzono efekty Grupy [F(1,14)=19,93; p<0,01; eta^2=0,35], oraz interakcji Grupy x Czas Testu [F(2,28)=3,37; p<0,05; eta^2=0,13]. Za pomocą testu t Welcha odnotowano, że w efekcie treningu średnie wartości kątów różniły się nieistotnie statystycznie [t(12,69)=-0,79; p>0,05], natomiast na końcu eksperymentu [t(13,99)=-3,15; p<0,01] średnie wartości kątów w Gr. eks. były istotnie niższe niż w Gr. kon.

3.5. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja

Rozkłady wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM), przedstawiono na rycinie 35.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 35. Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami dla kątów podudzie-udo [t(12,99)=0,05; p>0,05], udo-tułów [t(13,57)=1,07; p>0,05], tułów-ramię [t(12,62)=1,03; p>0,05], ramię-przedramię [t(12,05)=-0,19; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów podudzie-udo [F(2,28)=4,27; p<0,05; eta^2=0,13]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,23; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,17; p>0,05; eta^2=0,01].

Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów udo-tułów [F(2,28)=43,03; p<0,001; eta^2=0,69] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym.

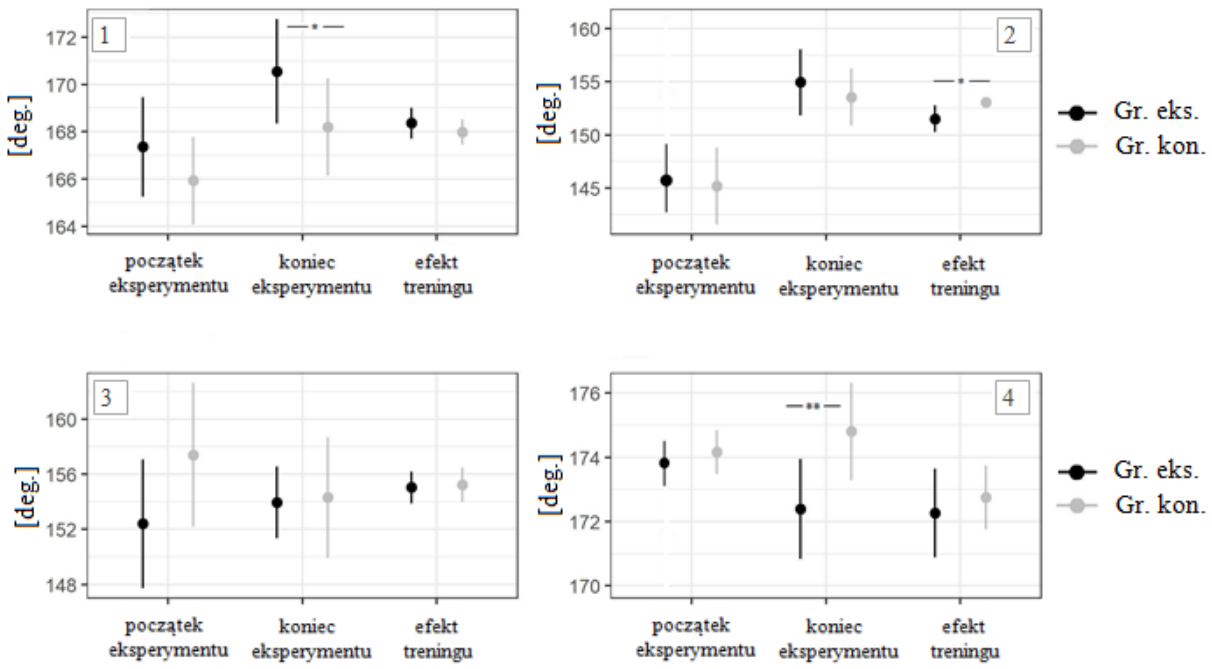
Stwierdzono efekt Grupy [F(1,14)=7,43; p<0,05; eta^2=0,13]. Nie było natomiast interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,68; p>0,05; eta^2=0,03].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym dla kątów tułów-ramię odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu [F(2,28)=31,53; p<0,05; eta^2=0,57], stwierdzono efekt Grupy [F(1,14)=119,78; p<0,001; eta^2=0,78] oraz interakcję Grupa x Czas Testu [F(2,28)=67,26; p<0,001; eta^2=0,74]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(12,64)=-6,22; p<0,001] średnie wartości kątów w Gr. eks. były istotnie niższe niż w Gr. kon. Natomiast w efekcie treningu stwierdzono różnice nieistotne statystycznie [t(13,85)=1; p>0,05].

Dla kątów ramię-przedramię odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu [F(2,28)=10,78; p<0,001; eta^2=0,33] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,83; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,16; p>0,05; eta^2=0,01].

3.6. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania

Rozkłady wartości kątów stawowych w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML), (ryc. 36).



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 36. Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami dla kątów podudzie-udo [t(13,98)=0,19; p>0,05], udo-tułów [t(13,96)=-0,6; p>0,05], tułów-ramię [t(13,81)=0,17; p>0,05], oraz ramię-przedramię [t(13,99)=0,14; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla kątów podudzie-udo [F(2,28)=3,15; p>0,05; eta^2=0,12]. Stwierdzono efekt Grupy [F(1,14)=141,54; p<0,001; eta^2=0,79] oraz interakcję Grupa x Czas Testu [F(2,28)=56,37; p<0,001; eta^2=0,72]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(13,83)=13,94; p<0,001] średnie wartości kątów w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon. Natomiast w efekcie treningu stwierdzono różnice nieistotne statystycznie [t(13,93)=-0,3; p>0,05].

Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów udo-tułów [F(2,28)=9,27; p<0,01; eta^2=0,31] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Stwierdzono efekt Grupy [F(1,14)=7,64; p<0,05; eta^2=0,15] oraz interakcję Grupa x Czas Testu [F(2,28)=12,09; p<0,01; eta^2=0,37]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(8,32)=3,48; p<0,01] średnie wartości kątów w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon. Również w efekcie treningu stwierdzono różnice istotne

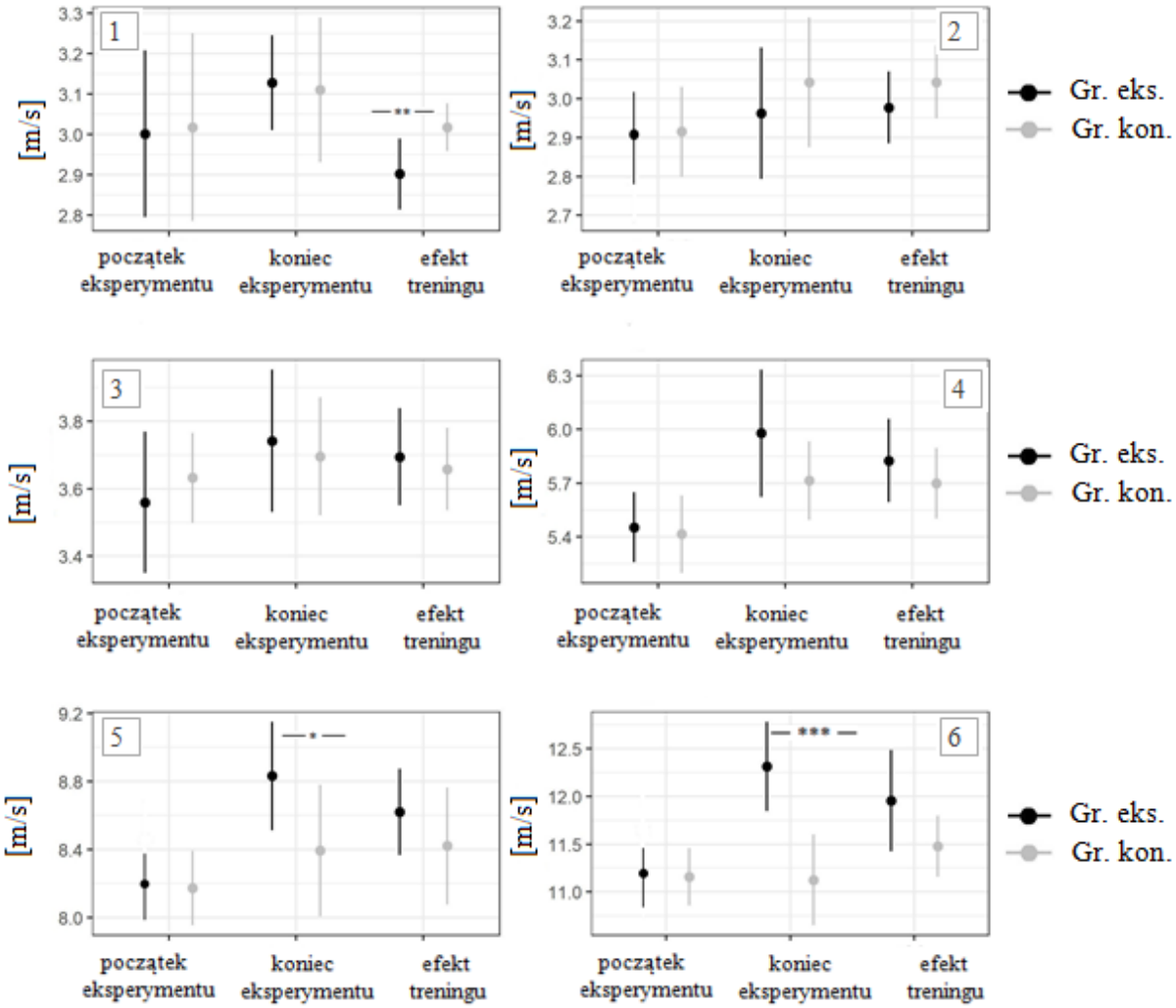
statystycznie [t(13,35)=-2,91; p<0,05], w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie niższe niż w Gr. kon.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym dla kątów tułów-ramię nie odnotowano wpływu Czasu Testu [F(2,28)=1,03; p>0,05; eta^2=0,05] oraz efektu Grupy [F(1,14)=0,93; p>0,05; eta^2=0,02]. Stwierdzono natomiast interakcję Grupa x Czas Testu [F(2,28)=15,85; p<0,001; eta^2=0,43]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(13,26)=-3,08; p<0,01] średnie wartości kątów w Gr. eks. były istotnie niższe niż w Gr. kon. Natomiast w efekcie treningu stwierdzono różnice nieistotne statystycznie [t(13,55)=-1,21; p>0,05].

Dla kątów ramię-przedramię nie odnotowano wpływu Czasu Testu [F(2,28)=0; p>0,05; eta^2=0], efektu Grupy [F(1,14)=0,52; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,9; p>0,05; eta^2=0,05] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym.

3.7. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego

Na rycinie 37 przedstawiono wartości zmian prędkości wypadkowych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR).



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 37. Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [t(13,82)=-0,15; p>0,05], kolanowego [t(13,83)=0,42; p>0,05], biodrowego [t(11,84)=-0,83; p>0,05], ramiennego [t(13,85)=0,38; p>0,05] stawu łokciowego [t(12,98)=0,72; p>0,05], oraz stawu nadgarstkowego [t(13,79)=0,65; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływu Czasu Testu dla dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [F(2,28)=6,37; p<0,01; eta^2=0,16]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,4; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,16; p>0,05; eta^2=0,4]. Za

pomocą testu t Welcha stwierdzono, że w efekcie treningu [t(12,17)=-3,11; p<0,01] prędkości wypadkowe stawu skokowego w Gr. eks. były istotnie niższe niż w Gr. kon.

Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu kolanowego [F(2,28)=13,79; p<0,001; eta^2=0,27] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=3,27; p>0,05; eta^2=0,13] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,46; p>0,05; eta^2=0,01].

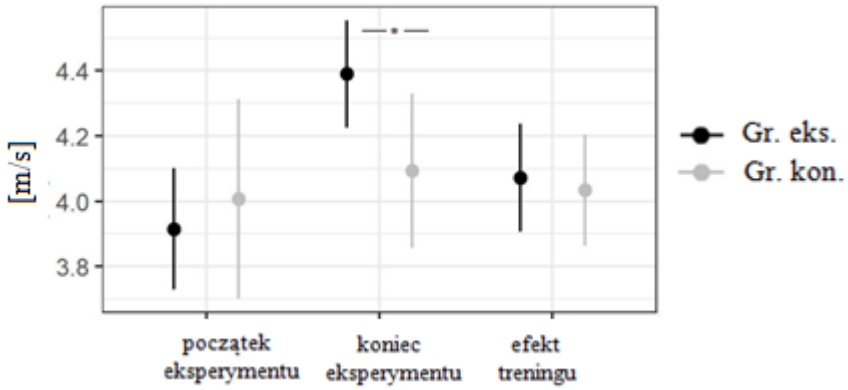
Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu biodrowego [F(2,28)=6,37; p<0,05; eta^2=0,16]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,4; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,16; p>0,05; eta^2=0,4].

Z kolei ustalono znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu ramiennego [F(2,28)=13,19; p<0,001; eta^2=0,38] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie było efektu Grupy [F(1,14)=4,06; p>0,05; eta^2=0,09] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,9; p>0,05; eta^2=0,04].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu łokciowego [F(2,28)=4,57; p<0,05; eta^2=0,17] oraz efekt Grupy [F(1,14)=10,92; p<0,05; eta^2=0,23]. Nie stwierdzono interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,71; p>0,05; eta^2=0,03]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(13,51)=2,47; p<0,05] prędkości wypadkowe stawu łokciowego w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon.

Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu nadgarstkowego [F(2,28)=6,55; p<0,01; eta^2=0,13] efektu Grupy [F(1,14)=17; p<0,01; eta^2=0,46] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=8,26; p<0,01; eta^2=0,15] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Za pomocą testu t Welcha stwierdzono, że na końcu eksperymentu [t(14)=5,07; p<0,001] prędkości wypadkowe stawu nadgarstkowego w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon.

Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR) pokazano na rycinie 38.



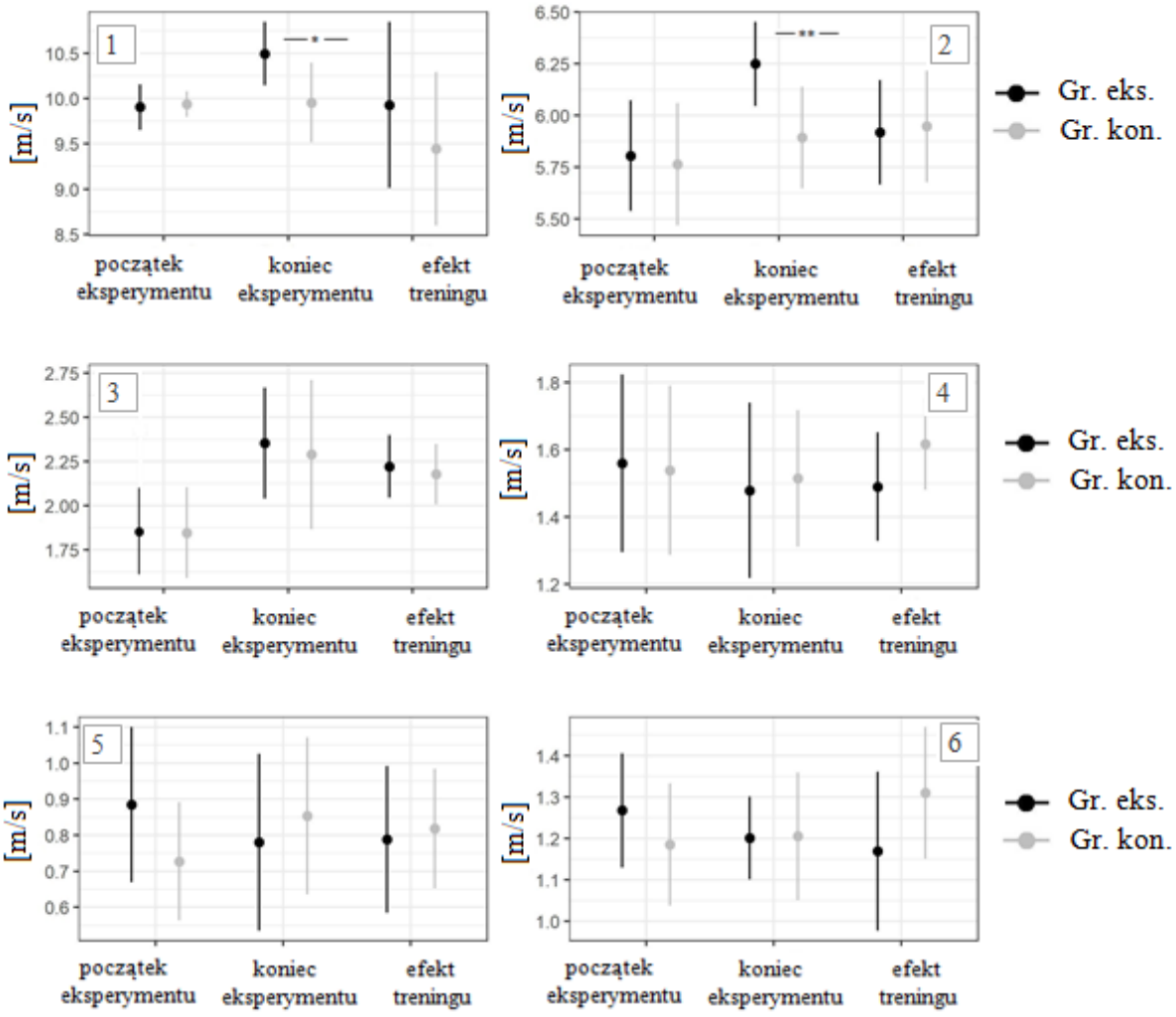
(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 38. Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym stwierdzono znaczący wpływ Czasu Testu przemieszczeń środka ciężkości (CofG) [$F(2,28)=10,03$; $p<0,01$; $eta^2=0,26$] natomiast nie odnotowano efektu Grupy [$F(1,14)=1,16$; $p>0,05$; $eta^2=0,04$]. Interakcja Grupa x Czas Testu była istotna statystycznie [$F(2,28)=4,75$; $p<0,05$; $eta^2=0,14$]. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [$t(12,48)=2,91$; $p<0,05$] przemieszczenia się środka ciężkości w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon.

3.8. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja

Na rycinie 39 przedstawiono wartości prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM).



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 39. Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [t(10,87)=-0,32; p>0,05], stawu kolanowego [t(13,87)=0,3; p>0,05], biodrowego [t(13,89)=0,29; p>0,05], stawu ramiennego [t(13,97)=0,16; p>0,05], stawu łokciowego [t(13,08)=1,65; p>0,05] oraz stawu nadgarstkowego [t(13,94)=1,16; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [F(2,28)=4,07; p<0,05; eta^2=0,15]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=3,28; p>0,05; eta^2=0,09] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,39; p>0,05; eta^2=0,06]. Za

pomocą testu t Welcha stwierdzono, że na końcu eksperymentu [t(13,37)=2,72; p<0,05] prędkości wypadkowe stawu skokowego w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon. natomiast w efekcie treningu [t(13,92)=1,1; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Wykazano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu kolanowego [F(2,28)=7,25; p<0,01; eta^2=0,19] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=1,7; p>0,05; eta^2=0,06]. Interakcja Grupa x Czas Testu była istotna statystycznie [F(2,28)=3,69; p<0,05; eta^2=0,11]. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [t(13,55)=3,16; p<0,01] prędkości wypadkowe stawu kolanowego w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon. natomiast w efekcie treningu [t(13,93)=-0,22; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie było wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu biodrowego [F(2,28)=2,16; p>0,05; eta^2=0,08]. Stwierdzono natomiast efekt Grupy [F(1,14)=5,24; p<0,05; eta^2=0,15] oraz interakcję Grupa x Czas Testu [F(2,28)=5,54; p<0,01; eta^2=0,17]. Za pomocą testu t Welcha odnotowano, że na końcu eksperymentu [t(12,93)=0,35; p>0,05] i w efekcie treningu [t(13,98)=0,49; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

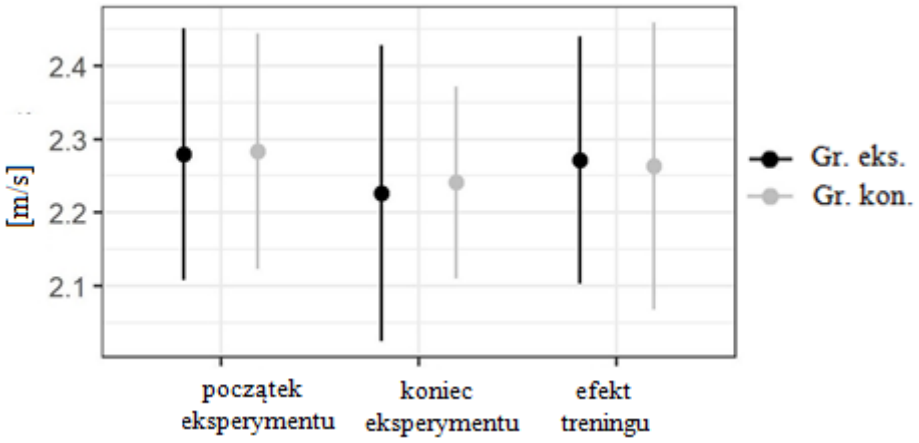
Nie stwierdzono wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu ramiennego [F(2,28)=0,49; p>0,05; eta^2=0,02], efektu Grupy [F(1,14)=0,34; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,69; p>0,05; eta^2=0,02] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [t(13,21)=-0,31; p>0,05] i w efekcie treningu [t(13,59)=-1,71; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu łokciowego [F(2,28)=0,02; p>0,05; eta^2=0], efektu Grupy [F(1,14)=0,1; p>0,05; eta^2=0] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,38; p>0,05; eta^2=0,06]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(13,81)=-0,64; p>0,05] i w efekcie treningu [t(13,45)=-0,32; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu nadgarstkowego [F(2,28)=0,28; p>0,05; eta^2=0,01], efektu Grupy [F(1,14)=0,17; p>0,05; eta^2=0] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=2,69; p>0,05; eta^2=0,1] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Za pomocą testu t Welcha

stwierdzono, że na końcu eksperymentu [t(12,03)=-0,06; p>0,05] i w efekcie treningu [t(13,53)=-1,6; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na rycinie 40 przedstawiono rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM).



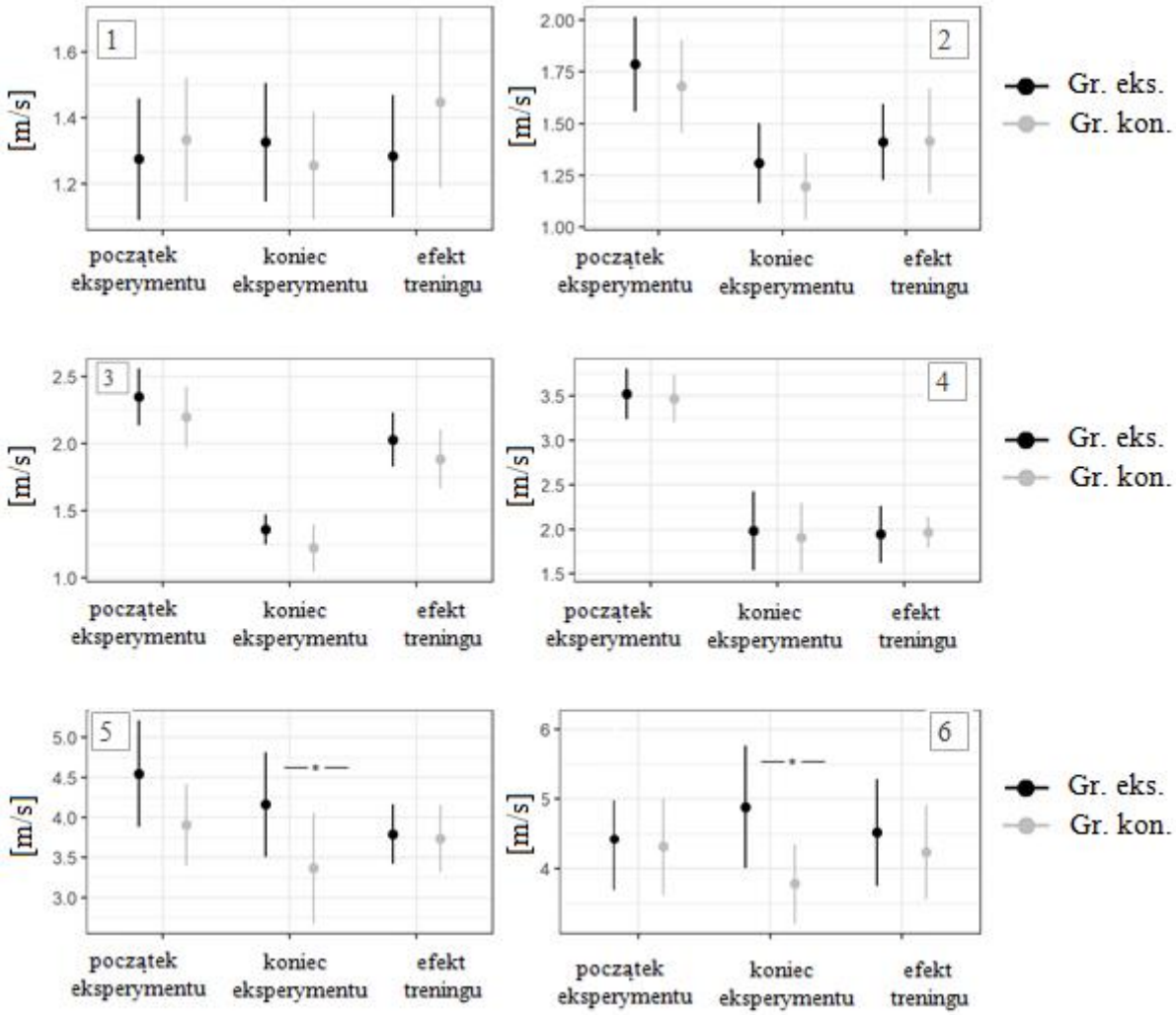
(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 40. Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu przemieszczeń środka ciężkości (CofG) [F(2,28)=0,56; p>0,05; eta^2=0,02] efektu Grupy [F(1,14)=0; p>0,05; eta^2=0] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,03; p>0,05; eta^2=0].

3.9. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania

Wartości zmian prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML), przedstawiono na rycinie 41.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 41. Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [t(14)=-0,63; p>0,05], stawu kolanowego [t(13,99)=0,94; p>0,05], stawu biodrowego [t(13,94)=1,38; p>0,05] stawu ramiennego [t(13,92)=0,37; p>0,05], stawu łokciowego [t(13,1)=2,16; p>0,05], oraz nadgarstkowego [t(13,97)=0,89; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [F(2,28)=0,69; p>0,05; eta^2=0,03], efektu Grupy [F(1,14)=0,76; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcji Grupa

x Czas Testu [F(2,28)=1,49; p>0,05; eta^2=0,06]. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [t(13,86)=0,83; p>0,05] i w efekcie treningu [t(12,65)=-1,45; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Odnotowano istotny wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu kolanowego [F(2,28)=19,78; p<0,001; eta^2=0,51] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie ustalono natomiast efektu Grupy [F(1,14)=1,75; p>0,05; eta^2=0,03] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,36; p>0,05; eta^2=0,02]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(13,6)=1,26; p>0,05] i w efekcie treningu [t(12,8)=-0,05 p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano istotny wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu biodrowego [F(2,28)=126,25; p<0,001; eta^2=0,83] oraz efekt Grupy [F(1,14)=4,89; p<0,05; eta^2=0,13]. Nie było interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,01; p>0,05; eta^2=0]. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [t(11,85)=1,85; p>0,05] i w efekcie treningu [t(13,88)=1,35 p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

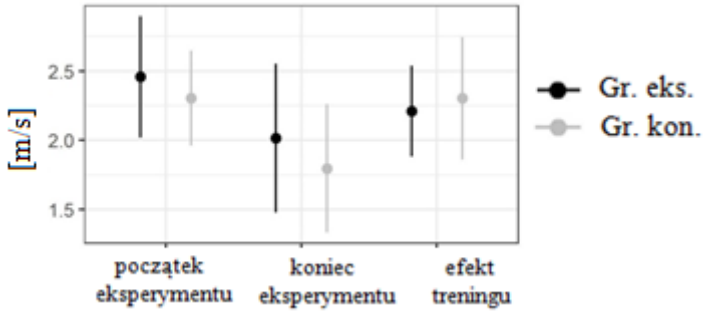
Odnotowano istotny wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu ramiennego [F(2,28)=102,14; p<0,001; eta^2=0,85] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,21; p>0,05; eta^2=0] oraz interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,08; p>0,05; eta^2=0]. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [t(13,74)=0,35; p>0,05] i w efekcie treningu [t(10,86)=-0,17 p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano istotny wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu łokciowego [F(2,28)=5,48; p<0,05; eta^2=0,14] oraz efekt Grupy [F(1,14)=5,44; p<0,05; eta^2=0,18]. Interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=2,92; p>0,05; eta^2=0,08] była nieistotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu [t(13,95)=2,37; p<0,05] prędkości wypadkowe stawu łokciowego w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon. natomiast w efekcie treningu [t(13,78)=0,28; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu nadgarstkowego [F(2,28)=2,55; p>0,05; eta^2=0,1] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Efekt Grupy [F(1,14)=11,21; p<0,01; eta^2=0,25] był istotny statystycznie, natomiast interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,77; p>0,05; eta^2=0,07] była nieistotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [t(12,02)=2,98; p<0,05] prędkości wypadkowe stawu nadgarstkowego w Gr.

eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon., natomiast w efekcie treningu [t(13,77)=0,77; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na rycinie 42 pokazano rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML).



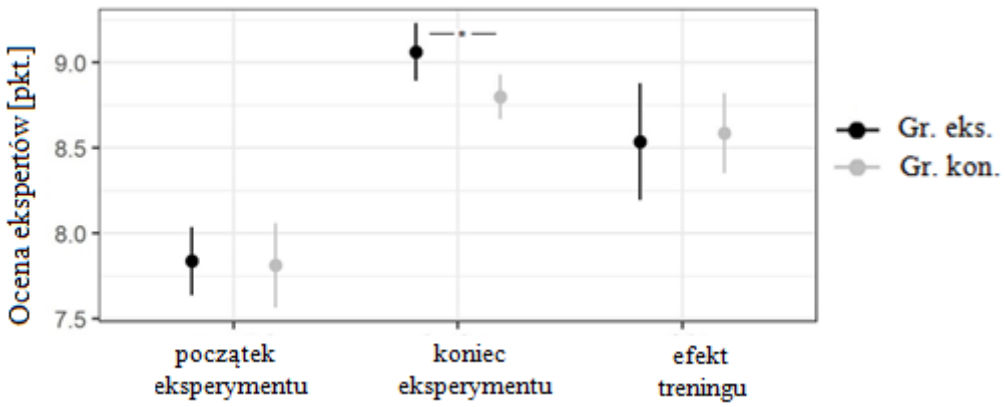
(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 42. Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano istotny wpływ Czasu Testu przemieszczeń środka ciężkości (CofG) [F(2,28)=5,74; p<0,05; eta^2=0,2]. Efekt Grupy [F(1,14)=0,48; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,64; p>0,05; eta^2=0,03] były nieistotne statystycznie.

3.10. Werbalne informacje zwrotne a skuteczność uczenia się układu ćwiczeń rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem

Efekt uczenia się układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem ukazano na rycinie 43.



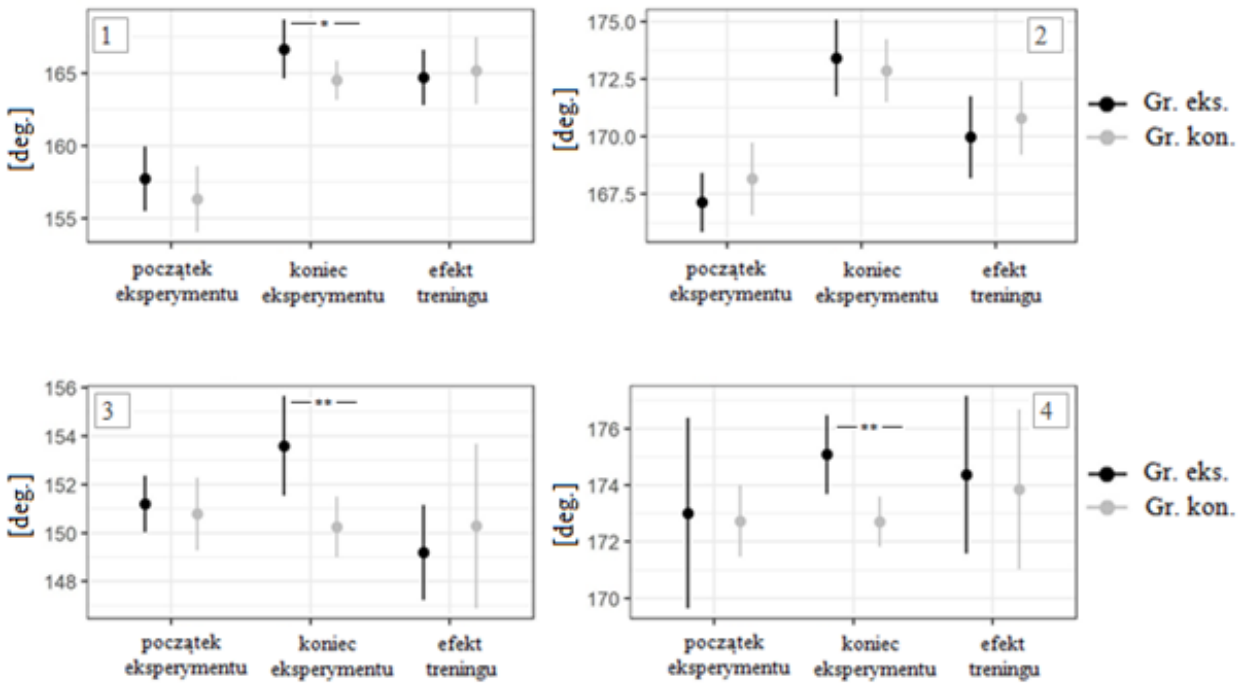
(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 43. Oceny ekspertów za wykonanie układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami [t(13,4)=0,22; p>0,05]. Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu [F(2,28)=82,92; p<0,001; eta^2=0,82]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=2,03; p>0,05; eta^2=0,03] oraz interakcji Grupy x Czas Testu [F(2,28)=1,74; p>0,05; eta^2=0,09]. Wykazano na podstawie analizy t Welcha dla danych niezależnych, że Gr. eks. z informacją zwrotną na temat kluczowych elementów uzyskała istotnie wyższe średnie oceny od sędziów na końcu eksperymentu od grupy kontrolnej, która otrzymywała informację o wszystkich błędach popełnianych w trakcie wykonywania czynności motorycznych [t(13,19)=3,48; p<0,01]. W efekcie treningu ustalono różnice nieistotne statystycznie [t(12,42)=-0,34; p>0,05].

3.11. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego

Na rycinie 44 przedstawiono rozkłady wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie UCR.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 44. Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie UCR

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami dla kątów podudzie-udo [t(14)=1,24; p>0,05], udo-tułów [t(13,45)=-1,42; p>0,05], tułów-ramię [t(13,21)=0,62 p>0,05], ramię-przedramię [t(8,94)=0,22; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów podudzie-udo [F(2,28)=85,88; p<0,001; eta^2=0,81]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=3,11; p>0,05; eta^2=0,07] oraz nie ustalono interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,72; p>0,05; eta^2=0,08]. Za pomocą testu t Welcha stwierdzono, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie wyższe niż w Gr. kon. [t(12,22)=2,49; p<0,05].

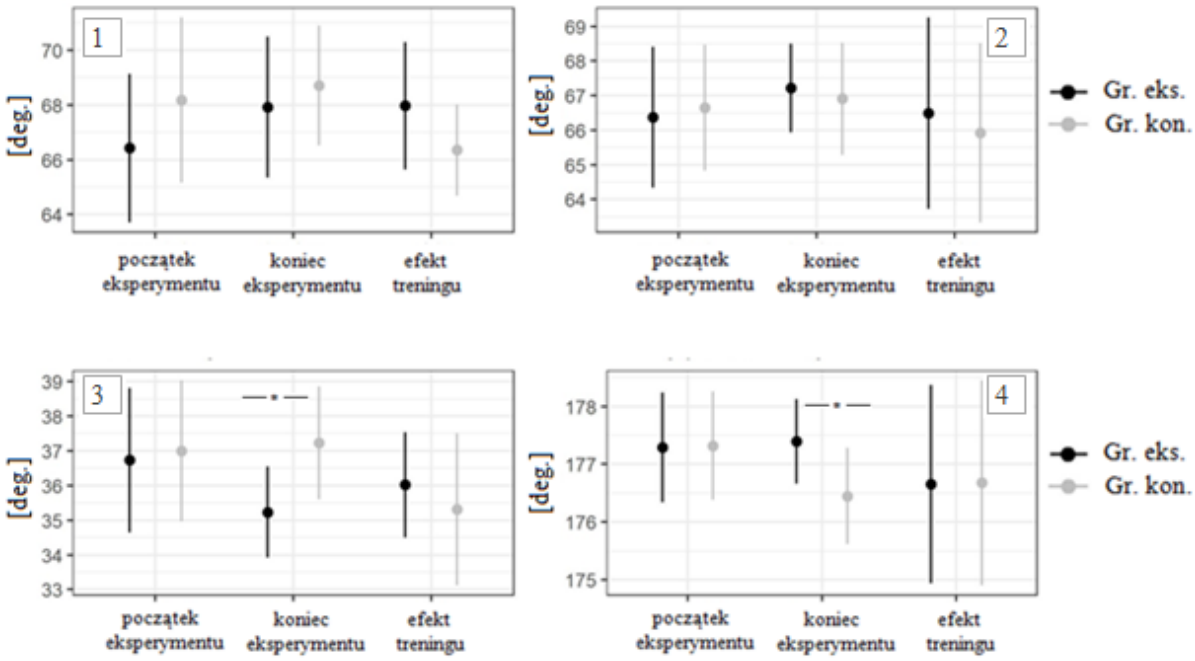
Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów udo-tułów [F(2,28)=49,2; p<0,001; eta^2=0,7] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,98; p>0,05; eta^2=0,02] oraz nie wykazano interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,2; p>0,05; eta^2=0,06].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów tułów-ramię [$F(2,28)=4,26$; $p<0,05$; $eta^2=0,18$]. Nie stwierdzono efektu Grupy [$F(1,14)=2,85$; $p>0,05$; $eta^2=0,05$]. Interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=4,5$; $p<0,05$; $eta^2=0,19$] była istotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie wyższe niż w Gr. kon. [$t(11,49)=3,93$; $p<0,01$].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla kątów ramię-przedramię [$F(2,28)=1,41$; $p>0,05$; $eta^2=0,06$]. Nie stwierdzono efektu Grupy [$F(1,14)=2,34$; $p>0,05$; $eta^2=0,06$] oraz nie stwierdzono interakcji Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=1,05$; $p>0,05$; $eta^2=0,04$]. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie wyższe niż w Gr. kon. [$t(11,85)=4,05$; $p<0,01$].

3.12. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja

Rozkłady wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie multiplikacja (UCM), przedstawiono na rycinie 45.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 45. Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami dla kątów podudzie-udo [t(13,86)=-1,22; p>0,05], udo-tułów [t(13,82)=-0,29; p>0,05], tułów-ramię [t(13,99)=-0,26; p>0,05], ramię-przedramię [t(14)=-0,06; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla kątów podudzie-udo [F(2,28)=1,81; p>0,05; eta^2=0,05]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,1; p>0,05; eta^2=0]. Interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=3,4; p<0,05; eta^2=0,09] była istotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha stwierdzono, że na końcu eksperymentu [t(13,64)=-0,66; p>0,05] i w efekcie treningu [t(12,69)=1,6; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

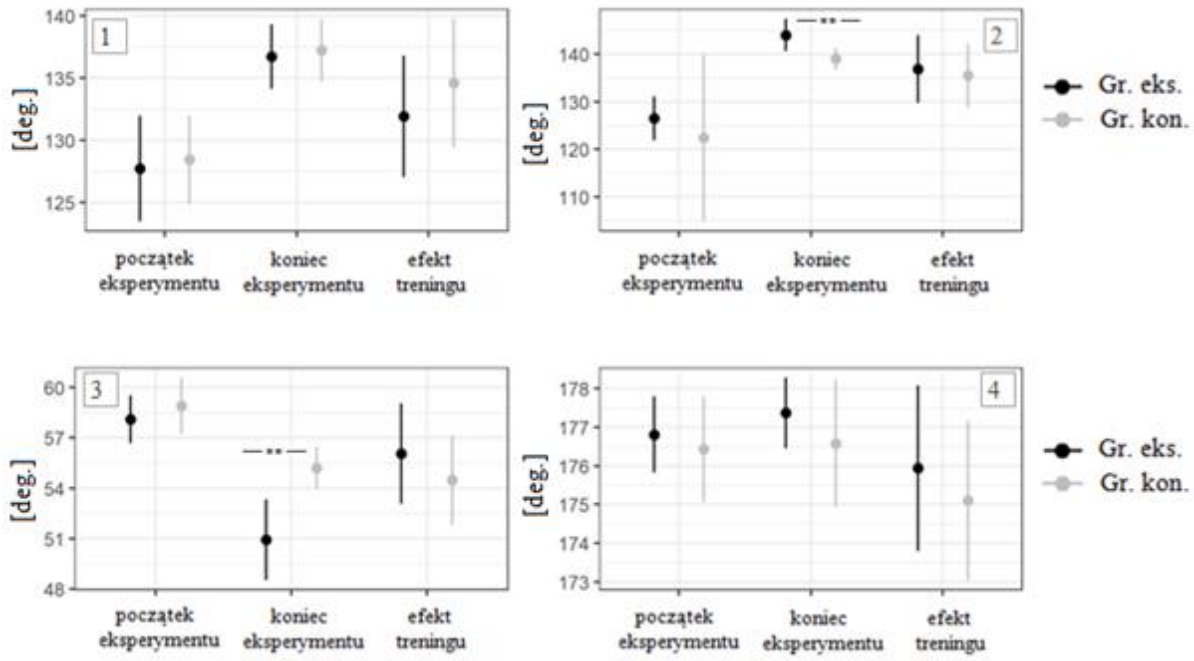
Nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla kątów udo-tułów [F(2,28)=0,92; p>0,05; eta^2=0,03]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=0,07; p>0,05; eta^2=0] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,23; p>0,05; eta^2=0,01] była nieistotna statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla kątów tułów-ramię [$F(2,28)=1,52$; $p>0,05$; $eta^2=0,08$]. Nie stwierdzono efektu Grupy [$F(1,14)=1,31$; $p>0,05$; $eta^2=0,02$]. Interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=1,99$; $p>0,05$; $eta^2=0,1$] była nieistotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha wykazano, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie niższe niż w Gr. kon. [$t(13,4)=-2,7$; $p<0,05$].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla kątów ramię-przedramię [$F(2,28)=1,17$; $p>0,05$; $eta^2=0,05$]. Nie stwierdzono efektu Grupy [$F(1,14)=0,62$; $p>0,05$; $eta^2=0,02$]. Interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=0,89$; $p>0,05$; $eta^2=0,04$] była nieistotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie wyższe niż w Gr. kon. [$t(13,78)=2,42$; $p<0,05$].

3.13. Zmiany wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania

Na rycinie 46 przedstawiono rozkłady wartości kątów stawowych w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML).



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 46. Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie pomiędzy grupami dla kątów podudzie-udo [t(13,59)=-0,37; p>0,05], udo-tułów [t(7,96)=0,64; p>0,05], tułów-ramię [t(13,66)=-1,04; p>0,05], ramię-przedramię [t(12,77)=0,63; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów podudzie-udo [F(2,28)=18,09; p<0,001; eta^2=0,49]. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=1,75; p>0,05; eta^2=0,03] oraz nie stwierdzono interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,32; p>0,05; eta^2=0,02].

Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów udo-tułów [F(2,28)=14,97; p<0,001; eta^2=0,44] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Nie stwierdzono efektu Grupy [F(1,14)=2,52; p>0,05; eta^2=0,04] oraz nie stwierdzono interakcji Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,17; p>0,05; eta^2=0,01]. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie wyższe niż w Gr. kon. [t(12,37)=3,39; p<0,01].

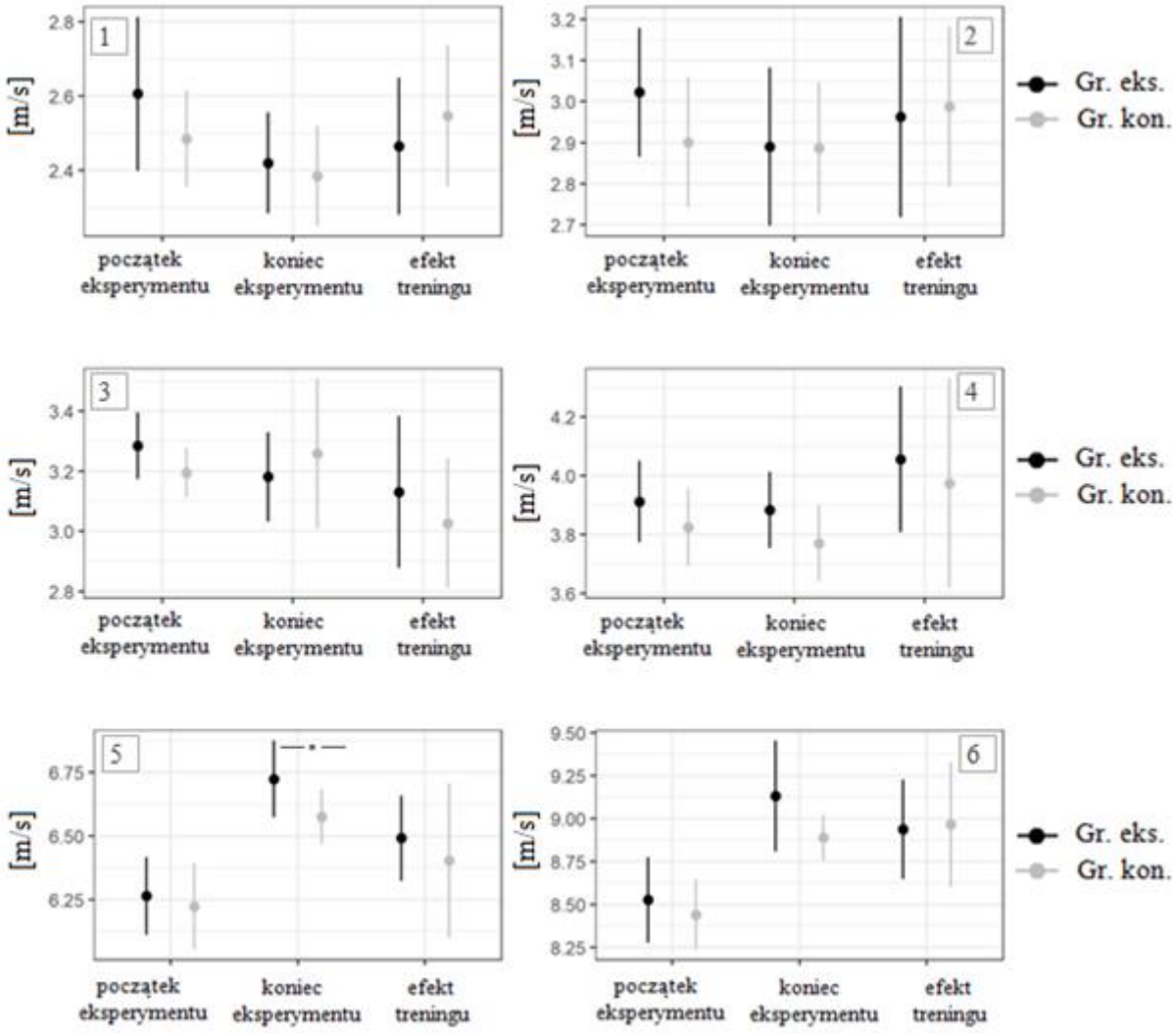
Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów tułów-ramię [$F(2,28)=24,58$; $p<0,001$; $eta^2=0,55$]. Nie stwierdzono efektu Grupy [$F(1,14)=3,74$; $p>0,05$; $eta^2=0,08$]. Interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=7,05$; $p>0,01$; $eta^2=0,26$] była istotna statystycznie. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu w Gr. eks. średnie wartości kątów były istotnie niższe niż w Gr. kon. [$t(10,66)=-4,45$; $p<0,01$].

Odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla kątów ramię-przedramię [$F(2,28)=3,79$; $p<0,05$; $eta^2=0,15$] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym.

Nie stwierdzono efektu Grupy [$F(1,14)=1,96$; $p>0,05$; $eta^2=0,05$]. Interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=0,11$; $p>0,05$; $eta^2=0$] była nieistotna statystycznie.

3.14. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego

Wartości zmian prędkości wypadkowych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR) pokazano na rycinie 47.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 47. Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [$t(11,71)=1,4$; $p>0,05$], stawu kolanowego [$t(14)=1,54$; $p>0,05$], stawu biodrowego [$t(12,87)=1,84$; $p>0,05$], stawu ramiennego [$t(13,97)=1,3$; $p>0,05$], stawu łokciowego [$t(13,84)=0,51$; $p>0,05$], stawu nadgarstkowego [$t(13,5)=0,75$; $p>0,05$].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [$F(2,28)=3,78$; $p<0,05$; $eta^2=0,13$]. Efekt Grupy [$F(1,14)=0,2$; $p>0,05$; $eta^2=0,01$] oraz

interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,79; p>0,05; eta^2=0,07] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu kolanowego [F(2,28)=0,98; p>0,05; eta^2=0,05]. Efekt Grupy [F(1,14)=0,4; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,67; p>0,05; eta^2=0,03] były nieistotne statystycznie.

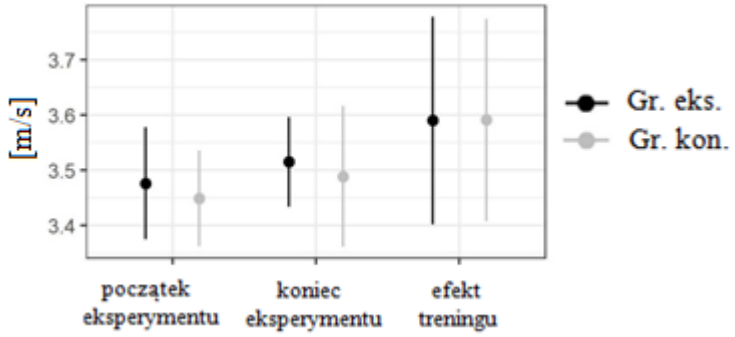
Stwierdzono znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu biodrowego [F(2,28)=4,23; p<0,05; eta^2=0,14] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Efekt Grupy [F(1,14)=0,38; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,4; p>0,05; eta^2=0,05] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu ramiennego [F(2,28)=5,01; p<0,05; eta^2=0,15]. Efekt Grupy [F(1,14)=1,59; p>0,05; eta^2=0,06] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,04; p>0,05; eta^2=0] były nieistotne statystycznie.

Wykazano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu łokciowego [F(2,28)=18,13; p<0,001; eta^2=0,48] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Efekt Grupy [F(1,14)=3,43; p>0,05; eta^2=0,07] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,32; p>0,05; eta^2=0,02] były nieistotne statystycznie. Za pomocą testu t Welcha odnotowano, że na końcu eksperymentu [t(12,53)=2,28; p<0,05] prędkości wypadkowe stawu łokciowego w Gr. eks. były istotnie wyższe niż w Gr. kon. natomiast w efekcie treningu [t(13,78)=0,28; p>0,05] różnice były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym ustalono znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu nadgarstkowego [F(2,28)=23,68; p<0,001; eta^2=0,46]. Efekt Grupy [F(1,14)=1,1; p>0,05; eta^2=0,04] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,32; p>0,05; eta^2=0,05] były nieistotne statystycznie.

Na rycinie 48 przedstawiono rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR).



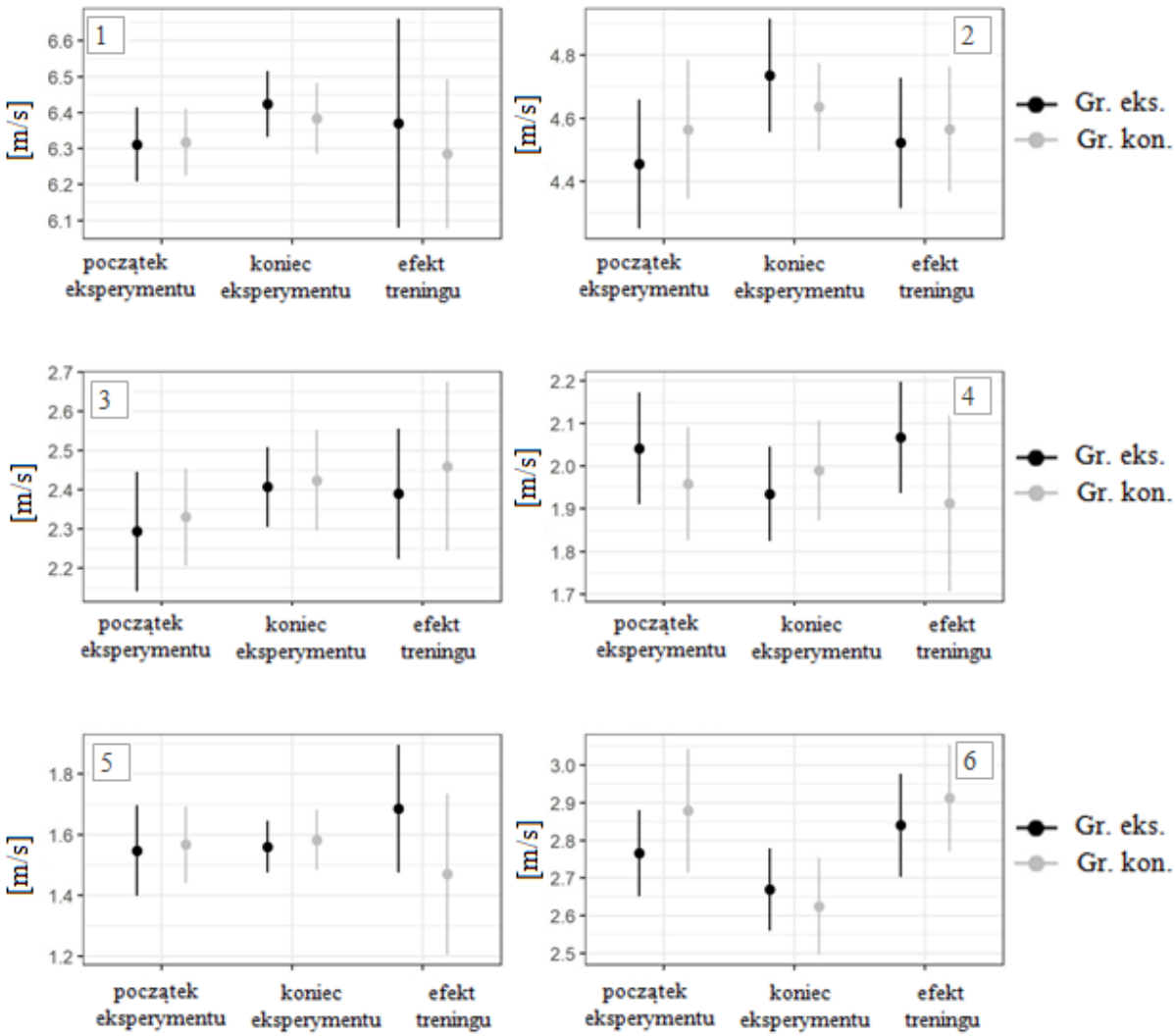
(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 48. Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano istotny wpływ Czasu Testu przemieszczeń środka ciężkości (CofG) [$F(2,28)=3,93$; $p<0,05$; $eta^2=0,15$]. Efekt Grupy [$F(1,14)=0,18$; $p>0,05$; $eta^2=0$] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=0,06$; $p>0,05$; $eta^2=0$] były nieistotne statystycznie.

3.15. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja

Wartości zmian prędkości wypadkowych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM), pokazano na rycinie 49.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 49. Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [t(13,87)=-0,13; p>0,05], stawu kolanowego [t(13,92)=-1,04; p>0,05], stawu biodrowego [t(13,43)=-0,54; p>0,05], stawu ramiennego [t(14)=1,25; p>0,05], stawu łokciowego [t(13,61)=-0,29; p>0,05], stawu nadgarstkowego [t(12,51)=-1,59; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [F(2,28)=1,3; p>0,05;

eta^2=0,06]. Efekt Grupy [F(1,14)=0,74; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,29; p>0,05; eta^2=0,01] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu kolanowego [F(2,28)=2,94; p>0,05; eta^2=0,15]. Efekt Grupy [F(1,14)=0,24; p>0,05; eta^2=0] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,97; p>0,05; eta^2=0,06] były nieistotne statystycznie.

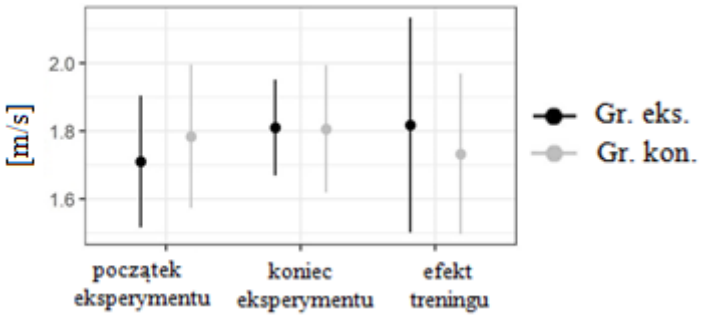
Nie stwierdzono wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu biodrowego [F(2,28)=3,16; p>0,05; eta^2=0,11] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Efekt Grupy [F(1,14)=0,68; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,15; p>0,05; eta^2=0,01] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie wykazano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu ramiennego [F(2,28)=0,26; p>0,05; eta^2=0,01]. Efekt Grupy [F(1,14)=3,4; p>0,05; eta^2=0,05] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,94; p>0,05; eta^2=0,1] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie stwierdzono wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu łokciowego [F(2,28)=0,06; p>0,05; eta^2=0]. Efekt Grupy [F(1,14)=1,71; p>0,05; eta^2=0,03] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=2,43; p>0,05; eta^2=0,11] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu nadgarstkowego [F(2,28)=13,78; p<0,01; eta^2=0,38]. Efekt Grupy [F(1,14)=1,3; p>0,05; eta^2=0,03] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,61; p>0,05; eta^2=0,07] były nieistotne statystycznie.

Na rycinie 50 przedstawiono rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM).



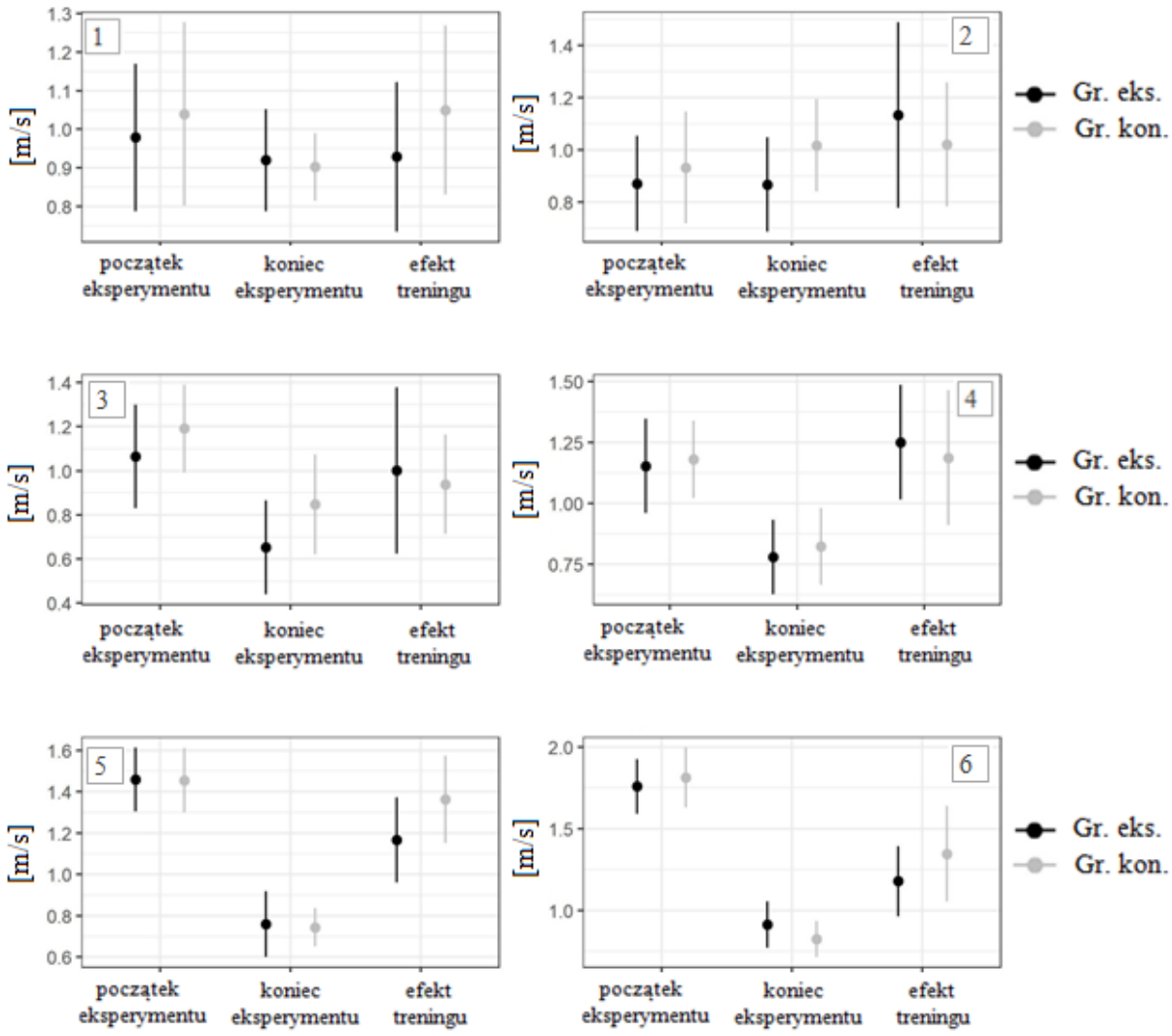
(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 50. Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie wykazano wpływu Czasu Testu przemieszczeń środka ciężkości (CofG) [$F(2,28)=0,31$; $p>0,05$; $eta^2=0,02$]. Efekt Grupy [$F(1,14)=0,01$; $p>0,05$; $eta^2=0$] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=0,51$; $p>0,05$; $eta^2=0,02$] były nieistotne statystycznie.

3.16. Zmiany prędkości wypadkowych poszczególnych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania

Wartości zmian prędkości wypadkowych części ciała w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML), pokazano na rycinie 51.



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 51. Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)

Za pomocą testu t Welcha dla danych niezależnych na początku eksperymentu wykazano różnice nieistotne statystycznie dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [t(13,38)=-0,57; p>0,05], stawu kolanowego [t(13,65)=-0,62; p>0,05], stawu biodrowego [t(13,63)=-1,16; p>0,05], stawu ramiennego [t(13,47)=-0,31; p>0,05], stawu łokciowego [t(14)=0,05; p>0,05], stawu nadgarstkowego [t(13,88)=-0,63; p>0,05].

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie odnotowano wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu skokowego [F(2,28)=1,02; p>0,05; eta^2=0,06]. Efekt Grupy [F(1,14)=2,09; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,46; p>0,05; eta^2=0,03] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym nie stwierdzono wpływu Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu kolanowego [F(2,28)=2,16; p>0,05; eta^2=0,1]. Efekt Grupy [F(1,14)=0,33; p>0,05; eta^2=0,01] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,16; p>0,05; eta^2=0,06] były nieistotne statystycznie.

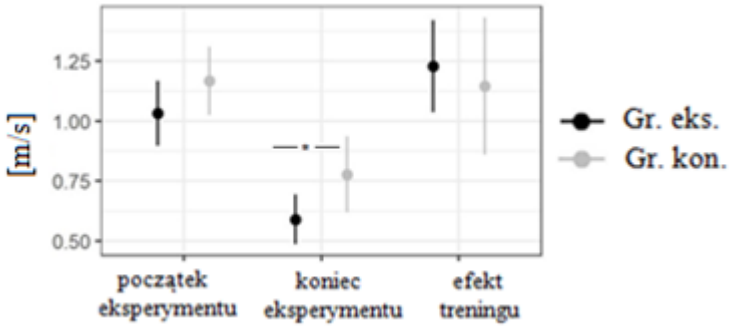
Wykazano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu biodrowego [F(2,28)=8,96; p<0,01; eta^2=0,3] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Efekt Grupy [F(1,14)=1,4; p>0,05; eta^2=0,03] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,12; p>0,05; eta^2=0,05] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu ramiennego [F(2,28)=19,79; p<0,001; eta^2=0,49]. Efekt Grupy [F(1,14)=0; p>0,05; eta^2=0] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=0,32; p>0,05; eta^2=0,02] były nieistotne statystycznie.

Stwierdzono znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu łokciowego [F(2,28)=78,63; p<0,001; eta^2=0,78] na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym. Efekt Grupy [F(1,14)=1,38; p>0,05; eta^2=0,03] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=2,13; p>0,05; eta^2=0,09] były nieistotne statystycznie.

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym wykazano znaczący wpływ Czasu Testu dla prędkości wypadkowych stawu nadgarstkowego [F(2,28)=95,3; p<0,001; eta^2=0,81]. Efekt Grupy [F(1,14)=0,58; p>0,05; eta^2=0,02] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [F(2,28)=1,86; p>0,05; eta^2=0,08] były nieistotne statystycznie.

Na rycinie 52 przedstawiono rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML).



(Oznaczenia patrz ryc. 33)

Ryc. 52. Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)

Na podstawie analizy wariancji ANOVA w schemacie mieszanym odnotowano znaczący wpływu Czasu Testu przemieszczeń środka ciężkości (CofG) [$F(2,28)=41,22$; $p<0,001$; $eta^2=0,63$]. Efekt Grupy [$F(1,14)=1,91$; $p>0,05$; $eta^2=0,05$] oraz interakcja Grupa x Czas Testu [$F(2,28)=2,92$; $p>0,05$; $eta^2=0,11$] były nieistotne statystycznie. Za pomocą testu t Welcha ustalono, że na końcu eksperymentu [$t(12,1)=-2,79$; $p<0,05$] przemieszczenia się środka ciężkości w Gr. eks. były istotnie niższe niż w Gr. kon. natomiast w efekcie treningu [$t(12,25)=0,68$; $p>0,05$] różnice były nieistotne statystycznie.

4. Dyskusja

Trenerzy, nauczyciele wychowania fizycznego i sportowcy, poszukują metod ułatwiających nauczanie czynności motorycznych, a informacja zwrotna jest uważana za istotną część procesu nauczania. W procesie nauczania i uczenia się motorycznego zainteresowano się informacyjną funkcją informacji zwrotnej. W tym kontekście specjaliści wskazali na częstość przekazu i dokładność informacji zwrotnych (Carlos Martínez i wsp., 2016; Akinci i Kirazci, 2020; Niźnikowski i Sadowski, 2020).

W związku z powyższym w pracy poruszono problematykę poszukiwania i wdrażania do procesu szkolenia w dyscyplinach czy konkurencjach sportu o złożonej strukturze ruchu skutecznych werbalnych informacji zwrotnych dotyczących błędów w całej strukturze czynności motorycznej lub jej kluczowych elementach. W tym celu analizowano układy ćwiczeń: salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych (UĆSPP) oraz rundak salto kuczne w tył na równoważni (UĆRST), które stanowią istotną część układów gimnastycznych prezentowanych przez zawodniczki na zawodach. Potwierdza to złożoność analizowanych czynności motorycznych oraz zbieżność ze specyfiką tej dyscypliny sportu.

Dlatego celem badań było określenie wpływu werbalnej informacji zwrotnej na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych i rundaka – salta kucznego w tył na równoważni.

W pierwszej kolejności starano się udzielić odpowiedzi na pytanie: które elementy fazowej struktury czynności motorycznej salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych oraz rundaka – salta kucznego w tył na równoważni są kluczowe ze względu na jakość wykonania? Ustalono, że można zidentyfikować kluczowe elementy w fazie przygotowawczej, głównej i końcowej. Liczne badania wskazują na zainteresowanie autorów biomechaniczną i kinematyczną strukturą ćwiczeń gimnastycznych (Brüggemann, 1983; Bardy i Laurent, 1994; Cuk i Ferkolj, 2000; Hraski i Mejovsek, 2004; Huang i Hsu, 2009; Mkaouer i wsp., 2012).

Według wielu autorów kluczowym elementem techniki sportowej jest pozycja ciała, determinująca skuteczność rozwiązania zadania motorycznego przez sportowca (Czabański, 1998; Naglak 1999; James i wsp., 2003; Sadowski i wsp., 2005; Sadowski i wsp., 2009; Andreeva, 2013; Bołoban, 2013; Litvinenko i wsp., 2014; Potop i Cretu, 2015; Niźnikowski i wsp., 2019). W pracy jako kluczowe elementy techniki określono: w fazie przygotowawczej – układ ciała rozruchowy (UCR), w fazie głównej – układ ciała

multiplikacja (UCM) i w fazie końcowej – układ ciała w momencie lądowania (UCML) (Gervais i Dunn, 2003; King i Yeadon, 2004; Dovalil, 2005; Niźnikowski i wsp., 2011; Sadowski i wsp., 2012; Litvinenko i wsp., 2014).

W fazie przygotowawczej UĆSPP oraz UĆRST zidentyfikowano układ ciała rozruchowy (UCR), określany jako optymalne położenie bioogniw ciała w ostatnim momencie fazy przygotowawczej, bezpośrednio przed wyskokiem w górę. Układ ciała rozruchowy determinuje wysokość fazy lotu, prędkość rotacji ciała oraz poprawną technikę całego układu (Knoll, 1992; Yeadon, 1993; Yeadon i Mikulcik, 1996; Sadowski i wsp., 2005; Niźnikowski i Sadowski, 2019; Niźnikowski i wsp., 2019). Stwierdzono, że właściwe ułożenie ciała w tej fazie gwarantuje wysoki wyskok w górę będący podstawą poprawnego wykonania elementu technicznego układu ćwiczeń, co w swoich badaniach potwierdzają również Mkaouer i współautorzy (2013), którzy przeprowadzili analizę kinematyczną i kinetyczną dwóch akrobacji gimnastycznych: rundak – przerzut w tył oraz rundak – salto tempowe połączone z saltem prostym w tył. UCR determinuje jakość wykonania całego układu ćwiczeń gimnastycznych, a błędy techniczne popełnione na jego etapie uniemożliwiają zawodnikowi przyjęcie poprawnej pozycji ciała podczas dalszej fazy czynności motorycznej. Stwierdzono, że UCR podczas wykonywania fazy końcowej przerzutu w przód, poprzedzającego salto proste w przód zakończone stabilnym lądowaniem, charakteryzuje się pochyloną pozycją ciała (UĆSPP – kąt biodro-tułów 155,85°, UĆRST – kąt biodro-tułów 171,67°). UCR wykonano przed pionem, na palcach z ramionami skierowanymi w górę w przód, co zbieżne jest z wynikami zaprezentowanymi przez Sadowskiego i współautorów (2005). Autorzy w swojej pracy opisali pozycję ciała rozruchową jako pozycję na palcach i pochyloną, kąty były zróżnicowane u gimnastyków, ale mieściły się w zakresie do 7° przed pionem i do 5° za pionem. Również w badaniach Niźnikowskiego i współautorów (2011) kąty stawów biodrowych zostały przedstawione jako najbardziej charakterystyczne podczas wykonywania układu gimnastycznego i wynosiły w fazie UCR odpowiednio 184.040 (±5.210) w grupie eksperymentalnej i 185.580 (±4.440) w grupie kontrolnej. Badania zostały przeprowadzone na grupie akrobatów w wieku 10-11 lat.

Natomiast powodem zróżnicowanych prędkości zwłaszcza stawu barkowego 5,4 m/s (UĆSPP), 3,75 m/s (UĆRST) i prędkości stawu nadgarstkowego 10,29 m/s (UĆSPP), 8,49 m/s (UĆRST) był dynamiczny wznos tułowia, w celu efektywnego wykorzystania sprężysto-usztywnionego współdziałania z podłożem i wykonania wyskoku w górę w przód z jednoczesnym obrotem na wznoszącej części trajektorii lotu. Środek ciężkości

ciała poruszał się z prędkością 3,72 m/s (UĆSPP) i 3,36 m/s (UĆRST) co zbieżne jest z wynikami Banerjee i współautorów (2014), gdzie podczas wykonania salta w tył środek ciężkości ciała poruszał się z prędkością 4.11m/s ± 1.82. Z kolei w badaniach Litvinenko i współautorów (2014), odnotowano prędkości stawu barkowego i nadgarstkowego w UCR, odpowiednio 8,17 m/s i 17,85 m/s podczas wykonania podwójnego salta prostego w tył wykonanego na ścieżce akrobatycznej, środek ciężkości ciała poruszał się z większą prędkością – 5,93 m/s. Dodatkowo w badaniach Geiblinger i współautorów (1995) odnotowano podobne prędkości środka ciężkości ciała podczas wyskoku do podwójnego salta w tył, odpowiednio 4.2 ± 0.46 m/s u mężczyzn i 3.54 ± 0.85 m/s u kobiet. Nieznacznie wyższe prędkości środka ciężkości odnotowali Brüggemann (1983), Hwang i współautorzy (1990) oraz Newton i współautorzy (1993), odpowiednio: 4,57 m/s, 4,46 m/s i 5,8 m/s, jednakże badania zostały przeprowadzone wśród zawodników gimnastyki sportowej, co świadczyć może o większej dynamice odbicia.

Charakterystycznym było utrzymanie UCR przez krótki czas podczas wykonania UĆSPP i UĆRST (odpowiednio czas wykonania 0,12 s i 0,08 s). Pośrednio może to świadczyć o wysokim poziomie koordynacji ruchowej i „czuciu granic" pionowej pozycji ciała na równoważni i planszy ćwiczeń wolnych. Potwierdzeniem tego może być ułożenie prędkości wypadkowych bioogniw ciała, które przenikają przez siebie tworząc swoisty „węzeł". Pozwala to gimnastyczce na technicznie dokładne „wejście" w główną fazę układu ćwiczeń. Poszczególne detale wykonywania przez gimnastyczkę UCR dają możliwość dalszego doskonalenia nawyku ruchowego wykonywania tego kluczowego elementu techniki sportowej, po którym powinno nastąpić odbicie po optymalnej trajektorii lotu, zgrupowanie oraz stabilne lądowanie. W swoich badaniach potwierdzają to McNitt-Gray (2001) oraz Bradshaw i współautorzy (2010). Autorzy wskazują, że umiejętnie wykonany, w krótkim czasie, kontakt kończyn górnych lub kończyn dolnych na przyrządach gimnastycznych (plansza ćwiczeń wolnych, równoważnia) może przełożyć się na uzyskaną prędkość zawodnika w czasie wznoszącej części trajektorii lotu, a tym samym wydłużyć czas lotu lub odległość. Będzie to możliwe pod warunkiem, że zawodnik stworzy wystarczający impuls przez przyjęcie odpowiedniego układu ciała. Dodatkowo w badaniach Litvinenko i współautorów (2014) podczas wykonania podwójnego salta prostego w tył na ścieżce akrobatycznej UCR wykonano w czasie 0,58 s, co również charakteryzuje się krótkim czasem utrzymania.

W dalszej kolejności zidentyfikowano układ ciała multiplikacja (UCM), który określa element w fazie głównej układu ćwiczeń. Na podstawie wyników badań

stwierdzono, że zadaniem gimnastyczki podczas układu ciała multiplikacja jest zgrupowanie się, czyli przyciągnięcie kolan do klatki piersiowej w celu utrzymania prędkości obrotowej. Na podstawie uzyskanych danych stwierdzono zmiany momentu bezwładności ciała. Dlatego odnotowano większą prędkość stawów skokowych i kolanowych na wznoszącej się części trajektorii lotu, które wspomagają ruch obrotowy wokół osi poprzecznej ciała, odpowiednio: 8,45 m/s i 5,63 m/s podczas układu UĆSPP i 5,62 m/s i 6,01 m/s podczas układu UĆRST. Według Potop i współautorów (2013a; 2013b) poprawna technika w tej fazie zwiększa prędkość obrotu i umożliwia rozgrupowanie oraz dokładne planowanie lądowania. Litvinenko i współautorzy (2014) badając kluczowe elementy podczas wykonania podwójnego salta prostego w tył na ścieżce akrobatycznej również określili, że podczas układu ciała multiplikacja następuje wznosząca trajektoria lotu oraz ruch obrotowy wokół osi poprzecznej, o czym świadczą zwiększone prędkości stawów skokowych – 14,53 m/s i kolanowych – 9,54m/s. Ponadto autorzy stwierdzili, że układ ciała multiplikacja determinuje element w fazie głównej oraz przygotowuje do rozgrupowania, czyli przejścia do lądowania. Również w badaniach Sadowskiego i współautorów (2009) podczas wykonania podwójnego salta w tył odnotowano zwiększenie prędkości stawów skokowych z 6,4 m/s do 10,2 m/s. Podobnie według Bradshaw i współautorów (2010) umiejętnie przyjęty układ ciała w czasie wznoszącej części trajektorii lotu może przełożyć się na uzyskaną prędkość wydłużając czas lotu lub odległość. Istotnym zadaniem gimnastyczki w tym kluczowym elemencie jest szybkie zgrupowanie na wznoszącej się części toru lotu, o czym świadczą kąty: udo-tułów 62,19° podczas UĆRST (salto kuczne) oraz kąt udo-tułów 204,48° podczas UĆSPP (salto proste). Jak również czas wykonania UCM odpowiednio 0,45 s podczas UĆSPP i 0,44 s podczas UĆRST wskazują na potrzebę szybkiego zgrupowania, co w swoich badaniach potwierdzają Cuk i Ferkolj (2000). Autorzy w swoich badaniach odnotowali czas zgrupowania 0,80 s w elementach z pojedynczym obrotem poprzecznym i powyżej 1 s podczas wykonania elementów z podwójnym obrotem.

W układzie UĆSPP podczas UCM gimnastyczka wykonuje obrót wyginając ciało w celu utrzymania prędkości obrotowej i "wejścia" w salto bez utraty prędkości. W ten sposób gimnastyczka przygotowuje się do stabilnego lądowania. Podobnie podczas wykonania układu rundak – salto kuczne w tył w badaniach Niźnikowskiego i współautorów (2011), kąty udo-tułów wyniosły odpowiednio 55.23° w grupie eksperymentalnej i 53.15° w grupie kontrolnej. Kąt zgrupowania, prędkość obrotu, jego wysokość i czas trwania charakteryzują poziom sprawności specjalnej u gimnastyczek.

Natomiast w badaniach Sadowskiego i współautorów (2005) podczas wykonania salta kucznego w tył kąt udo-tułów wyniósł 48,15 ± 1,01 °, co również świadczy o zgrupowaniu na wznoszącej części lotu. Zaś w fazie końcowej zidentyfikowano układ ciała w momencie lądowania (UCML), będący jednym z najważniejszych elementów struktury czynności motorycznej, który jest także podstawą wysokiej oceny sędziowskiej w sytuacji zawodów gimnastycznych. Również Sadowski i współautorzy (2012) zwracają uwagę, że błędy popełniane podczas lądowań najczęściej decydują o ostatecznym wyniku sportowym, co ważne jest z punktu widzenia prowadzenia procesu szkolenia. Ponadto Marinšek (2010) oraz Marinšek i Čuk (2010) wskazują na niski wskaźnik poprawnych lądowań podczas zawodów gimnastycznych.

Na podstawie wyników badań ustalono, że lądowanie charakteryzuje się sprężystym współdziałaniem kończyn dolnych z podłożem, sprzyjającym przyjęciu optymalnej pozycji półprzysiadu z ramionami w przód w dół na zewnątrz. Stabilne lądowanie charakteryzował kąt udo-tułów 125,86° podczas UĆSPP i 130,08° podczas UĆRST. Przedstawione wyniki zbieżne są z wynikami zaprezentowanymi przez King i Yeadon, (2004) – 116°, Sadowskiego i współautorów (2005, 2009) – 161,40 ± 1,78°; 159,4±1.93°; Potop i Cretu (2015) – 132,5°. Różnice w kątach udo-tułów wynikać mogą z różnego poziomu technicznego badanych gimnastyków oraz trudności wykonywanych układów gimnastycznych. Podobnie Sadowski i współautorzy (2009) oraz Potop i współautorzy (2013a; 2013b) zwracają uwagę, że w końcowej fazie czynności motorycznej kluczowym elementem jest ostateczne ułożenie ciała, charakteryzujące się stabilnością lądowania lub stworzeniem warunków do kolejnej kombinacji ćwiczeń.

Kluczowe elementy techniki sportowej odgrywają istotną rolę w procesie uczenia się i nauczania złożonych czynności motorycznych, ponieważ stanowią podstawę do budowania przebiegu procesu dydaktycznego w fazowej strukturze ćwiczeń sportowych. Zbieżne poglądy prezentuje McGinnis (2005), który w swoich badaniach stwierdza, że wiedza o kluczowych elementach techniki determinuje wynik sportowy w gimnastyce. Zbyt precyzyjna informacja zwrotna może być równie nieskuteczna co zbyt ogólna informacja zwrotna na co w swoich badaniach uwagę zwracają Wright i współautorzy (1997). Uczący się, są w stanie jednorazowo efektywnie przetwarzać ograniczoną liczbę informacji zwrotnej. W związku z tym, w celu poprawy skuteczności uczenia się złożonych czynności motorycznych informacje zwrotne powinny mieć na celu skupienie uwagi na kluczowych elementach zadania motorycznego (Mawer, 1990; Masser, 1993; Potop i Cretu, 2015; Niźnikowski i wsp., 2019).

Przeprowadzone badania naukowe pozwoliły uzyskać wiedzę o kluczowych elementach techniki wykonania zadania motorycznego, aby skutecznie dobrać metody treningowe. Programy nauczania skierowane na doskonalenie kluczowych elementów techniki w dyscyplinach sportu o złożonych koordynacyjnie strukturach motorycznych pozwolą na zoptymalizowanie procesu nauczania z punktu widzenia trenera i uczenia się z punktu widzenia sportowca. Znajomość i identyfikacja kluczowego elementu w nauczaniu złożonej czynności motorycznej pozwoli na odpowiednie dopasowanie i ukierunkowanie metod treningowych. Wiedza ta, z punktu widzenia sportowca, pozwoli zrozumieć istotę ruchu. Natomiast najważniejszym aktualnie wyzwaniem dla trenerów dyscyplin sportu, w których występują złożone czynności motoryczne, jest poszukiwanie najważniejszych położeń ciała w danej technice. Ukierunkowanie odpowiedniej informacji zwrotnej na najważniejsze położenia ciała w danej technice zwiększy skuteczność przygotowania technicznego sportowców. Umiejętność dostarczania informacji zwrotnej o kluczowych elementach technicznych optymalizuje proces nauczania i uczenia się, a wykrywanie i korekcja błędów są niezbędne do uczenia się złożonych czynności motorycznych (Fujii i wsp., 2016; Krause i wsp., 2017; Potdevin i wsp., 2018; Zobe i wsp., 2019; Weakley i wsp., 2020).

W dalszej części pracy analizowano skuteczność uczenia się wykonania salta prostego w przód po przerzucie w przód oraz układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w zależności od rodzaju zewnątrzpochodnej informacji zwrotnej. Starano się również odpowiedzieć na pytanie: Czy werbalna informacja zwrotna o wszystkich błędach popełnianych w wykonaniu zadania wpływa na skuteczność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych oraz rundaka i salta kucznego w tył na równoważni? Informacja zwrotna jest ważnym składnikiem procesów uczenia się i doskonalenia czynności motorycznych z kilku powodów. Po pierwsze, informacja zwrotna odgrywa ważną rolę motywacyjną, ponieważ dostarcza informacji o tym jak wynik uczących się jest zbieżny z celem nauczania. Po drugie, informacja zwrotna zwiększa świadomość na temat nakładu pracy wymaganego w celu skutecznego działania. Wreszcie informacja zwrotna służy jako mechanizm uczenia się, ponieważ podkreśla skuteczne i nieefektywne zachowania oraz strategie zadań, które poprawią wykonanie czynności motorycznych (Ahulló i wsp., 2019; Akinci i Kirazci, 2020). Szukając odpowiedzi na powyższe pytanie ustalono, że rodzaj werbalnej informacji zwrotnej kierowanej do uczącego się wpływa na skuteczność uczenia się układu UĆSPP oraz UĆRST. Świadczą o tym procentowe

przyrosty średnich ocen uzyskanych przez zawodniczki na początku eksperymentu i na końcu eksperymentu. Podczas wykonania układu UĆSPP w grupie eksperymentalnej średnie oceny sędziów były znacznie wyższe na końcu eksperymentu od tych uzyskanych na początku eksperymentu – przyrost wyniósł 12,7% ($p<0,01$). Natomiast podczas wykonania układu UĆRST w grupie eksperymentalnej średni przyrost ocen pomiędzy początkiem i końcem eksperymentu wyniósł 16,7% ($p<0,01$). Znacząco niższy przyrost procentowy odnotowano w grupie kontrolnej pomiędzy początkiem a końcem treningu, odpowiednio 8,9% podczas UĆSPP i 12,8% podczas UĆRST. Podobnie, jak stwierdzili Niźnikowski i współautorzy (2013b), ukierunkowanie informacji zwrotnej na kluczowe elementy techniki przyczynia się do poprawy skuteczności szkolenia. We wspomnianych badaniach analiza post-hoc wykazała, że znaczną poprawę wyników zaobserwowano tylko w grupie otrzymującej werbalną informację zwrotną na temat błędów. Wyniki sędziów otrzymane po treningu były znacznie wyższe niż te mierzone przed treningiem (10,3%; $p<0,0003$) i wzrosły do 14,4% w efekcie treningu ($p<0,0001$). UĆRST wykonywany jest na równoważni (drewniana belka obita miękkim materiałem o długości 5 m, wysokości 1,25 m i szerokości 10 cm), co warunkuje wyższą trudność wykonania układu ćwiczeń w porównaniu do UĆSPP. Utrzymanie równowagi ciała ma kluczowe znaczenie ze względu na charakterystykę równoważni. Nieznaczne kompensacyjne ruchy są niezbędne, aby zachować równowagę i przenieść środek ciężkości ciała nad równoważnię. Jeśli następują dodatkowe ruchy, w celu zapobiegnięcia upadkowi, gimnastyczki otrzymują niższą notę sędziowską. Szkolenie techniczne dotyczące wszystkich przyrządów, zwłaszcza równoważni, jest efektywniejsze, jeśli opiera się na biomechanicznych zasadach wykonywania elementów, ale także jeśli odbywa się zgodnie z metodycznym systemem reguł, ustalonym na podstawie analizy naukowej (Aleksic-Veljkovic i wsp., 2019). Również w badaniach Sadowskiego i współautorów (2013) rodzaj przekazywanej werbalnej informacji zwrotnej miał znaczący wpływ na wyniki pomiędzy testami trwałości uczenia się a opóźnionymi testami trwałości uczenia się. Podczas wykonywania układu rundak – salto kuczne w tył wyniki poprawiły się istotnie w grupie z werbalną informacją zwrotną o błędach w kluczowych elementach techniki (3%; $p<0,001$) i nieznacznie w grupie ze 100% informacją zwrotną (0,4%; $p>0,05$). Podobne wyniki badań uzyskali Tzetzis i Votsis (2006) dla grupy, która otrzymała jedynie wskazówki instruktażowe dotyczące błędów w wykonaniu serwu forhendowego w badmintonie ($p<0,001$). Co więcej, Butki i Hoffman (2003) w badaniach nad uderzeniem piłki w golfie wykazali, że w

grupach ze zredukowaną informacją zwrotną o wyniku, uczący się osiągali wyższe wyniki w testach trwałości uczenia się ($p<0,05$).

Pomimo większej trudności wykonania UĆRST w porównaniu do UĆSPP, średni przyrost ocen pomiędzy początkiem i końcem eksperymentu był znacznie wyższy podczas układu na równoważni (16,7% UĆRST, 12,7% UĆSPP). W celu wyjaśnienia powyższych wyników badań można je odnieść do koncepcji „pożądanych trudności" (desirable difficulties) przedstawioną przez Bjork (1994; 1999). Pożądana trudność uzależniona jest od zadania motorycznego, a jego złożoność decyduje o wymaganym nakładzie pracy. Im większy jest nakład pracy, tym korzystniejsze otrzymuje się efekty w przyrostach średnich wartości ocen za umiejętności techniczne. Zadania trudne dla uczącego się mogą początkowo spowolnić proces uczenia się, jednakże długoterminowe korzyści mogą być wyższe niż w przypadku zadań prostych. Jednak, aby zadania były pożądane, muszą być stopniowo trudniejsze oraz osiągalne dla uczącego się (Marsh i Butler, 2014). Zwiększone zaangażowanie poznawcze spowodowane trudnością zadania sprzyja trwałości uczenia się i przenoszenia umiejętności na inną lub w zmienionych warunkach.

W dalszej kolejności starano się odpowiedzieć na pytanie: czy ograniczenie informacji zwrotnej tylko do błędów popełnianych w kluczowych elementach jest bardziej efektywne w uczeniu się i doskonaleniu ćwiczeń gimnastycznych niż informacja o wszystkich błędach? Werbalne informacje zwrotne mają znaczący wpływ na proces uczenia się i przyczyniają się do prawidłowego wykonania zadania (Abdollahipour i Psotta, 2017). Biorąc pod uwagę pozytywną informację zwrotną, wcześniejsze badania zasadniczo zakładały, że więcej informacji zwrotnej poprawi uczenie się i wykonanie zadań (Lam i wsp., 2011). Również Rendos i współautorzy (2020) stwierdzili, że werbalne informacje zwrotne dostarczają kluczowych informacji wspomagających uczenie się czynności motorycznych. Dostarczanie werbalnej informacji zwrotnej jest jednym z najczęstszych sposobów poprawy uczenia się czynności motorycznych w procesie treningu i metodyki wychowania fizycznego. Efekty treningowe z wykorzystywaniem tego rodzaju informacji pozwalają opanować układy ćwiczeń w krótszym czasie przy mniejszym nakładzie pracy. W swoich badaniach potwierdza to McGinnis (2005), który uważa, że wiedza na temat techniki sportowej jest czynnikiem determinującym wynik sportowy oraz przyczynia się do zoptymalizowanego prowadzenia szkolenia. Werbalna informacja zwrotna postrzegana jest jako główna metoda poprawy wyników, budowania pewności siebie sportowców oraz monitorowania postępów w nauczaniu złożonych czynności motorycznych (Hattie i Clarke, 2018; Toros, 2018; Mason i wsp., 2020). Jednak

w literaturze pozostają ważne pytania dotyczące ilości informacji zwrotnej wymaganej do optymalizacji uczenia się złożonych czynności motorycznych.

Biorąc pod uwagę powyższe, przeprowadzono badania w celu identyfikacji kluczowych elementów techniki sportowej ćwiczeń o złożonej strukturze ruchu i ukierunkowanie na nie informacji zwrotnej, co jak ustalono w pracy, zwiększa skuteczność przygotowania technicznego gimnastyczek. Dowiedziono, że umiejętność dostarczania werbalnej informacji zwrotnej o błędach w kluczowych elementach pozwala zwiększyć skuteczność nauczania i doskonalenia złożonych ćwiczeń i układów gimnastycznych. Na podstawie analizy wyników badań odnotowano różnice istotne statystycznie ze względu na stosowaną metodę nauczania (czynnik Grupa x Czas) przy wykonaniu układu UĆSPP ($p<0,05$). Wykazano że grupa z informacją zwrotną na temat kluczowych elementów uzyskała istotnie wyższe średnie oceny od sędziów na końcu eksperymentu ($p<0,05$). Również przy uczeniu się układu UĆRST, stwierdzono, że grupa z informacją zwrotną na temat kluczowych elementów uzyskała istotnie wyższe średnie oceny od sędziów na końcu eksperymentu ($p<0,05$) i osiągnęła wyższy efekt treningu ($p<0,05$). Podobnie Lai i Shea (1998) dowodzą, że zmniejszona częstość przekazu informacji zwrotnej dotyczącej wiedzy o wyniku czynności motorycznej do 50% w porównaniu ze 100% informacji zwrotnej prowadzi do wyższych efektów uczenia się. Jednakże badania były przeprowadzone podczas wykonywania prostej czynności motorycznej polegającej na wciskaniu klawiszy na klawiaturze numerycznej komputera, co wyklucza uogólnienie wyników tych badań na złożone czynności motoryczne w dyscyplinach sportu. Odmienne ustalenia zaprezentowali Park i współautorzy (2000). Autorzy w swoich badaniach stwierdzili, że częstsza informacja zwrotna daje pozytywne efekty, ponieważ wspomaga uczącego się aż do osiągnięcia celu w uczeniu się czynności motorycznych. Jednakże powoduje to uzależnienie ucznia od informacji zwrotnych, co w przypadku braku informacji zwrotnych dotyczących wiedzy o wyniku lub wiedzy o wykonaniu czynności motorycznych prowadzi do gorszych wyników w testach trwałości uczenia się. Badania przeprowadzone przez Zalecha i Bujaka (2020) potwierdzają, że werbalna informacja zwrotna o wyniku istotnie wpływa na efektywność uczenia się złożonych czynności motorycznych. Autorzy zbadali, czy precyzja werbalnej informacji zwrotnej wpływa na dokładność wykonywania skoku w dal z miejsca. Na podstawie wyników analizy statystycznej wykazano, że zmiany w dokładności skoku zależały od precyzji werbalnej informacji zwrotnej. Również Krause i współautorzy (2017) podczas badań nad częstością przekazu informacji zwrotnej przy nauczaniu sekwencji ruchów

ramion zwracają uwagę na to, że częsty przekaz informacji zwrotnej może utrudniać automatyzację ruchu. Tylko grupa z 14% informacji zwrotnej wykazała wzrost automatyzacji wykonywanej czynności motorycznej. Podobnie w badaniach Wulf i Schmidt (1989) zmniejszenie częstości przekazywania wiedzy o wyniku czynności motorycznej do 67% w porównaniu ze 100% informacji zwrotnej, prowadzi do lepszego efektu uczenia się. Również Weeks i Kordus (1998) zbadali wpływ zmiany częstości przekazu informacji wiedzy o wykonaniu czynności motorycznej podczas wykonywania złożonej czynności motorycznej jaką był wrzut piłki z autu w piłce nożnej. Grupa, która otrzymywała 33% informacji zwrotnych na temat wiedzy o wykonaniu czynności motorycznej w porównaniu do grupy ze 100% informacją zwrotną wykazała lepsze efekty uczenia się, zarówno w testach trwałości uczenia się, jak i testach transferu.

W badaniach ustalono również, że limitowanie informacji werbalnych tylko do kluczowych elementów prowadzi do lepszych efektów uczenia się zarówno na końcu eksperymentu, jak i w efekcie treningu, co potwierdzają rezultaty analiz korelacji pomiędzy kątami a ocenami sędziów. Podczas wykonania UĆSPP średnie oceny sędziów korelowały w sposób istotny statystycznie z kątami: udo-tułów ($p<0,05$), ramię-przedramię ($p<0,01$) podczas UCR. Kąty podudzie-udo ($p<0,05$) i tułów-ramię ($p<0,001$) korelowały istotnie statystycznie w UCM, natomiast podczas UCML istotnie statystycznie korelowały kąty podudzie-udo ($p<0,05$), udo-tułów ($p<0,05$) oraz tułów-ramię ($p<0,01$). W dalszej części analiz stwierdzono korelacje istotne statystycznie w UĆRST. Kąty podudzie-udo ($p<0,05$) i udo-tułów ($p<0,01$) podczas UCR, kąty tułów-ramię ($p<0,05$) podczas MP i kąty udo-tułów ($p<0,05$) podczas UCML korelowały istotnie statystycznie. Istotności w korelacjach pomiędzy kątami a ocenami sędziów świadczą o konieczności identyfikacji kluczowych elementów techniki i ukierunkowania na nie werbalnej informacji zwrotnej. Zbieżne wyniki otrzymali Nogal i Niźnikowski (2020), którzy badali wpływ werbalnej informacji zwrotnej na nauczanie zeskoku podwójnym saltem w tył z poręczy asymetrycznych. Autorzy stwierdzili różnice istotne statystycznie ($p<0,001$) między średnimi wynikami każdej z grup, przez co można wnioskować, że duża częstość przekazu werbalnych informacji o popełnionych błędach technicznych wpływa negatywnie na proces uczenia się czynności ruchowych. Ograniczenie działań korygujących do kluczowych elementów zadania motorycznego zapewnia znacznie lepszy efekt uczenia się. Sportowcy, zwłaszcza w trakcie startów, mogą skutecznie przetwarzać tylko ograniczoną ilość informacji, stąd ważne jest, aby zmniejszyć nie tylko ilość, ale również jakość informacji zwrotnej do bezpośredniej instrukcji o kluczowych elementach występujących

w technice sportowej układów ćwiczeń gimnastycznych. W swoich badaniach potwierdzili to Mason i współautorzy (2020), którzy zwracają uwagę na to, aby trenerzy starali się unikać dostarczania zbyt dużej ilości werbalnej informacji zwrotnej sportowcom. Również Gruszka i Nęcka (2017) zwracają uwagę, że ludzki system poznawczy charakteryzuje się przepełnieniem informacji, a chwilowa świadomość treści jest bardzo ograniczona. Ograniczenia te są podstawowymi właściwościami ludzkiego umysłu, a słuchanie mowy wymaga nie tylko rozumienia oddzielnych słów, ale także obliczenia relacji semantycznych i składniowych pomiędzy nimi. Podsumowując, pojemność pamięci roboczej wpływa na naszą zdolność rozumowania, wielozadaniowość oraz rozumienie werbalne. Wszystkie te zdolności są kluczowe dla radzenia sobie ze złożonymi zadaniami motorycznymi, w których bardzo prawdopodobne jest wystąpienie przepełnienia informacji. Dodatkowo pojemność pamięci roboczej zmniejsza się pod wpływem stresu i presji czasu (Nęcka i wsp., 2016).

Przedstawione wyniki badań potwierdzają, że skuteczność uczenia się wykonania salta prostego w przód po przerzucie w przód oraz układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem różni się w zależności od rodzaju zewnątrzpochodnej informacji zwrotnej. Ograniczenie informacji zwrotnej o popełnianych błędach dotyczących tylko wykonania kluczowych elementów jest skuteczniejsze niż informacje o wszystkich popełnianych błędach. Podobnie badania przeprowadzone przez Ahulló i współautorów (2019) wskazują, że werbalna informacja zwrotna ukierunkowana na poszczególne etapy czynności motorycznej, skutkuje lepszą oceną końcową w porównaniu do grupy, która otrzymywała werbalną informację zwrotną o wyniku wykonania czynności motorycznej ($p<0,05$). Dodatkowo informacja zwrotna o błędach może zmotywować ćwiczącego do większego wysiłku w celu poprawy zadania motorycznego, co pokazali w swoich badaniach Ede i współautorzy (2017), analizujący czynnik motywujący do maksymalnego wysiłku podczas wykonania zadania wytrzymałościowego. Natomiast Kernodle i współautorzy (2001) zbadali rzut ręką niedominującą u kobiet w wieku 19-22 lat. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzili, że podczas wykonywania złożonej czynności motorycznej zaleca się przekazywanie informacji zwrotnej zarówno o błędach, jak i o tym, jak poprawić wykonanie zadania motorycznego. Jednakże Tzetzis i współautorzy (2008) dowiedli, że w trakcie uczenia się złożonej czynności motorycznej jaką było uderzenie bekhendowe w badmintonie, grupa która otrzymała pozytywną informację zwrotną, wskazówki korygujące oraz informację zwrotną dotycząca błędów osiągnęła wyższy efekt treningu niż grupa otrzymująca tylko

informację zwrotną korygującą i pozytywne informacje zwrotne. Badania zostały przeprowadzone na grupie młodszych sportowców (wiek 10-14 lat), z niskim stażem treningowym (2-3 lata), co świadczyć może o wysokim wpływie pozytywnej informacji zwrotnej oraz potrzebie uzyskania wskazówek korygujących. Również Niźnikowski i Sadowski (2020) na podstawie badań dowiedli, że ukierunkowanie informacji zwrotnej na błędy podczas wykonania układu rundak – zeskok podwójnym saltem w tył z równoważni prowadzi do lepszych efektów uczenia się ($p<0,05$) w porównaniu do ukierunkowania informacji zwrotnej na wszystkie błędy w technice. W badaniach udział wzięły wysoko kwalifikowane gimnastyczki. Również interpretując wyniki badań Cristiny-Eleny (2012), w których odnotowano istotności na poziomie $p<0,001$, można stwierdzić, że zastosowanie metody ukierunkowania informacji zwrotnej na błędy w technice doprowadziło gimnastyków do uświadomienia sobie własnej wartości technicznej i osiągnięcia wysokich wyników na zawodach. Podczas wykonywania układów UĆSPP i UĆRST prędkości przemieszczeń stawów korelowały istotnie statystycznie z ocenami sędziów, odpowiednio: w układzie UĆSPP staw skokowy i nadgarstkowy podczas UCR ($p<0,05$), staw skokowy, łokciowy i nadgarstkowy podczas UCML ($p<0,05$). Natomiast w układzie UĆRST, staw łokciowy ($p<0,05$) podczas MP i staw skokowy ($p<0,01$) podczas UCML. Uzyskane istotności w korelacjach również świadczą o istotnym wpływie przekazu werbalnej informacji zwrotnej ukierunkowanej na błędy w kluczowych elementach techniki w porównaniu z informacją zwrotną o wszystkich błędach.

W dalszej kolejności starano się odpowiedzieć na pytanie: czy uczenie się czynności motorycznych o różnej złożoności i trudności wymaga jednakowych czy różnych podejść metodycznych dotyczących strategii przekazywania informacji zwrotnej?

Według badaczy zwiększenie ilości informacji zwrotnej promuje nauczanie (Wulf i wsp., 1993), zaś przekroczenie pewnej granicy prowadzi do przeciwnego efektu (Wulf i wsp., 1994). Względna informacja zwrotna o zmniejszonej częstości przekazu (dostarczanie informacji zwrotnej po każdych dwóch lub więcej próbach) jest równie skuteczna w uczeniu się jak całkowita częstość przekazu (Lee i Carnahan, 1990; Winstein i Schmidt, 1990; Sparrow i Summers, 1992). W eksperymentach wykorzystujących proste czynności motoryczne sumaryczna informacja zwrotna korzystniej wpływała na efekt procesu uczenia się. Jednakże według Wulf i Shea (2004) informacja zwrotna o całkowitej częstości przekazu może w dłuższej perspektywie stworzyć zależność od zewnętrznej informacji zwrotnej poprzez zahamowanie rozwoju zdolności ucznia do interpretowania

wewnętrznych informacji. Zwiększenie częstości przekazu informacji zwrotnej prowadzi ucznia do uzyskania celu, co osłabia efekt uczenia się w testach trwałości uczenia się czy przenoszenia (Wulf i Schmidt, 1994; Lai i Shea, 1998).

Przekazywanie werbalnej informacji zwrotnej ukierunkowanej na kluczowe elementy techniczne podczas treningu poprawia wykonanie czynności motorycznych, natomiast jej usunięcie może spowodować pogorszenie wykonania zadania podczas testu trwałości uczenia się. Podobne wyniki badań zaprezentowali Niźnikowski i współautorzy (2013b), którzy potwierdzili, że stosowanie werbalnej informacji zwrotnej o błędach podczas wykonywania złożonych czynności motorycznych nie tylko wpływa na lepsze efekty uczenia się, ale może to pomóc w zapobieganiu kontuzjom. Najważniejszą cechą werbalnej informacji zwrotnej, która musi być przekazywana uczniom lub sportowcom, jest jej adekwatność oraz ukierunkowanie na kluczowe elementy techniki. Należy przede wszystkim ustalić trzy rzeczy: jaką informację podać? jak ją przekazywać i jak często? Odpowiedzi na te ważne pytania powinny opierać się na wiedzy o nauczanej umiejętności, znajomości techniki i jej kluczowych elementach oraz wpływie różnych rodzajów rozszerzonej informacji zwrotnej na nauczanie. Informacja ta musi być odpowiednia dla osoby uczącej się, umiejętności, której się uczy i sytuacji uczenia się. Efektywność werbalnej informacji zwrotnej o kluczowych elementach zależy od poziomu wiedzy trenera czy nauczyciela na temat złożonej czynności motorycznej (Vliet i Wulf, 2006; Sigrist i wsp., 2012). W związku z tym niewielkie zmiany werbalnej informacji zwrotnej mogą mieć istotny wpływ na sposób wykonania lub uczenia się złożonych czynności motorycznych (Palmer i wsp., 2017).

Jednym z kierunków optymalizacji treningu technicznego w gimnastyce jest zwiększenie skuteczności nauczania i uczenia się czynności motorycznych poprzez przekazywanie zmniejszonych objętości instrukcji werbalnych o błędach popełnianych w kluczowych elementach techniki sportowej. Wydaje się, że badania w zakresie przygotowania technicznego gimnastyczek wymagają dalszych dociekań naukowych. W szczególności optymalizacja szkolenia wymaga rozwiązania takich kwestii jak:

– identyfikacja kluczowych elementów ćwiczeń i układów gimnastycznych na poszczególnych przyrządach,

– opracowanie i zastosowanie skutecznych progresywnych programów treningowych w nauczaniu, uczeniu się i doskonaleniu kluczowych elementów i całych ćwiczeń gimnastycznych w zależności od etapu szkolenia,

– udoskonalenie dynamicznych połączeń ćwiczeń gimnastycznych w układy o różnym poziomie trudności,
– identyfikacja kluczowych wartości wskaźników w celu poprawy jakości wykonania czynności motorycznej i najbardziej prognostycznych w danym etapie nauczania i uczenia się oraz doskonalenia ćwiczeń gimnastycznych,
– weryfikacja treści i objętości informacji zwrotnej kierowanej do zawodniczek o różnym poziomie zaawansowania w trakcie nauczania i uczenia się oraz doskonalenia pojedynczych ćwiczeń, ich połączeń, a także całych układów.

Przedstawione wyniki badań wskazują na możliwość zaproponowania trenerom tych metod treningowych, które zwiększają skuteczność nauczania i uczenia się złożonych czynności motorycznych oraz wskazują na możliwość zastosowania tego typu rozwiązań w grupach zawodniczek trenujących sporty gimnastyczne.

Wnioski

1. W fazowej strukturze czynności motorycznej salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych oraz rundaka i salta kucznego w tył na równoważni zidentyfikowano kluczowe elementy, które w największym stopniu wpływają na jakość wykonania zadania i do których zalicza się: w fazie przygotowawczej – układ ciała rozruchowy, w fazie głównej – układ ciała multiplikacja, zaś w fazie końcowej – układ ciała w momencie lądowania.
2. Efektywność uczenia się salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych zależy od objętości werbalnej informacji zwrotnej o jakości wykonania zadania.
3. Efektywność uczenia się rundaka i salta kucznego w tył na równoważni zależy od objętości werbalnej informacji zwrotnej o jakości wykonania zadania.
4. Informacja zwrotna o błędach popełnianych w kluczowych elementach zadania jest bardziej efektywna niż informacja o wszystkich błędach zarejestrowanych w trakcie wykonania salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych oraz układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni.
5. W procesie nauczania i uczenia się ćwiczeń gimnastycznych trener powinien przekazywać zawodnikowi informacje zwrotne o błędach popełnionych

w kluczowych elementach, co pozwoli zoptymalizować efektywność szkolenia i może przyczynić się do zmniejszenia urazów i kontuzji.

Ograniczenia badań

W związku z ograniczoną liczbą badanych i określonym poziomem sportowym trudno przenosić uzyskane wyniki badań na zawodniczki wyższej lub niższej klasy sportowej. Kolejnym ograniczeniem są wybrane ćwiczenia i ich dynamiczne połączenia, które mogą być nieuwzględniane w układach na zawodach. Celowym wydaje się prowadzenie takich badań w ramach lekcji wychowania fizycznego na osobach o różnym poziomie sprawności i z wykorzystaniem czynności motorycznych o różnym poziomie trudności i złożoności.

Piśmiennictwo

1. Abdollahipour, R., Psotta, R. (2017). Is an external focus of attention more beneficial than an internal focus to ball catching in children? *Kinesiology*, 49(2), 19–20. DOI:10.26582/k.49.2.2.
2. Adams, J. A. (1971). A closed loop theory of motor learning. In: *Journal of Motor behavior 3*, 116. DOI: 10.1080/00222895.1971.10734898.
3. Ahulló M., García Massó A., García Osa X., Estevan Torres C., I. (2019). Influence of the type of feedback on balance motor tasks learning. Retos: *Nuevas Perspectivas de Educación Física, Deporte y Recreación*, 36, 435–440. DOI: 10.47197/retos.v36i36.69105.
4. Akinci, Y., Kirazci, S. (2020). Effects of Visual, Verbal, Visual + Verbal Feedback on Learning of Dribbling and Lay-up Skill. *Sport Mont*, *18*(1), 63–68. DOI: 10.26773/smj.200211.
5. Albert, S. T., Shadmehr, R. (2016). The neural feedback response to error as a teaching signal for the motor learning system. *Journal of Neuroscience*, 36 (17), 4832–4845. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0159–16.2016.
6. Aleksic-Veljkovic, A., Marković, Ž., Milčić, L. (2019). The relationship between chosen kinematic parameters of the aerial cartwheel on the balance beam during skill learning article details. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. DOI: 11. 10.29359/BJHPA.11.1.02.
7. Anderson, D. I., Sekiya, H., Magill, R. A., Ryan, G. (2005). Support for an explanation of the guidance effect in motor skill learning. *Journal of Motor Behavior* 37, 231–238. DOI: 10.3200/JMBR.37.3.231–238.
8. Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychol Rev*, 89, 369–406. DOI: 10.1037/0033–295X.89.4.369.
9. Andreeva N. (2013). Key elements of sports techniques of ball throwing and catching by those engaged in rhythmic gymnastics at the stage of preliminary basic preparation. *Journal of Physical Education and Sport*, vol. 13(1), 46–52. DOI: 10.12775/JEHS.2020.10.07.037.
10. Arkajew, L. J., Suczylin, N. G. (2004). Kak gotowit czempionow. Teorija i technołogija podgotowki gimnastow wyszej kwalifikacji. Moskwa: *Fizkultura i Sport*.

11. Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. *American Journal Health Promo*, 12, 8–12. DOI: 10.4278/0890–1171–12.1.8.
12. Banerjee, A., Ghosh, S., Bhowmick, S. (2014). A Kinematic Study of Back Tuck Somersault Take off Following Round off on the Floor Exercise. *Journal of Education and Practice.* Vol.5, No.37, s. 51–53.
13. Bardy, B. G., Laurent, M. (1994). How do somersaulters control their moment of inertia during flight? *Journal of Sport and Exercise Physiology*, 16: 28.
14. Bernstein, N. A. (1961). Oczeriednyje problemy fizjologii aktiwnosti. *Probliemy kibiernetiki*. Wyp. M, 6.
15. Bernstein, N. A. (1967). The coordination and regulation of movements. Oxford: Pergamon Press.
16. Bilodeau, E. A., Bilodeau, I. M. (1958). Variable frequency of knowledge of results and the learning of a simple skill. *Journal of Experimental Psychology* 55, 379 – 83. DOI: 10.1037/h0043214.
17. Bjork, R. A. (1994). Memory and metamory considerations in the training of human beings, W: Metcalfe J., Shimamura A. [red.] Metacognition: Knowledge about knowing, Cambridge, MA: MIT Press, s. 185–205. 17.
18. Bjork, R. A. (1999). Assessing our own competence: Heuristics and illusions, W: Gopher D., Koriat A. [red.] Attention and performance XVII. Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application, Cambridge, MA: MIT Press, s. 435–459.
19. Bluteau, J., Coquillart, S., Payan, Y., Gentaz, E. (2008). Haptic guidance improves the visuo–manual tracking of trajectories. *PLoS ONE*, 3(3), e1775. DOI: 10.1371/journal.pone.0001775
20. Bołoban, V. N. (2013). Reguliaciia pozy tela sportsmena (Regulation of body posture athlete), *Kiev, Olympic Literature*, 232.
21. Bołoban, W. N. (1988). Sportiwnaja akrobatika. Kiew: Wyższa Szkoła.
22. Bradshaw, E., Hume, P., Calton, M., Aisbett, B. (2010). Reliability and variability of day to day vault training measures in artistic gymnastics. *Sport Biomechanics*, 9 (2), 79 – 97. DOI: 10.1080/14763141.2010.488298.
23. Brüggemann, G. P. (1983). Kinematics and Kinetics of the backward somersault take-off from the floor. In H. Matsui & K. Kobayashi Eds. Biomechanics VIII-B. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 793–800. DOI: 10.2478/hukin-2013–0021.

24. Butki, B. D., Hoffman, S. J. (2003). Effects of reducing frequency of intrinsic knowledge of results on the learning of a motor skill. *Perceptual and Motor Skills*. 97, s. 569–580. DOI: 10.2466/pms.2003.97.2.569.
25. Butler, D. L., Winne, P. H. (1995). Feedback and self - regulated learning: a theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65, 245–281. DOI: 10.3102/00346543065003245
26. Carlos Martínez, J., Gómez-López, P. J., Femia, P., Mayorga-Vega, D., Viciana, J. (2016). Effect of Augmented Verbal and Visual Feedback on Efficiency in Skiing Teaching. *Kinesiology*, *48*(1), 49–57. DOI: 10.26582/k.48.1.12.
27. Carter, M. J., Ste-Marie, D. M. (2017). Not all choices are created equal: task - relevant choices enhance motor learning compared to task - irrelevant choices. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24 (6), 1879–1888. DOI: 10.3758/s13423-017-1250-7.
28. Cassidy, T., Jones, R. L., Potrac, P. (2004). Understanding sports coaching: The social, cultural and pedagogical foundations of coaching practice. London: Routledge.
29. Chelladurai, P. (2007). Leadership in sports. In G. Tenen-baum, R. C. Eklund (Eds.), *The sport psychology handbook*, 113–135. Indianapolis, IN: Wiley.
30. Chomsky, N. (1959). A review of BF Skinner's Verbal Behavior. *Language*, 35(1), 26–58.
31. Clark, D., Ivry, R. B. (2010). Multiple systems for motor skill learning. *Wiley Interdiscip Rev Cogn* Sci 1: 461– 467. DOI: 10.1002/wcs.56.
32. Coker, C. A. (2004). Motor learning and control for practitioners. New York: Mcgraw-Hill.
33. Côté, J., Gilbert, W. (2009). An integrative definition of coaching effectiveness and expertise. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 4, 307–323. DOI: 10.1260/174795409789623892.
34. Cristina-Elena, M. (2012). Feedback in rhythmic gymnastics as a process of correcting technical mistakes, *Sport & Society / Sport si Societate*, 12 (2), 149–151.
35. Cuk, I., Ferkolj, M. S. (2000). Kinematic analysis of some backward acrobatic jumps. In: Proceedings of the 18th International Symposium on Biomechanics in Sports.

36. Cuppone, A. V., Semprini, M., Konczak, J. (2018). Consolidation of human somatosensory memory during motor learning. *Behavioural Brain Research*, 347, 184–192. DOI: 10.1016/j.bbr.2018.03.013.
37. Cusella, L. P. (1987). Feedback, motivation, and performance. In F. M. Jablin,L. L. Putnam, K. H. Roberts, L. W. Porter (Eds.), *Handbook of organizational communication. An interdisciplinary perspective*, 624–678. Newbury Park,CA: Sage.
38. Czabański, B. (1998). Wybrane zagadnienia uczenia się i nauczania techniki sportowej. Wrocław: AWF.
39. Czabański, Z. (2000). Kształcenie psychomotoryczne. Wrocław: AWF.
40. Czajkowski, Z. (2004). Nauczanie techniki sportowej. Warszawa: Biblioteka Trenera.
41. Dembo, M. H. (1997). Stosowana psychologia wychowawcza. Warszawa: WSiP
42. Diedrichsen, J., Kornysheva, K. (2015). Motor skill learning between selection and execution. *Trends in Cognitive Sciences*, 19 (4), 227–233. DOI: 10.1016/j.tics.2015.02.003
43. Dovalil, J. (2005). Výkon a trénink ve sportu. Praha: *Olympia.*
44. Ede, A., Sullivan, P. J., Feltz, D. L. (2017). Self-doubt: Uncertainty as a motivating factor on effort in an exercise endurance task. *Psychology of Sport and Exercise*, 28, 31–36. DOI: 10.1016/j.psychsport.2016.10.002.
45. Fidelus, K. (1997). Koordynacja ruchu i kształtowanie nawyków ruchowych. *Wychowanie Fizyczne i Sport*, 1/2.
46. Fitts, P. M. (1964). Perceptual - motor skills learning. *Categories of human learning*. New York, Press, AW Meltom, 243–285.
47. Fitts, P. M., Posner, M. I. (1967). Human performance. Oxford, England: Brooks/Cole.
48. Fredenburg, K. B., Lee, A., Solmon, M. (2001). The effects of augmented feedback on students perceptions and performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*,72(3), 232–242. DOI: 10.1080/02701367.2001.10608956.
49. Fujii, S., Lulic, T., Chen, J. L. (2016). More feedback is better than less: learning a novel upper limb joint coordination pattern with augmented auditory feedback. *Frontiers in Neuroscience*, 10. DOI:10.3389/fnins.2016.00251.

50. Gabriele, T. E., Hall, C. R., Lee, T. D. (1989). Cognition in motor learning: Imagery effects on contextual interference. *Human Movement Science*, 8, 227–245. DOI: 10.1016/0167–9457(89)90008–0.
51. Gawierdowski, J. K. (2002). Technika gimnasticznych uprażnienij. Moskwa: *Terra Sport.*
52. Geiblinger, H., Morrison, W. E., McLaughlin. P. A. (1995). Take-off characteristics of double back somersaults on the floor. *Proceedings of the 13th International Symposium on Biomechanics in Sports.*
53. Gentile, A. M. (1972). A Working Model of Skill Acquisition with Application to Teaching. *Quest*, 17 (1), 3–23. DOI: 10.1080/00336297.1972.10519717
54. Gervais, P., Dunn, J. (2003). The double back salto dismount from the parallel bars. *Sports Biomechanices,* 2 (1): 85 – 101. DOI: 10.1080/14763140308522810.
55. Gibbs, G., Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students learning. *Learning and teaching in higher education*, 1, 3–31. ISSN: 1742-240X.
56. Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. In perceiving, acting, and knowing, eds. Robert Shaw and John Bransford.
57. Goudini, R., Saemi, E., Ashrafpoornavaee, S., Abdoli, B. (2018). The effect of feedback after good and poor trials on the continuous motor tasks learning. *Acta Gymnica*, 48 (1), 3–8. DOI: 10.5507/ag.2018.001.
58. Gruszka, A., Nęcka, E. (2017). Limitations of working memory capacity: The cognitive and social consequences. *European Management Journal*, 35(6), 776–784. DOI: 10.1016/j.emj.2017.07.001.
59. Guadagnoli, M. A., Dornier, L. A., Tandy, R. (1996). Optimal length for summary of results: the influence of task related experience and complexity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 250–257. DOI: 10.1080/02701367.1996.10607950.
60. Guadagnoli, M. A., Holcomb, W., Davis, M. (2002). The efficacy of video feedback for learning the golf swing. *Journal of Sports Sciences* 20, 615–622. DOI: 10.1080/026404102320183176.
61. Hagman, J. D. (1983). Presentation and test-trial effects on acquisition and retention of distance and location. *Journal of Experimental Psychology*: Learning, Memory
& Cognition, 9, 334–345. DOI: 10.1037//0278–7393.9.2.334.

62. Haguenauer, M., Fargier, P., Legreneur, P., Dufour, A. B., Cogerino, G., Begon, M., Monteil, K. M. (2005). Short-term effects of using verbal instructions and demonstration at the beginning of learning a complex skill in figure skating. *Perceptual and motor skills*, 100(1), 179–191. DOI: 10.2466/pms.100.1.179–191.
63. Harrison, J. M., Blakemore, C. L., Buck, M. M. (2001). Instructional strategies for secondary school physical education. (5th Edition). New York, Mcgraw - *Hill Higer Education.*
64. Hattie, J. A. C., Clarke, S. (2018). Visible Learning: Feedback. London: *Routledge.*
65. Hein, V., Koka, A. (2007). Perceived feedback and motivation in physical education and physical activity. In M. S. Hagger, N. L. D. Chatzisarantis (Eds.) Intrinsic motivation and self-determination in exercise and sport, 127–140. Champaign, IL, US: *Human Kinetics*.
66. Ho, L., Shea, J. B. (1978). Effects of relative frequency of knowledge of results on retention of a motor skill. *Perceptual and Motor Skills*, 46 (3), 859–866. DOI: 10.2466/pms.1978.46.3.859.
67. Hodges, N. J., Chua, R., Franks, I. M. (2003). The role of video in facilitating perception and action of a novel coordination movement. *Journal of Motor Behavior* 35, 247 – 260. DOI: 10.1080/00222890309602138.
68. Horn, T. S., Glenn, S. D., Wentzell, A. B. (1993). Sources of information underlying personal ability judgements in high school athletes. *Pediatric Exercise Science*, 5, 263–274. DOI: 10.1123/pes.5.3.263.
69. Hraski, Z., Mejovsek, M. (2004). Production of Angular Momentum for Backward Somersault. In: Hamza MM. (Eds), *Biomechanics*, Proceedings of the symposium biomechanics, 463.
70. Huang, C., Hsu, G. S. (2009). Biomechanical analysis of gymnastic back handspring. In: Proceedings of the 27th International Conference on Biomechanics in Sports.
71. Hwang, I., Seo, G., Liu, Z. C. (1990). Take-off mechanics of the double backward somersault. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6: 177–186.
72. Irons, A. (2008). Enhancing learning through formative assessment and feedback. Key guides for effective teaching in higher education. Abingdon, UK: *Routledge*.
73. James, C. R., Bates, B. T., Dufek, J. S. (2003). Classification and comparison of biomechanical response strategies for accommodating landing impact. *Journal of Applied Biomechanics*. 19, 131–139. DOI: 10.1123/jab.19.2.106.

74. Jeannerod, M. (1994). The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 326–338. DOI: 10.1017/s0140525x00034026.
75. Jennings, C. T., Reaburn, P., Rynne, S. B. (2013). The effect of a self-modelling video intervention on motor skill acquisition and retention of a novice track cyclist's standing start performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 8(3), 467–480. DOI: 10.1260/1747–9541.8.3.467.
76. Kernodle, M. W., Carlton, L. G. (1992). Information Feedback and the Learning of Multiple-Degree-of-Freedom Activities. *Journal of Motor Behavior*, 24 (2), 187–195. DOI: 10.1080/00222895.1992.9941614.
77. Kernodle, M. W., Johnson, R., Arnold, D. R. (2001). Verbal instruction for correcting errors versus such instructions plus videotape replay on learning the overhead throw. *Perceptual &Motor Skills*, 92, 1039–1051. DOI: 10.2466/pms.2001.92.3c.1039.
78. King, M. A., Yeadon M. R. (2004). Maximising somersault rotation in tumbling. *Journal of Biomechanics* 37 (4): 471–7. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2003.09.008.
79. Knoll, K. (1992). The biomechanical chain of effect in flight elements of preparatory movements and implication for round-off and flick-flack technique. *Biomechanics in Gymnastics*. Cologne, 116–125.
80. Kochanowicz, K. (1998). Kompleksowa kontrola w gimnastyce sportowej. Gdańsk: AWF.
81. Koka, A., Hein, V. (2006). Perceptions of Teachers' Positive Feedback and Perceived Threat to Sense of Self in Physical Education: A Longitudinal Study. *European Physical Education Review* Volume12 (2): 165–179. DOI:10.1177/1356336X06065180.
82. Krause, D., Agethen, M., Zobe, C. (2017). Error feedback frequency affects automaticity but not accuracy and consistency after extensive motor skill practice. *Journal of Motor Behavior*, 50 (2), 144–154. DOI: 10.1080/00222895.2017.1327406
83. Kupisiewicz, C. (2005). *Podstawy dydaktyki*. Warszawa: WSiP.
84. Lai, Q., Shea, C. H. (1998). Generalized motor program (GMP) learning: effects of reduced frequency of knowledge of results and practice variability. *Journal of Motor Behavior*, 30, 51–59. DOI: 10.1080/00222899809601322.

85. Lam, C. F., De Rue, D. S., Karam, E. P., Hollenbeck, J. R. (2011). The impact of feedback frequency on learning and task performance: Challenging the "more is better" assumption. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 116 (2), 217–228. DOI: 10.1016/j.obhdp.2011.05.002.
86. Landin, D. (1994). The role of verbal cues in skill learning. *Quest*, 46, 299–313. DOI: 10.1080/00336297.1994.10484128.
87. Lee, A. M., Solmon, M. A. (1992). Cognitive conceptions of teaching and learning motor skills. *Quest*, 44, 57–71. DOI: 10.1080/00336297.1992.10484041.
88. Lee, T. D., Carnahan, H. (1990). Bandwidth knowledge of results and motor learning: more than just a relative frequency effect. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* Section A, 42 (4), 777–789. DOI: 10.1080/14640749008401249.
89. Lilienfeld, S., Lynn, S. J., Namy, L., Woolf, N. (2010). Psychology: A Framework for Everyday Thinking, *Pearson*, s. 24–28.
90. Litvinenko, Y., Niźnikowski, T., Boloban, V. (2014). Evaluation of the kinematic structure of indicators key elements of sports equipment exercise by postural orientation movements. *Physical education of students*. 18, 6, 29–36. DOI: 10.15561/20755279.2014.0606.
91. Lorimer, R., Jowett, S. (2010). Feedback of information in the empathic accuracy of sport coaches. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(1), 12–17. DOI: 10.1016/j.psychsport.2009.03.006.
92. Magill R., A. (1993) Motor Learning: Concepts and Applications. Dubuque, IA: Borow and Benchmark.
93. Magill, R. A. (2011). Motor learning and Control: Concepts and applications (9th ed.). New York: McGraw - Hill.
94. Magill, R. A., Anderson, D. (2014). Motor learning and control: concepts and applications. New York: McGraw - Hill.
95. Magill, R. A., Hall, K. G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241–289. DOI: 10.1016/0167-9457(90)90005-X.
96. Mandler, G. (2002). Origins of the cognitive (r)evolution. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 38, 339–353. DOI: 10.1002/jhbs.10066.

97. Marchal-Crespo, L., Van Raai, M., Rauter, G., Wolf, P., Riener, R. (2013). The effect of haptic guidance and visual feedback on learning a complex tennis task. *Experimental Brain Research*, 231(3), 277–291. DOI: 10.1007/s00221-013-3690-2.
98. Marinelli, L., Quartarone, A., Hallett, M., Frazzitta, G., Ghilardi, M. F. (2017). The many facets of motor learning and their relevance for Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology*, 128 (7), 1127–1141. DOI: 10.1016/j.clinph.2017.03.042.
99. Marinšek, M. (2010). Basic landing characteristics and their application in artistic gymnastics. *Science of Gymnastics Journal*. 2.
100. Marinšek, M., Čuk, I. (2010). Landing errors in the men's floor exercise are caused by flight characteristics. *Biology of Sport*. 27, 123–128. DOI: 10.5604/20831862.913079.
101. Marsh, E. J., Butler, A. C. (2014). Memory in educational settings. Chapter in D. Reisberg (Ed.) Oxford Handbook of Cognitive Psychology. s. 299–317. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780195376746.013.0020.
102. Mason, B., Bruning, R. (2001). Providing feedback in computer - based instruction: what the research tells us. *Center for instructional innovation*. 15.
103. Mason, R. J., Farrow, D., Hattie, J. A. C. (2020). Sports Coaches' Knowledge and Beliefs About the Provision, Reception, and Evaluation of Verbal Feedback. *Frontiers in Psychology*, 11, 2424. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.571552.
104. Masser, L. S. (1993). Critical cues help first grade students' achievement in handstand and forward rolls. *Journal of Teaching in Physical Education*, 12: 301–312.
105. Matwiejew, L. P. (1977). Osnowy sportiwnoj trenirowki. Moskwa: *Fizkultura i Sport*.
106. Mawer, M. (1990). It's not what you do, it's the way that you do it! Teaching skills in physical education. *British Journal of Physical Education,* 21:307–311.
107. McCullagh, P., Weiss, M. R., Ross, D. (1989). Modeling considerations in motor skill acquisition and performance: An integrated approach. In: K. Pandolf (Ed.), Exercise and sport science reviews. Baltimore: *Williams&Wadkins*, 475–513.
108. McGinnis, P. M. (2005). Biomechanics of sport and exercise (2nd ed.). Champaign, IL: *Human Kinetics*.
109. McNitt-Gray, J. L. (2001). Impulse generation during jumping and landing movements. In: Proceedings of the Biomechanics Symposia. University of San Francisco, 95–99.

110. Miller, G., Gabbard, C. (1988). Effects of visual aids on acquisition of selected tennis skills. *Perceptual and motor skills*, 67(2), 603–606. DOI: 10.2466/pms.1988.67.2.603.
111. Mkaouer, B., Jemni, M., Amara, S., Chaabèn, H., Tabka, Z. (2012). Kinematic and kinetic analysis of counter movement jump versus two different types of standing back somersaults. Sc Gym J. 4(3): 61–71. DOI: 10.2478/hukin-2013-0021.
112. Mkaouer, B., Jemni, M., Amara, S., Chaabène, H., Tabka, Z. (2013). Kinematic and Kinetic Analysis of Two Gymnastics Acrobatic Series to Performing the Backward Stretched Somersault. *Journal of Human Kinetics*, 37(1), 17–26. DOI: 10.2478/hukin-2013-0021.
113. Moore, J. (2011). Behaviorism. *The Psychological Record*, 61(3), 449–463.
114. Naglak, Z. (1999). Metodyka trenowania sportowca. Wrocław: AWF.
115. Nawroczyński, B. (1957). Zasady nauczania. Wrocław: Ossolineum.
116. Nęcka, E., Orzechowski, J., Szymura, B. (2006). Psychologia poznawcza, Warszawa: PWN.
117. Nęcka, E., Żak, P., Gruszka, A. (2016). Insightful Imagery is Related to Working Memory Updating. Frontiers in Psychology, 7, 137. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00137
118. Newell, K. M. (1991). Motor Skill Acquisition. *Annual Review of Psychology*, 42 (1), 213–237. DOI: 10.1146/annurev.ps.42.020191.001241.
119. Newell, K. M., Carlton, M. J. (1987). Augmented information feedback and the acquisition of isometric tasks. *Journal of Motor Behavior* 19, 4–12. DOI: 10.1080/00222895.1987.10735397.
120. Newton, J., Turner, R., Greenwood, M. (1993). Biomechanical analysis of the tripple back somersault. *In G.-P. Brueggemann & J. K. Ruehl (Eds.), Biomechanics in gymnastics- Conference proceedings,* s. 367–377. Cologne: Strauss.
121. Nicholson, D. E., Schmidt, R. A. (1991). Scheduling information feedback to enhance training effectiveness. In: Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting. Santa Monica, CA: *Human Factors Society*, 1400–1403. DOI: 10.1177/154193129103501913.
122. Niźnikowski, T., Mastalerz, A., Boloban, V., Biegajło, M., Nogal, M. (2019). Sports technique key elements in phase structure of connecting moves of acrobatic exercises performed on beam. *Theory and Practice of Physical Culture*, 4, 7–7.

123. Niźnikowski, T., Sadowski, J. (2019). Sports technique key elements in phase structure of connecting moves of acrobatic exercises performed on a beam. *Theory and Practice of Physical Culture*, 6, 22–29.
124. Niźnikowski, T., Sadowski, J. (2020). Effects of verbal information on the process of learning round-off-double salto backward tucked during beam dismount. *Theory and Practice of Physical Culture*, 6.
125. Niźnikowski, T., Sadowski, J., Boloban, V., Mastalerz, A., Wiśniowski, W., Biegajło, M., Buszta, M. (2013a). Кинематическая структура узловых элементов спортивной техники акробатических упражнений «двойное сальто назад в группировке» и «двойное сальто назад прогнувшись» (Kinematic structure of key elements of sports technique of «double back somersault tucked and layout» acrobatic exercises). *Teoriâ i Praktika Fizičeskoj Kul'tury*, nr 3, 41–47.
126. Niźnikowski, T., Sadowski, J., Mastalerz, A. (2013b). The Effectiveness of Different Types of Verbal Feedback on Learning Complex Movement Tasks. *Human Movement*, *14*(2), 148–153. DOI: 10.2478/humo-2013-0009.
127. Niźnikowski, T., Sadowski, J., Mastalerz, A., Wiśniowski, W., Kruczkowski, D., Niźnikowska, E., Biegajło, M., Miller J. (2011). Biomechanical criterions to estimate round - off tucked performance among acrobats aged 10 – 11. *Polish Journal of Sport and Tourism*, Vol. 18, nr 4, 296–299. DOI: 10.2478/v10197-011-0024-4.
128. Nogal, M., Niźnikowski T. (2020). Feedback during learning gymnastic exercises. *Teoriya i Praktika Fizicheskoy Kultury* 8, 94–96.
129. Norman, D. (1988). The design of everyday things. Basic books.
130. Okoń, W. (2004). Nowy słownik pedagogiczny. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie Żak.
131. Osiński, W. (2003). Antropomotoryka. Poznań: AWF.
132. Palmer, K. K., Matsuyama, A. L., Irwin, J. M., Porter, J. M., Robinson, L. E. (2017). The effect of attentional focus cues on object control performance in elementary children. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 22 (6), 580–588. DOI: 10.1080/17408989.2017.1294667.
133. Park, J. H., Shea, C. H., Wright, D. L. (2000). Reduced-frequency concurrent and terminal feedback a test of the guidance hypothesis. *Journal of Motor Behavior*, 32, 287–96. DOI: 10.1080/00222890009601379.
134. Pöhlmann, R. (1987). Sportmotorik. WEB Kongress und Werbedruck, Potsdam.

135. Potdevin, F., Vors, O., Huchez, A., Lamour, M., Davids, K., Schnitzler, C. (2018). How can video feedback be used in physical education to support novice learning in gymnastics? Effects on motor learning, self-assessment and motivation. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 1–16. DOI: 10.1080/17408989.2018.1485138.
136. Potop, V., Cretu, M. (2015). Biomechanical characteristics of the synchronization of key elements of sport technique of the complex dismounts off beam. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), Art 49, 324–329. DOI: 10.7752/jpes.2015.02049.
137. Potop, V., Grad, R., Boloban, V. (2013a). Biomechanical indicators of key elements of sports equipment gymnastic exercises. Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports, 17(9), 59–72. DOI: 10.6084/m9.figshare.751559.
138. Potop, V., Grad, R., Boloban, V., Otsupok, A. (2013b). Biomechanical characterization dismount from balance beam on the basis of the analysis of key elements of sports equipment. Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports, 17(12), 58–66. DOI: 10.6084/m9.figshare.880619.
139. Proteau, L. (1992). On the specificity of learning and the role of visual information for movement control. In Proteau L., Elliot D. (Eds.)*Vision and motor control*. Amsterdam: North - Holland, 67–103. DOI: 10.1016/S0166-4115(08)62011-7.
140. Raczek, J. (1993). Koncepcja strukturalizacji i klasyfikacji motoryczności człowieka. (W:) Motoryczność człowieka – jej struktura, zmienność i uwarunkowania, (red.) W. Osiński. Monografie nr 310, AWF w Poznaniu.
141. Reissig, P., Stöckel, T., Garry, M. I., Summers, J. J., Hinder, M. R. (2015). Age-specific effects of mirror - muscle activity on cross - limb adaptations under mirror and non - mirror visual feedback conditions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7. DOI: 10.3389/fnagi.2015.00222.
142. Rendos, N. K., Zajac-Cox L., Thomas R., Sato S., Eicholtz S., Kesar T. M. (2020). Verbal feedback enhances motor learning during post-strokegait retraining, *Topics in Stroke Rehabilitation.* DOI: 10.1080/10749357.2020.1818480.
143. Rodgers, C. R. (2006). Attending to Student Voice: The Impact of Descriptive Feedback on Learning and Teaching. *Curriculum Inquiry*, 36(2), 209–237. DOI: 10.1111/j.1467-873X.2006.00353.x.

144. Sadowski, J., Boloban, V. Wiśniowski, W., Mastalerz, A., Niźnikowski, T. (2005). Key components of acrobatic jump. *Biology of Sport*, 22 (4), 385.
145. Sadowski, J., Boloban, V., Mastalerz, A., Niźnikowski, T. (2009). Velocities and joint angles during double backward stretched salto performed with stable landing and in combination with tempo salto. *Biology of Sport*, 26 (1), 87. DOI: 10.5604/20831862.890245.
146. Sadowski, J., Boloban, V., Niźnikowski, T., Mastalerz A., Wiśniowski, W., Biegajło, M. (2012). Poznye orientiry dviženij kak metod analiza i ocenki pokazatelej kinematičeskoj struktury uzlovyh èlementov sportivnoj tehniki bazovoj svâzki upražnenij "perevorot vpered-sal'to vpered v gruppirovke". (Motion pose cues
as method of analysis and estimation of indices of kinematic structure of nodal elements of sports technique of basic series of exercises "handspring pike open front somersault"). *Teoriâ i Praktika FizičeskojKul'tury*, nr 7, 98–102.
147. Sadowski, J., Boloban, W., Mastalerz, A., Niźnikowski, T. (2003). Komponenty struktury tehničeskoj podgotovki akrobatov. *Teoriâ i Praktika Fizičeskoj Kul'tury*, 9, 19–23.
148. Sadowski, J., Mastalerz, A., Niźnikowski, T. (2011). Bandwidth feedback in learning complex motor skills. 12th International Scientific Conference of Sport Kinetics, Kraków.
149. Sadowski, J., Mastalerz, A., Niźnikowski, T. (2013). Benefits of bandwidth feedback in learning a complex gymnastic skill. *Journal of Human Kinetics*, Vol. 37, s. 183–193. DOI: 10.2478/hukin-2013-0039.
150. Salmoni, A. W., Schmidt, R. A., Walter, C. B. (1984). Knowledge of results and motor learning: a review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, 95, 355–386. DOI: 10.1037/0033-2909.95.3.355.
151. Sands, W. A., Salmela, J. H., Holvoet, P., Gateva, M. (2011). The science of gymnastics. New York: Routledge Taylor and Francis Group.
152. Sawczyn, S. (2000). Obciążenia treningowe w gimnastyce sportowej w wieloletnim procesie przygotowań. AWF, Gdańsk.
153. Scheeler, M. C., Lee, D.L. (2002). Using technology to deliver immediate corrective feedback to preservice teachers. *Journal of Behavioural Education*, 1, 231–241. DOI: 10.1023/A:1021158805714.

154. Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning *Psychological Review*. 82 (4): 225–260. DOI: 10.1037/h0076770.
155. Schmidt, R. A. (1991a). Frequent augmented feedback can degrade learning: evidence and interpretations. In Requin J., Stelmach, G.E (Eds.), *Tutorials in Motor Neuroscience,* 59–75. DOI: 10.1007/978-94-011-3626-6_6.
156. Schmidt, R. A. (1991b). Motor learning and performance. *Human Kinetics*, Champaign.
157. Schmidt, R. A. (1991c). Feedback for skill acquisition: preliminaries to a theory of feedback. *Motor control laboratory*. Los Angeles, CA 90024–1563.
158. Schmidt, R. A., Lange, C., Young, D. E. (1990). Optimizing summary knowledge of results for skill learning. *Human Movement Science*, 9, 325–348. DOI: 10.1016/0167-9457(90)90007-Z.
159. Schmidt, R. A. Lee, T. D. (1999). Motor control and learning. A behavioral emphasis. Champaign, IL: *Human Kinetics*.
160. Schmidt, R. A., Lee, T. D. (2005). Motor control and learning: A behavioral emphasis (4th ed.). *Human Kinetics*.
161. Schmidt, R. A., Wrisberg C.A. (2008). Motor learning and performance. A situation-based learning approach. *Human Kinetics*.
162. Schmidt, R. A., Wrisberg, C. A. (2004). Motor learning and performance. (3rd ed.) Champaign IL: *Human Kinetics Publishers*.
163. Schmidt, R. A., Wulf, G. (1997). Continuous concurrent feedback degrades skill learning: Implications for training and simulation. *Human Factors*, 39, 509–525. DOI: 10.1518/001872097778667979.
164. Schmidt, R. A., Young, D. E. (1991). Methodology for motor learning: a paradigm for kinematic feedback. *Journal of Motor Behavior*, 23 (1), 13–24. DOI: 10.1080/00222895.1991.9941590.
165. Scholz, D. S., Rhode, S., Großbach, M., Rollnik, J., Altenmüller, E. (2015). Moving with music for stroke rehabilitation: a sonification feasibility study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 69–76. DOI: 10.1111/nyas.12691.
166. Seidler, R. D., Carson R. G. (2017). Sensorimotor learning: neurocognitive mechanisms and individual differences. *J Neuroeng Rehabil*, 14–74. DOI: 10.1186/s12984-017-0279-1.
167. Senemoğlu, N. (2000). Development learning and teaching. Theoretical application. Ankara: Gazi Bookstore.

168. Shapiro, D. C., Schmidt, R. A. (1982). The schema theory: recent evidence and developmental implications. In: J. A. S. Kelso, J. E. Clark (Eds.), *The development of movement control and coordination*. New York: Wiley, 113-150.
169. Shmuelof, L., Krakauer, J. W., Mazzoni, P. (2012). How is a motor skill learned? Change and invariance at the levels of task success and trajectory control. *Journal of Neurophysiology*, 108(2), 578 - 594. DOI:10.1152/jn.00856.2011.
170. Shumway-Cook A., Woollacott, M. H. (2007). Motor control: translating research into clinical practice. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams, Wilkins.
171. Sidaway, B., Bates, J., Occhiogrosso, B., Schlagenhaufer, J., Wilkes, D. (2012). Interaction of feedback frequency and task difficulty in children's motor skill learning. *Physical Therapy*, 92(7), 948-957. DOI: 10.2522/ptj.20110378.
172. Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., Wolf, P. (2012). Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20 (1), 21 - 53. DOI:10.3758/s13423-012-0333-8.
173. Siuta, J. (2005). Słownik psychologii. Kraków: Zielona Sowa.
174. Skinner, B. F. (1938). The behavior of organisms: an experimental analysis. Appleton-Century.
175. Skinner, B. F. (1963). Operant behavior. *American Psychologist*, 18(8), 503–515. DOI: 10.1037/h0045185.
176. Smith, P. J. K., Davies, M. (1995). Applying contextual interference to the Pawlata roll. *Journal of Sports Sciences*, 13, 455-462. DOI: 10.1080/02640419508732262.
177. Smolewski, W. M., Gawierdowski, J. K. (1999). Sportiwnaja gimnastika. Kiew: *Olimpijskaja Literatura*.
178. Song, J. H. (2019). The role of attention in motor control and learning. *Current Opinion in Psychology*. 29, 261-265. DOI: 10.1016/j.copsyc.2019.08.002.
179. Sönmez, V. (1993). Programme improvement teacher handbook goals. Behaviour Content. General-Private Teaching Methods. Evaluation. Ankara: *Adım Publishing*.
180. Sozański, H. (1999). Podstawy teorii treningu sportowego. Warszawa: RCMSKFiS.
181. Sparrow, W. A., Summers, J. J. (1992). Performance on trials without knowledge of results (KR) in reduced relative frequency presentations of KR. *Journal of Motor Behavior*, 24 (2), 197 - 209. DOI: 10.1080/00222895.1992.9941615.

182. Steinberg, F., Pixa, N. H., Doppelmayr, M. (2016). Mirror visual feedback training improves intermanual transfer in a sport-specific task: a comparison between different skill levels. *Neural Plasticity*, 2016, 1 - 11. DOI:10.1155/2016/8628039.
183. Strelau, J. (2003) Psychologia. Podręcznik akademicki. Tom I. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne.
184. Swinnen, S. P. (1996). Information feedback for motor skill learning: A review. In H.N. Zelaznik (Ed.), Advances in Motor Learning and Control, *Human Kinetics* 37 - 66.
185. Swinnen, S. P., Schmidt, R. A., Nicholson, D. E., Shapiro, D. C. (1990). Information feedback for skill acquisition: instantaneous knowledge of results degrades learning. *Journal of Experimental Psychology*: Learning, Memory, Cognition, 16, 706 - 716. DOI:10.1037/0278-7393.16.4.706.
186. Thorpe, D. E., Valvano, J. (2002). The effects of knowledge of performance and cognitive strategies on motor skill learning in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 14 (1), 2 - 15. DOI:10.1097/00001577-200214010-00002.
187. Toros, T. (2018). Effect of Verbal Feedback in Twelve Weeks Handball Training on Self-Efficacy and Life Satisfaction. *Asian Journal of Education and Training*, 4(1), 13–17. DOI: 10.20448/journal.522.2018.41.13.17.
188. Tzetzis, G., Votsis, E. (2006). The effect of different feedback methods on badminton skills acquisition and retention. *Perceptual and Motor Skills*, 102, s. 275 – 284.
189. Tzetzis, G., Votsis, E., Kourtessis, T. (2008). The effect of different corrective feedback methods on the outcome and self confidence of young athletes. *Journal of Sports Science &Medicine*, 7, 371 - 378.
190. Van der Linden, D. W., Caraugh, J. H., Greene, T. A. (1993). The effect of frequency of kinetic feedback on learning an isometric force production task in nondisabled subjects. *Physical Therapy*, 73, 79-87. DOI: 10.1093/ptj/73.2.79.
191. Verwey, W. B., Shea, C. H., Wright, D. L. (2014). A cognitive framework for explaining serial processing and sequence execution strategies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(1), 54 - 77. DOI: 10.3758/s13423-014-0773-4.
192. Vliet, P. M., Wulf, G. (2006). Extrinsic feedback for motor learning after stroke: What is the evidence? *Disability and Rehabilitation*, 28 (13–14), 831–840. DOI: 10.1080/09638280500534937.

193. Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological Review*, 20 (2), 158 - 177. DOI: 10.1037/h0074428.
194. Weakley, J., Wilson, K., Till, K., Banyard, H., Dyson, J., Phibbs, P., Read, D., Jones, B. (2020). Show Me, Tell Me, Encourage Me: The Effect of Different Forms of Feedback on Resistance Training Performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(11), 3157–3163. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002887.
195. Weeks, D. L., Kordus, R. N. (1998). Relative frequency of knowledge of performance and motor skill learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 224 - 230. DOI:10.2466/pms.109.3.831-840.
196. Williams, A. M., & Hodges, N. J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 637–650. DOI: 10.1080/02640410400021328.
197. Winstein, C. J., Pohl, P. S., Lewthwaite, R. (1994). Effects of physical guidance and knowledge of results on motor learning: Support for the guidance hypothesis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 316 - 323.
DOI: 10.1080/02701367.1994.10607635.
198. Winstein, C. J., Schmidt, R. A. (1990). Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology*: Learning, Memory & Cognition, 16, 677-691. DOI: 10.1037/0278-7393.16.4.677.
199. Wiśniowski, W., Niźnikowski T., Bołoban V. (2002). Dydaktyczna struktura ćwiczeń akrobatycznych. *Rocznik naukowy*. Gdańsk; AWFiS, tom XII, 29-37.
200. Wolpert, D. M., Flanagan, J. R. (2010). Motor learning. *Current Biology*, 20 (11), 467 - 472. DOI: 10.1016/j.cub.2010.04.035.
201. Wong, A. L., Goldsmith, J., Krakauer, J. W. (2016). A motor planning stage represents the shape of upcoming movement trajectories. *Journal of Neurophysiology*, 116 (2), 296 - 305. DOI: 10.1152/jn.01064.2015.
202. Wright, D. L., Smith-Munyon, V. L., Sidaway, B. (1997). How close is too close for precise knowledge of results? *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Volume 68, Issue 2. DOI: 10.1080/02701367.1997.10607994.
203. Wuest, D. A., Bucher, C. A. (2006). Foundations of physical education, exercise science, and sport. (15th Edition) New York: McGraw - Hill.

204. Wulf, G., Lee, D. L., Schmidt, R. A. (1994). Reducing knowledge of results about relative versus absolute timing: differential effects on learning. *Journal of Motor Behavior*, 26, 362 - 369. DOI: 10.1080/00222895.1994.9941692.

205. Wulf, G. Schmidt, R. A. (1994). Feedback - induced variability and the learning of generalized motor programs. *Journal of Motor Behavior,* 26, 348-361. DOI: 10.1080/00222895.1994.9941691.

206. Wulf, G., Schmidt, R. A. (1989). The learning of generalized motor programs: Reducing the relative frequency of knowledge of results enhances memory. *Journal of Experimental Psychology*: Learning, Memory & Cognition, 15, 748 - 757. DOI: 10.1037/0278-7393.15.4.748.

207. Wulf, G., Schmidt, R. A., Deubel, H. (1993). Reduced feedback frequency enhances generalized motor program learning but not parameterization learning. *Journal*
of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition, 19, 1134 - 1150. DOI: 10.1037//0278-7393.19.5.1134.

208. Wulf, G., Shea, C. H. (2002). Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9 (2), 185 - 211. DOI: 10.3758/BF03196276.

209. Wulf, G., Shea, C. H. (2004). Understanding the role of augmented feedback: The good, the bad and the ugly. In: A. M. Williams, N. J. Hodges (Eds.), Skill acquisition in sport: *Research, theory and practice*. New York: Routledge, 121 - 144.

210. Wulf, G., Shea, C. H., Lewthwaite, R. (2010). Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Medical Education,* 44, 75 - 84. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2009.03421.x.

211. Wulf, G., Shea, J. B., Rice, M. (1996). Type of KR and KR frequency effects on motor learning. *Journal of Human Movement Studies*, 30, 1 - 18.

212. Yao, W. X., Fischman, M. G., Wang, Y. T. (1994). Motor skill acquisition and retention as a function of average feedback, summary feedback, and performance variability. *Journal of Motor Behavior,* 26, 273 - 282.
DOI: 10.1080/00222895.1994.9941683.

213. Yeadon M. R., Mikulcik E. C. (1996). The control of non twisting somersaults using configurational changes. *Journal of Biomechanics*. 29, 1341-1348.
DOI: 10.1016/0021-9290(96)00034-6.

214. Yeadon, M. R. (1993). The biomechanics of twisting somersaults. Parts I-IV. *Journal of Sports Sciences*, 11, 187-225. DOI: 10.1080/02640419308729988.
215. Yorke, M. (2003). Formative assessment in higher education: moves towards theory and the enhancement of pedagogic practice. *Higher Education*, 45, 477 - 501. DOI: 10.1023/A:1023967026413.
216. Young, D. E., Cohen, M. J., Husak, W. S. (1993). Contextual interference and motor skill acquisition: On the processes that influence retention. *Human Movement Science*, 12, 577 - 600. DOI: 10.1016/0167-9457(93)90005-A.
217. Young, D. E., Schmidt, R. A. (1992). Augmented kinematic feedback for motor learning. *Journal of Motor Behavior,* 24, 261 - 273. DOI: 10.1080/00222895.1992.9941621.
218. Zalech, M., Bujak, Z. (2020). Precise Verbal Feedback May Expedite the Attainment of Standing Long Jump Accuracy in Women. *Kinesiology*, 52(1), 39–45. DOI: 10.26582/k.52.1.5.
219. Zatoń, K. (1995). Przekaz słowny na lekcjach wychowania fizycznego. Wrocław: AWF, Studia i Monografie 48.
220. Zatoń, K., Szczepan, S. (2014). The Impact of Immediate Verbal Feedback on the Improvement of Swimming Technique. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 143 - 154. DOI: 10.2478/hukin-2014-0042.
221. Zimbardo P. G., Gerring R. J. (2012). *Psychologia i życie.* Warszawa: PWN.
222. Zobe, C., Krause, D., Blischke, K. (2019). Dissociative effects of normative feedback on motor automaticity and motor accuracy in learning an arm movement sequence. *Human Movement Science*, 66, 529 - 540. DOI: 10.1016/j.humov.2019.06.004.

Spis tabel i rycin

Tabele

Tabela 1 Analiza korelacji pomiędzy pomiarami wykonanymi podczas układu salta prostego w przód po przerzucie w przód i ocenami ćwiczenia…….. 60

Tabela 2 Analiza korelacji pomiędzy pomiarami wykonanymi podczas układu rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem i ocenami ćwiczenia…… 61

Ryciny

Rycina 1 Składowe procesu nauczania (Dembo, 199...…….....14

Rycina 2 Schemat blokowy skoordynowanego sterowania czynności motorycznych (Bernstein, 1961)…… 17

Rycina 3 Spirala motorycznego uczenia się (Pöhlmann, 1987)……..... 18

Rycina 4 Kontrola motoryczna w pętli zamkniętej (Adams, 1971)…….. 19

Rycina 5 Schemat motorycznego uczenia się (Schmidt,1975)……. 20

Rycina 6 Trzy etapy nabywania umiejętności motorycznych (Fitts, 1964)…….. 22

Rycina 7 Źródła informacji sensorycznych (Schmidt i Wrisberg, 2008)…….. 27

Rycina 8 Podział informacji zwrotnych (Schmidt, 1991c; Schmidt i Wrisberg, 2008) …… 29

Rycina 9 Układ ćwiczeń -salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych, wraz z ustawieniem kamer. …… 44

Rycina 10 Układ ćwiczeń rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem, wraz z ustawieniem kamer……... 45

Rycina 11 Kinematyczna struktura i trajektoria środka ciężkości gimnastyczki podczas wykonywania układu gimnastycznego – salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych…… 47

Rycina 12 Układ ciała rozruchowy jako kluczowy element techniki (UCR) wykonany w końcowej fazie przerzutu w przód poprzedzającego salto proste w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,12 s)…….. 47

Rycina 13 Zmiany prędkości wypadkowych wybranych bioogniw ciała gimnastyczki w trakcie wykonania układu ciała rozruchowego w końcowej fazie przerzutu w przód poprzedzającego salto proste w przód zakończone stabilnym lądowaniem. Oznaczenia: ankle – staw skokowy, knee – staw kolanowy, hip – staw biodrowy, shoulder – staw barkowy, elbow – staw łokciowy, wrist – staw nadgarstkowy, c.g. – środek ciężkości ciała (ŚC)…… 48

Rycina 14 Układ ciała multiplikacja jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28 s)……... 49

Rycina 15 Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28s)…… 49

Rycina 16 Układ ciała multiplikacja jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,45 s) …….. 50

Rycina 17 Zmiany prędkości wypadkowych stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,45 s)……... 50

Rycina 18 Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany
w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,67 s)…….. 51

Rycina 19 Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,67 s)…….. 51

Rycina 20 Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,92 s)…….. 52

Rycina 21 Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,92 s)…….... 52

Rycina 22 Kinematyczna struktura i trajektoria środka ciężkości ciała gimnastyczki podczas wykonywania układu gimnastycznego: rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem ……..... 53

Rycina 23 Układ ciała rozruchowy jako kluczowy element techniki (UCR) wykonany w końcowej fazie rundaka poprzedzającego salto kuczne w tył na równoważni, zakończonego stabilnym lądowaniem (czas 0,08 s) …… 53

Rycina 24 Zmiany prędkości wypadkowych wybranych bioogniw ciała gimnastyczki w trakcie wykonania układu ciała rozruchowego w końcowej fazie rundaka poprzedzającego salto kuczne w tył na równoważni, zakończonego stabilnym lądowaniem Oznaczenia: ankle – staw skokowy, knee – staw kolanowy, hip – staw biodrowy, shoulder – staw barkowy, elbow – staw łokciowy, wrist – staw nadgarstkowy, c.g. – środek ciężkości ciała…… 54

Rycina 25 Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 1,04 s)…….. 54

Rycina 26 Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środek ciężkości ciała, w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała „grupowanie” w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,28 s)…….. 55

Rycina 27 Układ ciała multiplikacja „grupowanie” jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,46 s)…….. 56

Rycina 28 Zmiany prędkości wypadkowych stawów skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie głównej kluczowego elementu multiplikacja ciała „grupowanie” w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,44 s)…….. 56

Rycina 29 Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,62 s)……. 57

Rycina 30 Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 0,62 s)…… 57

Rycina 31 Układ ciała w momencie lądowania jako kluczowy element techniki wykonany w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 1,04 s)…… 58

Rycina 32 Zmiany prędkości wypadkowych stawów: skokowego, kolanowego, biodrowego, barkowego, łokciowego, nadgarstkowego i środka ciężkości ciała w fazie końcowej kluczowego elementu układ ciała w momencie lądowania w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończone stabilnym lądowaniem (czas 1,04 s)…… 58

Rycina 33 Oceny ekspertów za wykonanie salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych…….. 62

Rycina 34 Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)…….. 63

Rycina 35 Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)…….. 65

Rycina 36 Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)…… 67

Rycina 37 Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)……... 69

Rycina 38 Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)……... 71

Rycina 39 Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)……. 72

Rycina 40 Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)……. 74

Rycina 41 Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)……... 75

Rycina 42 Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)……. 77

Rycina 43 Oceny ekspertów za wykonanie układu rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem …….. 78

Rycina 44 Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie UCR…… 79

Rycina 45 Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)…….. 81

Rycina 46 Wartości kątów stawowych podudzie-udo (1), udo-tułów (2), tułów-ramię (3), ramię-przedramię (4) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)……... 83

Rycina 47 Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)……. 85

Rycina 48 Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała rozruchowego (UCR)……. 87

Rycina 49 Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)……. 88

Rycina 50 Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)……..... 90

Rycina 51 Wartości zmian prędkości wypadkowych stawu skokowego (1), stawu kolanowego (2), stawu biodrowego (3), stawu ramiennego (4), stawu łokciowego (5) i stawu nadgarstkowego (6) w układzie - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała w momencie lądowania (UCML)……... 91

Rycina 52 Rozkład przemieszczeń środka ciężkości (CofG) w układzie rundak - salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem w trakcie układu ciała multiplikacja (UCM)……... 93

Aneks

1. Oceny ekspertów za wykonanie salta prostego w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	9.44	1	14	0.008	0.33	
Test	302.53	2	28	0	0.85	
Int.	9.46	2	28	0.005	0.15	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.04	-0.14	0.22	0.44	14	0.664
post: A-B	0.32	0.15	0.5	4.07	13.96	0.001
retention: A-B	0.29	0.11	0.46	3.54	12.48	0.004
A: pre-post	-1.01	-1.12	-0.91	-22.98	7	0
A: pre-retentior	-0.7	-0.85	-0.55	-11.17	7	0
A: post-retentio	0.31	0.23	0.4	8.92	7	0
B: pre-post	-0.72	-0.86	-0.59	-12.29	7	0
B: pre-retentior	-0.45	-0.61	-0.29	-6.6	7	0
B: post-retentio	0.27	0.24	0.31	16.8	7	0

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	7,9	0,17	7,78	8,02	7,9	0,23	7,7	8,2	0,38	0,56298885
A post	8,91	0,16	8,8	9,02	8,9	0,2	8,7	9,2	0,52	0,73143034
A retention	8,6	0,13	8,51	8,69	8,6	0,2	8,4	8,8	0	0,85679254
B pre	7,86	0,17	7,75	7,98	7,85	0,23	7,6	8,1	-0,13	0,86192047
B post	8,59	0,16	8,47	8,7	8,6	0,15	8,4	8,9	0,62	0,36946966
B retention	8,31	0,19	8,18	8,44	8,3	0,08	8,1	8,7	0,9	0,08085943

2. Oceny ekspertów za wykonanie układu rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonego stabilnym lądowaniem

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	2.03	1	14	0.176	0.03	
Test	82.92	2	28	0	0.82	
Int.	1.74	2	28	0.208	0.09	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.03	-0.22	0.27	0.22	13.4	0.827
post: A-B	0.26	0.1	0.43	3.48	13.19	0.004
retention: A-B	-0.05	-0.37	0.27	-0.34	12.42	0.739
A: pre-post	-1.23	-1.26	-1.19	-74.85	7	0
A: pre-retentior	-0.7	-1.11	-0.29	-3.99	7	0.005
A: post-retentio	0.52	0.12	0.93	3.09	7	0.018
B: pre-post	-0.99	-1.11	-0.87	-19.16	7	0
B: pre-retentior	-0.78	-1.08	-0.47	-5.93	7	0.001
B: post-retentio	0.21	-0.05	0.47	1.92	7	0.097

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	7,84	0,2	7,7	7,98	7,85	0,3	7,5	8,1	-0,32	0,767113046
A post	9,06	0,17	8,95	9,18	9,05	0,22	8,8	9,3	-0,13	0,861920475
A retention	8,54	0,34	8,3	8,77	8,4	0,62	8,2	9	0,35	0,052534519
B pre	7,81	0,25	7,64	7,98	7,8	0,4	7,5	8,2	0,21	0,514677913
B post	8,8	0,13	8,71	8,89	8,8	0,2	8,6	9	0	0,856792542
B retention	8,59	0,24	8,42	8,75	8,5	0,27	8,4	9	0,93	0,025809565

3. Kąty stawowe, prędkości wypadkowe, rozkład przemieszczeń środka ciężkości w układzie salto proste w przód po przerzucie w przód na planszy ćwiczeń wolnych

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	5.29	1	14	0.037	0.16	
Test	13.57	2	28	0	0.33	
Int.	1.77	2	28	0.189	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	1.43	-0.7	3.56	1.44	13.77	0.171
post: A-B	2.35	0.08	4.63	2.22	13.92	0.044
retention: A-B	0.38	-0.26	1.01	1.27	13.5	0.227
A: pre-post	-3.2	-4.76	-1.63	-4.83	7	0.002
A: pre-retentior	-1.01	-2.89	0.88	-1.26	7	0.247
A: post-retentio	2.19	0.25	4.13	2.67	7	0.032
B: pre-post	-2.27	-3.73	-0.82	-3.69	7	0.008
B: pre-retentior	-2.06	-3.85	-0.27	-2.73	7	0.029
B: post-retentio	0.21	-1.66	2.08	0.27	7	0.797

Podudzie-udo UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	167,36	2,11	165,9	168,82	167,5	1,4	163,29	170,27	-0,57	0,58796907
A post	170,56	2,2	169,03	172,08	170,54	3,47	167,94	173,45	0,06	0,21481575
A retention	168,37	0,65	167,92	168,82	168,63	0,52	167,08	168,94	-1,14	0,05395865
B pre	165,93	1,85	164,65	167,21	165,47	1,94	163,74	169,44	0,8	0,53915026
B post	168,2	2,04	166,79	169,62	168,5	2,33	164,15	170,27	-0,94	0,24957263
B retention	167,99	0,53	167,62	168,36	167,84	0,99	167,42	168,7	0,28	0,12779996

Info. zwr.	4.89	1	14	0.044	0.15	
Test	8.82	2	28	0.004	0.24	
Int.	11.05	2	28	0.001	0.28	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	8.72	2.57	14.87	1.89	13.79	0.183
post: A-B	1.39	-1.73	4.51	0.96	13.71	0.355
retention: A-B	-1.57	-2.65	-0.49	-3.3	8.81	0.01
A: pre-post	-1.04	-5.56	3.47	-0.55	7	0.601
A: pre-retentior	2.38	-3.06	7.82	1.04	7	0.335
A: post-retentio	3.43	1.22	5.64	3.67	7	0.008
B: pre-post	-8.38	-12.1	-4.65	-5.32	7	0.001
B: pre-retentior	-7.91	-11.1	-4.72	-5.86	7	0.001
B: post-retentio	0.47	-2.04	2.98	0.44	7	0.671

Udo-tułów UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	153,9	6,98	149,07	158,74	153,95	10,43	144,99	163,86	0,03	0,67332616
A post	154,95	3,11	152,79	157,1	155,51	4,16	149,39	158,58	-0,6	0,63853688
A retention	151,52	1,27	150,64	152,4	151,44	1,86	150,15	153,62	0,35	0,36926329
B pre	145,18	3,61	142,68	147,68	144,18	4,08	140,74	152,18	0,81	0,51616759
B post	153,56	2,69	151,7	155,42	153,87	2,87	149,29	156,84	-0,56	0,35891479
B retention	153,09	0,46	152,77	153,41	152,94	0,5	152,61	153,93	0,88	0,19969164

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	2.58	1	14	0.131	0.07	
Test	0.4	2	28	0.677	0.02	
Int.	2.6	2	28	0.092	0.1	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-4.99	-10.3	0.31	-2.02	13.83	0.063
post: A-B	-0.36	-4.3	3.58	-0.2	11.39	0.845
retention: A-B	-0.2	-1.49	1.08	-0.34	13.94	0.74
A: pre-post	-1.53	-4.32	1.26	-1.3	7	0.235
A: pre-retentior	-2.63	-6.64	1.38	-1.55	7	0.165
A: post-retentio	-1.09	-3.29	1.1	-1.18	7	0.278
B: pre-post	3.1	-3.04	9.24	1.19	7	0.271
B: pre-retentior	2.16	-1.93	6.26	1.25	7	0.252
B: post-retentio	-0.93	-4.47	2.6	-0.62	7	0.552

Tułów-ramię UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	152,41	4,66	149,18	155,64	152,48	2,19	144,11	160,98	0,09	0,36098871
A post	153,94	2,59	152,15	155,74	153,44	3,88	150,38	157,6	0,14	0,72754372
A retention	155,04	1,16	154,24	155,84	154,73	0,74	153,75	156,96	0,8	0,06422532
B pre	157,4	5,21	153,79	161,01	155,66	5,86	152,81	166,84	0,91	0,07798806
B post	154,3	4,37	151,28	157,33	155,49	4,32	146,45	160,29	-0,59	0,6315528
B retention	155,24	1,23	154,38	156,09	155,35	1,99	153,57	156,74	-0,17	0,47032003

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	19.93	1	14	0.001	0.35	
Test	2.29	2	28	0.067	0.12	
Int.	3.37	2	28	0.049	0.13	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-2.62	-4.01	-1.22	-2.00	13.80	0.421
post: A-B	-2.42	-4.07	-0.77	-3.15	13.99	0.007
retention: A-B	-0.47	-1.78	0.83	-0.79	12.69	0.444
A: pre-post	-0.84	-1.57	-0.11	-2.71	7	0.03
A: pre-retentior	-0.72	-2.85	1.41	-0.8	7	0.45
A: post-retentio	0.12	-1.64	1.88	0.16	7	0.88
B: pre-post	-0.64	-1.87	0.58	-1.24	7	0.255
B: pre-retentior	1.42	0.25	2.59	2.86	7	0.024
B: post-retentio	2.06	0.35	3.77	2.86	7	0.024

Ramię-przedramię UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	171,55	1,62	170,43	172,68	171,38	2,1	169,61	173,98	0,21	0,5713571
A post	172,39	1,56	171,31	173,47	172,68	1,72	169,73	174,45	-0,45	0,6377308
A retention	172,27	1,38	171,31	173,23	171,81	1,3	171,15	174,97	1,1	0,03933381
B pre	174,17	0,68	173,69	174,64	174,21	0,85	173,16	175,04	-0,33	0,5693535
B post	174,81	1,51	173,76	175,86	174,3	1,35	172,88	177,62	0,75	0,44591625
B retention	172,75	0,99	172,06	173,43	172,87	0,85	171,07	174,52	0,11	0,74085787

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.23	1	14	0.639	0.01	
Test	4.27	2	28	0.024	0.13	
Int.	0.17	2	28	0.848	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.06	-2.85	2.98	0.05	12.99	0.962
post: A-B	-0.63	-4.7	3.44	-0.34	11.2	0.74
retention: A-B	-0.82	-1.7	0.05	-2.02	13.91	0.063
A: pre-post	-1.78	-4.93	1.37	-1.34	7	0.223
A: pre-retentior	-1.53	-3.3	0.25	-2.03	7	0.082
A: post-retentio	0.25	-3.31	3.81	0.17	7	0.872
B: pre-post	-2.47	-4.99	0.05	-2.32	7	0.053
B: pre-retentior	-2.41	-5.15	0.32	-2.09	7	0.075
B: post-retentio	0.06	-2.08	2.2	0.07	7	0.95

Podudzie-udo UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	170,55	2,29	168,96	172,14	169,76	3,09	168,42	174,89	0,84	0,20343317
A post	172,33	4,54	169,19	175,47	172,92	4,81	163,28	177,59	-0,87	0,53078096
A retention	172,08	0,85	171,49	172,67	171,74	1,36	171,21	173,37	0,44	0,16150761
B pre	170,49	3,05	168,37	172,6	169,54	1,98	167,49	176,39	1,07	0,06535183
B post	172,96	2,62	171,14	174,78	172,96	3,49	169,5	177,11	0,28	0,7812531
B retention	172,9	0,78	172,36	173,44	173	0,91	171,46	173,83	-0,66	0,67917678

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	7.43	1	14	0.016	0.13	
Test	43.03	2	28	0	0.69	
Int.	0.68	2	28	0.516	0.03	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.92	-0.92	2.76	1.07	13.57	0.302
post: A-B	2.18	-0.37	4.73	1.83	13.93	0.089
retention: A-B	0.79	-0.33	1.91	1.53	12.51	0.15
A: pre-post	-6.72	-8.13	-5.32	-11.31	7	0
A: pre-retentior	-3.38	-5.2	-1.57	-4.41	7	0.003
A: post-retentio	3.34	1	5.68	3.38	7	0.012
B: pre-post	-5.46	-7.81	-3.11	-5.49	7	0.001
B: pre-retentior	-3.51	-5.67	-1.35	-3.84	7	0.006
B: post-retentio	1.95	-0.91	4.81	1.61	7	0.151

Udo-tułów UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	199,85	1,55	198,78	200,93	199,87	1,43	197,59	202,15	-0,11	0,66602703
A post	206,58	2,29	204,99	208,17	207,47	2,81	202,1	208,88	-0,91	0,20466125
A retention	203,24	0,83	202,66	203,81	203,47	0,65	201,35	203,95	-1,59	0,02011033
B pre	198,94	1,86	197,65	200,22	198,38	1,15	196,82	202,51	0,99	0,11608311
B post	204,4	2,46	202,69	206,1	205,06	3,2	199,77	206,63	-0,79	0,17979484
B retention	202,45	1,19	201,62	203,27	202,33	1,76	201,05	203,96	0,15	0,15682913

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	119.78	1	14	0	0.78	
Test	31.53	2	28	0	0.57	
Int.	67.26	2	28	0	0.74	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-15.07	-18	-12.15	1.03	12.62	0.085
post: A-B	-6.49	-8.75	-4.23	-6.22	12.64	0
retention: A-B	0.49	-0.56	1.55	1	13.85	0.333
A: pre-post	-9.32	-12.64	-6	-6.64	7	0
A: pre-retentior	-8.73	-11.48	-5.98	-7.5	7	0
A: post-retentio	0.59	-1.42	2.59	0.69	7	0.512
B: pre-post	-0.73	-2.3	0.84	-1.1	7	0.307
B: pre-retentior	6.84	5.43	8.25	11.47	7	0
B: post-retentio	7.57	5.76	9.37	9.91	7	0

tułów-ramię UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	64,79	3,36	62,46	67,12	64,24	2,33	59,9	71,45	0,71	0,56607978
A post	74,1	2,41	72,44	75,77	74,36	2,62	69,77	77,46	-0,44	0,74891224
A retention	73,52	1,03	72,8	74,23	73,57	1,32	72,03	74,76	-0,43	0,25653633
B pre	79,86	1,55	78,79	80,93	79,74	1,88	77,86	82	0,2	0,52248196
B post	80,59	1,71	79,41	81,78	80,31	2,03	78,45	83,88	0,71	0,62273263
B retention	73,02	0,93	72,38	73,67	72,57	1,72	72,22	74,3	0,43	0,01714396

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.83	1	14	0.378	0.02	
Test	10.78	2	28	0	0.33	
Int.	0.16	2	28	0.854	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.12	-1.51	1.27	-0.19	12.05	0.853
post: A-B	-0.6	-2.26	1.05	-0.79	12.5	0.443
retention: A-B	-0.29	-1.2	0.63	-0.67	13.99	0.512
A: pre-post	-1.76	-3.12	-0.4	-3.06	7	0.018
A: pre-retentior	-1.19	-2.33	-0.05	-2.47	7	0.043
A: post-retentio	0.57	-0.86	2	0.94	7	0.379
B: pre-post	-2.24	-4.11	-0.37	-2.83	7	0.025
B: pre-retentior	-1.35	-2.89	0.18	-2.08	7	0.076
B: post-retentio	0.89	-0.41	2.18	1.61	7	0.151

Ramię-przedramię UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	172,3	0,99	171,62	172,99	172,21	1,08	170,88	173,99	0,33	0,96059447
A post	174,06	1,23	173,21	174,92	174,31	1,72	172,37	175,92	0,02	0,71151694
A retention	173,49	0,86	172,9	174,09	173,49	1,51	172,38	174,48	-0,03	0,11699164
B pre	172,43	1,51	171,38	173,47	172,7	2,21	170,34	174,37	-0,28	0,50757273
B post	174,67	1,77	173,44	175,89	174,4	2,07	172,13	177,86	0,42	0,93294955
B retention	173,78	0,84	173,2	174,36	173,99	0,48	172,13	174,98	-0,76	0,34890119

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	141.54	1	14	0	0.79	
Test	3.15	2	28	0.058	0.12	
Int.	56.37	2	28	0	0.72	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	6.93	4.59	9.27	0.19	13.98	0.283
post: A-B	13.16	11.14	15.19	13.94	13.83	0
retention: A-B	-0.2	-1.61	1.22	-0.3	13.93	0.768
A: pre-post	-3.39	-5.09	-1.69	-4.71	7	0.002
A: pre-retentior	4.78	2.14	7.42	4.28	7	0.004
A: post-retentio	8.17	6.41	9.92	10.99	7	0
B: pre-post	2.85	0.45	5.24	2.81	7	0.026
B: pre-retentior	-2.35	-4.46	-0.24	-2.63	7	0.034
B: post-retentio	-5.2	-7.06	-3.34	-6.61	7	0

Podudzie-udo UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	116,74	2,18	115,23	118,25	116,44	1,95	112,93	120,43	-0,03	0,82760091
A post	120,13	1,99	118,75	121,51	120,06	2,98	117,84	123,27	0,24	0,5806421
A retention	111,96	1,36	111,02	112,91	111,79	2,03	110,08	113,51	-0,17	0,20309461
B pre	109,81	2,19	108,3	111,33	110,06	3,36	106,51	112,85	-0,14	0,8832475
B post	106,97	1,78	105,73	108,2	106,8	1,69	104,84	110,44	0,82	0,54173928
B retention	112,16	1,27	111,28	113,04	112,42	1,61	110,04	113,49	-0,62	0,31966951

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	7.64	1	14	0.015	0.15	
Test	9.27	2	28	0.006	0.31	
Int.	12.09	2	28	0.002	0.37	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.83	-3.82	2.15	-0.6	13.96	0.558
post: A-B	13.04	4.45	21.64	3.48	8.32	0.008
retention: A-B	-1.25	-2.18	-0.33	-2.91	13.35	0.012
A: pre-post	-13.97	-17.63	-10.32	-9.04	7	0
A: pre-retentior	-2.34	-4.38	-0.3	-2.71	7	0.03
A: post-retentio	11.64	9.02	14.25	10.53	7	0
B: pre-post	-0.1	-8.82	8.62	-0.03	7	0.98
B: pre-retentior	-2.76	-4.98	-0.54	-2.94	7	0.022
B: post-retentio	-2.66	-11.52	6.19	-0.71	7	0.5

Udo-tułow UMCL

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	147,25	2,85	145,28	149,22	146,88	2,54	143,86	153,06	0,93	0,38006854
A post	161,22	3,13	159,06	163,39	161,72	3,97	155,73	164,89	-0,51	0,73816695
A retention	149,59	0,95	148,93	150,25	149,31	1,43	148,36	150,87	0,13	0,29084364
B pre	148,08	2,71	146,21	149,96	148,8	3,56	144,15	152,65	0,11	0,56481015
B post	148,18	10,14	141,16	155,2	149,04	7,11	125,75	158,49	-1,39	0,06269108
B retention	150,84	0,76	150,32	151,37	150,89	0,93	149,73	151,95	-0,08	0,94930956

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.93	1	14	0.352	0.02	
Test	1.03	2	28	0.371	0.05	
Int.	15.85	2	28	0	0.43	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	22.68	7.44	37.92	0.17	13.81	0.287
post: A-B	-13.62	-23.17	-4.08	-3.08	13.26	0.009
retention: A-B	-1.39	-3.86	1.08	-1.21	13.55	0.246
A: pre-post	22.6	13.5	31.69	5.88	7	0.001
A: pre-retentior	15.58	11.48	19.69	8.98	7	0
A: post-retentio	-7.01	-14.67	0.64	-2.17	7	0.067
B: pre-post	-13.7	-29.95	2.54	-2	7	0.086
B: pre-retentior	-8.49	-24.51	7.53	-1.25	7	0.251
B: post-retentio	5.22	-1.38	11.82	1.87	7	0.104

Tułów-ramię UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	105,66	4,36	102,64	108,68	106,62	5,57	99,41	112,67	0,05	0,83594341
A post	83,06	9,85	76,24	89,88	80,5	13,3	69,33	97,93	0,27	0,73292024
A retention	90,07	2,49	88,35	91,8	90,87	4,25	87,24	93,76	-0,05	0,13741012
B pre	82,98	18,09	70,44	95,51	84,39	21,35	52,31	105,48	-0,37	0,84897519
B post	96,68	7,74	91,32	102,04	97,91	7,6	83,02	106,3	-0,57	0,70512044
B retention	91,46	2,07	90,03	92,9	91,68	3,24	88,43	93,67	-0,2	0,13522907

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.52	1	14	0.484	0.01	
Test	0	2	28	0.998	0	
Int.	0.9	2	28	0.416	0.05	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.09	-1.34	1.52	0.14	13.99	0.893
post: A-B	-0.33	-1.64	0.97	-0.55	12.92	0.593
retention: A-B	0.97	-0.56	2.49	1.37	13.65	0.194
A: pre-post	0.21	-1.48	1.89	0.29	7	0.78
A: pre-retentior	-0.42	-2.09	1.26	-0.59	7	0.575
A: post-retentio	-0.62	-2.05	0.81	-1.03	7	0.338
B: pre-post	-0.22	-1.98	1.55	-0.29	7	0.78
B: pre-retentior	0.46	-0.95	1.87	0.77	7	0.465
B: post-retentio	0.68	-1.19	2.55	0.86	7	0.421

Ramię-przedramię UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	175,44	1,35	174,51	176,38	175,44	2,18	173,83	177,31	0,09	0,47761647
A post	175,24	1,02	174,53	175,94	175,42	1,74	173,99	176,49	-0,11	0,22658259
A retention	175,86	1,3	174,96	176,76	175,99	1,86	174,19	177,99	0,23	0,76466323
B pre	175,35	1,32	174,43	176,27	175,34	1,85	173,88	177,48	0,28	0,39253663
B post	175,57	1,37	174,62	176,52	175,33	1,79	173,38	177,47	-0,08	0,86117183
B retention	174,89	1,53	173,83	175,95	174,49	2,13	173,07	177,44	0,46	0,57055686

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.41	1	14	0.535	0.02	
Test	6.37	2	28	0.005	0.16	
Int.	1.16	2	28	0.328	0.04	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.02	-0.25	0.22	-0.15	13.82	0.885
post: A-B	0.02	-0.15	0.18	0.23	12.03	0.821
retention: A-B	-0.12	-0.2	-0.03	-3.11	12.17	0.009
A: pre-post	-0.13	-0.23	-0.02	-2.81	7	0.026
A: pre-retentior	0.1	-0.1	0.3	1.21	7	0.267
A: post-retentio	0.23	0.09	0.36	4	7	0.005
B: pre-post	-0.09	-0.23	0.05	-1.56	7	0.162
B: pre-retentior	0	-0.19	0.19	0	7	1
B: post-retentio	0.09	-0.04	0.23	1.63	7	0.146

Staw skokowy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3	0,21	2,86	3,14	3	0,27	2,7	3,32	0,05	0,98457277
A post	3,13	0,12	3,05	3,21	3,13	0,12	2,94	3,29	0,05	0,58971525
A retention	2,9	0,09	2,84	2,96	2,89	0,11	2,8	3,04	0,58	0,26140464
B pre	3,02	0,23	2,86	3,18	2,99	0,37	2,75	3,38	0,32	0,55551181
B post	3,11	0,18	2,99	3,23	3,08	0,21	2,89	3,41	0,48	0,73966092
B retention	3,02	0,06	2,98	3,06	3,04	0,04	2,9	3,08	-1,13	0,06746287

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	3.27	1	14	0.092	0.13	
Test	13.79	2	28	0	0.27	
Int.	0.46	2	28	0.638	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.13	-0.24	-0.01	0.42	13.83	0.254
post: A-B	-0.08	-0.26	0.1	-0.95	14	0.358
retention: A-B	-0.06	-0.16	0.03	-1.4	14	0.185
A: pre-post	-0.17	-0.31	-0.04	-3.15	7	0.016
A: pre-retentior	-0.19	-0.26	-0.12	-6.75	7	0
A: post-retentio	-0.01	-0.12	0.09	-0.33	7	0.748
B: pre-post	-0.13	-0.23	-0.03	-3.08	7	0.018
B: pre-retentior	-0.13	-0.24	-0.02	-2.68	7	0.031
B: post-retentio	0	-0.15	0.15	0	7	1

Staw kolanowy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,79	0,1	2,72	2,86	2,78	0,11	2,68	2,99	0,89	0,30561079
A post	2,96	0,17	2,85	3,08	2,96	0,26	2,72	3,2	0	0,86423177
A retention	2,98	0,09	2,91	3,04	3	0,08	2,84	3,14	0,17	0,78973988
B pre	2,92	0,12	2,83	3	2,9	0,08	2,74	3,14	0,55	0,60335003
B post	3,04	0,17	2,93	3,16	3,04	0,25	2,85	3,31	0,33	0,5418123
B retention	3,04	0,09	2,98	3,11	3,04	0,1	2,94	3,2	0,65	0,22389062

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0	1	14	0.959	0	
Test	3.32	2	28	0.051	0.09	
Int.	0.92	2	28	0.41	0.03	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.07	-0.26	0.12	-0.83	11.84	0.426
post: A-B	0.05	-0.16	0.25	0.48	13.52	0.641
retention: A-B	0.04	-0.11	0.18	0.54	13.61	0.596
A: pre-post	-0.18	-0.32	-0.05	-3.22	7	0.015
A: pre-retentior	-0.13	-0.28	0.01	-2.25	7	0.059
A: post-retentio	0.05	-0.14	0.24	0.6	7	0.569
B: pre-post	-0.06	-0.18	0.05	-1.33	7	0.225
B: pre-retentior	-0.03	-0.2	0.15	-0.36	7	0.732
B: post-retentio	0.04	-0.17	0.24	0.43	7	0.677

Staw biodorwy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,56	0,21	3,41	3,71	3,46	0,29	3,37	3,89	0,72	0,04351272
A post	3,74	0,21	3,6	3,89	3,7	0,28	3,51	4,12	0,57	0,40949809
A retention	3,69	0,14	3,59	3,8	3,63	0,25	3,55	3,9	0,45	0,07436054
B pre	3,63	0,13	3,54	3,72	3,63	0,13	3,42	3,86	0,09	0,98033088
B post	3,7	0,17	3,58	3,82	3,67	0,27	3,49	3,99	0,42	0,65277734
B retention	3,66	0,12	3,57	3,74	3,66	0,16	3,52	3,87	0,5	0,59026472

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	4.06	1	14	0.064	0.09	
Test	13.19	2	28	0.001	0.38	
Int.	0.9	2	28	0.375	0.04	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.04	-0.18	0.26	0.38	13.85	0.713
post: A-B	0.26	-0.06	0.59	1.8	11.64	0.098
retention: A-B	0.13	-0.1	0.36	1.17	13.64	0.26
A: pre-post	-0.53	-0.69	-0.36	-7.6	7	0
A: pre-retentior	-0.37	-0.7	-0.05	-2.69	7	0.031
A: post-retentio	0.15	-0.29	0.6	0.81	7	0.447
B: pre-post	-0.3	-0.47	-0.12	-4.05	7	0.005
B: pre-retentior	-0.28	-0.48	-0.09	-3.41	7	0.011
B: post-retentio	0.01	-0.27	0.3	0.12	7	0.911

Staw ramienny UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	5,45	0,2	5,32	5,59	5,45	0,23	5,18	5,77	0,09	0,95163075
A post	5,98	0,36	5,73	6,22	5,91	0,46	5,53	6,59	0,5	0,77182176
A retention	5,83	0,23	5,67	5,99	5,84	0,4	5,49	6,09	-0,15	0,37784565
B pre	5,42	0,22	5,26	5,57	5,41	0,38	5,15	5,71	0,08	0,4173778
B post	5,71	0,22	5,56	5,87	5,76	0,35	5,4	5,96	-0,22	0,1872162
B retention	5,7	0,2	5,56	5,84	5,69	0,13	5,41	6,09	0,64	0,5253289

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	10.92	1	14	0.005	0.23	
Test	4.57	2	28	0.041	0.17	
Int.	0.71	2	28	0.437	0.03	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.28	0.04	0.52	0.72	12.98	0.238
post: A-B	0.44	0.06	0.82	2.47	13.51	0.028
retention: A-B	0.2	-0.13	0.53	1.32	12.89	0.209
A: pre-post	-0.38	-0.55	-0.2	-5.11	7	0.001
A: pre-retentior	-0.16	-0.53	0.2	-1.08	7	0.316
A: post-retentio	0.21	-0.24	0.66	1.11	7	0.302
B: pre-post	-0.22	-0.4	-0.05	-2.98	7	0.02
B: pre-retentior	-0.25	-0.59	0.09	-1.73	7	0.128
B: post-retentio	-0.03	-0.45	0.4	-0.15	7	0.888

Staw łokciowy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	8,46	0,23	8,3	8,61	8,41	0,18	8,22	8,94	1,18	0,17884583
A post	8,83	0,32	8,61	9,05	8,77	0,44	8,43	9,35	0,33	0,71784545
A retention	8,62	0,25	8,44	8,8	8,68	0,36	8,24	8,94	-0,32	0,55708224
B pre	8,17	0,22	8,02	8,32	8,18	0,29	7,81	8,44	-0,35	0,79421771
B post	8,39	0,39	8,13	8,66	8,44	0,24	7,54	8,86	-1,33	0,07095854
B retention	8,42	0,34	8,18	8,66	8,3	0,24	8,11	9,1	1,19	0,02206427

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	17	1	14	0.001	0.46	
Test	6.55	2	28	0.005	0.13	
Int.	8.26	2	28	0.002	0.15	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.49	0.13	0.85	0.65	13.79	0.428
post: A-B	1.19	0.69	1.69	5.07	14	0
retention: A-B	0.47	0	0.95	2.17	11.46	0.052
A: pre-post	-0.67	-1	-0.34	-4.83	7	0.002
A: pre-retentior	-0.31	-0.68	0.06	-1.97	7	0.09
A: post-retentio	0.36	-0.03	0.75	2.17	7	0.067
B: pre-post	0.03	-0.21	0.28	0.32	7	0.756
B: pre-retentior	-0.32	-0.51	-0.13	-3.9	7	0.006
B: post-retentio	-0.35	-0.78	0.07	-1.96	7	0.091

Staw nadgarstkowy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	11,65	0,37	11,39	11,9	11,66	0,35	10,98	12,2	-0,33	0,97055961
A post	12,31	0,47	11,99	12,64	12,19	0,58	11,9	13,2	0,85	0,14834923
A retention	11,95	0,53	11,59	12,32	11,98	0,3	11,22	12,95	0,37	0,26137831
B pre	11,16	0,3	10,95	11,37	11,04	0,38	10,82	11,69	0,65	0,40318896
B post	11,12	0,47	10,8	11,45	11,19	0,45	10,29	11,84	-0,38	0,86624023
B retention	11,48	0,32	11,26	11,7	11,39	0,45	11,07	12,02	0,44	0,6202194

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	3.28	1	14	0.092	0.09	
Test	4.07	2	28	0.052	0.15	
Int.	1.39	2	28	0.263	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.03	-0.26	0.19	-0.32	10.87	0.758
post: A-B	0.54	0.11	0.97	2.72	13.37	0.017
retention: A-B	0.49	-0.46	1.43	1.1	13.92	0.289
A: pre-post	-0.59	-0.86	-0.32	-5.23	7	0.001
A: pre-retentior	-0.03	-0.88	0.83	-0.07	7	0.947
A: post-retentio	0.57	-0.17	1.3	1.82	7	0.111
B: pre-post	-0.02	-0.36	0.32	-0.13	7	0.9
B: pre-retentior	0.49	-0.2	1.19	1.68	7	0.137
B: post-retentio	0.51	-0.18	1.2	1.75	7	0.123

Staw skokowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	9,9	0,25	9,73	10,08	9,89	0,29	9,55	10,34	0,28	0,97501906
A post	10,5	0,35	10,25	10,74	10,5	0,31	9,9	11,1	-0,01	0,96156128
A retention	9,93	0,92	9,3	10,56	9,93	1,65	8,66	10,96	-0,08	0,27470124
B pre	9,94	0,14	9,84	10,03	9,91	0,12	9,75	10,22	0,85	0,51081917
B post	9,96	0,44	9,65	10,26	10,08	0,19	8,92	10,32	-1,87	0,00301625
B retention	9,44	0,85	8,86	10,03	9,25	1,18	8,56	10,94	0,55	0,39267237

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.7	1	14	0.213	0.06	
Test	7.25	2	28	0.003	0.19	
Int.	3.69	2	28	0.038	0.11	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.04	-0.26	0.34	0.3	13.87	0.767
post: A-B	0.36	0.11	0.6	3.16	13.55	0.007
retention: A-B	-0.03	-0.31	0.25	-0.22	13.93	0.829
A: pre-post	-0.44	-0.71	-0.17	-3.87	7	0.006
A: pre-retentior	-0.11	-0.48	0.26	-0.72	7	0.496
A: post-retentio	0.33	0.06	0.6	2.88	7	0.024
B: pre-post	-0.13	-0.32	0.06	-1.64	7	0.144
B: pre-retentior	-0.18	-0.38	0.01	-2.26	7	0.058
B: post-retentio	-0.05	-0.21	0.1	-0.82	7	0.442

Staw kolanowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	5,8	0,27	5,62	5,99	5,8	0,3	5,39	6,18	-0,29	0,73463932
A post	6,25	0,2	6,11	6,39	6,26	0,31	5,89	6,48	-0,47	0,55689504
A retention	5,92	0,25	5,74	6,09	5,8	0,45	5,66	6,25	0,41	0,04906555
B pre	5,76	0,3	5,56	5,97	5,78	0,36	5,42	6,34	0,74	0,37631494
B post	5,89	0,24	5,72	6,06	5,94	0,4	5,6	6,23	-0,05	0,34910968
B retention	5,95	0,27	5,76	6,13	6	0,52	5,63	6,26	-0,18	0,08993384

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	5.24	1	14	0.038	0.15	
Test	2.16	2	28	0.134	0.07	
Int.	5.54	2	28	0.009	0.17	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.58	0.27	0.89	0.29	13.89	0.472
post: A-B	0.06	-0.34	0.47	0.35	12.93	0.732
retention: A-B	0.04	-0.14	0.23	0.49	13.98	0.632
A: pre-post	0.07	-0.29	0.43	0.46	7	0.661
A: pre-retentior	0.2	-0.05	0.45	1.92	7	0.096
A: post-retentio	0.13	-0.17	0.44	1.02	7	0.342
B: pre-post	-0.44	-0.71	-0.18	-3.94	7	0.006
B: pre-retentior	-0.33	-0.6	-0.07	-2.96	7	0.021
B: post-retentio	0.11	-0.24	0.46	0.73	7	0.487

Staw biodrowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,42	0,32	2,2	2,64	2,44	0,45	1,99	2,83	-0,15	0,46259523
A post	2,35	0,31	2,14	2,57	2,42	0,4	1,89	2,79	-0,27	0,63718663
A retention	2,22	0,18	2,1	2,34	2,2	0,27	1,94	2,47	-0,09	0,81126016
B pre	1,85	0,26	1,67	2,02	1,8	0,15	1,47	2,38	0,88	0,21130602
B post	2,29	0,42	2	2,58	2,41	0,42	1,53	2,88	-0,52	0,78869065
B retention	2,18	0,17	2,06	2,3	2,2	0,32	1,96	2,37	-0,15	0,1768715

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.34	1	14	0.567	0.01	
Test	0.49	2	28	0.616	0.02	
Int.	0.69	2	28	0.509	0.02	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.02	-0.26	0.3	0.16	13.97	0.872
post: A-B	-0.04	-0.29	0.22	-0.31	13.21	0.762
retention: A-B	-0.13	-0.29	0.03	-1.71	13.59	0.11
A: pre-post	0.08	-0.1	0.27	1.04	7	0.333
A: pre-retentior	0.07	-0.12	0.26	0.86	7	0.419
A: post-retentio	-0.01	-0.24	0.21	-0.12	7	0.909
B: pre-post	0.02	-0.28	0.32	0.19	7	0.857
B: pre-retentior	-0.08	-0.27	0.11	-0.96	7	0.368
B: post-retentio	-0.1	-0.25	0.05	-1.59	7	0.155

Staw ramienny UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,56	0,26	1,38	1,74	1,62	0,3	1,12	1,87	-0,45	0,59997406
A post	1,48	0,26	1,3	1,66	1,5	0,36	1,12	1,86	0,11	0,65441543
A retention	1,49	0,16	1,38	1,6	1,47	0,18	1,25	1,78	0,36	0,9559585
B pre	1,54	0,25	1,36	1,71	1,65	0,42	1,18	1,84	-0,37	0,16385385
B post	1,52	0,2	1,37	1,66	1,47	0,32	1,25	1,8	0,27	0,45453862
B retention	1,62	0,14	1,52	1,71	1,66	0,23	1,43	1,77	-0,27	0,20519455

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.1	1	14	0.754	0	
Test	0.02	2	28	0.982	0	
Int.	1.38	2	28	0.267	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.16	-0.05	0.36	1.65	13.08	0.123
post: A-B	-0.07	-0.32	0.18	-0.64	13.81	0.535
retention: A-B	-0.03	-0.23	0.17	-0.32	13.45	0.752
A: pre-post	0.11	-0.22	0.43	0.76	7	0.475
A: pre-retentior	0.1	-0.15	0.34	0.92	7	0.39
A: post-retentio	-0.01	-0.2	0.18	-0.11	7	0.915
B: pre-post	-0.13	-0.37	0.12	-1.21	7	0.265
B: pre-retentior	-0.09	-0.27	0.09	-1.17	7	0.279
B: post-retentio	0.04	-0.22	0.29	0.32	7	0.757

Staw łokciowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	0,88	0,22	0,74	1,03	0,88	0,23	0,45	1,12	-0,88	0,28099456
A post	0,78	0,25	0,61	0,95	0,8	0,36	0,42	1,12	-0,12	0,89232546
A retention	0,79	0,2	0,65	0,93	0,66	0,34	0,62	1,08	0,6	0,00744032
B pre	0,73	0,16	0,61	0,84	0,76	0,18	0,42	0,91	-0,73	0,55364465
B post	0,85	0,22	0,7	1	0,8	0,28	0,64	1,25	0,72	0,33030214
B retention	0,82	0,17	0,7	0,93	0,77	0,24	0,65	1,1	0,5	0,29405069

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.17	1	14	0.685	0	
Test	0.28	2	28	0.754	0.01	
Int.	2.69	2	28	0.085	0.1	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.08	-0.07	0.24	1.16	13.94	0.267
post: A-B	0	-0.14	0.14	-0.06	12.03	0.955
retention: A-B	-0.14	-0.33	0.05	-1.6	13.53	0.132
A: pre-post	0.07	-0.07	0.2	1.19	7	0.274
A: pre-retentior	0.1	-0.08	0.28	1.28	7	0.242
A: post-retentio	0.03	-0.13	0.2	0.47	7	0.655
B: pre-post	-0.02	-0.14	0.1	-0.39	7	0.708
B: pre-retentior	-0.12	-0.26	0.01	-2.17	7	0.067
B: post-retentio	-0.1	-0.32	0.11	-1.14	7	0.292

Staw nadgarstkowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,27	0,14	1,17	1,36	1,27	0,2	1,03	1,42	-0,4	0,53541826
A post	1,2	0,1	1,13	1,27	1,23	0,16	1,03	1,3	-0,58	0,22133953
A retention	1,17	0,19	1,04	1,3	1,18	0,28	0,92	1,43	-0,08	0,51837747
B pre	1,19	0,15	1,08	1,29	1,12	0,25	1,02	1,4	0,42	0,12447376
B post	1,21	0,15	1,1	1,31	1,21	0,22	1	1,42	0,08	0,57821677
B retention	1,31	0,16	1,2	1,42	1,32	0,28	1,12	1,47	-0,04	0,01103426

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.76	1	14	0.399	0.02	
Test	0.69	2	28	0.512	0.03	
Int.	1.49	2	28	0.242	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.06	-0.26	0.14	-0.63	14	0.538
post: A-B	0.07	-0.11	0.25	0.83	13.86	0.419
retention: A-B	-0.16	-0.41	0.08	-1.45	12.65	0.17
A: pre-post	-0.05	-0.27	0.17	-0.54	7	0.603
A: pre-retentior	-0.01	-0.29	0.28	-0.07	7	0.944
A: post-retentio	0.04	-0.18	0.26	0.45	7	0.664
B: pre-post	0.08	-0.07	0.23	1.22	7	0.262
B: pre-retentior	-0.11	-0.35	0.12	-1.13	7	0.295
B: post-retentio	-0.19	-0.42	0.04	-2	7	0.086

Staw skokowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,27	0,18	1,15	1,4	1,26	0,27	1,04	1,52	0,12	0,30665023
A post	1,33	0,18	1,2	1,45	1,37	0,25	1,04	1,52	-0,51	0,35299832
A retention	1,28	0,18	1,16	1,41	1,29	0,26	1	1,53	-0,14	0,42078538
B pre	1,33	0,19	1,2	1,46	1,31	0,29	1,09	1,58	0,09	0,50539434
B post	1,25	0,16	1,14	1,37	1,23	0,25	1,04	1,52	0,32	0,73397091
B retention	1,45	0,26	1,27	1,63	1,58	0,45	1,1	1,69	-0,5	0,02032749

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.75	1	14	0.207	0.03	
Test	19.78	2	28	0	0.51	
Int.	0.36	2	28	0.701	0.02	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.11	-0.14	0.35	0.94	13.99	0.365
post: A-B	0.11	-0.08	0.3	1.26	13.6	0.228
retention: A-B	-0.01	-0.24	0.23	-0.05	12.8	0.965
A: pre-post	0.48	0.16	0.8	3.5	7	0.01
A: pre-retentior	0.38	0.07	0.68	2.92	7	0.022
A: post-retentio	-0.1	-0.22	0.01	-2.13	7	0.071
B: pre-post	0.48	0.21	0.76	4.13	7	0.004
B: pre-retentior	0.26	0	0.53	2.34	7	0.052
B: post-retentio	-0.22	-0.44	0	-2.35	7	0.051

Staw kolanowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,79	0,23	1,63	1,95	1,78	0,36	1,52	2,12	0,25	0,40966458
A post	1,31	0,19	1,17	1,44	1,31	0,29	1,03	1,59	0	0,94472267
A retention	1,41	0,18	1,28	1,54	1,46	0,26	1,15	1,66	-0,3	0,48296461
B pre	1,68	0,22	1,53	1,84	1,69	0,34	1,34	1,96	-0,24	0,6439397
B post	1,2	0,16	1,08	1,31	1,21	0,17	0,94	1,38	-0,53	0,2577455
B retention	1,42	0,25	1,24	1,59	1,49	0,39	1,02	1,7	-0,35	0,37789433

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	4.89	1	14	0.044	0.13	
Test	126.25	2	28	0	0.83	
Int.	0.01	2	28	0.994	0	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.15	-0.08	0.39	1.38	13.94	0.188
post: A-B	0.14	-0.02	0.3	1.85	11.85	0.09
retention: A-B	0.14	-0.08	0.37	1.35	13.88	0.199
A: pre-post	0.99	0.77	1.21	10.87	7	0
A: pre-retentior	0.32	0.08	0.56	3.17	7	0.016
A: post-retentio	-0.67	-0.8	-0.53	-11.75	7	0
B: pre-post	0.98	0.87	1.08	22.79	7	0
B: pre-retentior	0.31	0.04	0.58	2.76	7	0.028
B: post-retentio	-0.66	-0.92	-0.41	-6.23	7	0

Staw biodorowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,35	0,21	2,2	2,5	2,34	0,24	2,03	2,67	-0,06	0,93553346
A post	1,36	0,11	1,28	1,44	1,37	0,07	1,12	1,5	-1,09	0,20104975
A retention	2,03	0,2	1,89	2,17	2,03	0,29	1,76	2,34	0,08	0,86777255
B pre	2,2	0,23	2,04	2,36	2,13	0,28	1,98	2,58	0,74	0,14771215
B post	1,22	0,18	1,1	1,35	1,23	0,29	1,01	1,45	0,08	0,2921471
B retention	1,89	0,22	1,73	2,04	1,83	0,31	1,63	2,24	0,45	0,52255476

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.21	1	14	0.651	0	
Test	102.14	2	28	0	0.85	
Int.	0.08	2	28	0.926	0	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.05	-0.25	0.35	0.37	13.92	0.717
post: A-B	0.07	-0.37	0.52	0.35	13.74	0.732
retention: A-B	-0.02	-0.3	0.26	-0.17	10.86	0.872
A: pre-post	1.54	1.07	2.01	7.72	7	0
A: pre-retentior	1.58	1.13	2.03	8.31	7	0
A: post-retentio	0.04	-0.4	0.47	0.2	7	0.849
B: pre-post	1.56	1.12	2	8.36	7	0
B: pre-retentior	1.51	1.17	1.84	10.53	7	0
B: post-retentio	-0.06	-0.41	0.3	-0.38	7	0.713

Staw ramienny UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,52	0,29	3,32	3,72	3,51	0,39	3,12	3,91	0,12	0,64686845
A post	1,98	0,44	1,67	2,29	1,97	0,58	1,35	2,6	-0,01	0,85961367
A retention	1,94	0,32	1,72	2,16	2,01	0,41	1,41	2,35	-0,41	0,59465703
B pre	3,47	0,27	3,29	3,65	3,46	0,34	3,02	3,77	-0,45	0,484046
B post	1,91	0,39	1,64	2,17	1,84	0,52	1,19	2,32	-0,52	0,20757949
B retention	1,96	0,17	1,84	2,09	2	0,18	1,67	2,17	-0,64	0,44042374

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	5.44	1	14	0.035	0.18	
Test	5.48	2	28	0.02	0.14	
Int.	2.92	2	28	0.091	0.08	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.64	0	1.28	2.16	13.1	0.05
post: A-B	0.8	0.07	1.52	2.37	13.95	0.033
retention: A-B	0.06	-0.37	0.48	0.28	13.78	0.781
A: pre-post	0.38	0.12	0.65	3.42	7	0.011
A: pre-retentior	0.76	-0.03	1.54	2.27	7	0.058
A: post-retentio	0.37	-0.41	1.16	1.12	7	0.3
B: pre-post	0.54	0.16	0.92	3.37	7	0.012
B: pre-retentior	0.17	-0.16	0.5	1.22	7	0.261
B: post-retentio	-0.37	-0.8	0.07	-2	7	0.086

Staw łokciowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	4,55	0,67	4,08	5,01	4,54	1	3,68	5,67	0,3	0,81857108
A post	4,16	0,65	3,71	4,61	4,02	0,65	3,53	5,53	1,14	0,17028889
A retention	3,79	0,37	3,53	4,05	3,69	0,34	3,21	4,38	0,22	0,67864046
B pre	3,91	0,51	3,55	4,26	4	0,8	3,17	4,58	-0,16	0,65100598
B post	3,37	0,69	2,89	3,85	3,52	0,5	1,91	4,09	-1,15	0,18135246
B retention	3,74	0,42	3,44	4,03	3,74	0,5	3,1	4,36	0,08	0,92738211

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	11.21	1	14	0.005	0.25	
Test	2.55	2	28	0.129	0.1	
Int.	1.77	2	28	0.204	0.07	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	1.02	0.23	1.82	0.89	13.97	0.476
post: A-B	1.1	0.3	1.91	2.98	12.02	0.012
retention: A-B	0.28	-0.5	1.06	0.77	13.77	0.452
A: pre-post	0.45	0.17	0.73	3.83	7	0.006
A: pre-retentior	0.82	-0.34	1.98	1.67	7	0.139
A: post-retentio	0.37	-0.84	1.57	0.72	7	0.496
B: pre-post	0.53	0.32	0.75	5.84	7	0.001
B: pre-retentior	0.08	-0.67	0.82	0.24	7	0.816
B: post-retentio	-0.46	-1.1	0.19	-1.67	7	0.138

Staw nadgarstkowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	5,34	0,79	4,79	5,88	5,37	1,15	4,33	6,46	0,07	0,67596029
A post	4,88	0,88	4,27	5,49	4,92	1,01	3,76	6,45	0,42	0,82610916
A retention	4,52	0,77	3,98	5,05	4,42	1,43	3,65	5,5	0,11	0,13315309
B pre	4,31	0,68	3,84	4,79	4,29	1,05	3,46	5,28	0,16	0,60433503
B post	3,78	0,57	3,38	4,18	3,84	0,68	2,95	4,49	-0,17	0,56176573
B retention	4,24	0,67	3,77	4,7	4,17	0,61	3,25	5,34	0,18	0,92158001

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.16	1	14	0.301	0.04	
Test	10.03	2	28	0.001	0.26	
Int.	4.75	2	28	0.017	0.14	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.09	-0.37	0.19	-0.72	11.57	0.485
post: A-B	0.3	0.08	0.52	2.91	12.48	0.013
retention: A-B	0.04	-0.14	0.22	0.45	13.99	0.662
A: pre-post	-0.48	-0.66	-0.29	-5.96	7	0.001
A: pre-retentior	-0.16	-0.31	0	-2.43	7	0.045
A: post-retentio	0.32	0.14	0.5	4.11	7	0.005
B: pre-post	-0.09	-0.32	0.15	-0.88	7	0.406
B: pre-retentior	-0.03	-0.33	0.27	-0.22	7	0.834
B: post-retentio	0.06	-0.14	0.26	0.72	7	0.495

CofG UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,92	0,19	3,79	4,04	3,9	0,33	3,67	4,14	0	0,33759363
A post	4,39	0,16	4,28	4,5	4,39	0,17	4,12	4,6	-0,22	0,73905424
A retention	4,07	0,17	3,96	4,19	4,08	0,21	3,81	4,3	-0,31	0,80799401
B pre	4,01	0,31	3,79	4,22	4,01	0,5	3,65	4,37	0,01	0,07236654
B post	4,09	0,24	3,93	4,26	4,07	0,35	3,72	4,41	-0,13	0,8454193
B retention	4,03	0,17	3,92	4,15	4,03	0,22	3,8	4,27	0,05	0,68297067

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0	1	14	0.957	0	
Test	0.56	2	28	0.575	0.01	
Int.	0.03	2	28	0.971	0	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0	-0.18	0.17	-0.05	13.94	0.965
post: A-B	-0.02	-0.2	0.17	-0.18	11.99	0.863
retention: A-B	0.01	-0.19	0.2	0.08	13.7	0.936
A: pre-post	0.05	-0.06	0.17	1.09	7	0.312
A: pre-retentior	0.01	-0.13	0.15	0.15	7	0.885
A: post-retentio	-0.04	-0.22	0.13	-0.62	7	0.554
B: pre-post	0.04	-0.14	0.23	0.54	7	0.603
B: pre-retentior	0.02	-0.13	0.17	0.31	7	0.769
B: post-retentio	-0.02	-0.18	0.14	-0.34	7	0.746

CofG UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,28	0,17	2,16	2,4	2,3	0,13	2,03	2,59	0,24	0,60661766
A post	2,23	0,2	2,09	2,37	2,2	0,36	1,99	2,51	0,18	0,35275342
A retention	2,27	0,17	2,15	2,39	2,27	0,25	2,05	2,51	-0,02	0,6657633
B pre	2,28	0,16	2,17	2,39	2,24	0,28	2,11	2,49	0,26	0,11676533
B post	2,24	0,13	2,15	2,33	2,23	0,22	2,09	2,42	0,17	0,31273124
B retention	2,26	0,2	2,13	2,4	2,27	0,26	1,98	2,56	0,11	0,91278742

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.48	1	14	0.501	0.01	
Test	5.74	2	28	0.008	0.2	
Int.	0.64	2	28	0.537	0.03	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.15	-0.27	0.58	0.78	13.21	0.448
post: A-B	0.22	-0.32	0.76	0.87	13.71	0.399
retention: A-B	-0.09	-0.51	0.33	-0.48	12.92	0.643
A: pre-post	0.44	0.09	0.79	3	7	0.02
A: pre-retentior	0.25	-0.31	0.8	1.05	7	0.327
A: post-retentio	-0.2	-0.8	0.41	-0.77	7	0.467
B: pre-post	0.51	0.1	0.92	2.92	7	0.022
B: pre-retentior	0	-0.48	0.48	0	7	1
B: post-retentio	-0.51	-0.99	-0.03	-2.5	7	0.041

CofG UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,46	0,44	2,15	2,76	2,34	0,29	1,98	3,44	1,48	0,04196229
A post	2,02	0,54	1,64	2,39	2,02	0,85	1,38	2,71	0,04	0,17981787
A retention	2,21	0,33	1,98	2,44	2,29	0,51	1,76	2,67	-0,09	0,53661588
B pre	2,3	0,34	2,07	2,54	2,33	0,29	1,67	2,79	-0,52	0,89702136
B post	1,8	0,46	1,47	2,12	1,88	0,61	1,05	2,45	-0,28	0,87978089
B retention	2,3	0,44	2	2,61	2,41	0,59	1,64	2,78	-0,49	0,14793121

4. Kąty stawowe, prędkości wypadkowe, rozkład przemieszczeń środka ciężkości w układzie rundak – salto kuczne w tył na równoważni zakończonym stabilnym lądowaniem

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	3.11	1	14	0.099	0.07	
Test	85.88	2	28	0	0.81	
Int.	1.72	2	28	0.197	0.08	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	1.4	-1.03	3.82	1.24	14	0.236
post: A-B	2.14	0.27	4.01	2.49	12.22	0.028
retention: A-B	-0.48	-2.75	1.79	-0.46	13.57	0.656
A: pre-post	-8.95	-11.06	-6.84	-10.05	7	0
A: pre-retentior	-6.98	-9.59	-4.37	-6.32	7	0
A: post-retentio	1.97	-0.38	4.32	1.98	7	0.088
B: pre-post	-8.2	-10.84	-5.57	-7.36	7	0
B: pre-retentior	-8.86	-10.76	-6.96	-11.03	7	0
B: post-retentio	-0.65	-3.53	2.23	-0.54	7	0.609

Podudzie-udo UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	157,72	2,25	156,16	159,27	157,88	2,15	153,6	160,9	-0,52	0,8570316
A post	166,67	2,02	165,26	168,07	166,49	1,91	163,5	169,46	0,14	0,536811
A retention	164,69	1,91	163,37	166,02	164,87	2,13	161,83	167,79	0,02	0,98880191
B pre	156,32	2,27	154,74	157,89	156,4	2,79	153,51	160,49	0,52	0,53566647
B post	164,52	1,35	163,58	165,46	164,78	1,66	162,12	166,16	-0,56	0,77108253
B retention	165,17	2,29	163,59	166,76	165,61	2,44	161,52	167,97	-0,59	0,33566129

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.98	1	14	0.339	0.02	
Test	49.2	2	28	0	0.7	
Int.	1.2	2	28	0.317	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-1.02	-2.57	0.53	-1.42	13.45	0.179
post: A-B	0.55	-1.09	2.18	0.72	13.43	0.484
retention: A-B	-0.83	-2.65	0.98	-0.99	13.84	0.34
A: pre-post	-6.27	-7.91	-4.64	-9.07	7	0
A: pre-retentior	-2.84	-4.59	-1.08	-3.82	7	0.007
A: post-retentio	3.43	0.98	5.89	3.31	7	0.013
B: pre-post	-4.7	-6.45	-2.96	-6.38	7	0
B: pre-retentior	-2.65	-4.43	-0.87	-3.52	7	0.01
B: post-retentio	2.05	0.46	3.65	3.04	7	0.019

Udo-tułów UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	167,14	1,28	166,25	168,03	167,21	1,98	165,03	168,83	-0,27	0,83010368
A post	173,41	1,67	172,25	174,57	173,62	1,53	170,02	175,28	-0,99	0,37685696
A retention	169,98	1,78	168,74	171,21	169,54	2,68	168,24	172,82	0,49	0,21738464
B pre	168,16	1,58	167,06	169,25	168,11	2,57	165,81	170,17	-0,11	0,39050627
B post	172,86	1,35	171,93	173,8	173,17	1,59	170,87	174,73	-0,2	0,7182157
B retention	170,81	1,59	169,7	171,91	170,99	2,34	168,42	172,8	-0,3	0,60655283

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	2.85	1	14	0.113	0.05	
Test	4.26	2	28	0.024	0.18	
Int.	4.5	2	28	0.02	0.19	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.42	-1.03	1.86	0.62	13.21	0.546
post: A-B	3.34	1.48	5.2	3.93	11.49	0.002
retention: A-B	-1.1	-4.13	1.94	-0.79	11.22	0.445
A: pre-post	-2.39	-3.93	-0.86	-3.7	7	0.008
A: pre-retentior	2.01	-0.15	4.17	2.2	7	0.064
A: post-retentio	4.41	1.42	7.39	3.49	7	0.01
B: pre-post	0.53	-1.54	2.61	0.61	7	0.564
B: pre-retentior	0.5	-2.58	3.58	0.38	7	0.712
B: post-retentio	-0.03	-2.9	2.84	-0.03	7	0.98

Tułów-ramię UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	151,2	1,17	150,39	152,01	151	2,15	149,67	152,58	0,09	0,2166717
A post	153,59	2,06	152,16	155,02	153,92	1,51	148,96	155,64	-1,51	0,03001207
A retention	149,18	1,96	147,83	150,54	149,12	1,88	146,27	152,71	0,31	0,94054011
B pre	150,78	1,5	149,74	151,82	150,26	1,76	148,74	153,4	0,46	0,63604924
B post	150,25	1,24	149,39	151,11	150,35	1,35	148,32	151,94	-0,32	0,77815629
B retention	150,28	3,39	147,93	152,63	150,44	6,21	146,39	153,69	-0,04	0,01837976

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	2.34	1	14	0.148	0.06	
Test	1.41	2	28	0.261	0.06	
Int.	1.05	2	28	0.364	0.04	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.28	-2.6	3.16	0.22	8.94	0.829
post: A-B	2.37	1.09	3.65	4.05	11.85	0.002
retention: A-B	0.52	-2.5	3.53	0.37	14	0.718
A: pre-post	-2.07	-5.86	1.71	-1.3	7	0.236
A: pre-retentior	-1.36	-4.63	1.91	-0.98	7	0.358
A: post-retentio	0.71	-1.57	2.99	0.74	7	0.483
B: pre-post	0.02	-0.86	0.89	0.05	7	0.964
B: pre-retentior	-1.12	-3.44	1.19	-1.15	7	0.288
B: post-retentio	-1.14	-3.52	1.24	-1.13	7	0.294

Ramię-przedramię UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	173,01	3,37	170,68	175,35	174,56	2,41	165,76	175,4	-1,45	0,00737298
A post	175,09	1,4	174,12	176,06	175	1,4	173,32	177,96	0,93	0,37567848
A retention	174,37	2,79	172,44	176,31	174,63	4,62	170,64	177,8	-0,09	0,45369594
B pre	172,73	1,27	171,85	173,61	172,28	1,61	170,84	174,68	0,23	0,55061722
B post	172,71	0,89	172,1	173,33	172,96	1,49	171,36	173,64	-0,37	0,21898246
B retention	173,86	2,83	171,89	175,82	172,57	5,4	171,18	177,73	0,43	0,03041042

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.1	1	14	0.751	0	
Test	1.81	2	28	0.183	0.05	
Int.	3.4	2	28	0.048	0.09	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-1.75	-4.83	1.32	-1.22	13.86	0.241
post: A-B	-0.79	-3.36	1.78	-0.66	13.64	0.518
retention: A-B	1.62	-0.57	3.81	1.6	12.69	0.134
A: pre-post	-1.5	-3.68	0.68	-1.62	7	0.148
A: pre-retentior	-1.54	-4.25	1.16	-1.35	7	0.218
A: post-retentio	-0.04	-2.04	1.95	-0.05	7	0.959
B: pre-post	-0.54	-1.8	0.72	-1.01	7	0.345
B: pre-retentior	1.83	-1.02	4.67	1.52	7	0.173
B: post-retentio	2.36	0.36	4.37	2.78	7	0.027

Podudzie-udo UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	66,43	2,71	64,55	68,31	65,54	3,75	62,22	70,13	0,06	0,46529108
A post	67,93	2,57	66,14	69,71	68,54	3,16	63,3	71,58	-0,46	0,80808336
A retention	67,97	2,32	66,36	69,58	68,17	3,11	63,59	70,42	-0,67	0,4146181
B pre	68,18	3,01	66,1	70,26	68,31	3,35	62,99	72,53	-0,24	0,97991596
B post	68,72	2,19	67,2	70,23	68,11	2,33	65,43	72,57	0,37	0,80223111
B retention	66,35	1,66	65,2	67,5	66,18	1,74	63,9	68,9	0,26	0,79034938

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.07	1	14	0.794	0	
Test	0.92	2	28	0.409	0.03	
Int.	0.23	2	28	0.795	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.28	-2.36	1.8	-0.29	13.82	0.776
post: A-B	0.31	-1.27	1.88	0.42	13.27	0.682
retention: A-B	0.56	-2.31	3.44	0.42	13.94	0.679
A: pre-post	-0.84	-2.97	1.29	-0.93	7	0.381
A: pre-retentior	-0.12	-1.65	1.42	-0.18	7	0.864
A: post-retentio	0.72	-1.66	3.11	0.72	7	0.496
B: pre-post	-0.25	-1.31	0.8	-0.57	7	0.586
B: pre-retentior	0.73	-2	3.46	0.63	7	0.548
B: post-retentio	0.98	-1.47	3.44	0.95	7	0.376

Udo-tułów UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	66,37	2,04	64,96	67,79	66,25	2,29	63,18	69,46	0,04	0,96557445
A post	67,21	1,28	66,33	68,1	66,98	1,85	65,25	68,92	0,02	0,69258177
A retention	66,49	2,76	64,58	68,4	65,61	3	63,67	70,82	0,81	0,06925377
B pre	66,65	1,82	65,39	67,92	66,24	2,06	63,81	69,46	0,16	0,78264037
B post	66,91	1,63	65,78	68,03	67,23	1,46	63,48	68,87	-1,1	0,27819286
B retention	65,92	2,59	64,13	67,72	66,08	3,78	62,94	70,37	0,37	0,49005809

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.31	1	14	0.271	0.02	
Test	1.52	2	28	0.237	0.08	
Int.	1.99	2	28	0.156	0.1	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.27	-2.48	1.95	-0.26	13.99	0.801
post: A-B	-1.99	-3.59	-0.4	-2.7	13.4	0.018
retention: A-B	0.71	-1.34	2.75	0.75	12.48	0.468
A: pre-post	1.5	-0.77	3.77	1.56	7	0.163
A: pre-retentior	0.71	-1.09	2.51	0.93	7	0.383
A: post-retentio	-0.79	-2.73	1.16	-0.96	7	0.371
B: pre-post	-0.23	-2.36	1.89	-0.26	7	0.803
B: pre-retentior	1.68	-1.6	4.96	1.21	7	0.265
B: post-retentio	1.91	-0.13	3.95	2.22	7	0.062

Tułów-ramię UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	36,73	2,09	35,28	38,18	36,5	2,28	34,21	40,66	0,64	0,56756038
A post	35,23	1,31	34,32	36,14	34,76	1,64	33,71	37,74	0,8	0,38161521
A retention	36,02	1,52	34,97	37,08	35,88	2,14	34,14	38,37	0,22	0,34283117
B pre	36,99	2,03	35,59	38,4	37,5	1,98	33,35	39,13	-0,77	0,25569188
B post	37,23	1,63	36,1	38,35	37,17	1,76	34,32	39,24	-0,49	0,73564395
B retention	35,31	2,19	33,8	36,83	35,2	2,89	32,24	38,61	0,05	0,87739599

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.62	1	14	0.443	0.02	
Test	1.17	2	28	0.313	0.05	
Int.	0.89	2	28	0.392	0.04	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.03	-1.04	0.98	-0.06	14	0.954
post: A-B	0.95	0.11	1.79	2.42	13.78	0.03
retention: A-B	-0.02	-1.89	1.85	-0.02	13.99	0.981
A: pre-post	-0.1	-1.3	1.09	-0.2	7	0.844
A: pre-retentior	0.63	-1.32	2.59	0.77	7	0.467
A: post-retentio	0.74	-0.19	1.67	1.87	7	0.103
B: pre-post	0.87	-0.12	1.86	2.08	7	0.077
B: pre-retentior	0.64	-0.97	2.25	0.94	7	0.378
B: post-retentio	-0.23	-1.68	1.22	-0.37	7	0.72

Ramię-przedramię UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	177,29	0,95	176,64	177,95	177,26	0,66	176,11	179,24	0,9	0,31503484
A post	177,4	0,73	176,89	177,9	177,5	0,76	176,33	178,48	-0,22	0,62760344
A retention	176,66	1,72	175,47	177,85	176,62	2,59	174,58	179,06	0,15	0,45944631
B pre	177,32	0,94	176,67	177,97	177,44	1,49	176,04	178,57	-0,07	0,59706462
B post	176,45	0,83	175,87	177,02	176,48	0,98	174,83	177,37	-0,79	0,42608077
B retention	176,68	1,77	175,45	177,91	176,76	3,06	174,21	178,71	-0,12	0,25226558

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.75	1	14	0.207	0.03	
Test	18.09	2	28	0	0.49	
Int.	0.32	2	28	0.727	0.02	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.71	-4.91	3.48	-0.37	13.59	0.721
post: A-B	-0.5	-3.24	2.23	-0.39	13.98	0.699
retention: A-B	-2.67	-8.04	2.7	-1.07	13.95	0.305
A: pre-post	-9.01	-12.87	-5.14	-5.51	7	0.001
A: pre-retentior	-4.2	-10.22	1.83	-1.65	7	0.143
A: post-retentio	4.81	0.28	9.34	2.51	7	0.04
B: pre-post	-8.8	-12.34	-5.25	-5.87	7	0.001
B: pre-retentior	-6.15	-11.48	-0.82	-2.73	7	0.029
B: post-retentio	2.64	-3.32	8.61	1.05	7	0.329

Podudzie-udo UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	127,72	4,23	124,79	130,65	126,91	5,09	123,34	135,99	0,86	0,37272037
A post	136,73	2,6	134,93	138,53	135,8	2,2	134,43	142,58	1,56	0,02132606
A retention	131,92	4,86	128,55	135,29	130,32	3,62	127,81	141,28	1,13	0,02315222
B pre	128,44	3,55	125,98	130,89	128,58	2,7	120,74	132,37	-1,25	0,1120674
B post	137,23	2,5	135,5	138,96	136,99	2,65	133,16	141,43	0,08	0,99187576
B retention	134,59	5,15	131,02	138,16	133,99	7,15	128,34	142	0,28	0,5335529

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	2.52	1	14	0.135	0.04	
Test	14.97	2	28	0.001	0.44	
Int.	0.17	2	28	0.748	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	4.12	-10.67	18.9	0.64	7.96	0.539
post: A-B	4.92	1.77	8.07	3.39	12.37	0.005
retention: A-B	1.41	-5.95	8.78	0.41	13.92	0.687
A: pre-post	-17.42	-22.7	-12.14	-7.8	7	0
A: pre-retentior	-10.33	-17.94	-2.73	-3.21	7	0.015
: post-retentio	7.09	0.79	13.38	2.66	7	0.032
B: pre-post	-16.62	-30.35	-2.88	-2.86	7	0.024
B: pre-retentior	-13.04	-30.95	4.88	-1.72	7	0.129
: post-retentio	3.58	-3.08	10.24	1.27	7	0.244

Udo-tułów UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	126,54	4,6	123,36	129,73	126,77	6,29	120,18	133,71	0,14	0,91853869
A post	143,96	3,38	141,62	146,31	143,39	4,34	140,02	149,62	0,41	0,70538789
A retention	136,88	7,12	131,94	141,81	138,89	9,29	122,94	143,31	-0,9	0,1306407
B pre	122,43	17,53	110,28	134,57	128,64	3,14	79,24	130,24	-2,23	1,0816E-05
B post	139,04	2,31	137,44	140,65	139,57	2,89	135,39	141,43	-0,57	0,22052203
B retention	135,46	6,61	130,88	140,04	136,21	11,12	126,93	142,77	-0,18	0,20856387

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	3.74	1	14	0.073	0.08	
Test	24.58	2	28	0	0.55	
Int.	7.05	2	28	0.003	0.26	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.81	-2.48	0.86	-1.04	13.66	0.316
post: A-B	-4.26	-6.38	-2.15	-4.45	10.66	0.001
retention: A-B	1.57	-1.48	4.61	1.11	13.8	0.288
A: pre-post	7.16	4.48	9.85	6.3	7	0
A: pre-retentior	2.04	-1.06	5.15	1.56	7	0.163
: post-retentio	-5.12	-7.89	-2.35	-4.38	7	0.003
B: pre-post	3.71	2.47	4.96	7.05	7	0
B: pre-retentior	4.42	1.41	7.43	3.48	7	0.01
: post-retentio	0.71	-1.69	3.11	0.7	7	0.508

Tułów-ramię UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	58,1	1,43	57,12	59,09	58,23	2,3	56,32	60,09	-0,01	0,56293039
A post	50,94	2,39	49,28	52,6	51,52	2,97	46,51	53,29	-0,74	0,31824627
A retention	56,06	3	53,98	58,14	56,59	4,82	51,42	59,35	-0,31	0,34942925
B pre	58,92	1,68	57,75	60,08	58,93	2,17	56,53	61,45	0	0,9433001
B post	55,2	1,27	54,32	56,08	55,5	1,66	53,09	57,04	-0,27	0,85247859
B retention	54,49	2,66	52,65	56,34	55,75	3	49,3	57,03	-1	0,11190961

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.96	1	14	0.183	0.05	
Test	3.79	2	28	0.035	0.15	
Int.	0.11	2	28	0.899	0	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.37	-0.91	1.66	0.63	12.77	0.541
post: A-B	0.79	-0.67	2.25	1.2	10.93	0.257
retention: A-B	0.83	-1.42	3.08	0.79	13.98	0.441
A: pre-post	-0.57	-1.64	0.51	-1.25	7	0.253
A: pre-retentior	0.87	-1.1	2.84	1.04	7	0.331
: post-retentio	1.43	-0.01	2.88	2.35	7	0.051
B: pre-post	-0.14	-2.1	1.81	-0.18	7	0.866
B: pre-retentior	1.33	-0.4	3.05	1.82	7	0.111
: post-retentio	1.47	-1.06	4.01	1.37	7	0.212

Ramię-przedramię UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	176,81	0,98	176,13	177,49	176,74	0,69	175,54	178,8	0,85	0,49032575
A post	177,37	0,91	176,74	178	177,56	1,46	176,12	178,48	-0,19	0,43340725
A retention	175,94	2,14	174,46	177,42	175,99	2,03	172,87	178,83	-0,15	0,50833003
B pre	176,44	1,36	175,49	177,38	176,8	0,95	173,3	177,5	-1,72	0,00814277
B post	176,58	1,64	175,44	177,72	176,82	1,6	173,64	178,88	-0,5	0,88388992
B retention	175,11	2,05	173,69	176,53	175,24	2,5	172,33	178,39	0,07	0,86937113

Staw skokowy UCR

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.2	1	14	0.66	0.01	
Test	3.78	2	28	0.035	0.13	
Int.	1.79	2	28	0.186	0.07	

test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.12	-0.07	0.31	1.4	11.71	0.186
post: A-B	0.04	-0.11	0.18	0.52	14	0.613
retention: A-B	-0.08	-0.28	0.12	-0.87	13.98	0.401
A: pre-post	0.19	0	0.37	2.37	7	0.05
A: pre-retentior	0.14	-0.08	0.36	1.49	7	0.179
A: post-retentio	-0.04	-0.28	0.19	-0.44	7	0.67
B: pre-post	0.1	-0.05	0.25	1.57	7	0.16
B: pre-retentior	-0.06	-0.21	0.09	-0.97	7	0.364
B: post-retentio	-0.16	-0.25	-0.08	-4.54	7	0.003

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,61	0,21	2,46	2,75	2,63	0,26	2,25	2,87	-0,45	0,828125
A post	2,42	0,14	2,33	2,51	2,45	0,13	2,16	2,57	-0,79	0,49781984
A retention	2,46	0,18	2,34	2,59	2,48	0,27	2,21	2,69	-0,17	0,52953683
B pre	2,48	0,13	2,4	2,57	2,5	0,11	2,24	2,67	-0,59	0,84020314
B post	2,38	0,13	2,29	2,48	2,38	0,13	2,13	2,57	-0,53	0,86050443
B retention	2,55	0,19	2,41	2,68	2,61	0,28	2,26	2,8	-0,34	0,48531072

Staw kolanowy UCR

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.41	1	14	0.535	0.01	
Test	0.98	2	28	0.389	0.05	
Int.	0.67	2	28	0.52	0.03	

test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.12	-0.05	0.29	1.54	14	0.145
post: A-B	0	-0.19	0.19	0.04	13.54	0.967
retention: A-B	-0.02	-0.26	0.21	-0.23	13.35	0.824
A: pre-post	0.13	-0.05	0.31	1.73	7	0.127
A: pre-retentior	0.06	-0.21	0.33	0.53	7	0.614
A: post-retentio	-0.07	-0.34	0.19	-0.65	7	0.535
B: pre-post	0.02	-0.09	0.12	0.33	7	0.753
B: pre-retentior	-0.09	-0.33	0.15	-0.85	7	0.423
B: post-retentio	-0.1	-0.34	0.14	-1	7	0.352

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,02	0,16	2,91	3,13	3,04	0,15	2,69	3,19	-1,17	0,20856471
A post	2,89	0,19	2,76	3,02	2,97	0,21	2,5	3,06	-1,12	0,08882474
A retention	2,96	0,24	2,79	3,13	2,98	0,35	2,64	3,28	-0,14	0,53699058
B pre	2,9	0,16	2,79	3,01	2,92	0,23	2,71	3,16	0,19	0,64234084
B post	2,89	0,16	2,78	3	2,86	0,24	2,68	3,12	0,25	0,67440837
B retention	2,99	0,19	2,85	3,12	3	0,25	2,68	3,25	-0,15	0,87475963

Staw biodrowy UCR

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.38	1	14	0.547	0.01	
Test	4.23	2	28	0.025	0.14	
Int.	1.41	2	28	0.262	0.05	

test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.09	-0.02	0.2	1.84	12.87	0.088
post: A-B	-0.08	-0.3	0.15	-0.75	11.42	0.466
retention: A-B	0.1	-0.15	0.36	0.89	13.63	0.387
A: pre-post	0.1	-0.07	0.28	1.41	7	0.201
A: pre-retentior	0.15	0	0.31	2.39	7	0.048
A: post-retentio	0.05	-0.23	0.33	0.42	7	0.688
B: pre-post	-0.06	-0.25	0.12	-0.82	7	0.437
B: pre-retentior	0.17	0	0.34	2.34	7	0.052
B: post-retentio	0.23	0.01	0.46	2.47	7	0.043

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,29	0,11	3,21	3,36	3,3	0,13	3,12	3,42	-0,46	0,32569829
A post	3,18	0,15	3,08	3,28	3,13	0,16	2,99	3,42	0,59	0,32829964
A retention	3,13	0,25	2,96	3,31	3,05	0,32	2,87	3,58	0,64	0,35545591
B pre	3,19	0,08	3,14	3,25	3,18	0,13	3,09	3,32	0,24	0,71531097
B post	3,26	0,25	3,09	3,43	3,33	0,46	2,89	3,5	-0,33	0,08934446
B retention	3,03	0,21	2,88	3,17	3	0,18	2,84	3,5	1,41	0,03371811

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.59	1	14	0.228	0.06	
Test	5.01	2	28	0.014	0.15	
Int.	0.04	2	28	0.966	0	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.09	-0.06	0.23	1.3	13.97	0.216
post: A-B	0.11	-0.03	0.25	1.75	14	0.103
retention: A-B	0.08	-0.25	0.41	0.53	12.5	0.605
A: pre-post	0.03	-0.11	0.17	0.48	7	0.645
A: pre-retentior	-0.14	-0.31	0.02	-2.04	7	0.08
A: post-retentio	-0.17	-0.32	-0.03	-2.85	7	0.025
B: pre-post	0.05	-0.11	0.22	0.76	7	0.472
B: pre-retentior	-0.15	-0.44	0.14	-1.21	7	0.264
B: post-retentio	-0.2	-0.49	0.08	-1.7	7	0.134

Staw ramienny UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,91	0,14	3,82	4,01	3,91	0,16	3,67	4,12	-0,24	0,95623915
A post	3,88	0,13	3,79	3,97	3,91	0,17	3,69	4,05	-0,43	0,45442473
A retention	4,06	0,25	3,88	4,23	4,1	0,33	3,71	4,43	-0,14	0,65389138
B pre	3,83	0,13	3,73	3,92	3,86	0,13	3,58	3,98	-0,74	0,5744647
B post	3,77	0,13	3,68	3,86	3,8	0,15	3,59	3,95	-0,28	0,60297715
B retention	3,98	0,36	3,73	4,22	3,92	0,55	3,61	4,49	0,42	0,1862238

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	3.43	1	14	0.085	0.07	
Test	18.13	2	28	0	0.48	
Int.	0.32	2	28	0.73	0.02	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.04	-0.13	0.21	0.51	13.84	0.616
post: A-B	0.15	0.01	0.29	2.28	12.53	0.041
retention: A-B	0.09	-0.18	0.36	0.72	10.92	0.484
A: pre-post	-0.46	-0.65	-0.27	-5.83	7	0.001
A: pre-retentior	-0.23	-0.38	-0.08	-3.59	7	0.009
A: post-retentio	0.23	0.03	0.44	2.71	7	0.03
B: pre-post	-0.35	-0.55	-0.15	-4.17	7	0.004
B: pre-retentior	-0.18	-0.54	0.18	-1.18	7	0.275
B: post-retentio	0.17	-0.02	0.37	2.09	7	0.075

Staw łokciowy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	6,26	0,15	6,16	6,37	6,23	0,14	6,04	6,54	0,45	0,92441819
A post	6,72	0,15	6,62	6,83	6,75	0,24	6,48	6,9	-0,34	0,59802582
A retention	6,49	0,17	6,37	6,61	6,48	0,22	6,2	6,7	-0,32	0,77693792
B pre	6,22	0,17	6,11	6,34	6,28	0,23	5,93	6,44	-0,5	0,57884384
B post	6,58	0,11	6,5	6,65	6,57	0,07	6,43	6,79	0,81	0,42862173
B retention	6,4	0,3	6,19	6,61	6,3	0,55	6,1	6,82	0,34	0,09954143

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.1	1	14	0.311	0.04	
Test	23.68	2	28	0	0.46	
Int.	1.32	2	28	0.284	0.05	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.09	-0.16	0.33	0.75	13.5	0.468
post: A-B	0.24	-0.04	0.52	1.97	9.28	0.08
retention: A-B	-0.03	-0.38	0.33	-0.18	13.32	0.864
A: pre-post	-0.61	-0.94	-0.27	-4.27	7	0.004
A: pre-retentior	-0.41	-0.67	-0.15	-3.75	7	0.007
A: post-retentio	0.19	-0.02	0.41	2.14	7	0.069
B: pre-post	-0.45	-0.66	-0.24	-5.02	7	0.002
B: pre-retentior	-0.53	-0.88	-0.17	-3.47	7	0.011
B: post-retentio	-0.08	-0.35	0.2	-0.66	7	0.529

Staw nadgarstkowy UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	8,53	0,25	8,35	8,7	8,53	0,39	8,14	8,82	-0,21	0,61521395
A post	9,13	0,32	8,91	9,36	9,02	0,42	8,8	9,73	0,78	0,2660807
A retention	8,94	0,29	8,74	9,14	9	0,35	8,49	9,42	0,05	0,84590181
B pre	8,44	0,2	8,3	8,58	8,45	0,26	8,12	8,7	-0,28	0,77251113
B post	8,89	0,13	8,8	8,98	8,87	0,15	8,73	9,14	0,67	0,56478534
B retention	8,97	0,36	8,71	9,22	8,98	0,51	8,46	9,39	-0,26	0,34509361

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.74	1	14	0.404	0.02	
Test	1.3	2	28	0.283	0.06	
Int.	0.29	2	28	0.67	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.01	-0.11	0.1	-0.13	13.87	0.901
post: A-B	0.04	-0.06	0.14	0.84	13.93	0.413
retention: A-B	0.08	-0.19	0.36	0.67	12.64	0.514
A: pre-post	-0.11	-0.23	0.01	-2.18	7	0.065
A: pre-retentior	-0.06	-0.34	0.22	-0.49	7	0.639
A: post-retentio	0.05	-0.19	0.29	0.53	7	0.614
B: pre-post	-0.07	-0.18	0.05	-1.35	7	0.219
B: pre-retentior	0.03	-0.16	0.22	0.4	7	0.701
B: post-retentio	0.1	-0.09	0.29	1.22	7	0.261

Staw skokowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	6,31	0,1	6,24	6,38	6,3	0,12	6,14	6,45	-0,15	0,81716547
A post	6,42	0,09	6,36	6,49	6,43	0,12	6,27	6,55	-0,3	0,96389059
A retention	6,37	0,29	6,17	6,57	6,44	0,46	5,95	6,7	-0,41	0,28818303
B pre	6,32	0,09	6,25	6,38	6,33	0,17	6,19	6,42	-0,17	0,18285818
B post	6,38	0,1	6,32	6,45	6,36	0,16	6,25	6,52	0,11	0,52838558
B retention	6,28	0,21	6,14	6,43	6,24	0,14	6,03	6,73	1,17	0,19628358

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.23	1	14	0.636	0	
Test	2.94	2	28	0.07	0.15	
Int.	0.97	2	28	0.392	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.11	-0.34	0.12	-1.04	13.92	0.318
post: A-B	0.1	-0.07	0.27	1.25	13.13	0.233
retention: A-B	-0.04	-0.26	0.17	-0.43	13.97	0.672
A: pre-post	-0.28	-0.55	-0.02	-2.51	7	0.04
A: pre-retentior	-0.07	-0.33	0.19	-0.61	7	0.562
A: post-retentio	0.21	-0.06	0.49	1.84	7	0.108
B: pre-post	-0.07	-0.23	0.08	-1.08	7	0.316
B: pre-retentior	0	-0.3	0.3	-0.01	7	0.992
B: post-retentio	0.07	-0.2	0.34	0.62	7	0.556

Staw kolanowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	4,46	0,2	4,31	4,6	4,39	0,17	4,19	4,87	0,92	0,37967749
A post	4,74	0,18	4,61	4,86	4,74	0,21	4,49	5,04	0,34	0,89110222
A retention	4,52	0,21	4,38	4,67	4,44	0,34	4,3	4,84	0,44	0,18993042
B pre	4,57	0,22	4,41	4,72	4,53	0,25	4,28	4,97	0,58	0,85841118
B post	4,64	0,14	4,54	4,73	4,64	0,1	4,35	4,8	-0,97	0,27498449
B retention	4,57	0,2	4,43	4,7	4,53	0,31	4,31	4,85	0,29	0,501511

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.68	1	14	0.424	0.02	
Test	3.16	2	28	0.058	0.11	
Int.	0.15	2	28	0.863	0.01	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.04	-0.19	0.11	-0.54	13.43	0.598
post: A-B	-0.02	-0.14	0.11	-0.28	13.29	0.783
retention: A-B	-0.07	-0.28	0.14	-0.73	13.13	0.479
A: pre-post	-0.11	-0.24	0.02	-2.08	7	0.077
A: pre-retentior	-0.1	-0.26	0.07	-1.36	7	0.216
A: post-retentio	0.02	-0.17	0.21	0.22	7	0.836
B: pre-post	-0.09	-0.19	0.01	-2.22	7	0.062
B: pre-retentior	-0.13	-0.3	0.04	-1.77	7	0.12
B: post-retentio	-0.04	-0.25	0.17	-0.41	7	0.697

Staw biodrowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,29	0,15	2,19	2,4	2,29	0,21	2,09	2,5	0,11	0,60832023
A post	2,41	0,1	2,34	2,48	2,4	0,15	2,26	2,54	-0,13	0,66303368
A retention	2,39	0,17	2,28	2,5	2,42	0,15	2,03	2,57	-1,29	0,11377954
B pre	2,33	0,12	2,25	2,42	2,38	0,16	2,12	2,47	-0,64	0,37591677
B post	2,42	0,13	2,33	2,51	2,4	0,13	2,26	2,64	0,59	0,51609065
B retention	2,46	0,22	2,31	2,61	2,51	0,2	2,03	2,69	-1	0,2578923

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	3.4	1	14	0.086	0.05	
Test	0.26	2	28	0.775	0.01	
Int.	1.94	2	28	0.163	0.1	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.08	-0.06	0.22	1.25	14	0.231
post: A-B	-0.05	-0.18	0.07	-0.97	13.95	0.351
retention: A-B	0.15	-0.03	0.34	1.8	11.82	0.098
A: pre-post	0.11	-0.03	0.24	1.84	7	0.108
A: pre-retentior	-0.03	-0.22	0.17	-0.32	7	0.756
A: post-retentio	-0.13	-0.31	0.05	-1.74	7	0.126
B: pre-post	-0.03	-0.16	0.1	-0.58	7	0.583
B: pre-retentior	0.05	-0.16	0.25	0.53	7	0.616
B: post-retentio	0.08	-0.14	0.3	0.83	7	0.436

Staw ramienny UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,04	0,13	1,95	2,13	2,04	0,17	1,83	2,21	-0,22	0,86670951
A post	1,94	0,11	1,86	2,01	1,91	0,09	1,79	2,14	0,67	0,67552518
A retention	2,07	0,13	1,98	2,16	2,04	0,22	1,89	2,22	0,04	0,29876749
B pre	1,96	0,13	1,87	2,05	1,93	0,13	1,82	2,21	0,87	0,3246575
B post	1,99	0,12	1,91	2,07	2	0,19	1,84	2,16	0	0,62856665
B retention	1,91	0,21	1,77	2,06	1,8	0,3	1,72	2,23	0,67	0,03703724

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.71	1	14	0.212	0.03	
Test	0.06	2	28	0.947	0	
Int.	2.43	2	28	0.106	0.11	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.02	-0.17	0.13	-0.29	13.61	0.775
post: A-B	-0.02	-0.12	0.08	-0.49	13.68	0.633
retention: A-B	0.22	-0.04	0.47	1.8	13.33	0.094
A: pre-post	-0.01	-0.13	0.11	-0.25	7	0.812
A: pre-retentior	-0.14	-0.4	0.13	-1.24	7	0.255
A: post-retentio	-0.12	-0.3	0.05	-1.72	7	0.129
B: pre-post	-0.02	-0.19	0.16	-0.2	7	0.847
B: pre-retentior	0.1	-0.14	0.34	0.96	7	0.371
B: post-retentio	0.11	-0.12	0.35	1.14	7	0.291

Staw łokciowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,55	0,15	1,44	1,65	1,49	0,24	1,39	1,78	0,46	0,22129821
A post	1,56	0,08	1,5	1,62	1,54	0,06	1,46	1,73	0,9	0,42199437
A retention	1,69	0,21	1,54	1,83	1,78	0,15	1,26	1,84	-1,28	0,00748103
B pre	1,57	0,13	1,48	1,65	1,57	0,21	1,4	1,72	-0,11	0,33829141
B post	1,58	0,1	1,51	1,65	1,57	0,14	1,46	1,73	0,36	0,54921014
B retention	1,47	0,26	1,29	1,65	1,43	0,33	1,2	1,89	0,64	0,1477588

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.3	1	14	0.274	0.03	
Test	13.78	2	28	0	0.38	
Int.	1.61	2	28	0.217	0.07	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.11	-0.27	0.04	-1.59	12.51	0.136
post: A-B	0.04	-0.08	0.17	0.76	13.65	0.461
retention: A-B	-0.07	-0.22	0.08	-1.04	13.99	0.315
A: pre-post	0.1	-0.03	0.22	1.8	7	0.114
A: pre-retentior	-0.07	-0.23	0.08	-1.12	7	0.301
A: post-retentio	-0.17	-0.33	-0.01	-2.48	7	0.043
B: pre-post	0.25	0.05	0.45	2.99	7	0.02
B: pre-retentior	-0.03	-0.2	0.13	-0.49	7	0.639
B: post-retentio	-0.29	-0.36	-0.21	-8.94	7	0

Staw nadgarstkowy UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	2,77	0,11	2,69	2,85	2,76	0,16	2,62	2,94	0,21	0,50485186
A post	2,67	0,11	2,59	2,75	2,67	0,07	2,47	2,84	-0,36	0,81746627
A retention	2,84	0,14	2,74	2,94	2,88	0,2	2,62	2,99	-0,56	0,29894275
B pre	2,88	0,16	2,77	2,99	2,91	0,21	2,58	3,08	-0,6	0,7629734
B post	2,62	0,13	2,54	2,71	2,58	0,23	2,49	2,78	0,23	0,05760607
B retention	2,91	0,14	2,81	3,01	2,91	0,12	2,65	3,09	-0,4	0,4243454

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	2.09	1	14	0.17	0.03	
Test	1.02	2	28	0.373	0.06	
Int.	0.46	2	28	0.636	0.03	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.06	-0.29	0.17	-0.57	13.38	0.579
post: A-B	0.02	-0.1	0.14	0.31	12.09	0.76
retention: A-B	-0.12	-0.34	0.1	-1.18	13.81	0.26
A: pre-post	0.06	-0.16	0.28	0.62	7	0.553
A: pre-retentior	0.05	-0.2	0.3	0.47	7	0.652
A: post-retentio	-0.01	-0.23	0.22	-0.09	7	0.93
B: pre-post	0.14	-0.08	0.36	1.48	7	0.182
B: pre-retentior	-0.01	-0.35	0.33	-0.07	7	0.946
B: post-retentio	-0.15	-0.31	0.02	-2.09	7	0.075

Staw skokowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	0,98	0,19	0,85	1,11	0,95	0,19	0,71	1,29	0,37	0,84974489
A post	0,92	0,13	0,83	1,01	0,88	0,21	0,77	1,13	0,39	0,46930936
A retention	0,93	0,19	0,79	1,06	0,89	0,3	0,73	1,27	0,58	0,37414039
B pre	1,04	0,24	0,88	1,2	0,94	0,22	0,82	1,51	1,11	0,06426678
B post	0,9	0,09	0,84	0,96	0,9	0,1	0,79	1,04	0,14	0,81005005
B retention	1,05	0,22	0,9	1,2	1,11	0,24	0,71	1,28	-0,74	0,10632562

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.33	1	14	0.576	0.01	
Test	2.16	2	28	0.134	0.1	
Int.	1.16	2	28	0.328	0.06	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.06	-0.27	0.15	-0.62	13.65	0.547
post: A-B	-0.15	-0.34	0.04	-1.68	13.99	0.116
retention: A-B	0.11	-0.22	0.44	0.75	12.19	0.466
A: pre-post	0	-0.27	0.28	0.03	7	0.975
A: pre-retentior	-0.26	-0.64	0.11	-1.65	7	0.144
A: post-retentio	-0.27	-0.57	0.04	-2.04	7	0.081
B: pre-post	-0.08	-0.36	0.19	-0.73	7	0.491
B: pre-retentior	-0.09	-0.37	0.19	-0.74	7	0.481
B: post-retentio	0	-0.23	0.23	-0.03	7	0.98

Staw kolanowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	0,87	0,18	0,75	1	0,89	0,12	0,5	1,14	-0,77	0,33411722
A post	0,87	0,18	0,74	0,99	0,84	0,25	0,68	1,2	0,64	0,21218609
A retention	1,13	0,36	0,89	1,38	1,21	0,48	0,58	1,54	-0,48	0,42525354
B pre	0,93	0,21	0,78	1,08	0,89	0,14	0,66	1,36	0,88	0,38524123
B post	1,02	0,18	0,89	1,14	0,98	0,28	0,75	1,23	-0,01	0,42995798
B retention	1,02	0,24	0,86	1,18	1,02	0,31	0,69	1,34	-0,22	0,57263337

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.4	1	14	0.256	0.03	
Test	8.96	2	28	0.001	0.3	
Int.	1.12	2	28	0.342	0.05	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.13	-0.36	0.11	-1.16	13.63	0.265
post: A-B	-0.2	-0.43	0.04	-1.78	13.95	0.097
retention: A-B	0.06	-0.28	0.4	0.41	11.44	0.689
A: pre-post	0.41	0.15	0.68	3.66	7	0.008
A: pre-retentior	0.06	-0.26	0.38	0.46	7	0.657
A: post-retentio	-0.35	-0.71	0.01	-2.27	7	0.058
B: pre-post	0.34	0.05	0.64	2.77	7	0.028
B: pre-retentior	0.25	0.1	0.41	3.9	7	0.006
B: post-retentio	-0.09	-0.45	0.26	-0.61	7	0.561

Staw biodrowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,06	0,23	0,9	1,23	1,1	0,25	0,59	1,33	-0,93	0,40280118
A post	0,65	0,21	0,51	0,8	0,64	0,22	0,36	1,02	0,45	0,87837724
A retention	1	0,38	0,74	1,26	0,95	0,53	0,55	1,55	0,3	0,48577083
B pre	1,19	0,2	1,05	1,33	1,19	0,3	0,91	1,42	-0,22	0,31961255
B post	0,85	0,23	0,69	1	0,88	0,17	0,38	1,09	-1,04	0,24485638
B retention	0,94	0,23	0,78	1,09	0,89	0,26	0,66	1,31	0,52	0,60151247

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0	1	14	0.959	0	
Test	19.79	2	28	0	0.49	
Int.	0.32	2	28	0.725	0.02	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.03	-0.22	0.16	-0.31	13.47	0.761
post: A-B	-0.04	-0.21	0.12	-0.58	13.99	0.571
retention: A-B	0.06	-0.21	0.34	0.5	13.66	0.628
A: pre-post	0.38	0.25	0.5	6.99	7	0
A: pre-retentior	-0.1	-0.34	0.14	-0.96	7	0.371
A: post-retentio	-0.47	-0.74	-0.2	-4.12	7	0.004
B: pre-post	0.36	0.12	0.59	3.63	7	0.008
B: pre-retentior	-0.01	-0.35	0.34	-0.04	7	0.967
B: post-retentio	-0.36	-0.55	-0.18	-4.73	7	0.002

Staw ramienny UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,15	0,19	1,02	1,29	1,2	0,34	0,87	1,34	-0,24	0,06235669
A post	0,78	0,15	0,67	0,88	0,73	0,16	0,62	1,08	0,97	0,23033191
A retention	1,25	0,24	1,09	1,41	1,27	0,25	0,81	1,51	-0,65	0,54302776
B pre	1,18	0,16	1,07	1,29	1,23	0,26	0,96	1,34	-0,47	0,09782568
B post	0,82	0,16	0,71	0,93	0,88	0,23	0,61	1,04	-0,29	0,23468872
B retention	1,19	0,28	1	1,38	1,21	0,46	0,85	1,57	0,1	0,40593822

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.38	1	14	0.259	0.03	
Test	78.63	2	28	0	0.78	
Int.	2.13	2	28	0.138	0.09	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0	-0.16	0.17	0.05	14	0.962
post: A-B	0.02	-0.13	0.16	0.25	11.2	0.808
retention: A-B	-0.2	-0.42	0.03	-1.9	13.99	0.078
A: pre-post	0.7	0.51	0.89	8.75	7	0
A: pre-retentior	0.29	0.1	0.48	3.69	7	0.008
A: post-retentio	-0.41	-0.62	-0.19	-4.48	7	0.003
B: pre-post	0.71	0.54	0.88	10.09	7	0
B: pre-retentior	0.09	-0.1	0.28	1.15	7	0.286
B: post-retentio	-0.62	-0.84	-0.4	-6.76	7	0

Staw łokciowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,46	0,15	1,35	1,57	1,42	0,26	1,29	1,67	0,31	0,13298116
A post	0,76	0,16	0,65	0,87	0,79	0,3	0,55	0,95	-0,21	0,20934704
A retention	1,17	0,21	1,02	1,31	1,19	0,25	0,85	1,46	-0,11	0,94588245
B pre	1,46	0,16	1,35	1,56	1,45	0,26	1,28	1,64	0,03	0,05946435
B post	0,74	0,09	0,68	0,81	0,76	0,12	0,58	0,86	-0,5	0,81447956
B retention	1,36	0,21	1,22	1,51	1,41	0,4	1,05	1,57	-0,33	0,11556266

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.58	1	14	0.459	0.01	
Test	95.3	2	28	0	0.81	
Int.	1.86	2	28	0.175	0.08	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.05	-0.24	0.13	-0.63	13.88	0.541
post: A-B	0.09	-0.05	0.23	1.4	13.23	0.185
retention: A-B	-0.17	-0.44	0.11	-1.31	12.85	0.213
A: pre-post	0.84	0.74	0.95	19.68	7	0
A: pre-retentior	0.58	0.31	0.85	5.04	7	0.001
A: post-retentio	-0.26	-0.54	0.01	-2.26	7	0.059
B: pre-post	0.99	0.78	1.19	11.35	7	0
B: pre-retentior	0.47	0.25	0.68	5.13	7	0.001
B: post-retentio	-0.52	-0.74	-0.3	-5.64	7	0.001

Staw nadgarstkowy UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,76	0,17	1,64	1,87	1,73	0,22	1,47	1,96	-0,29	0,61732738
A post	0,91	0,14	0,82	1,01	0,94	0,13	0,68	1,09	-0,62	0,32382386
A retention	1,18	0,21	1,03	1,33	1,12	0,34	0,91	1,47	0,2	0,40316889
B pre	1,81	0,18	1,69	1,94	1,81	0,28	1,58	2,11	0,22	0,79138494
B post	0,82	0,11	0,75	0,9	0,79	0,06	0,72	1,08	1,69	0,0124568
B retention	1,35	0,29	1,14	1,55	1,35	0,39	0,81	1,66	-0,58	0,50405068

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.18	1	14	0.674	0	
Test	3.93	2	28	0.053	0.15	
Int.	0.06	2	28	0.869	0	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	0.03	-0.07	0.13	0.58	13.67	0.57
post: A-B	0.03	-0.09	0.14	0.49	11.89	0.633
retention: A-B	0	-0.2	0.2	-0.01	13.99	0.989
A: pre-post	-0.04	-0.1	0.03	-1.4	7	0.203
A: pre-retentior	-0.11	-0.27	0.04	-1.77	7	0.12
A: post-retentio	-0.07	-0.25	0.1	-0.99	7	0.354
B: pre-post	-0.04	-0.16	0.08	-0.76	7	0.474
B: pre-retentior	-0.14	-0.29	0.01	-2.26	7	0.059
B: post-retentio	-0.1	-0.33	0.12	-1.09	7	0.313

CofG UCR

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	3,48	0,1	3,41	3,55	3,46	0,15	3,32	3,61	-0,06	0,83091031
A post	3,52	0,08	3,46	3,57	3,52	0,13	3,39	3,61	-0,28	0,5395576
A retention	3,59	0,19	3,46	3,72	3,63	0,19	3,21	3,79	-0,96	0,32250468
B pre	3,45	0,09	3,39	3,51	3,42	0,09	3,35	3,59	0,74	0,16614923
B post	3,49	0,13	3,4	3,58	3,49	0,14	3,31	3,69	0,07	0,92872945
B retention	3,59	0,18	3,46	3,72	3,62	0,2	3,21	3,78	-1,06	0,22205651

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	0.01	1	14	0.938	0	
Test	0.31	2	28	0.661	0.01	
Int.	0.51	2	28	0.542	0.02	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.07	-0.29	0.14	-0.73	13.9	0.478
post: A-B	0	-0.18	0.18	0.05	13	0.965
retention: A-B	0.09	-0.22	0.39	0.61	12.96	0.552
A: pre-post	-0.1	-0.24	0.04	-1.71	7	0.131
A: pre-retentior	-0.11	-0.41	0.2	-0.84	7	0.429
A: post-retentio	-0.01	-0.28	0.27	-0.06	7	0.951
B: pre-post	-0.02	-0.22	0.18	-0.26	7	0.8
B: pre-retentior	0.05	-0.3	0.41	0.34	7	0.742
B: post-retentio	0.07	-0.17	0.32	0.71	7	0.498

CofG UCM

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,71	0,19	1,58	1,84	1,69	0,25	1,44	1,98	-0,03	0,72679275
A post	1,81	0,14	1,71	1,91	1,83	0,25	1,62	1,97	-0,19	0,24991566
A retention	1,82	0,32	1,6	2,04	1,91	0,38	1,33	2,13	-0,71	0,07026046
B pre	1,78	0,21	1,64	1,93	1,82	0,34	1,49	2,04	-0,19	0,44252405
B post	1,81	0,19	1,68	1,94	1,85	0,19	1,49	2,05	-0,57	0,56530405
B retention	1,73	0,24	1,57	1,9	1,83	0,34	1,37	2,05	-0,34	0,3864828

efekt	F	df1	df2	p	eta-kw.	
Info. zwr.	1.91	1	14	0.189	0.05	
Test	41.22	2	28	0	0.63	
Int.	2.92	2	28	0.071	0.11	
test	M diff	LI	UI	t	df	p
pre: A-B	-0.14	-0.28	0.01	-1.95	13.97	0.071
post: A-B	-0.19	-0.33	-0.04	-2.79	12.1	0.016
retention: A-B	0.08	-0.18	0.35	0.68	12.25	0.51
A: pre-post	0.44	0.36	0.52	12.78	7	0
A: pre-retentior	-0.2	-0.38	-0.01	-2.48	7	0.043
A: post-retentio	-0.64	-0.78	-0.5	-10.73	7	0
B: pre-post	0.39	0.21	0.57	5.02	7	0.002
B: pre-retentior	0.02	-0.26	0.3	0.18	7	0.863
B: post-retentio	-0.37	-0.62	-0.12	-3.53	7	0.01

CofG UCML

row.names	M	SD	LI	UI	Me	IQR	min	max	Sk.	SW p
A pre	1,03	0,13	0,94	1,13	1,02	0,16	0,87	1,29	0,72	0,69968945
A post	0,59	0,1	0,52	0,66	0,58	0,13	0,48	0,78	0,61	0,51358145
A retention	1,23	0,19	1,1	1,36	1,19	0,29	1,01	1,53	0,41	0,45777891
B pre	1,17	0,14	1,07	1,27	1,23	0,19	0,92	1,31	-0,68	0,22638344
B post	0,78	0,16	0,67	0,89	0,84	0,26	0,5	0,93	-0,63	0,14391229
B retention	1,15	0,29	0,95	1,34	1,16	0,45	0,85	1,61	0,3	0,29438433