

Akademia Wychowania Fizycznego

im. Jerzego Kukuczki w Katowicach

Paulina Królikowska

**WPLYW UKIERUNKOWANEGO TRENINGU OPOROWEGO MIĘŚNI
PRZYWODZICIELI I ODWODZICIELI KOŃCZYN DOLNYCH NA ZDOLNOŚCI
SZYBKOŚCIOWO-SIŁOWE U KOSZYKARZY**

Rozprawa na stopień doktora nauk o kulturze fizycznej

PROMOTOR:

dr hab. Artur Gołaś prof. AWF Katowice

KATOWICE 2024

Spis treści

1. WPROWADZENIE	3
2. CEL PRACY, PYTANIA BADAWCZE I HIPOTEZA BADAWCZA	5
3. MATERIAŁY I METODY BADAWCZE	6
3.1. Charakterystyka badanych	6
3.2. Sesja wstępna – ocena siły maksymalnej (1RM)	8
3.3. Sesja eksperymentalna	9
3.4. Interwencja treningowa	11
3.5. Metody i narzędzia pomiarowe	12
3.6. Narzędzia analizy statystycznej	13
4. WYNIKI BADAŃ	14
4.1. Analiza wyników różnicy w poziomie siły względnej pomiędzy grupami kontrolną a eksperymentalną	14
4.2. Analiza wyników dla zmiennej bieg 5m [s]	23
5. WNIOSKI.....	25
6. WERYFIKACJA HIPOTEZY, IMPLIKACJE DLA PRAKTYKI	26
7. PIŚMIENNICTWO	27

1. WPROWADZENIE

Niezwykłe szybki rozwój nauk o sporcie i treningu sportowym, wraz z prowadzeniem licznych badań dotyczących wpływu wysiłku fizycznego na organizm człowieka, przyczynił się do ewolucji procesu szkolenia sportowego oraz pojawienia się innowacyjnych koncepcji treningowych. Z powodu rosnącej komercjalizacji i dążenia do osiągnięcia maksymalnych wyników sportowych, badacze zaczęli opracowywać nowatorskie narzędzia i metody treningowe, skoncentrowane na rozwoju potencjału motorycznego. Zaliczają się do nich m.in. siła i moc mięśniowa, szybkość, zwinność, sprawność koordynacyjna oraz wytrzymałość tlenowa i beztlenowa (Trzaskoma i Trzaskoma 2001). Rozwój wiedzy w dziedzinie sportu w znaczący sposób przyczynił się do wzrostu poziomu sprawności współczesnych sportowców, którzy obecnie osiągają wyniki, które wcześniej uważano za nieosiągalne. W dzisiejszym sporcie o zwycięstwie decydują niewielkie różnice osiągnięte przez zawodników. Zdolności ludzkie są stale przekraczane, a nowe rekordy świata na nowo ustanawiane. Aby osiągać wybitne wyniki, niezbędny jest dobrze zaplanowany proces treningowy, który ma na celu doskonalenie umiejętności specyficznych dla danej dyscypliny sportu i zawodnika. Głównym celem zawodników profesjonalnych jest maksymalizacja wyników, dlatego też wykorzystuje się różnorodne modele treningowe w celu optymalizacji techniki sportowej. Aby osiągnąć wysoką sprawność fizyczną, konieczne są regularne, stopniowo zwiększające się i optymalne dla danego osobnika obciążenia treningowe, które poprawią możliwości fizjologiczne i sprawność sportowca. Siła mięśniowa jest jednym z kluczowych elementów motorycznych człowieka. Definiuje się ją jako zdolność do przewyższania zewnętrznego oporu lub przeciwdziałania mu poprzez wysiłek mięśniowy (Trzaskoma i Trzaskoma, 2001). Ogólne i ukierunkowane rozwijanie siły mięśniowej stanowi punkt wyjścia, podczas gdy kształtowanie siły specjalnej pozwala na odpowiednie wdrożenie jej w technice sportowej (Montgomery i wsp., 2010).

W dyscyplinach sportowych, gdzie dominują eksplozywne czynności ruchowe, kluczowym czynnikiem determinującym sukces jest poziom przygotowania szybkościowo - siłowego. Zdolności motoryczne zarówno kondycyjne jak i koordynacyjne oraz część wyszkolenia indywidualnego bez piłki - takie jak równowaga dynamiczna, krok podstawno dostawny, szybkie zmiany kierunku, nagłe zatrzymania wymagają szybkiego przeniesienia ciężaru ciała na podpierającą kończynę dolną w celu przemieszczenia ciała w dowolnym kierunku. Podczas zadań wymagających przenoszenia ciężaru ciała (np. wykroki boczne, krok podstawno dostawny), mięśnie odwodźciciele i przywodźciciele kończyn dolnych wydają się

mieć kluczowe znaczenie dla kontrolowania tych czynności ruchowych (Francis i wsp., 2018; Lanza i wsp., 2020). Stwierdzono również, istotną rolę tych mięśni w kontrolowaniu ćwiczeniach oporowych takich jak przysiady czy wypady z obciążeniem (Stastny i wsp., 2015). Aktywność grupy mięśni przywodzicieli kończyn dolnych podczas sprintów może wskazywać, że są one również odpowiedzialne za stabilizację stawu biodrowego i mają związek z napinaniem pachwin i urazami, które mogą w tym obrębie wystąpić (Matsuo i in., 2019). Mimo pojawienia się wielu rzetelnych badań naukowych dotyczących treningu oporowego, nadal istnieją kontrowersje związane z przygotowaniem siłowym zawodników gier zespołowych. Wielu trenerów, zwłaszcza w dyscyplinach zespołowych, traktuje trening oporowy jako mniej istotny, twierdząc, że może prowadzić do nadmiernego "usztynienia" i zmniejszenia „czucia piłki” w grze. Obecnie panuje jednak nowoczesne spojrzenie, które koncentruje się na treningu oporowym jako narzędziu umożliwiającym znaczną poprawę przygotowania sprawnościowego zawodników oraz jako elementu funkcjonalnego, który działa profilaktycznie i wspomaga proces rehabilitacji (Kraemer i Fleck, 2014). W ostatnich latach trening siły mięśniowej stał się nieodłączną częścią procesu przygotowania sprawnościowego w większości dyscyplin sportowych. Kluczem dla efektywności treningu siły mięśniowej jest precyzyjne uwzględnienie i dostosowanie wszystkich elementów metodyki treningowej do zamierzonego celu. Elementy te obejmują m.in. tempo wykonywania ćwiczeń, liczbę powtórzeń, liczbę serii, obciążenie zewnętrzne, czas przerwy wypoczynkowej między seriami, charakter pracy mięśniowej, wybór ćwiczeń oraz kolejność ich realizacji. Wartość stosowanego obciążenia zewnętrznego stanowi jedno z kluczowych determinantów adaptacji treningowej, dlatego szczególnie istotne jest jego uwzględnienie podczas planowania treningu siły mięśniowej (Baechle i wsp., 2008).

W dostępnej literaturze naukowej brakuje precyzyjnych publikacji dotyczących zaleceń dotyczących treningu oporowego przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych w kontekście poprawy wyników w testach sprawności, zmniejszeniu asymetrii mięśniowych oraz ogólnej korelacji między siłą izometryczną mięśni a wysiłkami dynamicznymi. Poprzez przeprowadzenie odpowiednich analiz i badań, niniejsza praca ma na celu dostarczenie informacji, które mogą być przydatne w dalszym rozwoju wiedzy na temat treningu oporowego mięśni przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych oraz jego wpływu na poruszanie się lateralne w koszykówce.

2. CEL PRACY, PYTANIA BADAWCZE I HIPOTEZA BADAWCZA

Uwzględniając powyższe rozważania, dotychczasową wiedzę oraz zauważając w niej pewne ograniczenia, celem pracy jest określenie wpływu treningu oporowego mięśni przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych na czas w teście sprawności specjalnej w poruszaniu się krokiem odstawno-dostawnym na dystansie 5 metrów w koszykówce oraz poziom siły mięśniowej. Realizację tak sformułowanego celu badań sprowadzono do poszukiwania odpowiedzi na poniższe pytania:

1. Jak zmienia się siła w warunkach izometrycznych przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych po ukierunkowanym 4 tygodniowym okresie treningu oporowym?
2. Jak zmienia się poziom siły w warunkach izometrycznych pomiędzy kończynami mięśni przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych po ukierunkowanym 4 tygodniowym okresie treningu oporowego?
3. Jaki wpływ na czas w poruszaniu się krokiem odstawno-dostawnym ma ukierunkowany 4 tygodniowy trening oporowy?

Sformułowano także hipotezę badawczą, która brzmi następująco i została zweryfikowana podczas badań empirycznych.

Specyficzny trening oporowy skierowany na mięśnie przywodzące i odwodzące kończyny dolne, zwiększa ich poziom siły w warunkach izometrycznych i istotnie wpływa na poprawę poruszania się krokiem odstawno-dostawnym u koszykarzy.

3. MATERIAŁY I METODY BADAWCZE

3.1. Charakterystyka badanych

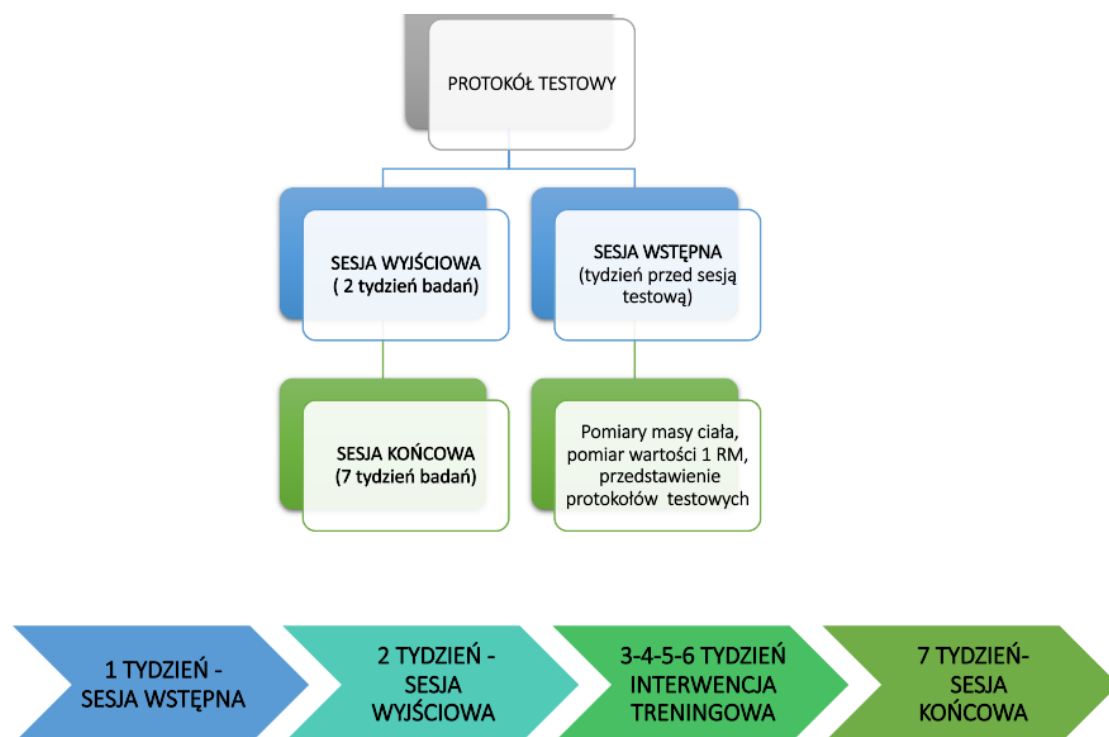
W badaniach wzięło udział 20 zawodników koszykówki (1 liga), których losowo podzielono na 10 osobową grupę eksperymentalną oraz 10 osobową grupę kontrolną. Dobór do badań miał charakter celowy, obejmował osoby z doświadczeniem w koszykówce na poziomie seniorskim oraz w treningu siły mięśniowej (minimum 5 lat). Kryterium włączenia był brak przebytych urazów i schorzeń układu ruchu w obrębie kończyn dolnych przez ostatnie pół roku od momentu rozpoczęcia eksperymentu, wiek (≥ 21 lat) oraz płeć (M). Główną metodą badawczą była metoda eksperymentalna oraz metoda obserwacji bezpośredniej. Charakterystyka badanych została przedstawiona w tabeli 1.

Tab. 1 Charakterystyka badanych.

Wiek [lata]	Masa ciała [kg]	Wysokość ciała [cm]	Staż treningowy [lata]
21 ± 6 lat	95 ± 10 kg	185 ± 15 cm	min. 5 lat

Próby testowe zostały przeprowadzone w Laboratorium Siły i Mocy Mięśniowej oraz na Hali Sportowej Akademii Wychowania Fizycznego w Katowicach. Na 48 godzin przed eksperymentem, zawodnicy zostali poinformowani, aby nie wykonywali żadnego treningu oporowego. Zawodnikom został przedstawione protokoły testowe, przebieg badań i wynikające z niego korzyści oraz ewentualne zagrożenia. Badani wyrazili pisemną zgodę na udział w projekcie, wiedząc, że mogą wycofać się w dowolnym momencie jego trwania. Kolejność podejścia zawodników do testów była randomizowana oraz powtarzana po okresie treningowym. Dodatkowo każdy z badanych w grupie eksperymentalnej wykonywał sesje testowe pojedynczo w celu uniknięcia rywalizacji z pozostałymi uczestnikami badania. Protokół badań został zaakceptowany przez Uczelnianą Komisję Bioetyczną ds. Badań Naukowych Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach (03/2021), a wszystkie procedury były zgodne z zasadami etyki standardu Deklaracji Helsińskiej, 2013.

Cały eksperyment włączając w tym sesje wstępną, sesje wyjściową, interwencje treningową oraz sesję końcową, trwał siedem tygodni (Ryc.1)



Ryc. 1 Protokół testowy badań.

Zarówno grupa kontrolna jak i eksperymentalna brała udział w sesji wstępnej oraz wyjściowej i końcowej. Grupa kontrolna nie brała udziału w czterotygodniowym ukierunkowanym treningu oporowym dla przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych.

3.2. Sesja wstępna – ocena siły maksymalnej (1RM)

Na dwa tygodnie przed interwencją treningową odbyła się sesja wstępna, w której zostały wykonane pomiary: masy ciała oraz testy jednego powtórzenia maksymalnego (1RM) w przywodzeniu i odwodzeniu kończyn dolnych, w których przedstawione były protokoły testowe badań (Ryc.1).

Przed przystąpieniem do pomiarów 1 RM, odbyła się standaryzowana rozgrzewka, składająca się z jazdy na cycloergometrze (5 min w celu podniesienia temperatury ciała), stretchingu dynamicznego oraz badani wykonywali kilka ćwiczeń funkcjonalnych na kończyny górne i dolne z akcentem na grupy mięśni przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych, by dodatkowo przygotować te partie mięśniowe do wysiłku. Rozgrzewka przed testem 1 RM siły mięśni przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych, składała się z 2-3 serii po 20,15,10 powtórzeń na odwodzenie i przywodzenie ze wzrastającym obciążeniem, następnie odbył się test jednego powtórzenia maksymalnego (1RM, gdzie osoby badane wykonywały serię powtórzeń maksymalnych, w taki sposób by ich ilość mieściła się w przedziale 3-8 powtórzeń maksymalnych). Na ich podstawie zgodnie z protokołem Saeterbakken i wsp. (2011) wyliczono wartości jednego powtórzenia maksymalnego (1RM) z którym każdy zawodnik wykonywał testy pomiarowe.

$$1RM = \text{obciążenie zewnętrzne} \times (1 + 0,033 \times \text{wykonana liczba powtórzeń})$$

(Saeterbakken i wsp., 2011).

3.3. Sesja eksperymentalna

Na 48 h przed eksperymentem badani zostali poinformowani, aby nie wykonywali ćwiczeń oporowych. Testy wykonywane były o tej samej porze dnia (10:00-12:00). Uczestnicy badania wykonali zgodnie z randomizacją w losowej kolejności dwie sesje pomiarowe:

1. Test siły w warunkach izometrycznych przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych;
2. Test sprawności specjalnej – poruszanie się krokiem odstawno-dostawny na odcinku 5 metrów.

Dodatkowo każdy z badanych wykonywał sesje eksperymentalne pojedynczo w celu uniknięcia rywalizacji z pozostałymi uczestnikami badania. Randomizacja została przeprowadzona za pomocą generatora www.calculatorsoup.com. Procedura standaryzowanej rozgrzewki przed sesją eksperymentalną była taka sama jak przed sesją wstępną. Badani rozpoczynając każdą próbę zostali poinformowani o przyjęciu prawidłowej pozycji wyjściowej, przy testach siły w warunkach izometrycznych : leżenie na plecach z nogami ugiętymi w stawie biodrowym pod kątem 45° (Coughlan i wsp., 2014). Kąt zgięcia w stawie weryfikowany był goniometrem (Ryc.3). Wysokość ramy z czujnikami była dostosowana do każdego zawodnika indywidualnie. Kłkcie przyśrodkowe oraz boczne stawu kolanowego znajdowały się pomiędzy czujnikami (częstotliwość próbkowania 50Hz), a ustawienie stóp było równoległe. Uczestnicy otrzymali słowne polecenie wykonania pojedynczej próby przy około 80% maksymalnego wysiłku, po którym nastąpiła 3 minutowa przerwa wypoczynkowa. W następnej kolejności wykonano dwie maksymalne próby z 3 minutową przerwą wypoczynkową pomiędzy testami przywodzenia i odwodzenia. Zawodnicy zostali poproszeni o dociskanie kłkci przyśrodkowych a następnie bocznych kości udowej na czujnikach przez pięć sekund z maksymalną siłą. Przy teście sprawności specjalnej zawodnicy rozpoczynali próbę w postawie rozkroczonej bokiem do kierunku ruchu, nogi ugięte w stawach kolanowych z ramionami lekko ugiętymi w bok w układzie dynamicznym w czasie poruszania się. Stopa startowa umieszczona 20 cm przed pierwszą bramką pomiaru czasu, aby zapobiec przedwczesnemu uruchomieniu bramki startowej (Ryc.2).

W pozycji startowej zawodników ważne było aby środek ciężkości był obniżony i nie został on zaburzony podczas poruszania się we właściwej technice poprzez



Ryc. 2 Test sprawności specjalnej w poruszaniu się krokiem odstawno-dostawnym na odcinku 5 metrów.

odstawienie i dostawienie stopy na tę samą odległość, inicjacja ruchu ślizgowego „slide step” wykonywanego podczas gry. Zawodnicy startowali na sygnał i poruszali się krokiem odstawno dostawnym na dystansie 5 metrów z maksymalną prędkością, fotokomórki znajdowały się na początku i na końcu dystansu. Wyhamowanie prędkości następowało za drugą bramką pomiarową. Badani wykonywali dwie próby na każdą nogę. Rozpoczynając raz lewą, raz prawą kończyną dolną a pomiędzy każdym biegiem zastosowano 3 minutową przerwę wypoczynkową. Pomiędzy pierwszą a drugą sesją pomiarową, stosowano 5 minutową przerwę wypoczynkową. Do analizy uwzględniono lepszy wynik z dwóch prób.



Ryc. 3 Test siły w warunkach izometrycznych przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych.

3.4. Interwencja treningowa

Po zakończeniu sesji wstępnej oraz testowej grupa eksperymentalna rozpoczęła realizację czterotygodniowego ukierunkowanego treningu oporowego na przywodziciele i odwodziciele kończyn dolnych na urządzeniu Versa Hip Abductor/Adductor (Matrix, Cottage Grove, USA). Pozycja początkowa oraz końcowa podczas wykonania ćwiczenia na odwodzenie i przywodzenie kończyn dolnych na urządzeniu były indywidualnie dostosowywane do możliwości zakresu ruchu zawodnika, tak aby nie powodowały dolegliwości bólowych.

Sesja eksperymentalna rozpoczęła się po przeprowadzeniu rozgrzewki przed główną częścią treningu siły mięśniowej zawodników. W trakcie całego okresu badawczego grupa kontrolna oraz grupa eksperymentalna wykonywała trening funkcjonalny dwa razy w tygodniu z akcentem na wydłużenie fazy ekscentrycznej, którego wykonywanie odbywało się pod nadzorem ich trenera. Ćwiczenia te realizowano na półsztangach, zwracając szczególną uwagę na kontrolę fazy opuszczania ciężaru. W przeciwieństwie do grupy eksperymentalnej, grupa kontrolna nie uczestniczyła w dodatkowej sesji treningowej – ukierunkowanego treningu oporowego na grupę mięśni przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych. Zawodnicy z tej grupy ograniczali się jedynie do treningu siły mięśniowej, prowadzonego przez tego samego trenera przygotowania motorycznego.

Tab. 2 Układ mikrocyklu badanych zawodników w okresie przygotowawczym.

PONIEDZIAŁEK	WTOREK	ŚRODA	CZWARTEK	PIĄTEK	SOBOTA	NIEDZIELA
TRENING KONDYCYJNY + MOTORYCZNY	TRENING SIŁY MIĘŚNIOWEJ	TRENING TECHNICZNO-TAKTYCZNY	TRENING SIŁY MIĘŚNIOWEJ	TRENING TAKTYCZNY	MECZ KONTROLY	DZIEŃ WOLNY
	TRENING OBRONY ZESPOŁOWEJ I INDYWIDUALNEJ		TRENING RZUTÓW INDYWIDUALNYCH ORAZ ZESPOŁOWYCH			

Plan treningowy przedstawiał się następująco: jednostka treningowa odbywała się dwa razy w tygodniu (wtorek i czwartek) przed jednostką główną treningu oporowego, składała się z 6 serii po 10 powtórzeń dla przywodzicieli i odwodzicieli z oporem wynoszącym 60% 1RM, dostosowanym indywidualnie do każdego zawodnika z przerwą wypoczynkową trwającą 2 minuty pomiędzy seriami. Progresja obciążeń obejmowała wzrost liczby powtórzeń o 2 powtórzenia tygodniowo w porównaniu do poprzedniego tygodnia dla przywodzenia i odwodzenia. W procesie planowania treningu zastosowano zmodyfikowaną metodę hipertrofii mięśniowej ograniczając czas trwania interwencji, a tym samym ograniczając efekt hipertrofii, a w większym stopniu ukierunkowując cel na poprawę kontroli nerwowo-mięśniowej. Badania oraz interwencja treningowa zostały przeprowadzone w okresie przygotowawczym rocznego cyklu treningowego. Zawodnicy w tym okresie wykonywali ponadto trzy jednostki treningowe o charakterze techniczno-taktycznym, dwa treningi oporowe opisane powyżej oraz mecz kontrolny raz w tygodniu.

3.5. Metody i narzędzia pomiarowe

W badaniach zostały wykorzystane urządzenia do pomiaru siły w warunkach izometrycznych Hip Strength Testing System (Vald Performance, Albion, Australia), o wysokiej wiarygodności współczynnika korelacji wewnątrzklasowej (ICC) na poziomie 0,94 (Ryan i wsp., 2019). Czasy rejestrowano elektronicznie za pomocą fotokomórek z podwójną wiązką (Swift Performance Equipment, Lismore, Australia), pomiary wartości 1 RM (one repetiton maximum -1RM) oraz cała interwencja treningowa wykonana została na urządzeniu Versa Hip Abductor/Adductor (Matrix, Cottage Grove, USA).

3.6. Narzędzia analizy statystycznej

W badaniach ocenom poddano zmienne o charakterze ilościowym (skala ilorazowa). Analiza takich danych posiada swoją specyfikę, polegającą na zastosowaniu do porównań adekwatnych narzędzi statystycznych. W celu scharakteryzowania struktury badanych zmiennych obliczono podstawowe statystyki opisowe w postaci miar położenia i zmienności oraz zweryfikowano normalności rozkładów analizowanych zmiennych przy pomocy testu Lillieforsa. Jednorodność wariancji zweryfikowano przy pomocy testu Levene'a. Do weryfikacji istotności różnic zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji z powtarzanymi pomiarami. W toku analiz zweryfikowano założenia o sferyczności, czyli homogeniczności macierzy wariancji-kowariancji różnic między wszystkimi możliwymi parami grup w analizie wariancji z powtarzanymi pomiarami – przy pomocy testu Mauchleya.

W przypadku stwierdzenia istotnych różnic w analizie wariancji do weryfikacji, pomiędzy którymi grupami wystąpiły istotne różnice zastosowano testy wielokrotnych porównań post-hoc Tuckeya dla równych licznosci. Siłę efektu dla interakcji obliczono przy pomocy współczynnika η^2 . Siła efektu była klasyfikowana jako słaba, gdy η^2 należała do przedziału 0,01-0,059; przeciętna 0,06-0,137 oraz duża $>0,137$ (Cohen 1988). Wszystkie analizy wykonano przy pomocy pakietu Statistica 13.3. Dla wszystkich analiz przyjęto poziom istotności równy 0,05.

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. Analiza wyników różnicy w poziomie siły względnej pomiędzy grupami kontrolną a eksperymentalną

Analizę wyników badań podzielono na dwa podpunkty: analizę dla obliczonych różnic w poziomie siły względnej dla kończyn (lewa-prawa) i pomiędzy grupami eksperymentalną i kontrolną - grupa*przed-po oraz grupa*kończyna dolna*przed-po.

Tab. 3 Podstawowe statystyki opisowe dla analizowanych zmiennych.

Grupa	Zmienna	M	Min	Max	SD	Sk	Ku	p Lilleforsa
Eksperymentalna	Masa Ciała (kg) - przed	89,32	74,80	100,30	8,74	-0,13	-1,31	0,31
	R-Add-K [%] - przed	5,97	0,23	11,14	3,60	-0,20	-0,91	0,75
	R-Abb-K [%] - przed	2,85	0,41	8,58	2,58	0,52	1,19	0,15
	Masa Ciała (kg) - po	90,10	74,90	101,90	9,66	-0,13	-1,47	0,20
	R-Add-K [%] - po	6,10	0,80	15,88	3,97	0,47	1,30	0,14
	R-Abb-K [%] - po	4,65	1,24	9,45	2,48	0,46	-0,10	0,75
Kontrolna	Masa Ciała (kg) - przed	87,70	78,80	100,00	7,90	0,36	-1,29	0,26
	R-Add-K [%] - przed	6,93	1,84	20,85	5,75	1,16	3,52	0,09
	R-Abb-K [%] - przed	8,83	0,51	15,84	5,23	-0,39	-1,23	0,52
	Masa Ciała (kg) - po	88,72	79,50	102,30	8,19	0,46	-1,15	0,33
	R-Add-K [%] - po	4,93	0,33	22,14	6,24	1,22	8,40	0,09
	R-Abb-K [%] - po	7,61	1,60	14,98	4,76	0,21	-1,04	0,51

M - średnia arytmetyczna; SD - odchylenie standardowe; Sk - skośność; Ku - kurtoza; p Lilleforsa - prawdopodobieństwo testowe dla testu normalności rozkładu Lilleforsa

R-Add-K [%] - różnica poziomu siły względnej pomiędzy lewą a prawą stroną w przywodzeniu;

R-Abb-K [%] - różnica poziomu siły względnej pomiędzy lewą a prawą stroną w odwodzeniu

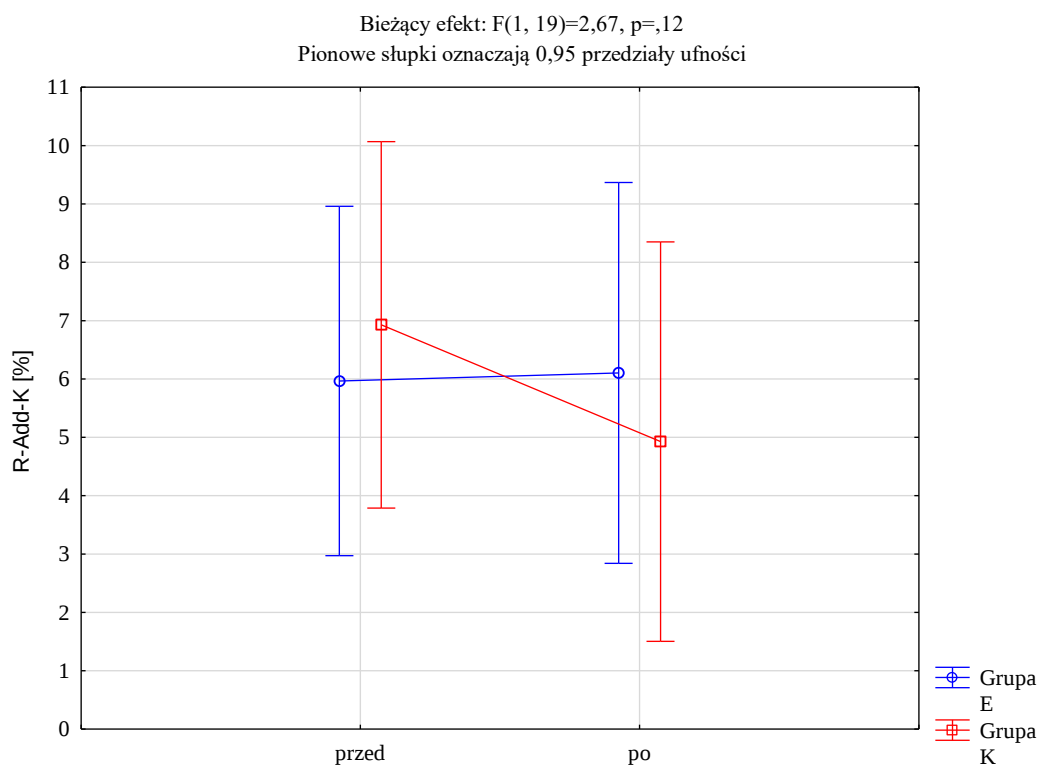
Analiza wyników przedstawionych w tabeli 3 nie dostarczyła podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej dotyczącej normalności rozkładu badanych zmiennych ($p > 0,05$). Nie stwierdzono podstaw do odrzucenia hipotezy o jednorodności wariancji analizowanych zmiennych. Na tej podstawie możliwe jest przeprowadzenie dalszych analiz przy użyciu analizy wariancji z powtarzanymi pomiarami.

Tab. 4 Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami – dla zmiennej R-Add-K [%].

Efekt	F	p	Eta-kwadrat częściowe
Grupa	0,001	0,96	0,001
Przed- Po	2,02	0,17	0,10
Przed- Po *Grupa	2,67	0,12	0,12

F- wynik testu Fishera; p – prawdopodobieństwo testowe dla testu Fishera; Eta-kwadrat częściowe – siła efektu; R-Add- K - różnica poziomu siły względnej przywódcy

Analiza nie dała podstaw do stwierdzenia istotnych różnic dla efektów głównych oraz ich interakcji $p > 0,05$.



Ryc. 8 Porównanie wyników dla zmiennej R-Add-K [%] ze względu na grupę kontrolną i eksperymentalną.

Tab. 5 Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami – dla zmiennej R-Abb-K [%].

Efekt	F	p	Eta-kwadrat częściowe
Grupa	7,81	0,01	0,29
Przed- Po	0,24	0,63	0,01
Przed- Po *Grupa	6,62	0,02	0,26

F- wynik testu Fishera; p – prawdopodobieństwo testowe dla testu Fishera; Eta-kwadrat częściowe – siła efektu; R-Abb-K – różnica poziomu siły względnej odwodzicieli .

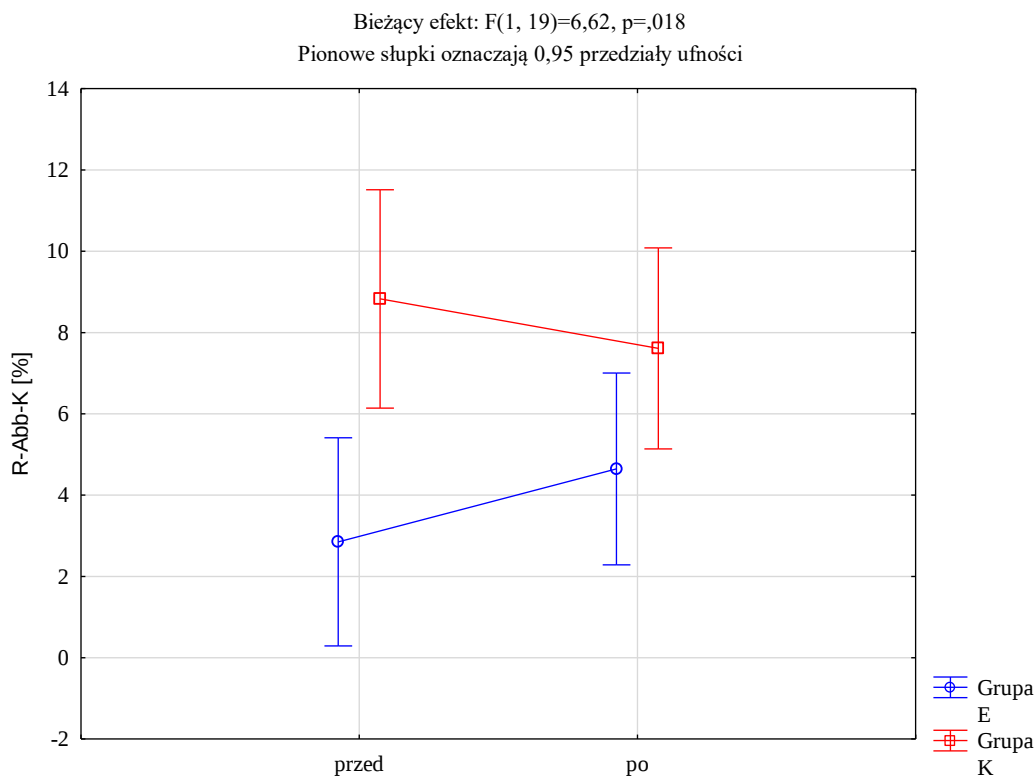
Analiza wariancji pozwoliła na stwierdzenie istotnych różnic dla efektu głównego grupa $p=0,01$ oraz dla interakcji przed-po*grupa $p=0,02$. Aby stwierdzić pomiędzy którymi grupami były istotne różnic zastosowano testy wielokrotnych porównań post-hoc Tukeya.

Tab. 6 Test HSD Tukeya R-Abb-K [%].

Nr podkl.	Grupa	R1	{1} 2,85	{2} 4,65	{3} 8,83	{4} 7,61
1	E	R-Abb-K [%] - przed		0,15	0,01	0,049
2	E	R-Abb-K [%] - po	0,15		0,09	0,33
3	K	R-Abb-K [%] - przed	0,01	0,09		0,49
4	K	R-Abb-K [%] - po	0,049	0,33	0,49	

Abb – K – siła względna odwodzicieli; E – grupa eksperymentalna; K – grupa kontrolna

Analiza wyników wykazała istotne różnice pomiędzy grupą kontrolną a eksperymentalną przed przeprowadzeniem eksperymentu ($p=0,01$). Ponadto, istotne różnice zaobserwowano w grupie kontrolnej przed i po eksperymencie oraz w grupie eksperymentalnej w odniesieniu do różnicy poziomu siły względnej pomiędzy lewą a prawą kończyną dolną w odwodzeniu ($p=0,049$).



Ryc. 9 Porównanie wyników dla zmiennej R-Abb-K [%] ze względu na grupę kontrolną i eksperymentalną.

W dalszej analizie przeprowadzono obliczenia podstawowych statystyk opisowych, uwzględniając grupę badanych oraz nogi badanych.

Tab. 7 Podstawowe statystyki opisowe dla analizowanych zmiennych grupa eksperymentalna.

Kończyna Dolna	Zmienna	M	Min	Max	SD	Sk	Ku	P Lilleforsa
Lewa	Add - K [N/kg] - przed	4,17	2,14	5,80	1,01	-0,61	0,83	0,60
	Abb - K [N/kg] - przed	4,26	3,52	5,52	0,60	0,94	0,59	0,41
	BIEG 5 M [s] - przed	1,29	1,20	1,38	0,06	-0,22	-1,56	0,22
	Add - K [N/kg] - po	5,03	3,57	6,78	1,05	0,03	-0,73	0,52
	Abb - K [N/kg] - po	4,87	3,62	6,54	0,85	0,34	0,07	0,81
	BIEG 5 M [s] - po	1,24	1,14	1,32	0,06	-0,13	-1,13	0,63
Prawa	Add - K [N/kg] - przed	4,42	2,37	6,17	1,01	-0,47	1,11	0,57
	Abb - K [N/kg] - przed	4,23	3,22	5,43	0,62	0,47	0,37	0,92
	BIEG 5 M [s] - przed	1,28	1,17	1,43	0,07	0,37	0,35	0,54
	Add - K [N/kg] - po	5,34	3,85	7,10	1,02	0,19	-0,69	0,83
	Abb - K [N/kg] - po	4,95	3,44	6,71	0,91	0,23	0,19	0,94
	BIEG 5 M [s] - po	1,23	1,16	1,34	0,06	0,56	-0,72	0,55

M - średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Sk – skośność; Ku – kurtoza; p Lilleforsa – prawdopodobieństwo testowe dla testu normalności rozkładu Lilleforsa; Add- K - siła względna przywodzicieli; Abb – K – siła względna odwodzicieli

Analiza wyników przedstawionych w tabeli 7 wskazała, że dla wszystkich zmiennych nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej dotyczącej normalności rozkładu tych zmiennych, ($p > 0,05$). To oznacza, że można zastosować analizę wariancji z powtarzanymi pomiarami do dalszych analiz.

Tab. 8 Podstawowe statystyki opisowe dla analizowanych zmiennych grupa kontrolna.

Kończyna Dolna	Zmienne	M	Min	Max	SD	Sk	Ku	P Lilleforsa
Lewa	Add - K [N/kg] - przed	3,82	3,03	4,90	0,71	0,59	-1,23	0,11
	Abb - K [N/kg] - przed	3,76	2,24	5,22	0,89	0,02	-0,35	0,96
	BIEG 5 M [s] - przed	1,35	1,30	1,45	0,04	1,19	2,21	0,12
	Add - K [N/kg] - po	4,15	3,25	5,12	0,71	0,26	-1,49	0,19
	Abb - K [N/kg] - po	3,81	2,31	5,29	0,90	0,04	-0,44	0,98
	BIEG 5 M [s] - po	1,35	1,29	1,40	0,03	-0,19	-0,15	0,81
Prawa	Add - K [N/kg] - przed	4,09	3,20	5,10	0,66	0,57	-0,94	0,23
	Abb - K [N/kg] - przed	4,07	2,60	5,75	0,88	0,34	0,65	0,97
	BIEG 5 M [s] - przed	1,33	1,24	1,42	0,06	0,15	-1,05	0,72
	Add - K [N/kg] - po	4,37	3,29	5,31	0,70	0,24	-1,19	0,20
	Abb - K [N/kg] - po	4,11	2,72	5,78	0,89	0,26	0,16	0,94
	BIEG 5 M [s] - po	1,32	1,23	1,39	0,05	-0,36	0,11	0,67

M - średnia arytmetyczna; SD – odchylenie standardowe; Sk – skośność; Ku – kurtosis; p Lilleforsa – prawdopodobieństwo testowe dla testu normalności rozkładu Lilleforsa; Add- K - siła względna przywodzicieli; Abb – K – siła względna odwodzicieli

Analiza wyników zawartych w tabeli 8 pozwoliła na stwierdzenie w przypadku wszystkich zmiennych braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o normalności rozkładu analizowanych zmiennych $p > 0,05$. A zatem do dalszych analiz można zastosować analizę wariancji z powtarzanymi pomiarami.

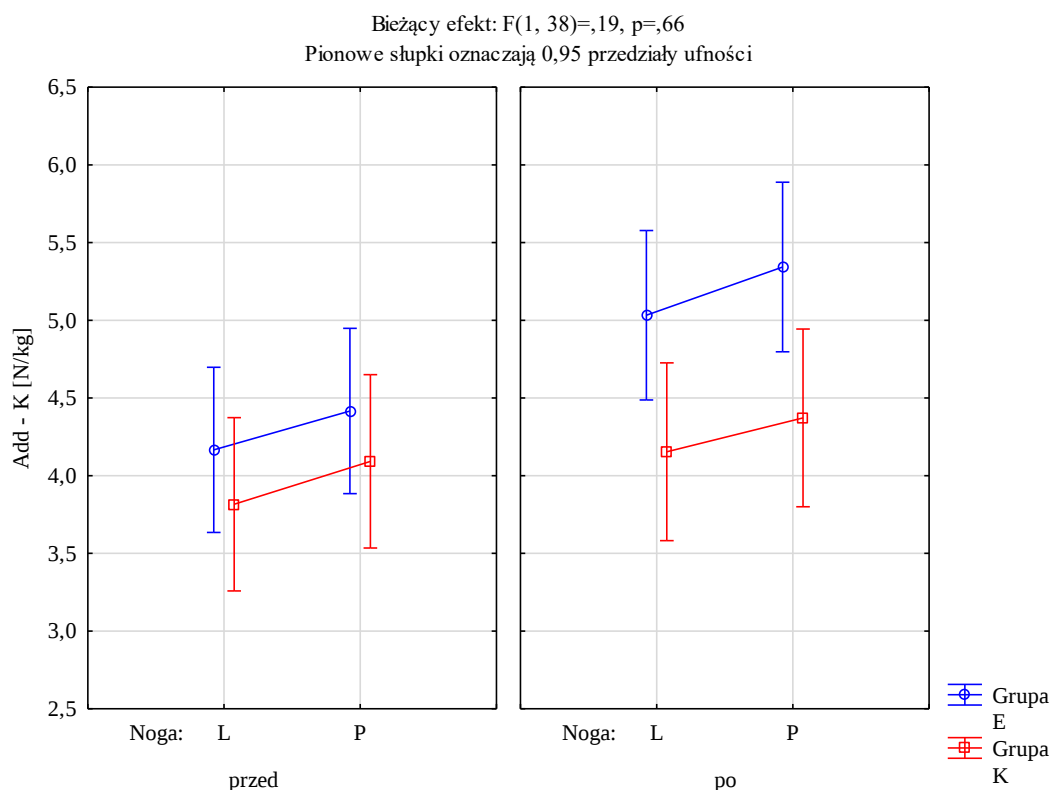
W kolejnych etapach zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji z powtarzanymi pomiarami.

Tab. 9 Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami dla zmiennej Add - K [N/kg].

	F	p	Eta-kwadrat cząstkowe
Kończyna dolna	0,99	0,33	0,03
Grupa	5,70	0,022	0,13
Kończyna dolna*Grupa	0,001	0,950	0,001
PRZED-PO	81,55	<0,0001	0,68
PRZED-PO*Kończyna dolna	0,0001	0,994	0,001
PRZED-PO*Grupa	19,41	<0,0001	0,34
PRZED-PO*Kończyna dolna*Grupa	0,20	0,659	0,01

F- wynik testu Fishera; p – prawdopodobieństwo testowe dla testu Fishera; Eta-kwadrat cząstkowe – siła efektu; Add- K - siła względna przywódcy

Analiza wariancji wykazała istotne różnice dla efektu głównego grupy ($p = 0,022$), interakcji przed-po ($p < 0,0001$) oraz interakcji przed-po*grupa ($p < 0,0001$). W celu określenia istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi grupami zastosowano testy wielokrotnych porównań post-hoc Tukeya.



Ryc. 10 Porównanie wyników dla zmiennej Add - K [N/kg] ze względu na grupę kontrolną i eksperymentalną oraz kończynę dolną.

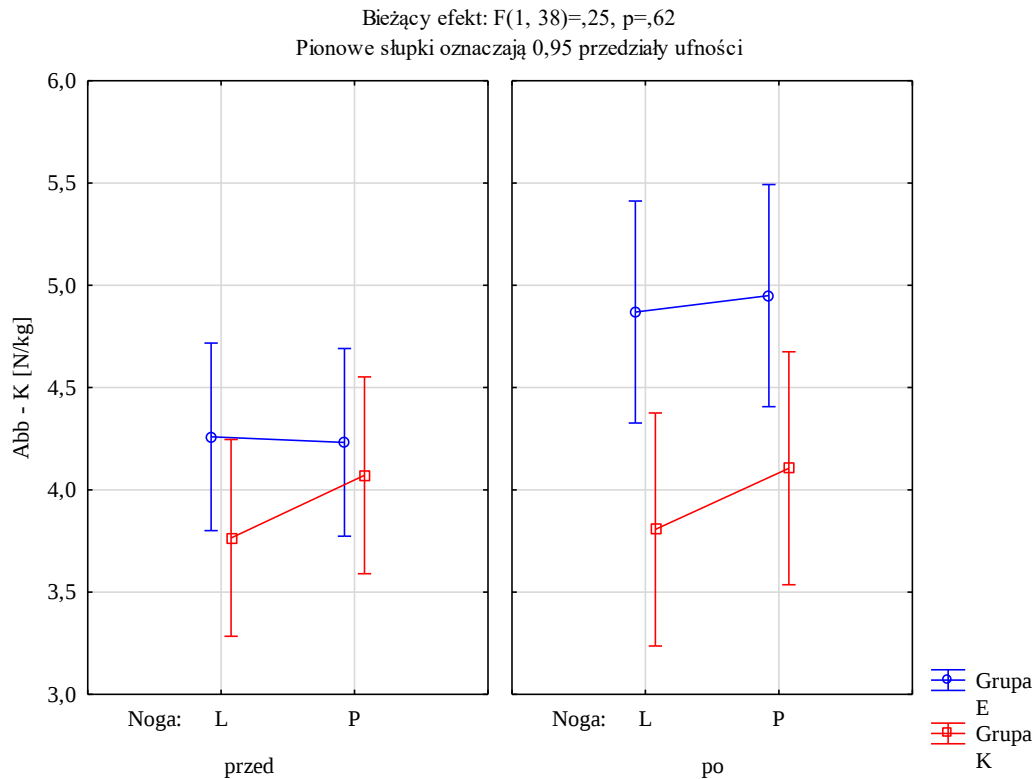
Wyniki analizy wskazały na istotne statystycznie różnice przed i po treningu zarówno w grupie kontrolnej, jak i eksperymentalnej ($p < 0,001$). W obu grupach zaobserwowano istotnie statystycznie wyższe wyniki po zakończeniu eksperymentu dla zmiennej dotyczącej różnicy poziomu siły względnej pomiędzy lewą a prawą kończyną dolną w przywodzeniu.

Tab. 10 Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami dla zmiennej Abb - K [N/kg].

Efekt	F	p	Eta-kwadrat cząstkowe
Kończyna dolna	0,44	0,51	0,011
Grupa	6,68	0,014	0,15
Kończyna dolna*Grupa	0,31	0,58	0,008
PRZED-PO	37,98	<0,0001	0,50
PRZED-PO*Kończyna dolna	0,20	0,60	0,005
PRZED-PO*Grupa	30,20	<0,0001	0,43
PRZED-PO*Kończyna dolna*Grupa	0,25	0,62	0,007

F- wynik testu Fishera; p – prawdopodobieństwo testowe dla testu Fishera; Eta-kwadrat cząstkowe – siła efektu; Abb – K – siła względna odwodzicieli

Analiza wariancji wykazała istotne statystycznie różnice dla efektu głównego grupy ($p = 0,014$), interakcji przed-po ($p < 0,0001$) oraz interakcji przed-po*grupa ($p < 0,0001$). W celu określenia istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi grupami, przeprowadzono testy wielokrotnych porównań post-hoc z zastosowaniem testu Tukeya.



Ryc. 11 Porównanie wyników dla zmiennej Abb - K [N/kg] ze względu na grupę kontrolną i eksperymentalną oraz kończynę dolną.

Stwierdzono istotne statystycznie różnice jedynie w przypadku grupy eksperymentalnej, zarówno przed jak i po eksperymencie ($p = 0,0001$). Dodatkowo, w grupie eksperymentalnej po przeprowadzeniu eksperymentu zaobserwowano istotnie wyższe wyniki w zakresie różnicy poziomu siły względnej pomiędzy lewą a prawą kończyną dolną w odwodzeniu.

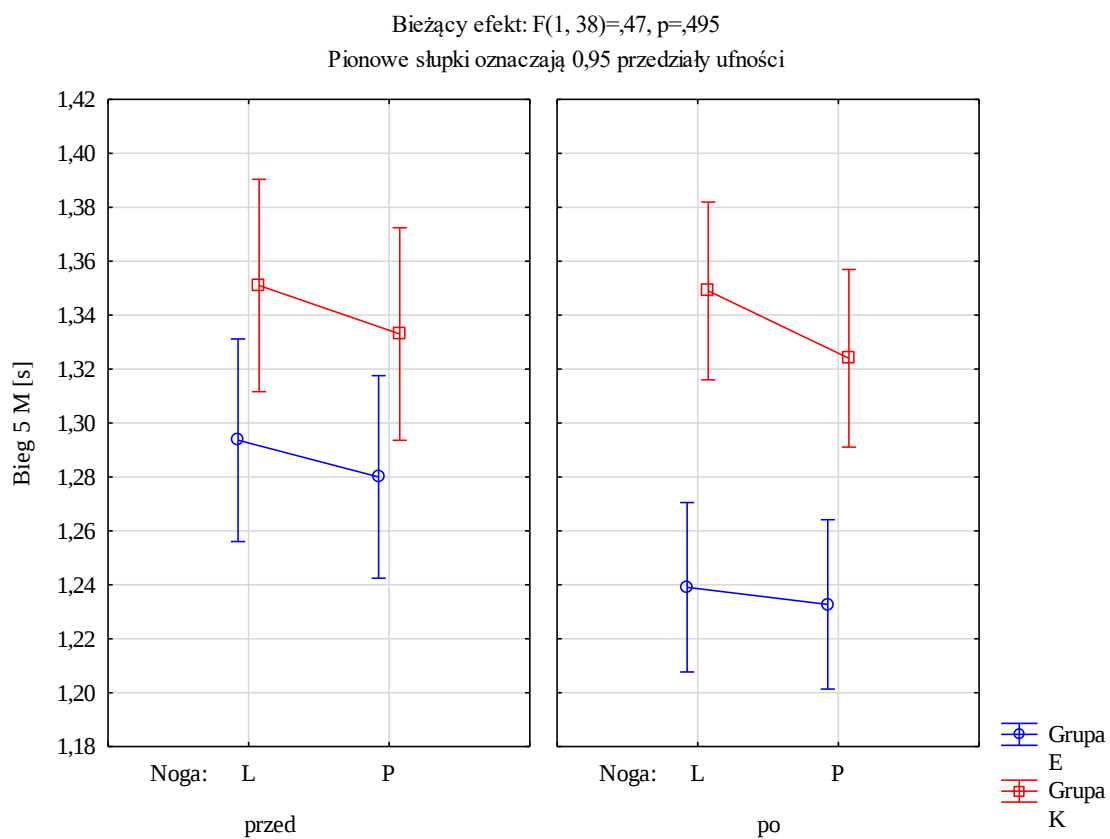
4.2. Analiza wyników dla zmiennej bieg 5m [s]

Tab. 11 Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami dla zmiennej BIEG 5 M [s].

Efekt	F	p	Eta-kwadrat cząstkowe
Kończyna dolna	0,89	0,35	0,023
Grupa	21,64	<0,0001	0,36
Kończyna dolna*Grupa	0,12	0,73	0,003
PRZED-PO	29,64	<0,0001	0,44
PRZED-PO*Kończyna dolna	0,0001	0,99	0,0001
PRZE D-PO*Grupa	19,206	<0,0001	0,336
PRZED-PO*Kończyna dolna*Grupa	0,47	0,50	0,012

F- wynik testu Fishera; p – prawdopodobieństwo testowe dla testu Fishera; Eta-kwadrat cząstkowe – siła efektu;

Analiza wariancji wykazała istotne statystycznie różnice dla efektu głównego grupy ($p < 0,0001$), interakcji przed-po ($p < 0,0001$) oraz interakcji przed-po*grupa ($p < 0,0001$). W celu identyfikacji istotnych różnic pomiędzy poszczególnymi grupami przeprowadzono testy wielokrotnych porównań post-hoc przy użyciu testu Tukeya.



Ryc. 12 Porównanie wyników dla zmiennej BIEG 5 M [s] ze względu na grupę kontrolną i eksperymentalną oraz kończynę dolną.

Wyniki analizy wykazały istotne statystycznie różnice przed i po w przypadku grupy eksperymentalnej ($p = 0,0002$). Zaobserwowano, że po przeprowadzeniu eksperymentu wyniki w teście biegu na 5 metrów były istotnie statystycznie niższe, co sugeruje poprawę osiągniętej wydajności w tej grupie.

5. WNIOSKI

Analizując zgromadzone dane empiryczne dotyczące wpływu treningu oporowego na zdolności szybkościowo-siłowe u koszykarzy, udało się sformułować następujące wnioski:

1. Czterotygodniowy ukierunkowany trening oporowy w grupie koszykarzy istotnie wpływa na zwiększenie siły mięśniowej przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych.
2. Po okresie czterotygodniowego ukierunkowanego treningu oporowego w grupie koszykarzy w obrębie odwodzicieli i przywodzicieli kończyn dolnych zmniejszyła się różnica w poziomie siły mięśniowej mięśni odwodzących, a zwiększyła się w grupie mięśni przywodzących.
3. Czterotygodniowy ukierunkowany trening oporowy w grupie koszykarzy istotnie poprawia wynik poruszania się krokiem odstawno-dostawnym na dystansie 5m.

Główna hipoteza badawcza, którą założyłam została zweryfikowana i potwierdzona. Zważywszy, iż procentowa ocena dysproporcji siły mięśniowej była w przedziale nie wielkim, nie obliczano wskaźnika asymetrii zgodnie z obowiązującymi wzorcami. Efekt interwencji treningowej skierowanej na przywodziciele i odwodziciele kończyn dolnych, prawdopodobnie byłby bardziej ewidentny w przypadku interwencji dziesięcio, dwunasto tygodniowej, ponieważ po takim czasie przy częstotliwości treningowej 2 razy w tygodniu, zauważa się istotne zmiany nerwowo-mięśniowe w koordynacji oraz zmiany hipertroficzne. Zostanie to uwzględnione jako kierunek przyszłych badań. Niestety czas trwania tej interwencji był ograniczony planami treningowymi zespołu pierwszoligowego, który pozwolił tylko na tak krótką interwencję, w przypadku dłuższej interwencji można byłoby dodatkowo zmodyfikować objętość i intensywność treningową.

6. WERYFIKACJA HIPOTEZY, IMPLIKACJE DLA PRAKTYKI

Implikacje praktyczne do pracy doktorskiej dotyczącej wpływu ukierunkowanego treningu oporowego przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych na sprawność specjalną oraz zmiany w poziomie siły mięśniowej przedstawiają się następująco:

1. Wpływ treningu oporowego na sprawność specjalną:

Ukierunkowany czterotygodniowy trening oporowy przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych istotnie wpłynął na skrócenie czasu w testach poruszania się na dystansie 5m krokiem odstawno-dostawnym.

2. Poziom siły w odwodzeniu i przywodzeniu kończyn dolnych:

Przeprowadzona interwencja treningowa, korzystanie wpływa na zwiększenie siły względnej mięśni odwodzicieli i przywodzicieli kończyn dolnych, jednocześnie zmniejszając różnicę w poziomie siły odwodzicieli pomiędzy kończynami.

3. Praktyczne znaczenie dla prewencji urazów:

Trening oporowy przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych może wpłynąć pozytywnie na profilaktykę urazów związanych z tą grupą mięśniową. Regularne ćwiczenia oporowe prowadzą do zwiększenia względnej siły tych mięśni oraz do wyrównania poziomu siły w warunkach izometrycznych pomiędzy kończynami. Dzięki temu, trening ten może skutecznie zmniejszyć ryzyko wystąpienia urazów, poprawiając równowagę siłową i stabilność funkcjonalną kończyn dolnych.

4. Zalecenia treningowe:

Praktycy sportowi i trenerzy mogą wykorzystać wyniki niniejszych badań do projektowania planów treningowych z uwzględnieniem dodatkowego ukierunkowanego programu ćwiczeń oporowych skierowanych na przywodzicieli i odwodzicieli kończyn dolnych, włączając krótki czas interwencji treningowej w swój plan roczny.

7. PIŚMIENNICTWO

1. Alemdaroğlu, U. (2012). The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 149–158. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0016-6>
2. Attene, G., Laffaye, G., Chaouachi, A., Pizzolato, F., Migliaccio, G. M., & Padulo, J. (2015). Repeated sprint ability in young basketball players: One vs. two changes of direction (Part 2). *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1553–1563. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996182>
3. Baechle, T. R., Earle, R. W., & Association (U.S.), N. S. & C. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics.
4. Blazeovich, A. J. (2000). Optimizing Hip Musculature For Greater Sprint Running Speed: *Strength and Conditioning Journal*, 22(2), 22. <https://doi.org/10.1519/00126548-200004000-00007>
5. Bompa T., Zając A., Waśkiewicz Z., Chmura J.: (2013). *Przygotowanie sprawnościowe w zespołowych grach sportowych*. AWF Katowice.
6. Bompa T., Carrera M. (2005). *Periodization training for sports*. Human Kinetics, Publishers, Champaign IL.
7. Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2018). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics.
8. Chaabene, H., Prieske, O., Moran, J., Negra, Y., Attia, A., & Granacher, U. (2020). Effects of Resistance Training on Change-of-Direction Speed in Youth and Young Physically Active and Athletic Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 50(8), 1483–1499. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01293-w>
9. Chang, R., Turcotte, R., & Pearsall, D. (2009). Hip adductor muscle function in forward skating. *Sports Biomechanics*, 8(3), 212–222. <https://doi.org/10.1080/14763140903229534>
10. Cherni, Y., Jlid, M. C., Mehrez, H., Shephard, R. J., Paillard, T., Chelly, M. S., & Hermassi, S. (2019). Eight Weeks of Plyometric Training Improves Ability to Change Direction and Dynamic Postural Control in Female Basketball Players. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2019.00726>
11. Cohen, A.R.; Metzl, J.D. (b.d.). Sports-specific concerns in the young athlete: Basketball: *Pediatric Emergency Care*.
12. Coughlan, Garrett F. PhD*; Delahunt, Eamonn PhD; Caulfield, Brian M. PhD; Forde, Colin BS; Green, Brian S. PhD. Normative Adductor Squeeze Test Values in Elite Junior Rugby Union Players. *Clinical Journal of Sport Medicine* 24(4):p 315-319, July 2014. | DOI: 10.1097/JSM.0000000000000046
13. Contreras-Díaz, G., Chiroso-Ríos, L. J., Chiroso-Ríos, I., Riego-Ruiz, A., Intelangelo, L., Tuesta-Roa, M., Morales-Zúñiga, J., & Jerez-Mayorga, D. (2023). *Dynamometric Strength*

- Profile of Hip Muscles in Youth Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1291. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021291>
14. Crow, J. F., Pearce, A. J., Veale, J. P., VanderWesthuizen, D., Coburn, P. T., & Pizzari, T. (2010). Hip adductor muscle strength is reduced preceding and during the onset of groin pain in elite junior Australian football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 202–204. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.03.007>
 15. Delextrat, A., & Cohen, D. (2008). Physiological Testing of Basketball Players: Toward a Standard Evaluation of Anaerobic Fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1066. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181739d9b>
 16. Domínguez-Navarro, F., Benitez-Martínez, J. C., Ricart-Luna, B., Cotelí-Suárez, P., Blasco-Igual, J. M., & Casaña-Granell, J. (2022). Impact of hip abductor and adductor strength on dynamic balance and ankle biomechanics in young elite female basketball players. *Scientific Reports*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07454-3>
 17. Drinkwater, E. J., Pyne, D. B., & McKenna, M. J. (2008). Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(7), 565–578. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838070-00004>
 18. Earle, R.W. (2006). Weight training exercise prescription. *Essentials of Personal Training Symposium Workbook*. Lincoln.
 19. Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of Human Movement*. Human Kinetics.
 20. Farrell, S. G., Hatem, M., & Bharam, S. (2023). Acute Adductor Muscle Injury: A Systematic Review on Diagnostic Imaging, Treatment, and Prevention. *The American Journal of Sports Medicine*, 03635465221140923. <https://doi.org/10.1177/03635465221140923>
 21. Francis, P., Gray, K., & Perrem, N. (2018). The Relationship Between Concentric Hip Abductor Strength and Performance of the Y-Balance Test (YBT). *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 23(1), 42–47. <https://doi.org/10.1123/ijatt.2017-0003>
 22. Gafner, S. C., Hoevel, V., Punt, I. M., Schmid, S., Armand, S., & Allet, L. (2018). Hip-abductor fatigue influences sagittal plane ankle kinematics and shank muscle activity during a single-leg forward jump. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 43, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.09.004>
 23. Gottlieb, R., Eliakim, A., Shalom, A., Iacono, A. D., & Meckel, Y. (2016). Improving Anaerobic Fitness in Young Basketball Players: Plyometric vs. Specific Sprint Training. *Journal of Athletic Enhancement*, 2014. <https://doi.org/10.4172/2324-9080.1000148>
 24. Ignasiak, Z. (2015). *Anatomia układu ruchu* (Wyd. 2., dodr). Edra Urban & Partner.
 25. Jones, P., & Dos'Santos, T. (2023). *Multidirectional Speed in Sport: Research to Application* (1. wyd.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003267881>
 26. Karatrantou, K., Gerodimos, V., Katsareli, E., Manouras, N., Ioakimidis, P., & Famisis, K. (2019). Strength Profile of Hip Abductor and Adductor Muscles in Youth Elite Soccer Players.

- Journal of Human Kinetics, 66(1), 31–41. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0069>
27. Kawamori, N., & Haff, G. G. (2004). The Optimal Training Load for the Development of Muscular Power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 675.
 28. Krause, J., & Nelson, C. (2019). *Basketball skills & drills* (Fourth Edition). Human Kinetics.
 29. Królikowska, P., Rodak, P., Papla, M., Grzyb, W., & Gołaś, A. (2023). Analysis of the adductors and abductors' maximum isometric strength on the level of speed and agility in basketball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 15(1). <https://www.balticsportscience.com/journal/vol15/iss1/3>
 30. Lanza, M. B., Addison, O., Ryan, A., & Gray, V. (2020). Hip Abductors And Adductors Explosive Capacity Correlate With Step Reaction Time In Older Adults: 676 May 27 1:00 PM - 1:10 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(7S), 177. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000675408.49023.bf>
 31. Lockie, R. G., Schultz, A. B., Callaghan, S. J., Jeffriess, M. D., & Berry, S. P. (2013). Reliability and Validity of a New Test of Change-of-Direction Speed for Field-Based Sports: The Change-of-Direction and Acceleration Test (CODAT). *Journal of Sports Science & Medicine*, 12(1), 88–96.
 32. Loturco, I., Nimphius, S., Kobal, R., Bottino, A., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Jeffreys, I. (2018). Change-of direction deficit in elite young soccer players: The limited relationship between conventional speed and power measures and change-of-direction performance. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(2), 228–234. <https://doi.org/10.1007/s12662-018-0502-7>
 33. Loturco, I., Pereira, L. A., Reis, V. P., Abad, C. C. C., Freitas, T. T., Azevedo, P. H. S. M., & Nimphius, S. (2022). Change of Direction Performance in Elite Players From Different Team Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(3), 862–866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003502>
 34. Marušič, J., & Šarabon, N. (2022). Hip adduction and abduction strength in youth male soccer and basketball players with and without groin pain in the past year. *PloS One*, 17(10), e0275650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275650>
 35. Matsuo, A., Mizutani, M., Nagahara, R., Fukunaga, T., & Kanehisa, H. (2019). External mechanical work done during the acceleration stage of maximal sprint running and its association with running performance. *Journal of Experimental Biology*, jeb.189258. <https://doi.org/10.1242/jeb.189258>
 36. McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A. J., Abernethy, P. J., & Newton, R. U. (2003). Characteristics of titin in strength and power athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 88(6), 553–557. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0733-y>
 37. McBride, J. M., Triplett-McBride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (2002). The Effect of Heavy-Vs. Light-Load Jump Squats on the Development of Strength, Power, and Speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 75.

38. McHugh, M. P., Nicholas, S. J., & Tyler, T. F. (2023). Adductor Strains in Athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 18(2), 288–292. <https://doi.org/10.26603/001c.72626>
39. McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387–397. <https://doi.org/10.1080/02640419508732254>
40. Monteagudo, M., & De Albornoz, P. M. (2022). Foot and Ankle Biomechanics Gait Analysis. W E. Wagner Hitschfeld & P. Wagner Hitschfeld (Red.), *Foot and Ankle Disorders* (s. 3–23). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95738-4_1
41. Montgomery, P. G., Pyne, D. B., & Minahan, C. L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75–86. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.1.75>
42. Montgomery, W. H., Pink, M., & Perry, J. (1994). Electromyographic Analysis of Hip and Knee Musculature During Running. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(2), 272–278. <https://doi.org/10.1177/036354659402200220>
43. Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the hip: A focus on muscular actions. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(2), 82–94. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3025>
44. Nicholas, S. J., & Tyler, T. F. (2002). Adductor Muscle Strains in Sport. *Sports Medicine*, 32(5), 339–344. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232050-00005>
45. Ophelie Lavoie-Gagne 1, Nabil Mehta 1, Sumit Patel 1, Matthew R Cohn 1, Enrico Forlenza 1, Benedict U Nwachukwu 2, Brian Forsythe 1. (b.d.). Adductor Muscle Injuries in UEFA Soccer Athletes: A Matched-Cohort Analysis of Injury Rate, Return to Play, and Player Performance From 2000 to 2015—PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35146028/>
46. Paddon-Jones, D., Leveritt, M., Lonergan, A., & Abernethy, P. (2001). Adaptation to chronic eccentric exercise in humans: The influence of contraction velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 85(5), 466–471. <https://doi.org/10.1007/s004210100467>
47. Patel, B. H., Okoroha, K. R., Jildeh, T. R., Lu, Y., Baker, J. D., Nwachukwu, B. U., Foster, M. G., Allen, A. A., & Forsythe, B. (2020). Adductor injuries in the National Basketball Association: An analysis of return to play and player performance from 2010 to 2019. *The Physician and Sportsmedicine*, 48(4), 450–457. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1746978>
48. Rodriguez, R. (2020). Measuring the Hip Adductor to Abductor Strength Ratio in Ice Hockey and Soccer Players: A Critically Appraised Topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(1), 116–121. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0250>
49. Ryan, S., Kempton, T., Pacecca, E., & Coutts, A. J. (2019). Measurement Properties of an Adductor Strength-Assessment System in Professional Australian Footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 256–259. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0264>

50. Saeterbakken, A. H., Van Den Tillaar, R., & Fimland, M. S. (2011). A comparison of muscle activity and 1-RM strength of three chest-press exercises with different stability requirements. *Journal of Sports Sciences*, 29(5), 533–538. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.543916>
51. Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and Absolute Reliability of a Modified Agility T-test and Its Relationship With Vertical Jump and Straight Sprint. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1644–1651. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b425d2>
52. Scanlan, A. T., Tucker, P. S., & Dalbo, V. J. (2014). A Comparison of Linear Speed, Closed-Skill Agility, and Open-Skill Agility Qualities Between Backcourt and Frontcourt Adult Semiprofessional Male Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1319–1327. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000276>
53. Scanlan, A. T., Wen, N., Pyne, D. B., Stojanović, E., Milanović, Z., Conte, D., Vaquera, A., & Dalbo, V. J. (2021). Power-Related Determinants of Modified Agility T-test Performance in Male Adolescent Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2248–2254. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003131>
54. Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J.-M., & Croisier, J.-L. (2009). Explosive Strength Imbalances in Professional Basketball Players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39–47. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.39>
55. Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
56. Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014). Contribution of Strength Characteristics to Change of Direction and Agility Performance in Female Basketball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415–2423. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000547>
57. Stastny, P., Lehnert, M., Zaatar, A. M. Z., Svoboda, Z., & Xaverova, Z. (2015). Does the dumbbell-carrying position change the muscle activity in split squats and walking lunges? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 3177–3187.
58. Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 48(1), 111–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
59. Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2007). *Principles and Practice of Resistance Training*. Human Kinetics.
60. Sugisaki. (b.d.). Associations Between Individual Lower-Limb Muscle Volumes and 100-m Sprint Time in Male Sprinters—PubMed.
61. Sugiyama, T., Maeo, S., Kurihara, T., Kanehisa, H., & Isaka, T. (2021). Change of Direction

- Speed Tests in Basketball Players: A Brief Review of Test Varieties and Recent Trends. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 645350. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.645350>
62. Tasheva, R., Mitrev, G., & Basketball Club „Rilski Sportist”, Samokov, Bulgaria. (2019). EFFECT OF HIP ADDUCTORS ON BASKETBALL PLAYERS BALANCE. *Journal of Applied Sports Sciences*, 1(July), 85–90. <https://doi.org/10.37393/jass.2019.01.8>
 63. Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(12), 2533–2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
 64. Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S. P., & Hölmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(3), 493–501. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00958.x>
 65. Thorborg, K., Serner, A., Petersen, J., Madsen, T. M., Magnusson, P., & Hölmich, P. (2011). Hip Adduction and Abduction Strength Profiles in Elite Soccer Players: Implications for Clinical Evaluation of Hip Adductor Muscle Recovery After Injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(1), 121–126. <https://doi.org/10.1177/0363546510378081>
 66. Trzaskoma Z., Trzaskoma Ł. (b.d.). Kompleksowe zwiększanie siły mięśniowej sportowców. (Biblioteka Trenera, Warszawa, 2001).
 67. Watanabe i wsp. (2018). Electromyographic analysis of hip adductor muscles in soccer instep and side-foot kicking: *Sports Biomechanics*: Vol 19, No 3.
 68. Watanabe N, Enomoto Y, Ohyama Byun K, Kano Y, Yasui T, Miyashita K, et. al. (2000). Relationship between hip strength and sprint running performance in sprinters. *Taiikugaku Kenkyu. :Health and Sport Sciences*. 2000;45(4):520–529. *Japan Journal of Physical Education*, 520–529.
 69. Wen, N., Dalbo, V. J., Burgos, B., Pyne, D. B., & Scanlan, A. T. (2018). Power Testing in Basketball: Current Practice and Future Recommendations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2677–2691. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002459>
 70. Werner, J., Häggglund, M., Ekstrand, J., & Waldén, M. (2019). Hip and groin time-loss injuries decreased slightly but injury burden remained constant in men’s professional football: The 15-year prospective UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 53(9), 539–546. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097796>
 71. William, K. & Fleck. (2014). *Designing Resistance Training Programs*, 4E. Human Kinetics.
 72. Wollin i wsp. (b.d.). In-season monitoring of hip and groin strength, health and function in elite youth soccer: Implementing an early detection and management strategy over two consecutive seasons—*Journal of Science and Medicine in Sport*. [https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(18\)30071-9/fulltext](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(18)30071-9/fulltext)
 73. Yasuda, T., Kawamoto, K., Loenneke, J. P., & Abe, T. (2019). Magnetic Resonance Imaging-Measured Adductor Muscle Volume and 100 m Sprint Running Performance in Female

Sprinters. *International Journal of Clinical Medicine*, 10(10), 469–476.
<https://doi.org/10.4236/ijcm.2019.1010040>

74. Zając, A., Wilk, M., Poprzęcki, S., Bacik, B. (2009). *Współczesny trening siły mięśniowej*. Katowice: Wydawnictwo AWF Katowice. (b.d.). *Współczesny trening siły mięśniowej*.
75. Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). *Science and Practice of Strength Training*. Human Kinetics.