



**Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego
w Warszawie**

Zuzanna Wrzesień

**Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna
oraz funkcjonalna ocena kobiet po rekonstrukcji ACL
trenujących koszykówkę**

Promotor rozprawy doktorskiej

Prof. dr hab. Aleksandra Truszczyńska-Baszak

Promotor pomocniczy rozprawy doktorskiej

dr Remigiusz Rzepka

Rozprawa doktorska

w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu

w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej

Warszawa 2025

Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

1. Świadoma odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska na temat:
„Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna oraz funkcjonalna ocena kobiet po rekonstrukcji ACL trenujących koszykówkę.”
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 lutego 1994 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

24.06.2025

Data

Lizanne Wrońca

podpis autora pracy

24.06.2025

Data

Anna - Banaś

podpis promotora pracy przyjmującego oświadczenie

*Chciałabym serdecznie podziękować
promotor prof. dr hab. Aleksandrze Truszczyńskiej-Baszak,
dr Remigiuszowi Rzepce oraz całej mojej rodzinie
za nieocenioną pomoc oraz wsparcie.*

Spis treści:

Streszczenie w języku polskim	5
Streszczenie w języku angielskim	8
Wykaz stosowanych skrótów:	11
1. Wstęp.....	12
1.1 Epidemiologia i czynniki urazów w koszykówce.....	15
1.2 Anatomia i funkcja więzadła krzyżowego przedniego	17
1.3 Mechanizm urazów więzadła krzyżowego przedniego	18
1.4 Objawy uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego i diagnostyka	18
1.5 Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego	20
1.6 Fizjoterapia u sportowców	22
1.7 Testy zawodników i powrót do sportu - przegląd piśmiennictwa	24
2. Założenia i cel pracy	31
3 Materiał i metody	32
3.1 Badane zawodniczek.....	32
3.2 Metody badań.....	36
4. Wyniki.....	51
5. Dyskusja.....	98
6. Wnioski	107
Piśmiennictwo:	109
Spis rycin:	123
Spis tabel:.....	126
Załączniki:	128

Streszczenie w języku polskim

Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna oraz funkcjonalna ocena kobiet po rekonstrukcji ACL trenujących koszykówkę.

Wstęp: Koszykówka jako jedna z najpopularniejszych dyscyplin sportowych na świecie, naraża zawodników na liczne urazy, z których najczęstsze dotyczą kończyn dolnych, zwłaszcza stawów kolanowych. Uraz więzadła krzyżowego przedniego (ACL) jest jednym z najczęstszych w tej dyscyplinie. Szczególnie dotyka kobiety, które są 4 krotnie bardziej narażone na ten typ kontuzji niż mężczyźni. Niniejsza praca koncentruje się na opracowaniu kompleksowej baterii testów, które umożliwią bezpieczny powrót koszykarek po rekonstrukcji ACL do sportu, minimalizując ryzyko ponownego urazu i wspierając ich optymalną gotowość sportową.

Cel badań: Celem pracy była kompleksowa ocena sprawności fizycznej koszykarek 1 ligi oraz Orlen Basket Ligi Kobiet, które przeszły zabieg rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, w okresie od 9 do 12 miesięcy po operacji, przed powrotem do profesjonalnego uprawiania sportu. Analizie poddano również wyniki zawodniczek, które nie doznały urazów, w celu dokonania porównania pomiędzy obiema grupami.

Materiał i metody.: Badania zostały przeprowadzone na grupie 65 kobiet aktywnie uprawiających koszykówkę na poziomie zawodowym. Do badania zakwalifikowano 52 zawodniczek. Grupę badaną stanowiło 26 zawodniczek, które przeszły zabieg rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z wykorzystaniem metody poboru przeszczepu z ścięgien kulszowo-goleniowych (HT). Ich średnia wieku wynosiła $23,8 \pm 3,7$ lat, śr. masa ciała $66,8 \pm 9,0$ kg, śr. wysokość ciała $174,6 \pm 6,4$ cm oraz BMI śr. $21,81 \pm 1,89$. Grupę kontrolną stanowiło 26 zdrowych koszykarek bez urazu więzadła ACL w wieku śr. $23,5 \pm 3,4$ lat, wysokość ciała śr. $175,0 \pm 7,4$, masa ciała śr. $68,1 \pm 9,6$ kg, BMI śr. $22,15 \pm 1,88$. Bateria testów składała się z oceny funkcjonalna FMS, Y-balance Test – Lower Quarter, testu stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD, skoku w dal jednonóż, trójskoku w dal jednonóż, wysoku w górę jednonóż z rękami na biodrach na macie SmartJump Vald Performance, testu przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem na Keiser Squat A300 oraz izokinetycznego testu siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego na Biodex Multi-Joint System Pro.

Wyniki: W grupie badanej istotne statystycznie różnice odnotowano pomiędzy kończyną zajęta, a niezajętą w siedmiu testach, w których wynik kończyny dolnej operowanej był niższy niż kończyny dolnej nieoperowanej. Kolejno, w Y-balance Test – Lower Quarter – koszykarki

uzyskały wskaźnik ogólny wynoszący 92,7 dla kończyny zajętej oraz 94,4 dla kończyny niezajętej. W kolejnym teście stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD zawodniczki uzyskały wynik wskaźnika ogólnego przy sztywnej platformie wynoszący 2,2 dla kończyny zajętej i 1,6 dla kończyny niezajętej. W teście skoku w dal jednonóż koszykarki średnio uzyskały średni wynik 161 cm dla kończyny niezajętej oraz 157,9 cm dla kończyny zajętej. W następnym teście zawodniczki uzyskały średnią odległość trójskoku w dal jednonóż wynoszącą 522,9 cm dla kończyny niezajętej oraz 513,2 cm dla kończyny zajętej. W teście wyskoku w górę jednonóż z rękami na biodrach na macie SmartJump Vald Performance koszykarki uzyskały dla kończyny dolnej niezajętej średni wynik 20,5 cm oraz dla kończyny dolnej zajętej 19,6 cm. Z kolei w teście przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem na Keiser Squat A300 przy obciążeniu wynoszącym 150% masy ciała koszykarki uzyskały średni wynik 11,5 dla kończyny niezajętej oraz 10,9 dla kończyny zajętej. W ostatnim teście izokinetycznym siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego na Biodex Multi-Joint System Pro koszykarki uzyskały niższe wartości wskaźników dla: szczytowego momentu prostowników i zginaczy, pracy całkowitej prostowników oraz średniej mocy prostowników dla kończyny operowanej przy prędkościach 240, 180 i 60 °/s.

Porównując grupę badaną do grupy kontrolnej, istotne statystycznie okazały się różnice w wynikach trzech poniższych testów, w których zawodniczki z grupy kontrolnej uzyskały lepsze średnie wyniki. Odpowiednio, wśród zawodniczek grupy kontrolnej w teście stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD wynik wskaźnika ogólnego przy sztywnej platformie dla kończyny dolnej niezajętej oraz zajętej wyniósł 1,6. W skoku w dal jednonóż średni wynik dla kończyny dolnej niezajętej wyniósł 164,8 cm, a dla zajętej 164,4 cm. W trójskoku w dal jednonóż średni wynik dla kończyny dolnej niezajętej oraz zajętej wyniósł 557,9 cm. Jedynie w przypadku testu izokinetycznego siły mięśniowej dla wskaźnika agonista/antagonista przy prędkościach 240, 180 i 60 °/s koszykarki z grupy badanej uzyskały wyższe wyniki dla kończyny zajętej w porównaniu z prawą kończyną dolną (dominującą) w grupie kontrolnej. Nieistotne statystycznie zaś okazały się różnice w wynikach pomiędzy grupami zawodniczek w testach: FMS, Y-balance Test -LQ, wyskoku w górę jednonóż z rękami na biodrach na macie SmartJump Vald Performance oraz w teście przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem na Keiser Squat A300.

Wnioski: W badaniach dotyczących koszykarek po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego zaobserwowano istotne deficyty sprawnościowe. Koszykarki z grupy badanej osiągnęły niższe wyniki w większości testów dla kończyny operowanej, w porównaniu do

kończyny nieoperowanej oraz gorsze wyniki w porównaniu do grupy kontrolnej, co podkreśla potrzebę intensyfikacji działań prewencyjnych i rehabilitacyjnych. Analiza wykazała silne korelacje pomiędzy wynikami testów skoku i wyskoku, a wynikami testu Power Squat przy obciążeniu 150% MC, co sugeruje, że test ten może być użyteczny jako narzędzie do oceny eksplozywności oraz programowania treningów. Ponadto, ujemna korelacja między wynikami wyskoku jednonóż, a współczynnikami agonista/antagonista wskazuje na konieczność równoważenia siły mięśniowej w programach rehabilitacyjnych. W obliczu złożoności problemu, dalsze badania są niezbędne do zrozumienia efektywności fizjoterapii i opracowania skutecznych strategii prewencyjnych w celu redukcji ryzyka kontuzji.

Słowa kluczowe: więzadło krzyżowe przednie, rekonstrukcja, powrót do sportu, siła mięśniowa, koszykówka, biodex

Streszczenie w języku angielskim

Muscle Strength of Lower Limbs, Postural Stability, and Functional Assessment of Women Basketball Players Post-ACL Reconstruction.

Introduction: Basketball, as one of the most popular sports disciplines worldwide, exposes athletes to numerous injuries, with the most common affecting the lower extremities, particularly the knee joints. Anterior cruciate ligament (ACL) injuries are among the most frequent in this sport, especially affecting women, who are four times more susceptible to such injuries than men. This study focuses on developing a comprehensive battery of tests that will facilitate the safe return of female basketball players to the sport following ACL reconstruction, minimizing the risk of re-injury and supporting their optimal athletic readiness.

Research Objective: The objective of this study was to conduct a comprehensive assessment of the physical fitness of female basketball players who underwent anterior cruciate ligament reconstruction, during the period from 9 to 12 months post-surgery, the intention of returning to professional sports at a minimum level of the women's first league.

Materials and Methods: The study was conducted with a cohort of 65 women actively participating in professional basketball. A total of 52 athletes were selected for the research. The experimental group consisted of 26 players who underwent anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction utilizing the hamstring tendon graft harvesting method (HT). The average age of this group was 23.8 ± 3.7 years, with a mean body mass of 66.8 ± 9.0 kg, an average height of 174.6 ± 6.4 cm, and a mean body mass index (BMI) of 21.81 ± 1.89 . The control group comprised 26 healthy basketball players, free from any ACL injuries, with an average age of 23.5 ± 3.4 years, a mean height of 175.0 ± 7.4 cm, a mean body mass of 68.1 ± 9.6 kg, and a mean BMI of 22.15 ± 1.88 . The testing battery included a functional movement screen (FMS), the Y-Balance Test – Lower Quarter, a single-leg postural stability assessment on the Biodex Balance System SD, a single-leg long jump test, a single-leg triple jump test, a single-leg vertical jump test with hands on hips on the SmartJump Vald Performance mat, a single-leg squat test with variable load on the Keiser Squat A300, and isokinetic muscle strength testing of the knee flexors and extensors on the Biodex Multi-Joint System Pro.

Results: In the studied group, statistically significant differences were observed between the affected and unaffected limbs in seven tests, where the performance of the operated lower limb was lower than that of the non-operated lower limb. Specifically, in the Y-Balance Test – Lower Quarter, the basketball players achieved an overall score of 92.7 for the affected limb and 94.4 for the unaffected limb. In a subsequent test of single-leg postural stability on the

Biodex Balance System SD, the athletes recorded an overall index score of 2.2 for the affected limb and 1.6 for the unaffected limb on a rigid platform. In the single-leg long jump test, the players averaged a distance of 161 cm for the unaffected limb and 157.9 cm for the affected limb. In the next test, the athletes achieved an average triple jump distance of 522.9 cm for the unaffected limb and 513.2 cm for the affected limb. In the single-leg vertical jump test with hands on hips on the SmartJump Vald Performance mat, basketball players recorded an average height of 20.5 cm for the unaffected lower limb and 19.6 cm for the affected lower limb. In the single-leg squat test with variable load on the Keiser Squat A300, with a load of 150% of body weight, the basketball players achieved an average score of 11.5 for the unaffected limb and 10.9 for the affected limb. In the final isokinetic strength test of the knee flexors and extensors on the Biodex Multi-Joint System Pro, the athletes demonstrated lower index values for the peak torque of extensors and flexors, total work of extensors, and average power of extensors for the operated limb at speeds of 240, 180, and 60 °/s. When comparing the studied group to the control group, statistically significant differences were noted in the results of three tests below, in which the athletes from the control group achieved better average scores. Specifically, among the control group athletes in the single-leg postural stability test on the Biodex Balance System SD, the overall index score on a rigid platform for both the unaffected and affected lower limbs was 1.6. In the single-leg long jump, the average distance for the unaffected limb was 164.8 cm, and for the affected limb, it was 164.4 cm. In the single-leg triple jump, the average distance for both the unaffected and affected lower limbs was 557.9 cm. Only in the case of the isokinetic muscle strength test for the agonist-antagonist ratio at speeds of 240, 180, and 60 °/s did the basketball players from the studied group achieve higher results for the affected limb compared to the right lower limb (dominant) in the control group. Conversely, the differences in results between the groups of athletes in the tests: FMS, Y-Balance Test - LQ, single-leg vertical jump with hands on hips on the SmartJump Vald Performance mat, and single-leg squat with variable load on the Keiser Squat A300 were found to be statistically insignificant.

Conclusions: Research on basketball players following anterior cruciate ligament reconstruction has revealed significant deficits in physical performance. The players in the study group achieved lower scores in most tests for the operated limb compared to the non-operated limb, as well as poorer results compared to the control group, highlighting the need for intensified preventive and rehabilitative measures. The analysis showed strong correlations between jump and explosive performance test results and the Power Squat test at 150% of body

mass, suggesting that this test may be useful as a tool for assessing explosiveness and training program design. Furthermore, the negative correlation between single-leg jump results and the agonist/antagonist ratios indicates the necessity of balancing muscular strength in rehabilitation programs. Given the complexity of the issue, further research is essential to understand the effectiveness of physical therapy and to develop effective preventive strategies to reduce the risk of injury.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament, Reconstruction, Return to Sport, Muscle Strength, Basketball, Biodex

Wykaz stosowanych skrótów:

ACL	(ang.: anterior cruciate ligament) więzadło krzyżowe przednie
AG/ANT R	(ang.: agonist/antagonist ratio) - wskaźnik stosunku siłowego grupy mięśni zginaczy do prostowników
BTB	(ang.: bone-tendon-bone) kość-ścięgno-kość
FMS	(ang. Functional movement screen) funkcjonalna ocena
FTA	(ang.: functional testing algorithm) funkcjonalny algorytm testowania
HT	(ang.: hamstrings) - mięśnie kulszowo-goleniowe
IKDC	(ang.: International Knee Documentation Committee) – Międzynarodowy Komitet Dokumentacji Kolana
MC	masa ciała
MRI	(ang.: magnetic resonance imaging) rezonans magnetyczny
P TQ/BW	(ang.: peak torque/body weight – maksymalny moment obrotowy w stosunku do masy ciała (%))
RAMP	(ang.: raise, activate and mobilize, potentiate) faza podniesienia, faza aktywizacji, mobilizacji, faza wzmocnienia po aktywizacji
SEBT	(ang.: star excursion balance test) test gwiazdy
TW	(ang.: total work) – całkowita praca

1. Wstęp

Koszykówka należy do grona najpopularniejszych dyscyplin sportowych na świecie. Szacuje się, iż około 450 milionów zawodników w różnym wieku i na różnym poziomie umiejętności uprawia tę dyscyplinę. Popularność ta generuje istotny problem związany z licznie występującymi urazami. Badania wykazują, że aż 66% kontuzji w koszykówce dotyczy kończyn dolnych, z czego około 30% to urazy skrętne stawów skokowych, a 45% to urazy stawów kolanowych (Antoranz i wsp. 2024, Yendluri i wsp. 2024).

Najczęstszym urazem stawu kolanowego w koszykówce jest uraz więzadła krzyżowego przedniego (ACL - ang.: anterior cruciate ligament). Więzadło to znajduje się wewnątrz stawu kolanowego. Jego przyczep początkowy rozpoczyna się na wewnętrznej powierzchni kłykcia bocznego kości udowej, skąd biegnie skośnie w dół i przyśrodkowo, kończąc się przyczepem końcowym w obrębie pola międzykłykciowego przedniego kości piszczelowej. Dzięki swojej anatomicznej budowie ACL odgrywa istotną rolę w stabilizacji stawu kolanowego. Ogranicza nadmierną translację przednią kości piszczelowej względem kości udowej oraz rotację wewnętrzną, zapewniając prawidłowe funkcjonowanie stawu kolanowego (Diermeier i wsp. 2020).

Urazy więzadła krzyżowego przedniego występują z dużą częstością, osiągając liczbę 85 przypadków na 100 000 osób w populacji, w wieku 16–39 lat (Diermeier i wsp. 2020). Analizując dostępne dane dotyczące tych urazów, można dostrzec, że ich występowanie jest szczególnie nasilone w sportach wymagających gwałtownych przyspieszeń, nagłych zmian kierunku, skoków oraz intensywnego kontaktu fizycznego z przeciwnikami. W związku z tym, urazy ACL szczególnie często występują w dyscyplinach takich jak koszykówka, piłka nożna, football amerykański oraz piłka ręczna (Chia i wsp. 2022, Gans i wsp. 2018).

Urazy więzadła krzyżowego przedniego są zazwyczaj wynikiem dwóch głównych mechanizmów: urazu bezkontaktowego oraz urazu, w którym dochodzi do bezpośredniego kontaktu z przeciwnikiem. Szacuje się, że około 55% urazów ACL występuje w sytuacjach bezkontaktowych (Chia i wsp. 2022, Janssen i wsp. 2012). Z literatury wynika, że kobiety są od 2 do 8 razy bardziej narażone na ryzyko urazu ACL w porównaniu do mężczyzn. Różnice te można przypisać szerszej budowie miednicy, wyższemu procentowi tkanki tłuszczowej, mniejszej masie mięśniowej oraz większemu kątowi Q stawu kolanowego, który jest definiowany jako kąt utworzony przez linię biegnącą od kolca biodrowego przedniego górnego do środka rzepki oraz drugą linię prowadzącą od środka rzepki do guzowatości piszczelowej (Bohenek i wsp. 2003). W kontekście koszykówki, kobiety są trzykrotnie bardziej narażone na

doznanie urazu ACL niż mężczyźni (Sutton i wsp. 2013). W związku z tym, tematyka niniejszej rozprawy doktorskiej skoncentruje się na kobietach zawodowo uprawiających koszykówkę, szczególnie w ramach pierwszej ligi oraz ekstraklasy – Energa Basket Liga Kobiet.

W kontekście leczenia urazu więzadła krzyżowego przedniego wyróżniamy dwie główne metody: leczenie operacyjne oraz nieoperacyjne. Obie metody mają swoje zastosowanie w zależności od charakterystyki urazu, stanu pacjenta oraz jego aktywności fizycznej. Leczenie nieoperacyjne jest najczęściej stosowane w populacji pacjentów, którzy nie angażują się w aktywność sportową, co może być spowodowane ich wiekiem, stanem zdrowia lub osobistymi preferencjami dotyczącymi interwencji chirurgicznych. Z kolei leczenie operacyjne polegające na rekonstrukcji ACL jest rekomendowane dla osób aktywnych fizycznie, które dążą do ponownego uprawiania sportu na każdym poziomie intensywności.

Czas trwania powrotu do czynnego uprawiania sportu po przebytej rekonstrukcji ACL jest długi, skomplikowany i szacuje się, iż wynosi od 9 do 12 miesięcy (Brinlee i wsp. 2022, Ternell i wsp. 2025). Fizjoterapia po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego jest procesem wieloaspektowym, który ma na celu przywrócenie pełnej funkcji stawu kolanowego, stabilności oraz umożliwienie sportowcom bezpiecznego powrotu do aktywności fizycznej. Kluczowym celem fizjoterapii jest nie tylko odbudowa siły mięśniowej i zakresu ruchu, ale także zapobieganie ryzyku wystąpienia ponownych urazów (Ashigbi i wsp. 2019).

Pomimo skutecznego leczenia operacyjnego i indywidualnie dobranego procesu fizjoterapii jedynie około 80% pacjentów podejmuje próbę powrotu do jakiejkolwiek formy aktywności, a zaledwie 65% powraca do poziomu aktywności sprzed kontuzji. Elitarni sportowcy osiągają wyższe wskaźniki powrotu do sportu, oscylujące w przedziale 83-100%. Zawodnicy ci jednak, często wykazują obniżony poziom wydajności sportowej w porównaniu do poziomu sprzed urazu. (Buckthorpe i wsp. 2023). Sportowcy, którzy podejmują decyzję o powrocie do swoich dyscyplin, stają w obliczu znacznego ryzyka ponownego urazu więzadła krzyżowego przedniego. To zagrożenie dotyczy nie tylko stawu kolanowego, w którym wystąpiła pierwotna kontuzja, ale również stawu kolanowego kończyny przeciwnej. Analizy wskazują, że ryzyko to może sięgać nawet 30% (Brinlee i wsp. 2022).

Kluczowym elementem procesu powrotu do sportu jest przeprowadzenie kompleksowej baterii testów pozwalającej ocenić gotowość sportowca. Decyzja o przywróceniu zawodnika do rywalizacji powinna opierać się na obiektywnych kryteriach, które uwzględniają zarówno testy funkcjonalne, testy siły mięśniowej, skoki, wymagania danej dyscypliny sportowej, jak i subiektywne odczucia pacjenta.

Jedynie prawidłowa analiza tych wyników daje możliwość określenia czy zawodnik gotowy jest powrócić do uprawiania sportu na poziomie zawodowym oraz pozwala określić ryzyko ponownego urazu (Herbst i wsp.2015). Decyzja o powrocie zawodnika do sportu zależna jest od opinii całego zespołu medycznego.

Obecnie większość badań naukowych koncentruje się na populacji mężczyzn, co prowadzi do zauważalnego niedoboru badań dotyczących kobiet. Wiele badań wskazuje na niewystarczającą liczbę analiz przeprowadzonych na kobietach, co skutkuje brakiem kluczowych danych potrzebnych do pełnego zrozumienia wysokiej częstości urazów więzadła krzyżowego przedniego wśród kobiet aktywnych sportowo (Ternell i wsp. 2025).

Pomimo licznych badań oraz wdrożonych protokołów prewencyjnych, liczba urazów ACL nieustannie rośnie. Dodatkowo, do chwili obecnej nie opracowano kompleksowej baterii testów, która byłaby dedykowana zarówno koszykarkom, jak i koszykarzom, umożliwiając zawodnikom bezpieczny powrót do sportu przy minimalnym lub zerowym ryzyku ponownego urazu stawu kolanowego, zarówno operowanego, jak i w drugiej kończynie (Bruder i wsp. 2023, Grindem i wsp. 2016, Kyritsis i wsp. 2016, Schweizer i wsp. 2022).

W związku z powyższym, celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest opracowanie odpowiedniej baterii testów dla koszykarek po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego chcących powrócić do uprawiania sportu, z jak najmniejszym ryzykiem wystąpienia ponownego urazu oraz w optymalnej gotowości sportowej. Badania te mają na celu nie tylko zwiększenie bezpieczeństwa zawodniczek, ale również wzbogacenie wiedzy w obszarze fizjoterapii i prewencji urazów w sporcie, stanowiąc istotne uzupełnienie dotychczasowego dorobku naukowego w tej dziedzinie.

1.1 Epidemiologia i czynniki urazów w koszykówce

Urazy więzadła krzyżowego przedniego stanowią jedne z najczęściej występujących urazów kolana w sporcie. W ciągu ostatnich dwóch dekad, pomimo podejmowanych przez badaczy i klinicystów działań mających na celu ograniczenie ryzyka wystąpienia urazów ACL, ich liczba podwoiła się. Szacuje się, że tylko w Stanach Zjednoczonych rocznie dochodzi do około 250,000 urazów ACL (Arundale i wsp. 2021).

Analiza danych z 25-letniego okresu obserwacji sportowców reprezentujących różne dyscypliny wskazuje, że 1 na 29 zawodniczek doznała urazu więzadła krzyżowego przedniego, podczas gdy w przypadku zawodników wskaźnik ten wynosił 1 na 50 (Montalvo i wsp. 2019).

Ze względu na specyfikę dyscypliny sportowej jaką jest koszykówka, wielu zawodników, szacuje się, iż około 7-10 na 1000 doznaje tego urazu. Spowodowane to może być różnymi czynnikami takimi jak:

- Zmęczenie mięśni lub przetrenowanie,
- Zaburzony czas oraz liczba pobudzonych jednostek motorycznych,
- Nadmierna sztywność mięśni,
- Zaburzenia propriocepcji i/lub równowagi.
- Ograniczenia zakresu ruchu w stawach,
- Nadwaga (Ternell i wsp. 2025; Ishøi i wsp. 2020).

Koszykówka jest uważana za jedną z najbardziej wymagających dyscyplin sportowych, zwłaszcza w kontekście porównania z takimi sportami jak piłka nożna czy siatkówka. Wymagania stawiane zawodnikom przez tę dyscyplinę wynikają w dużej mierze z istotnego wzrostu dynamiki gry, który zaobserwowano na przestrzeni ostatnich lat. Zmiany te są efektem modyfikacji regulaminowych, takich jak skrócenie czasu gry oraz wprowadzenie lżejszych i mniejszych piłek w rozgrywkach kobiecych. Podczas jednego meczu koszykówki zawodnik wykonuje od 35 do 46 skoków i lądowań, co stanowi liczbę znacznie przewyższającą, nawet dwukrotnie lub czterokrotnie, aktywność skokową charakterystyczną dla piłki nożnej czy siatkówki (Taylor i wsp. 2015). Analizując przebieg meczu koszykówki kobiet, Matthew i Delexart (2009) zauważyli, iż średnio co 3 sekundy następuje zmiana tempa lub sposobu poruszania się koszykarek. Natomiast ich tętno było przyspieszone i wynosiło średnio 165 ± 9 uderzeń na minutę. Porównując te wyniki do wcześniejszych badań dotyczących przebiegu meczów można stwierdzić, iż obecnie są one bardziej obciążające dla organizmu kobiet (Matthew i wsp. 2009).

W koszykówce dominują kontuzje kończyn dolnych, które stanowią aż 63,7% wszystkich urazów związanych z tą dyscypliną sportu. Wśród tych urazów najczęściej występują kontuzje stawu kolanowego, odpowiadające za 20,6% przypadków. Zaraz za nimi plasują się urazy stawu skokowego, stanowiące 19,5% wszystkich kontuzji kończyn dolnych. Trzecie miejsce pod względem częstości zajmują urazy podudzia, a następnie kontuzje stawu biodrowego. Kontuzje w obrębie głowy i szyi stanowią 9,7% wszystkich urazów w koszykówce, natomiast urazy paliczków dłoni oraz stawu nadgarstkowego odpowiadają za 8,6% przypadków. Kontuzje kręgosłupa i tułowia stanowią 7,6%, podczas gdy urazy przedramienia i stawu ramennego dotyczą 4,2% zawodników. Pozostałe, mniej powszechne urazy, stanowią 1,4% wszystkich zarejestrowanych kontuzji w tej dyscyplinie sportowej (Andreoli i wsp. 2018). Z kolei, wyniki uzyskane przez Ito i współpracowników ukazują, że urazy stawu kolanowego stanowią znaczący odsetek wszystkich urazów wśród zawodników koszykówki, przy czym w przypadku koszykarek odsetek ten wynosi aż 50,4%, a w przypadku koszykarzy 41,7%. W szczególności, wśród urazów kolana dominuje uszkodzenie więzadła krzyżowego przedniego, które stanowi 45,9% wszystkich urazów kolana u koszykarek oraz 22,1% u koszykarzy. Następującymi w kolejności są urazy łąkotki, które występują w 13,2% przypadków u koszykarzy i 9,6% u koszykarek, oraz kontuzje określane jako kolano skoczka, stanowiące 14,8% urazów u koszykarzy i 7,2% u koszykarek (Ito i wsp. 2014).

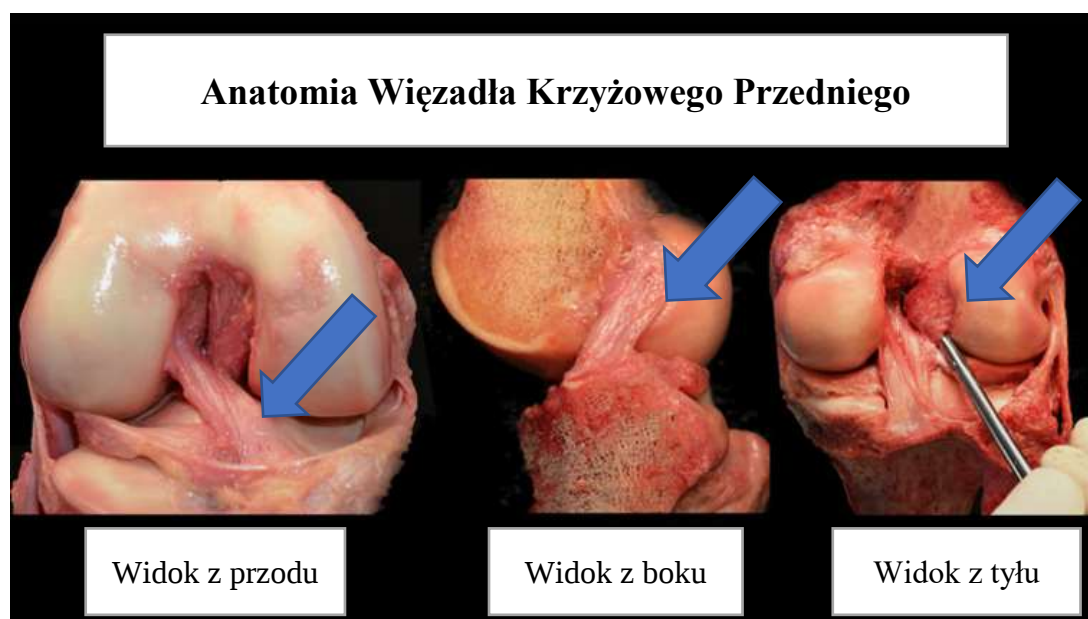
Urazy kończyn dolnych są główną przyczyną absencji zawodników, odpowiadając za aż 72,3% przypadków nieobecności na meczach koszykówki. W przypadku kobiet, z 20,6% urazów stawu kolanowego, aż 16% stanowią przypadki zerwania więzadła krzyżowego przedniego. Dostępne badania wykazują, że do urazów tych najczęściej dochodzi podczas rozgrywania meczów. Zdarzają się one znacznie rzadziej w trakcie sesji treningowych. Warto również podkreślić, że dostępne wyniki badań dotyczące urazów w koszykówce koncentrują się w dużej mierze na populacji męskiej, co wskazuje na potrzebę rozszerzenia badań o dane dotyczące zawodniczek (Aksovic i wsp. 2024, Allahabadi i wsp. 2021, Montalvo i wsp. 2019).

Kobiety uprawiające koszykówkę na poziomie zawodowym są od 2 do 4 razy bardziej narażone na doznanie urazów w porównaniu do mężczyzn. Aż u 16% zawodniczek trenujących koszykówkę dochodzi do zerwania więzadła krzyżowego przedniego. (Aksovic i wsp. 2024, Ardern i wsp. 2014, Chia i wsp. 2022, Leppänen i wsp. 2017, Ternell i wsp. 2025, Montalvo i wsp. 2019, Takahashi i wsp. 2019, Taylor i wsp. 2015,). Badania wskazują, że zaledwie od 50% do 65% zawodników powraca do aktywności sportowej na poziomie sprzed kontuzji, a jedynie 55% udaje się ponownie osiągnąć poziom sportu wyczynowego (DeFazio i wsp. 2020, Kotsifaki i wsp. 2023, Napolitano i wsp. 2024). Co więcej, mężczyźni charakteryzują się około

półtora raza większym prawdopodobieństwem powrotu do sportu na wcześniejszym poziomie bądź uczestnictwa w sportach na poziomie zawodowym, w porównaniu do kobiet. Ponadto, aż 29,5% sportowców doświadcza ponownego urazu więzadła krzyżowego przedniego (ACL) w ciągu 24 miesięcy od powrotu do sportu, przy czym 20,5% z tych przypadków to urazy po przeciwnej stronie, a 9,0% dotyczy ponownego zerwania przeszczepu po tej samej stronie (Ardern i wsp. 2014, DeFazio i wsp. 2020; Paterno i wsp. 2014).

1.2 Anatomia i funkcja więzadła krzyżowego przedniego

Budowa stawu kolanowego jest bardzo złożona. Występuje w nim wiele więzadeł. Najważniejszym z nich jest więzadło krzyżowe przednie (ACL), zapewniające prawidłowe funkcjonowanie stawu. Przyczep początkowy ACL znajduje się na powierzchni wewnętrznej kłykcia bocznego kości udowej, skąd następnie biegnie skośnie do przodu, ku dołowi i przyśrodkowo; natomiast przyczep końcowy znajduje w polu międzykłykciowym przednim kości piszczelowej (ryc. 1).



Rycina 1 Włzadło krzyżowe przednie przedstawione z przodu, boku i tyłu stawu kolanowego.
<https://www.jorgechahlamd.com/orthopedic-surgery-blog/page/2/> dostęp z dnia 24.12.2023

Główną funkcją włzadła krzyżowego przedniego jest zapobieganie nadmiernemu przemieszczeniu się do przodu kości udowej względem kości piszczelowej oraz rotacji kości piszczelowej. Włzadło krzyżowe przednie napina się podczas biernego końcowego wyprostu 10 stopni i przeprostu. Z kolei podczas czynnego ruchu wyprostu stawu kolanowego w otwartym łącuchu napina się ono w zakresie od 30 stopni zgięcia do 0 stopni wyprostu.

Minimalne napięcie lub też jego brak występuje w zakresach ruchu wyprostnego stawu kolanowego pomiędzy 90, a 30 stopni (Yang S. i wsp. 2024).

1.3 Mechanizm urazów więzadła krzyżowego przedniego

Mechanizmy urazu więzadła krzyżowego przedniego dzielimy głównie na urazy bezkontaktowe i kontaktowe. Około 72% urazów ACL wynika z mechanizmów bezkontaktowych, które najczęściej występują podczas nagłego hamowania przed zmianą kierunku ruchu lub w trakcie lądowania po skoku. W takich momentach kolano znajduje się często w pozycji bliskiej pełnego wyprostowi (około 9 – 15 stopni) powodującej maksymalne napięcie więzadła krzyżowego przedniego i działanie mechanizmu wyprostnego co zwiększa ryzyko nadmiernego obciążenia więzadła. Urazy kontaktowe, stanowiące około 28% przypadków, zazwyczaj obejmują zapadnięcie się stawu kolanowego w pozycji koślawej wskutek bezpośredniego lub pośredniego kontaktu z innym zawodnikiem (Boden i wsp. 2000, Peterson i wsp. 2014).

Z danych literaturowych wynika, iż w koszykówce czas doznania tego typu urazu trwa od 17 do 50 milisekund. Dodatkowo w danym czasie dochodzi do zmiany kąta stawu kolanowego z około 9-15 stopni do 27-19 stopni. (Boden i wsp. 2000, Krosshaug i wsp. 2007). W kontekście koszykarek, analiza urazów więzadła krzyżowego przedniego wykazała, iż do większości urazów dochodziło w sytuacji bezkontaktowej. W trakcie trwania meczów koszykówki, 68% z nich miało miejsce podczas posiadania piłki przez drużynę atakującą. Ponadto, 49% urazów było związanych z ofensywnymi dynamicznymi zmianami kierunku, podczas gdy 29% z defensywnymi zmianami kierunku oraz 17% z lądowaniem po skoku. Większość urazów występowała w wyniku koślawości kolana podczas zdarzenia, co stanowiło 64% przypadków (Ternell i wsp. 2025).

1.4 Objawy uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego i diagnostyka

Istnieją charakterystyczne objawy, które umożliwiają rozpoznanie uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego. Jednym z najczęściej zgłaszanych przez pacjentów objawów jest "trzask" słyszany w momencie urazu. Po wystąpieniu uszkodzenia, krwawienie wewnętrzne jest zazwyczaj niewielkie, co skutkuje pojawieniem się obrzęku w ciągu 6-24 godzin od

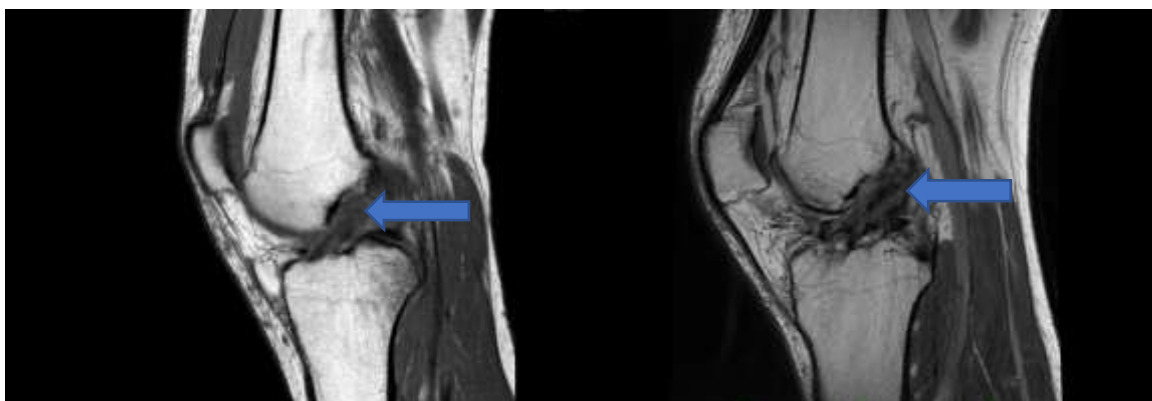
momentu urazu. W sytuacjach, gdy obrzęk stawu kolanowego jest znaczny i pojawia się bardzo wcześnie po uszkodzeniu ACL, można podejrzewać współistniejący uraz chrzęstno-kostny. Dodatkowo, pacjenci często zgłaszają uczucie niestabilności stawu kolanowego, co jest niepokojącym objawem towarzyszącym uszkodzeniu więzadła. (Diermeier i wsp. 2020; Karbowski i wsp. 2017).

Często podczas urazu zerwania więzadła krzyżowego przedniego dochodzi również do uszkodzenia innych struktur stawu kolanowego. Najczęściej towarzyszy mu uszkodzenie łąkotki przysrodkowej. (Diermeier i wsp. 2020; Piech i wsp. 2017)

W diagnostyce zerwania więzadła krzyżowego przedniego zaleca się integrację oceny klinicznej z technikami obrazowania. W ramach klinicznej oceny uszkodzenia ACL najczęściej stosuje się szereg testów diagnostycznych, które obejmują:

- test Lachmana (Huang i wsp. 2016, Sokal i wsp. 2022),
- test pivot-shift (Huang i wsp. 2016, Sokal i wsp. 2022),
- test szuflady przedniej (Huang i wsp. 2016, Sokal i wsp. 2022),
- test Lever Sign – test dźwigni (Huang i wsp. 2016, Sokal i wsp. 2022),

Testy te są kluczowe w ocenie stabilności stawu kolanowego oraz w identyfikacji potencjalnych uszkodzeń więzadłowych. Każdy z tych testów ma swoją specyfikę i precyzyjność, a ich skuteczność może być uzależniona od doświadczenia i umiejętności klinicysty przeprowadzającego badanie. Połączenie tych metod z obrazowaniem, szczególnie z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego (MRI) (ryc. 2), który jest uznawany za złoty standard w diagnostyce ACL, pozwala na uzyskanie kompleksowej oceny stanu kolana. MRI charakteryzuje się wysoką czułością i swoistością, umożliwiając nie tylko potwierdzenie zerwania ACL, ale także ocenę współistniejących uszkodzeń innych struktur kolana, takich jak łąkotki i chrząstka (Allott i wsp. 2022, Brophy i wsp. 2023, Kaeding i wsp. 2017).



Rycina 2 MRI zerwanego więzadła krzyżowego przedniego, źródło własne.

W literaturze wyróżniamy 3 stopnie uszkodzenia więzadeł:

- 1 stopień – przerwanie minimalnej ilości włókien, brak klinicznych objawów niestabilności, miejscowa bolesność (naciągnięcie więzadła),
- 2 stopień – przerwanie większej liczby włókien z miejscową bolesnością, umiarkowana niestabilność (naderwanie więzadła),
- 3 stopień – całkowite przerwanie ciągłości więzadła z wyraźną niestabilnością (zerwanie więzadła).

Wybór metody leczenia w przypadku uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego zależy od stopnia uszkodzenia oraz zaangażowania innych struktur kolana. Przy trzecim stopniu uszkodzenia, który charakteryzuje się całkowitym przerwaniem ciągłości więzadła, dostępne są dwa główne podejścia terapeutyczne: operacyjne oraz nieoperacyjne (zachowawcze). Leczenie nieoperacyjne jest rekomendowane dla pacjentów prowadzących mniej aktywny tryb życia, starszych. Z kolei leczenie operacyjne, polegające na rekonstrukcji ACL, jest preferowane dla osób aktywnych fizycznie, zwłaszcza tych, które chcą powrócić do uprawiania sportu. Wybór odpowiedniej metody leczenia powinien być dostosowany do indywidualnych potrzeb pacjenta, uwzględniając jego styl życia, poziom aktywności fizycznej oraz oczekiwania dotyczące powrotu do pełnej sprawności (Bogunovic i wsp. 2013, Diermeier i wsp. 2020, Sepulveda i wsp. 2017;)

1.5 Rekonstrukcja więzadła krzyżowego przedniego

Istnieje kilka metod operacyjnego leczenia więzadła krzyżowego przedniego, które obejmują rekonstrukcję z zastosowaniem przeszczepów tkanek pobranych z różnych

lokalizacji anatomicznych. Rekonstrukcja ACL może być przeprowadzona przy użyciu przeszczepów własnych:

- przeszczep z więzadła właściwego rzepki (BTB - kość-ścięgno-kość),
- ścięgna mięśnia czworogłowego (QT) – quadriceps tendon),
- ścięgna Achillesa oraz z tkanek miękkich, jak:
- z grupy kulszowo-goleniowej (HT - mięśnie kulszowo-goleniowe),
- mięśnia piszczelowego przedniego,
- mięśnia piszczelowego tylnego
- z powięzi.

W niektórych przypadkach stosuje się alloprzeszczepy od dawców zewnętrznych, co może skrócić czas operacji i zmniejszyć dolegliwości bólowe w miejscu pobrania (Bogunovic i wsp. 2015, Hulet i wsp. 2019)



Rycina 3 3 Rodzaje przeszczepów stosowanych w rekonstrukcji ACL. Źródło własne (wg Hulet i wsp. 2019).

U sportowców najczęściej stosuje się metody rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z wykorzystaniem autoprzeszczepów, takich jak ścięgno mięśnia czworogłowego uda (QT), więzadło właściwe rzepki (BTB) oraz ścięgna mięśni półścięgnistych (HT). QT autograft, mimo iż jest stosunkowo nową metodą w porównaniu do BTB i HT, wykazuje porównywalne wyniki kliniczne i funkcjonalne, zapewniając zbliżoną stabilność kolana oraz wskaźniki przetrwania przeszczepu. Wyróżnia się on mniejszym bólem w miejscu pobrania w porównaniu do BTB oraz korzystniejszymi wynikami funkcjonalnymi względem HT, co czyni go atrakcyjną alternatywą dla pacjentów wymagających szybkiego powrotu do aktywności sportowej. Z kolei BTB autograft, zapewniając stabilność stawu kolanowego, jednak obciążony jest wyższym ryzykiem bólu przedniego przedziału stawu kolanowego oraz problemami z klękaniem. HT autograft cechuje się niższymi dolegliwościami bólowymi w miejscu pobrania, lecz wiąże się z wyższym ryzykiem rozluźnienia przeszczepu. W przypadku HT może wystąpić osłabienie grupy zginaczy stawu kolanowego, może dojść do uszkodzenia nerwu udowo-goleniowego oraz zaburzeń czucia. (Burks i wsp. 2005, Dieremier i wsp. 2020; Mouarbes i wsp. 2019). W badaniach Mascarenhas i wsp. 70% badanych osób powróciło do uprawiania sportu na poziomie zawodowym z przeszczepem BTB i HT. Jednakże, sportowcy operowani za pomocą metody HT cechowali się lepszym wyprostem stawu kolanowego oraz mniejszymi zmianami zwyrodnieniowymi w okresie 10 lat po przebytej rekonstrukcji ACL w porównaniu do grupy BTB. (Mascarenhas i wsp. 2012).

1.6 Fizjoterapia u sportowców

Rekonstrukcja ACL stanowi jedynie wstęp do pełnego powrotu do zdrowia i ewentualnego ponownego podjęcia zawodowego uprawiania sportu. Kluczowym kolejnym etapem jest fizjoterapia, która jest procesem długotrwałym, złożonym i wymagającym pełnego zaangażowania zawodnika pod kierunkiem wykwalifikowanego specjalisty. W przypadku uszkodzenia ACL, podobnie jak przy innych kontuzjach, protokół fizjoterapeutyczny musi być indywidualnie dostosowany do potrzeb oraz aktualnych możliwości pacjenta. Taki spersonalizowany plan fizjoterapii uwzględnia nie tylko specyfikę urazu, ale również poziom aktywności fizycznej pacjenta oraz jego cele związane z powrotem do sportu. Efektywna fizjoterapia nie tylko wspomaga proces gojenia i regeneracji, ale również minimalizuje ryzyko ponownego urazu, zapewniając bezpieczny i skuteczny powrót do pełnej sprawności. Najczęściej protokół fizjoterapeutyczny podzielony jest na 6 faz (Cooper i wsp. 2022):

- 1) Faza przedoperacyjna (około 6-12 tygodni),
- 2) Wczesna faza pooperacyjna (około 7-10 dni),
- 3) Faza siły i kontroli nerwowo-mięśniowej (około 2-9 tygodni),
- 4) Faza przygotowania do dynamiki (9-12 tygodni),
- 5) Faza dynamiki (12 tyg.- 6 miesięcy),
- 6) Faza powrotu do sportu (> 6 miesięcy).

Każda z powyższych faz jest istotna w procesie fizjoterapeutycznym. Mają one na celu przywrócenie pełnej sprawności zawodnika w bezpieczny i kontrolowany sposób. Autorzy zaproponowali również szereg testów umożliwiający przejście z jednej fazy do kolejnej tak, aby w jak najbardziej optymalny fizjologiczny sposób kontrolować postępy zawodnika (Cooper i wsp. 2022).

Faza przedoperacyjna w fizjoterapii pacjentów przygotowujących się do rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (ACL) odgrywa kluczową rolę w optymalizacji wyników pooperacyjnych. Jej głównym celem jest wzmocnienie mięśnia czworogłowego uda oraz mięśni grupy kulszowo-goleniowej, osiągnięcie pełnego zakresu ruchu w stawie kolanowym oraz redukcja obrzęku stawu. Dzięki tym działaniom pacjent może szybciej i mniej boleśnie przechodzić przez kolejne etapy fizjoterapii pooperacyjnej (Glatke i wsp., 2022).

Wczesna faza pooperacyjna koncentruje się na zmniejszeniu obrzęku, łagodzeniu bólu, osiągnięciu pełnego wyprostów stawu kolanowego oraz aktywizacji mięśnia czworogłowego. Z dostępnych badań wynika, że przy izolowanym urazie ACL zastosowanie ortezy stawu kolanowego nie przynosi korzyści w zakresie zwiększenia bezpieczeństwa, poprawy zakresu ruchu ani wyprostów (Wright i wsp., 2011). Przy takich urazach obciążanie kończyny dolnej po rekonstrukcji powinno być wprowadzane możliwie najszybciej (Brinlee i wsp. 2022, Buckthorpe i wsp. 2022).

Faza siły i kontroli nerwowo-mięśniowej skupia się na poprawie zakresu zgięcia stawu kolanowego, odbudowie ekscentrycznej kontroli mięśnia czworogłowego, stabilizacji oraz kontroli jedno nogi, a także wzmocnieniu siły mięśniowej grupy kulszowo-goleniowej (Brinlee i wsp. 2022, Buckthorpe i wsp. 2022; Glatke i wsp., 2022).

W fazie przygotowania do dynamicznego poruszania się dąży się do osiągnięcia pełnego zakresu ruchu biernego i czynnego stawu kolanowego, eliminacji bólu podczas ćwiczeń oraz zmniejszenia obrzęku stawu. Istotne jest również odbudowanie siły mięśnia trójgłowego łydki (Brinlee i wsp., 2022; Glatke i wsp., 2022).

W fazie dynamicznego poruszania się pacjent powinien wypracować poprawny wzorzec wyskoku oraz lądowania, a także wprowadzić zmiany kierunków ruchu podczas przemieszczania się. Również prawidłowy wzorzec biegu staje się kluczowy.

Ostateczna faza, czyli faza powrotu do sportu, koncentruje się na uzyskaniu pełnej sprawności pacjenta we wszystkich aspektach ruchowych. Zawodnik musi być również przygotowany do powrotu z psychologicznego punktu widzenia, przy czym optymalny czas na powrót do sportu wynosi zazwyczaj od 9 do 12 miesięcy od rekonstrukcji ACL. Wyłącznie prawidłowo przeprowadzona i indywidualnie dostosowana fizjoterapia umożliwia sportowcowi powrót do aktywności na poziomie sprzed kontuzji (Brinlee i wsp., 2022, Glatke i wsp., 2022, Webster i wsp., 2019, Welling, 2024, Wright i wsp., 2011).

1.7 Testy zawodników i powrót do sportu - przegląd piśmiennictwa

Decyzja o gotowości zawodnika do powrotu do uprawiania sportu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego powinna być podejmowana przez cały sztab medyczny w skład, którego wchodzi lekarz, fizjoterapeuta, trener przygotowania motorycznego, a także sam zawodnik oraz samego sportowca. Uwzględniając specyfikę dyscypliny sportowej, ryzyko dalszych urazów oraz potencjalne powikłania, proces ten jest wysoce złożony i wymagający (Kyritsis et al., 2016). Badania przeprowadzone przez Ardena i współpracowników wskazują, że około 65% sportowców powraca do poziomu aktywności sportowej zbliżonego do tego sprzed urazu. Niemniej jednak, jedynie 55% z tej grupy odnosi sukces w zakresie powrotu do profesjonalnego poziomu rywalizacji. Te statystyki podkreślają powagę urazu ACL oraz jego konsekwencje, które mogą obejmować zakończenie kariery dla części sportowców (Arden et al., 2014, Brinlee i wsp. 2022, Salmon et al., 2005; Walden et al., 2006)

Chcąc powrócić do uprawiania sportu zawodnik musi pozytywnie zdać testy, które często lekko różnią się między sobą ze względu na dyscyplinę sportową. Z literatury wynika, iż testy powinny rozpocząć się po uzyskaniu podstawowych danych dotyczących zawodnika, takich jak: data i mechanizm urazu, pomiary antropometryczne, pomiary zakresu ruchu w stawach kończyny dolnej, testy mobilności stawów kończyny dolnej oraz ocena gotowości pacjenta do powrotu do sportu wykonywana za pomocą ankiety: IKDC – International Knee Documentation Committee - Międzynarodowy Komitet Dokumentacji Kolana (Davies i wsp. 2017, Sepulveda i wsp. 2017).

W następnej kolejności zawodnik powinien zostać poddany testom funkcjonalnym, np. FMS – Test Sprawności Funkcjonalnej. Ich zadaniem jest ocena wzorców ruchowych

zawodników, które mogą przyczynić się do ponownego urazu. Dodatkowo można skorzystać z testów oceniających mobilność ruchową, np. Y-balance test lub SEBT – test gwiazdy, aby ukazać mieralne różnice pomiędzy kończyną operowaną, a nieoperowaną. Następnie u zawodników przeprowadzane są testy skocznościowe. Najczęściej wykonuje się skok w dal jednonóż z miejsca, trójskok w dal jednonóż z miejsca, skoki jednonóż do boku w czasie 30 sekund oraz wyskok pionowy jednonóż. Wyniki tych testów pokazują występującą asymetrię pomiędzy kończynami. Zakłada się, iż zawodnik powinien osiągnąć dla kończyny zajętej (operowanej) minimum 90% odległości/wysokości kończyny niezajętej (nieoperowanej). Jedynie wtedy uzyskuje pozytywny wynik. (Ashigbi i wsp. 2019, Eitzen i wsp. 2015, Hatton i wsp. 2016, Kaplan i wsp. 2019, Kyritis i wsp. 2016, Piusi i wsp. 2020, Sepulveda i wsp. 2017, Webster i wsp. 2019). W dalszej kolejności zawodnicy powinni podejść do testów oceniających ich stabilność posturalną, gdyż po urazie ACL dochodzi do zaburzeń czucia proprioceptywnego. (Graziano i wsp. 2017, Oleksy i wsp. 2021, Sepulveda i wsp. 2017, Webster i wsp. 2019)

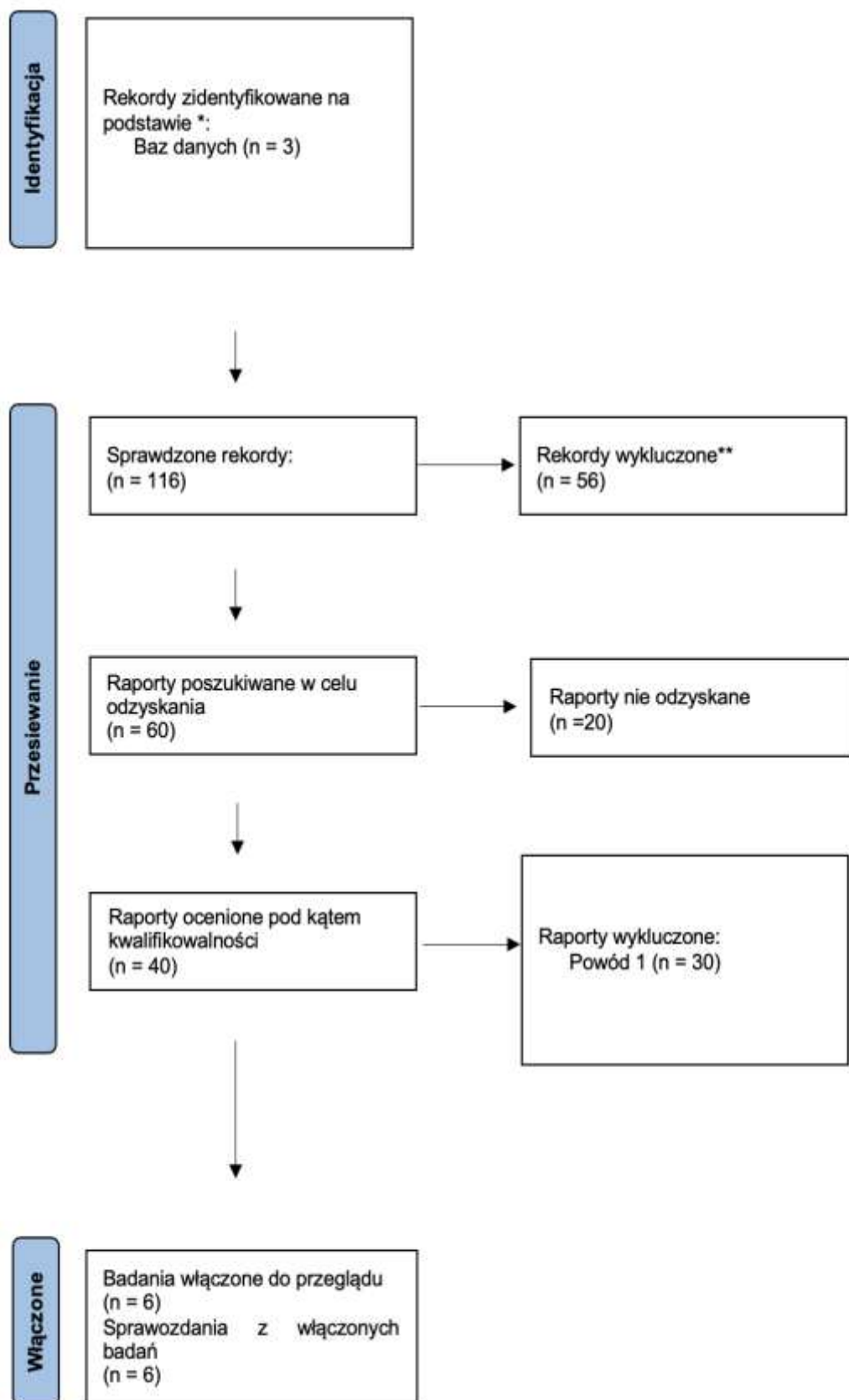
Autorzy podkreślają znaczenie testowania siły mięśnia czworogłowego, który jest kluczowym wskaźnikiem sukcesu fizjoterapii pooperacyjnej. Popularnym narzędziem jest pomiar izokinetycznej siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego w różnych prędkościach kątowych. Umożliwia to porównanie siły mięśniowej pomiędzy kończynami dolnymi oraz ukazuje stosunek siły mięśni zginających do mięśni prostujących staw kolanowy. Wyniki tego testu są cenne ze względu na ich rzetelność (Brinlee i wsp. 2022, Kyritis i wsp. 2016, Mayer i wsp. 2025).

Istotny wydaje się być również fakt, iż ryzyko doznania ponownego urazu ACL tej samej lub przeciwnej kończyny dolnej u sportowców wynosi od 1,5% do 37,5% (Ashigbi i wsp. 2019). Z kolei Wiggins i wsp. 2016 oscylują, iż ryzyko ponownego zerwania ACL wynosi od 6% do 25%, a uszkodzenia ACL w przeciwnej kończynie od 2% do 20,5% (Wiggins i wsp. 2016).

Biorąc pod uwagę złożoność kompleksowej oceny zawodników po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, kluczowe jest, aby każdy z nich pomyślnie przeszedł pełen zestaw testów oceniających ich gotowość do powrotu do sportu. Badania przeprowadzone przez Kyritisa i wsp. wskazują, że niezdanie któregośkolwiek z elementów tej baterii testów wiąże się z czterokrotnie wyższym ryzykiem ponownego uszkodzenia więzadła krzyżowego przedniego w porównaniu do zawodników, którzy pozytywnie przeszli wszystkie etapy oceny. Pomimo bogatej literatury i licznych badań w tej dziedzinie, nie istnieje jednoznacznie zdefiniowany, uniwersalny zestaw testów, który mógłby zapewnić zawodnika o jego pełnej gotowości do

powrotu do sportu bez ryzyka ponownego urazu tej samej lub przeciwnej kończyny dolnej (Mayer i wsp., 2025, Meredith i wsp., 2020, Ternell i wsp., 2025, ; van Melick i wsp., 2016). Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku dyscypliny, jaką jest koszykówka. Dlatego też, niniejsza rozprawa doktorska stanowić będzie cenne uzupełnienie literatury.

Przeprowadzono analizę merytoryczną wykorzystanych publikacji za pomocą skali PEDro (ryc.4), w celu uzyskania odpowiednich standardów dotyczących oceny testowania i powrotu do sportu zawodników trenujących koszykówkę. Skorzystano z 3 baz danych wykorzystując słowa klucze: ACL, RTS, testowanie, gdzie uzyskano liczbę 116 publikacji naukowych. Po wstępnej ocenie wykluczone 56 rekordów ze względu na małą liczbę przebadanych osób. Następnie uzyskano 60 publikacji naukowych, jednakże po kolejnej analizie 20 z nich zostało wykluczonych. W efekcie uzyskano 40 publikacji naukowych, z czego 30 z nich zostało wykluczonych. Jednym z powodów była skąpa bateria przeprowadzanych testów oraz brak sprecyzowanej metodyki badań. Ostatecznie uzyskano 6 publikacji naukowych wykorzystanych do przeglądu piśmiennictwa. W poniższej tabeli przedstawiono publikacje naukowe wraz z ich ewaluacją (tab.1).



Rycina 4 Schemat przepływu PRISMA.

Tabela 1 Kryteria oceny publikacji naukowych wg skali PEDro

Kryterium	Punktacja: Tak (1p.), Nie (0p.)
1. Czy stosowano protokół badawczy z kryteriami włączenia i wykluczenia?	
2. Czy stosowano randomizację (dobór losowy pacjentów do grup)?	
3. Czy przydział uczestników do grup był utajniony?	
4. Czy miała miejsce statystyczna analiza homogeniczności badanych grup pod względem cech charakteryzujących chorych oraz ocena jednorodności grup pod względem początkowych pomiarów wyjściowych (w obrębie narzędzi badawczych stosowanych w pracy)?	
5. Czy stosowano pojedynczo ślełą próbę (pacjenci nie mieli wiedzy - czy zostali poddani interwencji eksperymentalnej, czy też kontrolnej)?	
6. Czy stosowano podwójnie ślełą próbę (patrz punkt 5 + badacze prowadzący leczenie nie mieli wiedzy, którzy uczestnicy zostali poddani interwencji eksperymentalnej, a którzy kontrolnej)?	
7. Czy stosowano podwójnie ślełą próbę (patrz punkt 5 + badacze zajmujący się pomiarami i ich oceną oraz analizą wyników nie mieli wiedzy, którzy uczestnicy zostali poddani interwencji eksperymentalnej, a którzy kontrolnej)?	
8. Czy poddano chorych obserwacji odległej po zakończeniu badań tzw. follow-up?	
9. Czy badania były prowadzone z zasadą intention to treat?	
10. Czy wykorzystano opracowanie statystyczne uzyskanych wyników w formie porównań międzygrupowych?	
11. Czy przeprowadzono pomiary zmienności oraz dokonano końcowej estymacji punktowej?	

Tabela 2 Publikacje ocenione według skali PEDro

Autorzy i rok	Tytuł czasopisma	Punktacja wg. PEDro
Webster K. i wsp. 2019	What is the Evidence for and Validity of Return-to-Sport Testing after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery? A systematic Review and Meta-Analysis	5/11
Piussi R. i wsp. 2020	Hop tests and psychological PROs provide a demanding and clinician-friendly RTS	4/11

	assessment of patients after ACL reconstruction, a registry study	
Kyritsis P. i wsp. 2016	Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture.	5/11
Davies G. i wsp. 2017	ACL Return to Sport Guidelines and Criteria	0/11
Gokeler A. 2022	Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We in 2022?	0/11
Oleksy Ł. i wsp. 2021	Standard RTS criteria effectiveness verification using FMS, Y-balance and TJA in footballers following ACL reconstruction and mild lower limb injuries.	5/11

Poniżej omówiony został sposób oceny publikacji według skali Pedro.

W przedstawionej metaanalizie Webstera i wsp. 2019 zastosowano protokół badawczy z kryteriami włączenia i wykluczenia. Ze względu na tematykę nie stosowano randomizacji grup, przydział do grup nie był utajniony. Nie miała miejsca statystyczna analiza homogenności badanych pod względem cech charakteryzujących chorych. W niniejszej metanalizie nie zastosowano pojedynczej ślepej próby oraz nie zastosowano podwójnie ślepej próby. Jednakże badani zostali poddani odległej obserwacji po zakończeniu badań. Badania były również prowadzone z zasadą „intention to treat”. Wykorzystano opracowanie statystyczne uzyskanych wyników w formie porównań międzygrupowych oraz dokonano końcowej estymacji punktowej (Webster i wsp. 2019). W badaniach zaprezentowanych przez Piussi i wsp. 2020 zastosowano protokół badawczy z kryteriami włączenia i wyłączenia. Nie zastosowano randomizacji oraz przydział uczestników do grup nie był utajniony. Statystyczna analiza homogenności badanych grup nie miała miejsca. Nie wykorzystano również podwójnej ślepej próby zarówno pod kątem wiedzy odnośnie do zastosowanej interwencji oraz wiedzy osób badających. Badanych nie poddano odległej obserwacji po zakończeniu badań. Badania prowadzone były z zasadą „intention to treat”. Wykorzystano opracowanie statystyczne uzyskanych wyników w formie porównań międzygrupowych oraz przeprowadzono pomiary zmienności (Piussi i wsp. 2020). W kolejnym badaniu przeprowadzonym przez Kyritsis i wsp.

spełnili oni następujące kryteria oceny publikacji naukowych wg skali Pedro: zastosowany został protokół badawczy z kryteriami włączenia i wykluczenia, miała miejsce statystyczna analiza jednorodności grupy pod względem początkowych pomiarów, poddano pacjentów odległej obserwacji po zakończeniu badań, wykorzystano opracowanie statystyczne uzyskanych wyników oraz przeprowadzono pomiary zmienności i dokonano końcowej estymacji punktowej (Kyritsis i wsp. 2016). Artykuł Davies i wsp. nie otrzymał żadnego punktu według kryterium oceny publikacji skali Pedro, ponieważ przedstawili oni sposób doboru baterii testów oceny gotowości powrotu do sportu według schematu działania ich kliniki, a mianowicie FTA – functional testing algorithm – funkcjonalny algorytm testowania (Davies i wsp. 2017). Publikacja naukowa Gokeler’a i wsp. również otrzymała zero punktów według skali Pedro. W ich artykule zawarty został przegląd prac, dzięki którym podali oni wytyczne do optymalnego testowania osób po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego chcących powrócić do uprawiania sportu (Gokeler i wsp. 2022). Ostatnia publikacja naukowa Oleksey i wsp. otrzymała pięć punktów, ponieważ spełnili oni następujące kryteria: zastosowany został protokół badawczy z kryteriami włączenia i wykluczenia, wykonano analizę statystyczną homogenności badanych grup pod względem cech charakteryzujących chorych oraz oceniona została jednorodność grup pod względem początkowych pomiarów wyjściowych, badania prowadzone były z zasadą „intention to treat”, wykorzystano opracowanie statystyczne uzyskanych wyników w formie porównań międzygrupowych oraz przeprowadzono pomiary zmienności i dokonano końcowej estymacji punktowej (Oleksey i wsp. 2021).

2. Założenia i cel pracy

Celem pracy była kompleksowa ocena sprawności fizycznej koszykarek 1 ligi oraz Orlen Basket Ligi Kobiet, które przeszły zabieg rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego, w okresie od 9 do 12 miesięcy po operacji, przed powrotem do profesjonalnego uprawiania sportu. Analizie poddano również wyniki zawodniczek, które nie doznały urazów, w celu dokonania porównania pomiędzy obiema grupami.

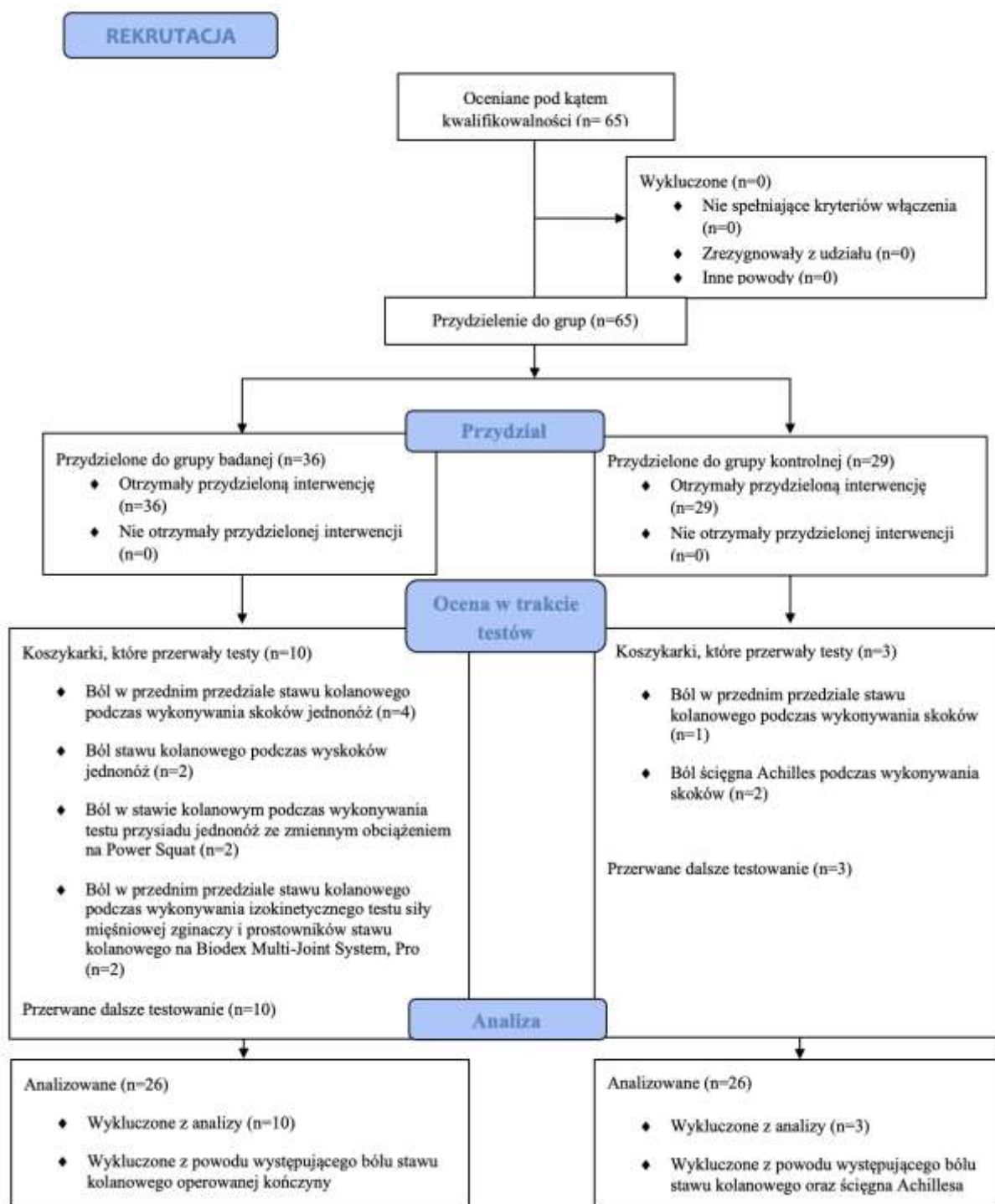
Pytania badawcze

1. W jakim stopniu wynik ogólny funkcjonalnej oceny FMS i Y Balance test będzie różnicował zawodniczki po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego w porównaniu do grupy kontrolnej?
2. Jakie różnice będą występowały w wyniku testu skoku w dal jednonóż pomiędzy kończyną operowaną, a nieoperowaną oraz pomiędzy grupą badaną i kontrolną?
3. Jakie różnice będą występowały w teście power squat ze zmiennym obciążeniem zarówno pomiędzy kończyną operowaną i nieoperowaną oraz pomiędzy grupą kontrolną, a grupą badaną?
4. W jakim stopniu wynik w teście izokinetycznej siły mięśniowej zginaczy oraz prostowników będzie się różnił pomiędzy kończyną operowaną, a nieoperowaną oraz pomiędzy grupą kontrolną, a grupą badaną?
5. Jak będą się różnić wyniki w grupie badanej pomiędzy kończyną nieoperowaną, a zajętą?

3 Materiał i metody

3.1 Badane zawodniczki

Badania zostały przeprowadzone na grupie 65 kobiet aktywnie uprawiających koszykówkę na poziomie zawodowym. Zgoda na realizację badań została uzyskana od Senackiej Komisji Etycznej (SKE 01-08/2021) (załącznik nr 1). Koszykarki, po uzyskaniu pełnej informacji o charakterze i celach badania, wyraziły świadomą, pisemną zgodę na udział. W przebiegu badań, spośród 65 zawodniczek, wykluczono 13 koszykarek, w tym 10 koszykarek z grupy badanej oraz 3 z grupy kontrolnej z powodu występującego bólu podczas wykonywania testów (ryc. 5).



Rycina 5. The CONSORT diagram (Consolidated Standards of Reporting Trials) - Diagram CONSORT (Zintegrowane Standardy Raportowania Badań)

Do badania zakwalifikowane zostało 52 zawodniczek. Grupę badaną stanowiło 26 zawodniczek, które przeszły zabieg rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego z wykorzystaniem metody poboru przeszczepu z ścięgien kulszowo-goleniowych (HT). Badania przeprowadzono w okresie od 9 do 12 miesięcy, $\text{śr. } 10,5 \pm 1,5$ miesiąca po operacji.

Każda z zawodniczek przeszła pełen proces fizjoterapii czy fizjoterapii, uzyskała zgodę od lekarza ortopedy oraz wyraziła chęć do powrotu do sportu na poziomie zawodowym. Średnia wieku wynosiła $23,8 \pm 3,7$ lat, średnia masa ciała $66,8 \pm 9,0$ kg, średnia wysokość ciała $174,6 \pm 6,4$ cm. (tab. 3). Spośród operowanych, 8 zawodniczek (31%) miało operację prawej kończyny dolnej, a 16 zawodniczek (69%) lewej kończyny dolnej.

Grupa kontrolna składała się z 26 zawodniczek, które nie doznały urazu zerwania więzadła krzyżowego przedniego ani nie poddawały się żadnym zabiegom operacyjnym dotyczącym stawów kolanowych i innych części ciała. Średnia wieku w tej grupie wynosiła $23,5 \pm 3,4$ lat, średnia masa ciała $68,1 \pm 9,6$ kg, a średni wysokość ciała $175,0 \pm 7,4$ cm (tab.4). Analiza statystyczna wykazała, że pomiędzy badanymi grupami nie stwierdzono istotnych różnic w zakresie wieku, wagi, masy oraz wysokości ciała tab. 5.

Tabela 3 Charakterystyka biometryczna grupy badanej

Dane biometryczne	Grupa badana							
	n	$\bar{x}$	Me	Min.	Max.	Q3	Q1	SD
Masa ciała (kg)	26	66,77	65,50	49,00	90,00	60,00	72,00	9,03
Wysokość ciała (cm)	26	174,65	174,00	165,00	189,00	170,00	177,00	6,36
BMI (kg/m ²)	26	21,81	22,13	17,78	26,01	20,15	22,89	1,89

Tabela 3 n-liczba obserwacji; -średnia arytmetyczna; Me-mediana; Min-minimum; Max-maksimum; Q1-kwartył dolny; Q3-kwartył górny; SD-odchylenie standardowe, Źródło: opracowanie własne

Tabela 4 Charakterystyka biometryczna grupy kontrolnej

Dane biometryczne	Grupa kontrolna							
	n	$\bar{x}$	Me	Min.	Max.	Q3	Q1	SD
Masa ciała (kg)	26,00	68,12	68,50	56,00	93,00	60,00	73,00	9,58
Wysokość ciała (cm)	26,00	175,00	175,00	164,00	188,00	169,00	180,00	7,38
BMI (kg/m ²)	26,00	22,15	21,88	19,16	26,31	20,80	23,42	1,88

Tabela 4 n-liczba obserwacji; -średnia arytmetyczna; Me-mediana; Min-minimum; Max-maksimum; Q1-kwartył dolny; Q3-kwartył górny; SD-odchylenie standardowe, Źródło: opracowanie własne

Tabela 5 Porównanie danych biometrycznych pomiędzy grupą kontrolną, a badaną

Zmienna zależna	Kontrolna (<i>n</i> = 26)		Badana (<i>n</i> = 26)		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
Wiek	23,54	3,42	23,81	3,69	-0,27	50	0,60
Masa ciała (kg)	68,12	9,58	66,77	9,03	0,52	50	0,86
Wysokość ciała (cm)	175,00	7,38	174,65	6,36	0,18	50	0,51
BMI (kg/m ²)	22,15	1,88	21,81	1,89	0,66	50	0,60

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *Źródło:* opracowanie własne

Kryteria włączenia do grupy badanej:

- Całkowite zerwanie więzadła krzyżowego przedniego i przebyta rekonstrukcja,
- Wiek 18- 30 lat,
- Kobiety uprawiające sport na poziomie zawodowym – minimum 1 liga kobiet,
- Zgoda na udział w badaniu,
- Okres od zabiegu rekonstrukcji 9 – 12 miesiąc,
- Aktywny udział w procesie fizjoterapii,
- Fizjoterapia zgodna z zaleceniami protokołu Melbourne (Cooper i Hughes 2021).

Kryteria włączenia do grupy kontrolnej:

- Kobiety zdrowe, uprawiające koszykówkę na poziomie zawodowym – minimum 1 liga kobiet,
- Bez urazu stawu kolanowego w wywiadzie,
- Brak innych urazów i operacji narządu ruchu w wywiadzie,
- Wiek 18-30 lat,
- Brak dolegliwości bólowych w stawach kończyn dolnych i w odcinku lędźwiowym kręgosłupa.

Kryteria wyłączenia:

- Występowanie bólu lub obrzęku w stawie kolanowym lub innych partiach ciała,
- Brak zgody na udział w badaniu,
- Lęk przed wykonaniem danego testu,
- Niewykonywanie danego testu w postaci wcześniejszych ćwiczeń.

3.2 Metody badań

Badania zostały przeprowadzone w Enel-Sport Centrum Ortopedii i Fizjoterapii w Warszawie, zlokalizowanym przy ul. Łazienkowskiej 3. Przed rozpoczęciem testów uczestniczki zostały szczegółowo poinformowane o głównych założeniach, celu, przebiegu, czasie trwania i metodyce badania, a także o dobrowolności udziału i możliwości wycofania się na każdym etapie procesu. Każda z uczestniczek wyraziła pisemną, świadomą zgodę na udział w badaniach.

Podczas testów zawodniczki były ubrane w wygodny strój sportowy, co zapewniało swobodę ruchów. Zgodnie z przyjętą metodyką, pierwsze trzy testy były przeprowadzane bez wcześniejszej rozgrzewki. Przed kolejnymi testami zawodniczki wykonywały rozgrzewkę według protokołu RAMP (ang. raise, activate, mobilize, potentiate), który obejmował fazy podniesienia, aktywizacji i mobilizacji oraz wzmocnienia po aktywizacji.

- podniesienia,
- aktywizacji i mobilizacji,
- wzmocnienia po aktywizacji.

Rozgrzewka rozpoczynała się od 10 minut jazdy na rowerze stacjonarnym. Następnie koszykarki wykonywały zestaw ćwiczeń obejmujący:

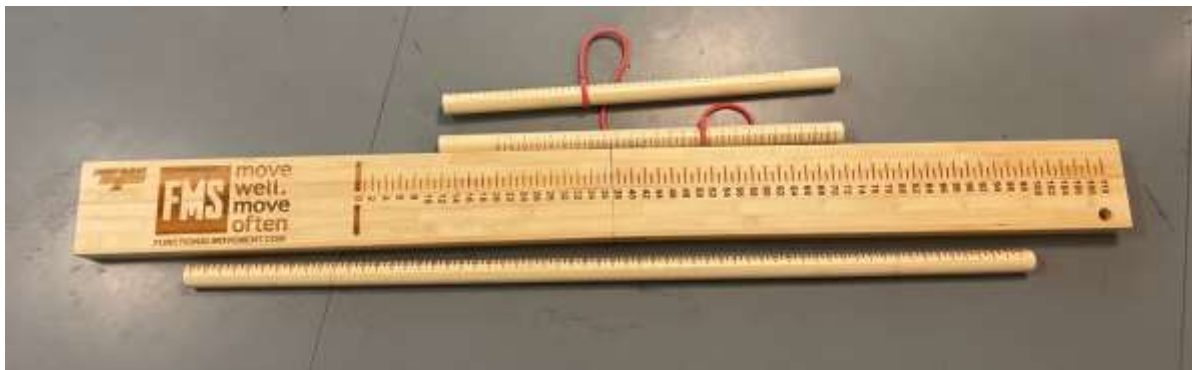
- serie 10 przysiadów,
- 2 serie 12 mostów jednonóż,
- 2 serie 5 pompek,
- 2 serie 5 dynamicznych wymachów wyprostowaną kończyną dolną w leżeniu na plecach,
- 2 serie 5 lądowań obunóż z pozycji wyjściowej wspięcia na palce,
- 2 serie 5 lądowań jednonóż,
- 2 serie 5 wyskoków w górę z kończynami górnymi na biodrach,
- 2 serie 5 skoków obunóż w dal (Cieśluk i wsp. 2024, Racinais i wsp. 2017)

Zawodniczki poddano szeregowi testów, które przeprowadzono w następującej kolejności:

- 1) Ocena Funkcjonalna FMS,
- 2) Y-balance Test – Lower Quarter,
- 3) Stabilność posturalna jednonóż na platformie Biodex Balance System SD,
- 4) Skok w dal jednonóż,
- 5) Trójskok w dal jednonóż,

- 6) Wyskok w górę jednonóż z rękami na biodrach na macie SmartJump Vald Performance,
- 7) Test przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem na Keiser Squat A300
- 8) Izokinetyczny test siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego na Biodex Multi-Joint System, Pro.

Ad 1) System Oceny Funkcjonalnej (Functional Movement Screen, FMS) stanowi kompleksowe narzędzie diagnostyczne, które składa się z siedmiu podstawowych testów funkcjonalnych oraz dwóch testów wykluczających. Ta starannie opracowana bateria testów została zaprojektowana w celu identyfikacji wzorców ruchowych, które mogą być predyspozycją do urazów lub ograniczeń w zakresie ruchu. Każdy z testów jest skonstruowany w sposób umożliwiający szczegółową ocenę stabilności, mobilności oraz koordynacji uczestników.



Rycina 6 Przyrząd do wykonania funkcjonalnej oceny FMS, źródło własne.

Podstawowe testy to:

1. Głęboki przysiad

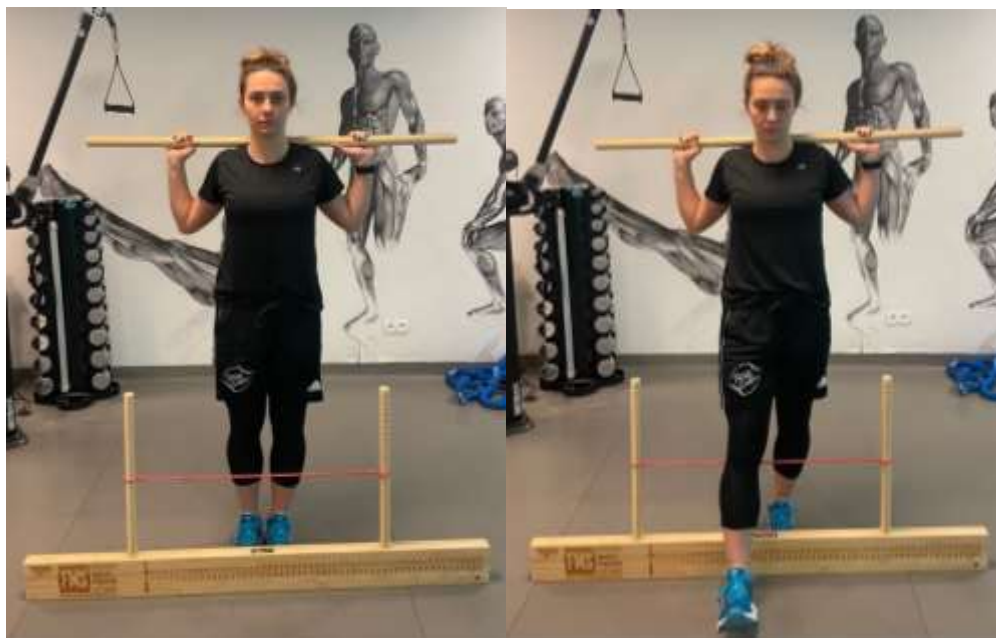


A)

B)

Rycina 7 Test głębokiego przysiadu, A) pozycja początkowa testu, B) przysiad, źródło własne

2. Przeniesienie kończy dolnej nad płotkiem



A)

B)

Rycina 8 Przeniesienie kończyny dolnej nad płotkiem, A) pozycja początkowa testu, B) przeniesienie kończyny dolnej nad poprzeczką, źródło własne

3. Przysiad w wykroku



A)

B)

Rycina 9 Test przysiadu w wykroku, A) pozycja wyjściowa, B) przysiad w wykroku, źródło własne.

4. Ruchomość obręczy barkowej



Rycina 10 Test ruchomości obręczy barkowej, pozycja końcowa testu, źródło własne

5. Aktywne uniesienie wyprostowanej kończyny dolnej



A)

B)

Rycina 11 Test aktywnego uniesienia wyprostowanej kończyny dolnej, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.

6. Pompka



A)

B)

Rycina 12 Test pompki, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.

7. Stabilność rotacyjna tułowia



A)

B)

Rycina 13 Test stabilności rotacyjnej tułowia, A) pozycja początkowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.

Każdy z poszczególnych testów oceniany jest w czterostopniowej skali od 0 do 3:

0 – oznacza ból podczas wykonywania testu,

1 –niezdolność wykonania testu,

2 – wykonanie wzorca z występującymi kompensacjami ruchu,

3– prawidłowo wykonany wzorzec ruchowy bez jakichkolwiek kompensacji.

W ramach Systemu Oceny Funkcjonalnej (FMS), uczestnik badania ma możliwość uzyskania maksymalnie 21 punktów, co stanowi miarę jego zdolności ruchowych i funkcjonalności. Każdy z siedmiu podstawowych testów wchodzących w skład tej metody przeprowadzany jest trzykrotnie, co zapewnia dokładność i powtarzalność uzyskanych wyników. Ostatecznej ocenie poddawana jest najlepiej wykonana próba, co umożliwia obiektywną ocenę rzeczywistych możliwości badanej osoby. Do przeprowadzenia testów niezbędne jest zastosowanie specjalistycznego zestawu narzędzi, znanego jako „FMS Test Kit” (ryc. 1), który został zaprojektowany w celu zapewnienia precyzyjnych pomiarów i standaryzacji warunków testowych. (Cook i wsp. 2006, Cook i wsp. 2006, Kochański i wsp. 2015)

Ad 2) Test stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD

Test oceny stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD (ryc.) polega na utrzymaniu stabilnej pozycji stojąc jednonóż na platformie, z rękoma skrzyżowanymi na klatce piersiowej oraz drugą kończyną zgiętą w stawie kolanowym.

Protokół badania przewidywał przeprowadzenie trzech serii prób dla obu kończyn dolnych, początkowo na sztywnej platformie, a następnie trzech serii prób na platformie o poziomie stabilności 4, w celu odzwierciedlenia czynności funkcjonalnych. Każda próba trwała 30 sekund, a przerwa pomiędzy poszczególnymi próbami wynosiła 10 sekund.

W trakcie przerwy badany miał możliwość odstawienia niebadanej kończyny dolnej w celu odpoczynku, jednak nie mógł zmieniać położenia stopy kończyny badanej, co zapewniało utrzymanie stałej pozycji ciała. Dodatkowo, w celu uzyskania obiektywnych wyników oceny stabilności, w badaniu nie zastosowano wizualnego sprzężenia zwrotnego, co uniemożliwiało zawodniczkom korygowanie nacisku na podłoże poprzez obserwację wzrokową.



A)

B)

Rycina 14 Test stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD, A) i B) pozycja w trakcie testowania, źródło własne

Ad 3) Y-Balance – LQ (lower quarter)

Test YBT-LQ jest zaawansowanym narzędziem diagnostycznym, powszechnie stosowanym w ocenie sprawności fizycznej oraz identyfikacji przewlekłej niestabilności stawu skokowego i więzadła krzyżowego przedniego (ACL). Test przeprowadzany jest bez obuwia, a uczestnik badania staje jednonóż na specjalnie przygotowanej płycie centralnej. Procedura testowa polega na przesuwaniu wolną kończyną dolną mniejszych podestów w trzech precyzyjnie określonych kierunkach: przednim, tylnobocznym oraz tylnoprzyśrodkowym.

Przed przystąpieniem do właściwego testu, długość kończyny dolnej jest mierzona od kolca biodrowego górnego kości biodrowej do najbardziej dystalnej części kostki przyśrodkowej kości piszczelowej. Po omówieniu procedury badania, uczestnik wykonuje sześć prób w każdym kierunku, by zapoznać się z testem przed jego właściwym przebiegiem.

Podczas testu, zawodnik ustawia stopę tak, aby palce znajdowały się tuż za czerwoną linią na centralnej płytce. Rozpoczynając od prawej kończyny dolnej, badany wykonuje trzy próby sięgając w jednym z trzech kierunków, a następnie zmienia kończynę dolną na lewą i powtarza zadanie. Zmiana pozycji nóg między próbami zapewnia odpowiedni czas na odpoczynek, co ma na celu uzyskanie dokładnych i optymalnych wyników.

Maksymalna odległość zasięgu mierzona jest na podstawie odczytu wartości z taśmy mierniczej umieszczonej na krawędzi wskaźnika zasięgu, w miejscu, w którym najbardziej dystalna część stopy uzyskała największy zasięg, z dokładnością do pół centymetra. Spośród zgromadzonych pomiarów w każdym kierunku dla obu kończyn dolnych, do analizy uwzględniany jest maksymalny zasięg w każdym kierunku. Próbę uznaje się za nieważną w przypadku kopnięcia wskaźnika zasięgu, braku kontrolowanego powrotu do pozycji wyjściowej, dotknięcia podłoża podczas sięgania oraz dotknięcia górnej części wskaźnika.

Konkretna kolejność testowania:

1. Prawy przedni zasięg (3 próby),
2. Lewy przedni zasięg (3 próby),
3. Prawy tylny-przyśrodkowy zasięg (3 próby),
4. Lewy tylny-przyśrodkowy zasięg (3 próby),
5. Prawy tylny-boczny zasięg (3 próby),
6. Lewy tylny-boczny zasięg (3 próby).

Wyniki te, po zakończeniu testu, wprowadzane są do specjalnego wzoru określającego wynik całkowity:

$$((A+PM+PL) / (\text{długość kończyny dolnej} \times 3)) \times 100$$

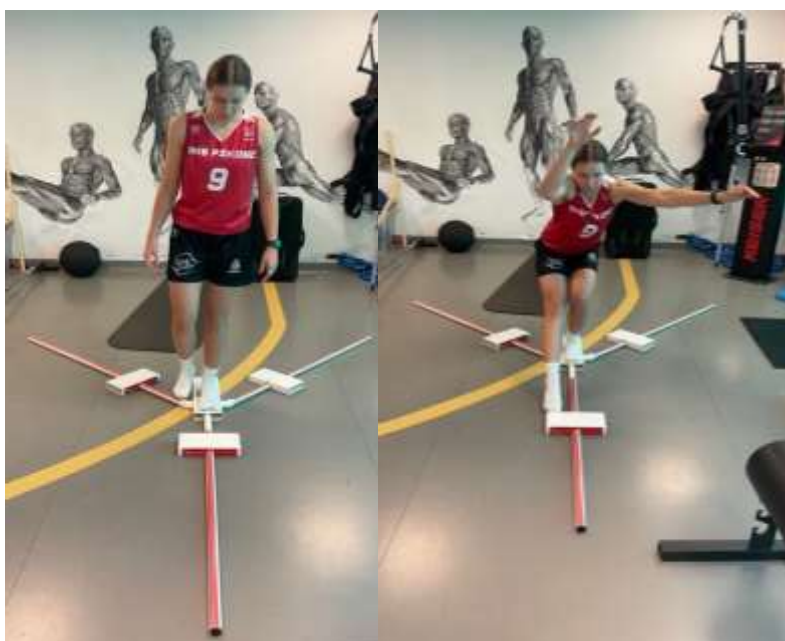
A- Kierunek przedni maksymalny zasięg

PM- Kierunek tylny-przyśrodkowy zasięg

PL – Kierunek tylny-boczny zasięg (Benis i wsp. 2016, Plisky i wsp. 2006).



Rycina 15 Narzędzie diagnostyczne do testu Y-Balance – LQ (lower quarter), źródło własne



A)

B)



C)

D)

Rycina 16 Test Y-balance, A) pozycja wyjściowa, B) Sięganie w kierunku przednim, C) Sięganie w kierunku tylnobocznym oraz D) Sięganie w kierunku tylnoprzódowym, źródło własne.

Ad 4) Skok w dal jednonóż

W trakcie testu zawodnik stoi na jednej kończynie dolnej, a jego zadaniem jest wykonanie jak najdalszego skoku w dal, lądując jednocześnie na tej samej kończynie. Uczestnik ma możliwość wykorzystania kończyn górnych do zamachu. Pomiar odległości skoku obejmuje dystans od linii startowej do punktu, w którym pięta kończyny dolnej dotyka podłoża po lądowaniu. Każdy zawodnik wykonuje trzy próby skoku jednonóż w dal na każdą kończynę dolną, a do oceny brany był najlepszy uzyskany wynik skoku. Próba zostaje uznana za nieważną, jeśli zawodnik przekroczy linię startową, wyląduje w sposób nieprawidłowy oraz podeprze się nietestowaną kończyną dolną. Pomiędzy każdą z prób zawodnik miał przerwę trwającą minutę w celu optymalizacji wyników (Cooper i wsp. 2020, Nagai i wsp. 2021, Noyes i wsp. 1991).



A)

B)

Rycina 17 Test skoku jednonóż w dal, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja do lądowania, źródło własne.

Ad 5) Trójskok jednonóż w dal.

Test polegał na wykonaniu trzech następujących po sobie skoków jednonóż w dal, podczas których zawodnik mógł wykorzystać kończyny górne do zamachu. Każdy uczestnik miał do dyspozycji trzy próby na każdą kończynę dolną, pomiędzy którymi odbywała się przerwa trwająca 1 minutę, a odległość mierzona była od linii startowej do pięty kończyny dolnej po trzecim skoku. Próba była uznawana za nieważną, jeśli zawodnik zatrzymał się po pierwszym lub drugim skoku, wylądował w sposób nieprawidłowy lub wsparł się drugą kończyną dolną. Do ostatecznej oceny brany był najlepszy wynik uzyskany podczas prawidłowo wykonanej próby (Nagai i wsp. 2021, Cooper i wsp. 2020, Noyes i wsp. 1991).

Ad 6) Wyskok dosiężny z kończynami górnymi na biodrach poprzedzony ruchem sprężynującym kończyny dolne na macie SmartJump Vald Performance.

Test polegał na wykonaniu jak najwyższego skoku jednonóż z kończynami górnymi umieszczonymi na biodrach na macie kontaktowej SmartJump. Przed wykonaniem skoku zawodnik mógł wykonać ruch sprężynujący kończyną dolną. Każdy uczestnik miał do dyspozycji trzy próby na każdą kończynę dolną, pomiędzy którymi występowała przerwa

trwająca minutę, a wysokość skoku mierzona była w centymetrach za pomocą maty kontaktowej. Do ostatecznej oceny brano pod uwagę najlepszy wynik uzyskany podczas tych prób. (Neeter i wsp. 2006)



A)



B)



C)



D)

Rycina 18 Wyskok dosiężny z kończynami górnymi na biodrach poprzedzony ruchem sprężynującym kończyny dolne na macie SmartJump Vald Perform, A) narzędzie diagnostyczne, B) pozycja wyjściowa, C) wyskok, D) pozycja końcowa, źródło własne.

Ad 7) Test przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem na Keiser Squat A300.

Test polegał na wykonaniu przysiadu jednonóż z zastosowaniem zmiennego obciążenia na maszynie Keiser Squat A300. Przed przystąpieniem do testu konieczne było dokonanie pomiaru masy ciała koszykarek, ponieważ obciążenie dobierano w odniesieniu do procentowej wartości ich masy ciała. Test rozpoczynano od wykonania przysiadu jednonóż z obciążeniem wynoszącym 50% masy ciała (MC). Każda zawodniczka miała do dyspozycji trzy próby, aby wygenerować jak największą moc podczas przysiadu jednonóż w każdej próbie. W grupie badanej rozpoczynano od kończyny niezajętej, natomiast w grupie kontrolnej od kończyny prawej(niezajętej). Po każdej próbie zawodniczka miała minutową przerwę. Obciążenie było zwiększane o 25% masy ciała po każdej serii prób. Test kończono, gdy zawodniczka wykonała przysiad z nieprawidłową techniką, odczuwała ból lub gdy generowana moc była niższa niż w poprzedniej próbie z mniejszym obciążeniem. Następnie wynik maksymalnie wygenerowanej mocy przez zawodniczkę w każdej próbie dzielono przez jej masę ciała, aby zrelatywizować wyniki dla badanych.



A)

B)

Rycina 19 Test przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.

Ad 8) Izokinetyczny test siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego na Biodex Multi-Joint System, Pro

Stanowisko pomiarowe składało się z fotela, dynamometru oraz komputera z odpowiednim oprogramowaniem. Przed przystąpieniem do testu, fotel był starannie dopasowywany do zawodniczki, która była unieruchamiana za pomocą czterech pasów stabilizacyjnych: dwóch skośnych pasów przebiegających przez klatkę piersiową, jednego pasa umieszczonego na brzuchu oraz jednego pasa stabilizującego udo. Takie unieruchomienie miało na celu uniemożliwienie ruchów tułowia i wyizolowanie ruchów w stawie kolanowym. Dystalna część podudzia była przymocowana do dynamometru za pomocą pasa umieszczonego tuż nad kostką przyśrodkową i boczną. Oś obrotu głowicy dynamometru była precyzyjnie ustawiona na wysokości osi obrotu stawu kolanowego.

Badanie polegało na wykonaniu ruchu zginania oraz prostowania w stawie kolanowym w trakcie czterech prób, w zakresie 90 stopni. Pierwsze trzy pomiary obejmowały pięć powtórzeń, przy prędkościach kątowych wynoszących odpowiednio: 240, 180 oraz 60 stopni na sekundę. Ostatni pomiar składał się z 20 powtórzeń, przy prędkości kątowej ustalonej na 180 stopni na sekundę. Procedurę badawczą rozpoczynano zawsze od kończyny niezajętej w grupie badanej oraz od prawej kończyny dolnej w grupie kontrolnej.

Analizie poddano następujące parametry:

- a. Agonist/antagonist ratio - wskaźnik stosunku siłowego grupy mięśni zginaczy do prostowników F/E (%)
- b. Peak torque/body weight - maksymalny moment obrotowy w stosunku do masy ciała (%)
- c. Total work - całkowita praca (J)
- d. Average power - Średnia moc (Watts)



A)

B)

Rycina 20 Izokinetyczny test siły zginaczy i prostowników stawu kolanowego, A) pozycja wyjściowa
B) pozycja końcowa, źródło własne.

4. Wyniki

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytania badawcze przeprowadzono analizy statystyczne przy użyciu pakietu IBM SPSS Statistics 29. Za jego pomocą wykonano analizę podstawowych statystyk opisowych wraz z testem Shapiro-Wilka, test t Studenta dla prób zależnych oraz niezależnych oraz analizę korelacji r Pearsona. Za poziom istotności w niniejszym rozdziale uznano $\alpha = 0,05$.

Podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro-Wilka

W pierwszym kroku analizy sprawdzono rozkłady zmiennych ilościowych. W tym celu wyliczono podstawowe statystyki opisowe wraz z testem Shapiro-Wilka badającym normalność rozkładu. Wyniki analizy przedstawione są w tabeli 6.

Tabela 6 Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych wraz z testem Shapiro-Wilka

Zmienna zależna	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
FMS wynik ogólny	17,04	17,00	1,60	-0,04	-1,07	14,00	20,00	0,93	0,004
Biodex Balance sztywna ogólny NZ	1,58	1,60	0,47	0,56	0,59	0,70	3,00	0,97	0,154
Biodex Balance sztywna ogólny z	1,90	1,95	0,59	0,31	-0,64	1,00	3,40	0,96	0,052
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności A/P NZ	1,14	1,10	0,46	0,68	1,01	0,20	2,60	0,97	0,176
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności A/P Z	1,32	1,20	0,54	0,32	-0,92	0,40	2,40	0,95	0,041
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności M/L NZ	0,76	0,60	0,47	1,26	1,59	0,20	2,40	0,88	<0,001
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności M/L Z	1,01	0,80	0,60	1,58	4,24	0,20	3,50	0,87	<0,001
Biodex Balance poziom stab. 4 ogólny NZ	2,09	2,00	0,65	0,23	0,21	0,40	3,70	0,98	0,461
Biodex Balance poziom stab. 4 ogólny Z	2,35	2,10	0,76	1,00	0,28	1,30	4,50	0,90	<0,001
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności A/P NZ	1,64	1,60	0,59	0,59	-0,26	0,70	3,30	0,95	0,018
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności A/P Z	1,73	1,50	0,73	0,65	-0,64	0,70	3,40	0,93	0,003
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności M/L NZ	0,93	0,80	0,48	0,55	-0,54	0,20	2,10	0,95	0,027
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności M/L Z	1,12	0,90	0,74	1,67	2,75	0,20	3,50	0,82	<0,001
Y -balance dł kończyny	97,99	94,50	11,29	0,80	-0,66	86,00	120,50	0,86	<0,001
Y -balance przedni NZ	65,96	66,00	5,28	-0,62	0,44	51,00	76,00	0,97	0,196
Y -balance przedni Z	64,67	64,50	5,93	-0,18	-0,37	51,00	77,00	0,98	0,538
Y -balance tylny-przyśr. NZ	103,54	104,00	4,70	0,46	2,10	92,00	120,00	0,96	0,097

Zmienna zależna	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
FMS wynik ogólny	17,04	17,00	1,60	-0,04	-1,07	14,00	20,00	0,93	0,004
Y -balance tylny-przyśr. Z	102,27	102,00	4,23	0,08	0,92	92,00	113,00	0,96	0,088
Y -balance tylny-boczny NZ	102,48	102,00	3,58	0,62	0,19	96,00	113,00	0,95	0,040
Y -balance tylny-boczny Z	101,42	101,50	3,99	0,19	0,77	92,00	113,00	0,98	0,453
Y -balance ogólny NZ	93,43	95,66	8,73	-0,43	-1,01	76,27	106,20	0,93	0,004
Y -balance ogólny Z	92,16	93,08	8,56	-0,26	-1,04	75,42	105,81	0,95	0,047
Skok jednonóż NZ	160,98	167,00	17,67	-0,44	0,07	112,00	198,00	0,97	0,148
Skok jednonóż Z	157,92	163,50	18,08	-0,69	-0,19	108,00	185,00	0,94	0,009
Trójskok wyskok jednonóż NZ	522,92	526,50	73,49	-0,33	-1,20	390,00	620,00	0,92	0,002
Trójskok wyskok jednonóż Z	513,21	519,50	82,63	-0,44	-1,11	334,00	630,00	0,92	0,001
Wyskok jednonóż NZ	20,52	20,53	3,59	0,06	-1,14	14,26	27,18	0,95	0,042
Wyskok jednonóż Z	19,57	20,11	3,66	-0,12	-1,12	13,50	25,84	0,95	0,028
Power Squat 50 NZ	4,29	4,11	0,94	0,60	-0,36	2,81	6,44	0,93	0,006
Power Squat 50 Z	4,13	4,03	0,80	0,30	0,23	2,33	6,31	0,98	0,679
Power Squat 75 NZ	6,29	6,27	1,56	0,35	-0,47	3,68	9,78	0,97	0,165
Power Squat 75 Z	6,33	6,18	1,59	0,23	-0,73	3,50	9,64	0,97	0,225
Power Squat 100 NZ	8,35	8,55	1,78	0,39	-0,13	5,64	12,94	0,96	0,080
Power Squat 100 Z	8,17	8,10	1,68	0,04	-0,65	5,16	11,71	0,98	0,355
Power Squat 125 NZ	9,87	9,62	2,27	0,58	-0,09	5,88	15,35	0,95	0,019
Power Squat 125 Z	9,68	9,42	1,96	0,35	-0,08	6,10	14,23	0,97	0,194
Power Squat 150 NZ	11,49	11,10	2,53	0,96	0,91	7,60	18,61	0,93	0,006
Power Squat 150 Z	10,92	10,13	2,38	0,75	0,33	6,58	16,78	0,95	0,021
240 deg/sec extension peak TQ/BW NZ	164,58	163,10	37,09	-0,92	5,75	8,10	263,30	0,90	<0,001
240 deg/sec extension peak TQ/BW Z	143,49	144,60	33,72	-0,04	0,22	63,70	230,30	0,99	0,991
240 deg/sec flexion peak TQ/BW NZ	94,38	92,15	21,93	0,39	0,46	48,30	153,60	0,98	0,454
240 deg/sec flexion peak TQ/BW Z	85,75	83,45	22,90	0,33	0,05	38,70	147,20	0,99	0,803
240 deg/sec extension total work NZ	500,61	480,05	148,20	1,93	6,34	293,30	1135,70	0,85	<0,001
240 deg/sec extension total work Z	435,32	413,30	149,21	0,66	0,80	115,30	814,90	0,96	0,071
240 deg/sec flexion total work NZ	301,18	296,20	108,39	1,31	4,25	82,50	719,30	0,91	<0,001
240 deg/sec flexion total work Z	268,87	251,35	108,35	1,24	3,16	75,80	655,00	0,92	0,001
240 deg/sec extension average power NZ	196,47	193,90	58,62	0,88	1,83	100,40	404,10	0,95	0,023
240 deg/sec extension average power Z	169,37	164,50	58,59	0,26	-0,57	48,00	292,10	0,98	0,438
240 deg/sec flexion average power NZ	110,38	103,40	41,72	0,64	0,95	22,20	236,60	0,96	0,125
240 deg/sec flexion average power Z	96,86	90,45	40,93	0,69	0,56	25,20	213,40	0,96	0,123
240 deg/sec agonist/antagonist ratio NZ	56,92	56,75	10,05	-0,24	0,11	32,40	79,40	0,99	0,870
240 deg/sec agonist/antagonist ratio Z	60,84	61,70	13,77	0,98	4,11	30,60	116,10	0,93	0,005
180 deg/sec extension peak TQ/BW NZ	195,59	193,85	34,54	0,76	0,66	137,10	301,60	0,96	0,095
180 deg/sec extension peak TQ/BW Z	171,83	175,25	36,04	0,10	0,17	91,60	261,80	0,98	0,609
180 deg/sec flexion peak TQ/BW NZ	113,45	113,55	24,86	0,21	0,48	54,70	179,10	0,99	0,805

Zmienna zależna	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
FMS wynik ogólny	17,04	17,00	1,60	-0,04	-1,07	14,00	20,00	0,93	0,004
180 deg/sec flexion peak TQ/BW Z	103,39	99,70	23,84	0,36	0,15	46,80	166,40	0,99	0,777
180 deg/sec extension total work NZ	608,06	583,40	180,04	1,58	3,65	339,80	1293,80	0,89	<0,001
180 deg/sec extension total work Z	529,09	505,40	170,43	0,87	1,56	188,20	1077,80	0,96	0,048
180 deg/sec flexion total work NZ	376,10	363,75	119,21	1,08	3,72	82,20	794,00	0,91	<0,001
180 deg/sec flexion total work Z	341,90	317,00	121,51	1,07	1,99	71,80	707,50	0,92	0,002
180 deg/sec extension average power NZ	205,87	195,25	57,10	0,64	0,10	116,00	368,60	0,96	0,052
180 deg/sec extension average power Z	176,61	167,50	53,82	0,19	-0,56	67,00	296,30	0,99	0,835
180 deg/sec flexion average power NZ	118,95	119,15	40,38	-0,14	1,05	9,40	224,30	0,98	0,543
180 deg/sec flexion average power Z	107,92	105,35	36,07	0,50	0,57	19,60	197,10	0,97	0,152
180 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio NZ	58,32	57,50	10,36	0,26	-0,14	37,30	82,30	0,98	0,566
180 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio Z	61,23	61,10	12,17	0,49	1,82	27,70	96,60	0,95	0,033
60 deg/sec extension peak TQ/BW NZ	275,73	265,70	48,80	0,55	0,27	178,50	412,10	0,97	0,266
60 deg/sec extension peak TQ/BW Z	242,25	240,60	52,20	-0,10	-0,23	118,40	366,50	0,99	0,913
60 deg/sec flexion peak TQ/BW NZ	147,68	144,50	25,30	1,29	2,19	109,80	230,90	0,90	<0,001
60 deg/sec flexion peak TQ/BW Z	137,83	132,00	28,00	0,66	0,05	90,20	217,50	0,96	0,081
60 deg/sec extension total work NZ	832,61	785,85	234,86	1,44	2,99	415,10	1630,30	0,89	<0,001
60 deg/sec extension total work Z	721,57	701,65	215,18	1,09	2,13	325,80	1424,10	0,92	0,002
60 deg/sec flexion total work NZ	503,36	480,50	139,85	1,57	3,34	272,50	977,70	0,87	<0,001
60 deg/sec flexion total work Z	452,73	428,25	149,92	1,23	4,28	250,90	983,10	0,84	<0,001
60 deg/sec extension average power NZ	120,46	114,65	32,68	0,88	1,60	61,00	230,60	0,95	0,044
60 deg/sec extension average power Z	105,43	99,40	30,25	0,65	0,41	57,10	191,80	0,96	0,094
60 deg/sec flexion average power NZ	70,79	67,70	17,32	0,99	1,06	40,80	125,70	0,93	0,006
60 deg/sec flexion average power Z	64,02	61,45	18,49	1,21	1,88	33,90	126,50	0,92	0,001
60 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio NZ	54,24	54,55	7,98	0,04	-0,29	35,10	71,50	0,99	0,922
60 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio Z	57,93	58,55	9,54	0,72	2,10	41,20	92,70	0,95	0,026
180 deg/sec - 20 rep extension peak TQ/BW NZ	189,09	185,70	28,63	0,35	-0,42	127,90	258,50	0,97	0,315
180 deg/sec - 20 rep extension peak TQ/BW Z	170,94	173,35	30,96	-0,05	0,26	100,20	249,80	0,98	0,634
180 deg/sec - 20 rep flexion peak TQ/BW NZ	112,92	110,15	19,93	0,63	0,42	78,20	169,90	0,97	0,206
180 deg/sec - 20 rep flexion peak TQ/BW Z	104,80	101,40	20,37	0,63	-0,31	71,90	155,20	0,95	0,036
180 deg/sec - 20 rep extension total work NZ	2016,67	1924,60	487,29	1,10	1,83	1164,20	3646,20	0,93	0,005
180 deg/sec - 20 rep extension total work Z	1830,66	1781,60	418,75	0,54	1,06	804,10	2936,10	0,96	0,057

Zmienna zależna	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
FMS wynik ogólny	17,04	17,00	1,60	-0,04	-1,07	14,00	20,00	0,93	0,004
180 deg/sec - 20 rep flexion total work NZ	1268,05	1237,00	324,90	1,32	4,32	665,70	2595,60	0,92	0,002
180 deg/sec - 20 rep flexion total work Z	1200,74	1145,95	345,14	1,43	3,10	563,20	2487,80	0,89	<0,001
180 deg/sec - 20 rep extension average power NZ	179,57	170,80	47,32	1,09	1,62	90,80	336,10	0,93	0,005
180 deg/sec - 20 rep extension average power Z	161,57	153,20	39,67	0,51	0,24	78,70	268,40	0,98	0,429
180 deg/sec - 20 rep flexion average power NZ	106,27	103,50	29,42	0,98	2,32	47,10	213,30	0,95	0,025
180 deg/sec - 20 rep flexion average power Z	100,11	94,70	29,70	1,17	1,88	51,00	201,90	0,92	0,002
180 deg/sec - 20 rep extension/flexion agonist/antagonist ratio NZ	60,20	59,45	8,60	0,30	-0,47	41,80	78,80	0,97	0,311
180 deg/sec - 20 rep extension/flexion agonist/antagonist ratio Z	62,28	61,25	10,74	0,30	-0,26	42,40	86,90	0,98	0,493

Adnotacja. *M* - średnia; *Me* - mediana; *SD* - odchylenie standardowe; *Sk.* - skośność; *Kurt.* - kurtosis; *Min.* - wartość minimalna; *Maks.* - wartość maksymalna; *W* - wynik testu Shapiro-Wilka; *p* - wartość *p* dla testu Shapiro-Wilka.

Wynik testu Shapiro-Wilka w przypadku większości wprowadzonych zmiennych był istotny statystycznie, co wskazuje na to, że ich rozkłady odbiegały istotnie od rozkładu normalnego. Należy jednak zwrócić uwagę, że skośność rozkładu wszystkich zmiennych nie przekraczała postulowanej przez George'a i Mallery'ego (2016) umownej wartości bezwzględnej równej 2. W związku z tym podjęto decyzję o przeprowadzeniu analizy w oparciu o testy parametryczne.

Porównanie kończyny dolnej zajętej do niezajętej w grupie badanej

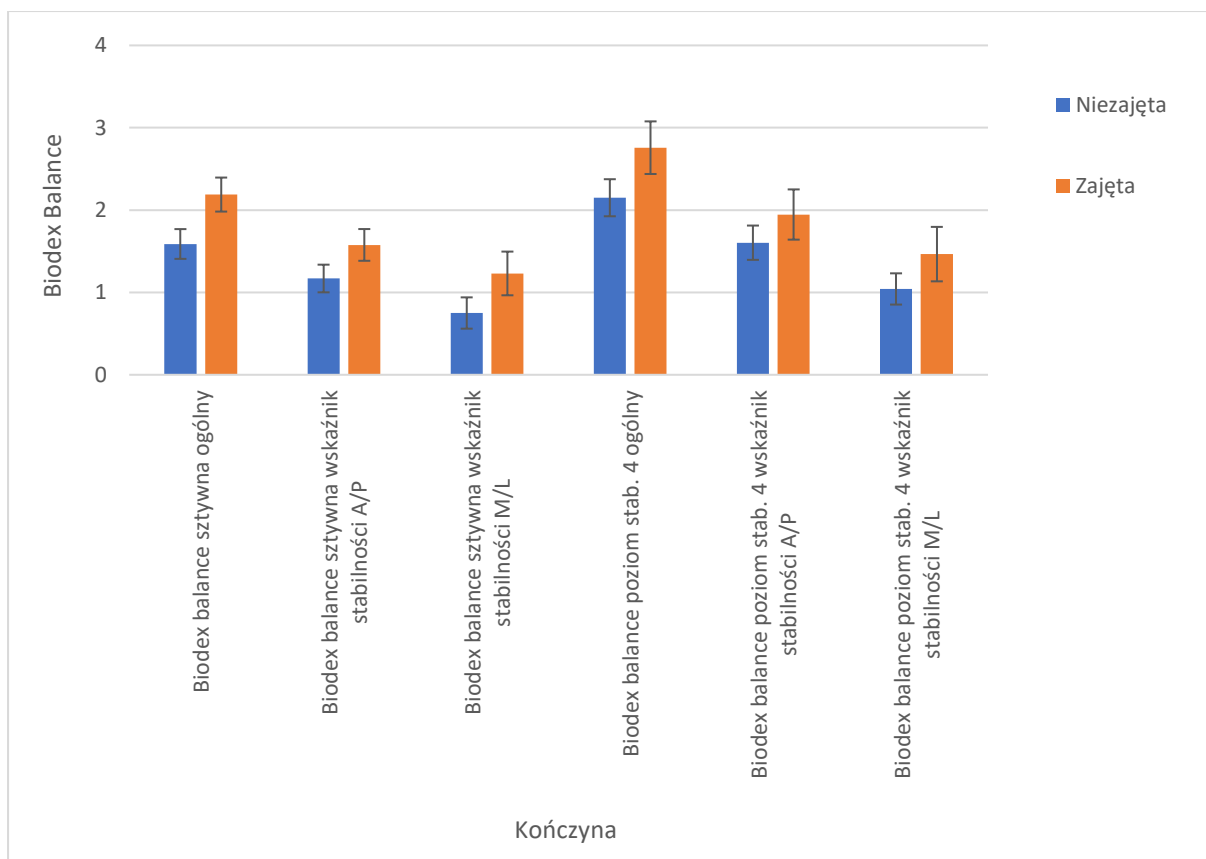
Jako pierwszą przeprowadzono analizę sprawdzającą, czy w grupie badanej wyniki pomiarów kończyny dolnej zajętej (operowanej) różniły się istotnie statystycznie od pomiarów kończyny dolnej niezajętej (nieoperowanej). Kończyny porównano za pomocą testu *t* Studenta dla prób zależnych. W pierwszej kolejności przeprowadzono porównanie wyników obu kończyn w teście równowagi i stabilności Biodex Balance. Wyniki testu *t* Studenta przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Biodex Balance – test t Studenta dla prób zależnych

Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
Biodex Balance sztywna ogólny	1,59	0,47	2,19	0,54	-4,63	25	<0,001	-0,87	-0,33	0,91
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności A/P	1,17	0,44	1,58	0,50	-3,96	25	<0,001	-0,62	-0,20	0,78
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności M/L	0,75	0,49	1,23	0,69	-2,91	25	0,008	-0,82	-0,14	0,57
Biodex Balance poziom stab. 4 ogólny	2,15	0,59	2,76	0,83	-4,51	25	<0,001	-0,88	-0,33	0,89
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności A/P	1,60	0,54	1,95	0,79	-2,25	25	0,033	-0,66	-0,03	0,44
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności M/L	1,04	0,49	1,47	0,86	-2,35	25	0,027	-0,79	-0,05	0,46

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

Wynik testu okazał się być istotny statystycznie w przypadku wszystkich wskaźników stabilności na platformie Biodex Balance, zarówno w pomiarach na platformie sztywnej, jak i przy zwiększonym poziomie trudności. Porównanie średnich wykazało, że we wszystkich przypadkach wartości dla kończyny dolnej zajętej były wyższe niż dla kończyny dolnej niezajętej, co wskazuje na gorszą stabilność w kończynie operowanej. Interpretacja wskaźnika siły efektu *d* Cohena wskazuje, że różnice w pomiarze ogólnej stabilności przy platformie sztywnej oraz przy stabilności na poziomie 4 były duże (efekt silny). Różnice w zakresie wskaźników stabilności A/P i M/L przy platformie sztywnej były umiarkowane, natomiast te same wskaźniki przy stabilności na poziomie 4 były słabe. Średnie w obu grupach przedstawiono na rycinie 21.



Rycina 21 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Biodex Balance – średnie wraz z słupkami błędów

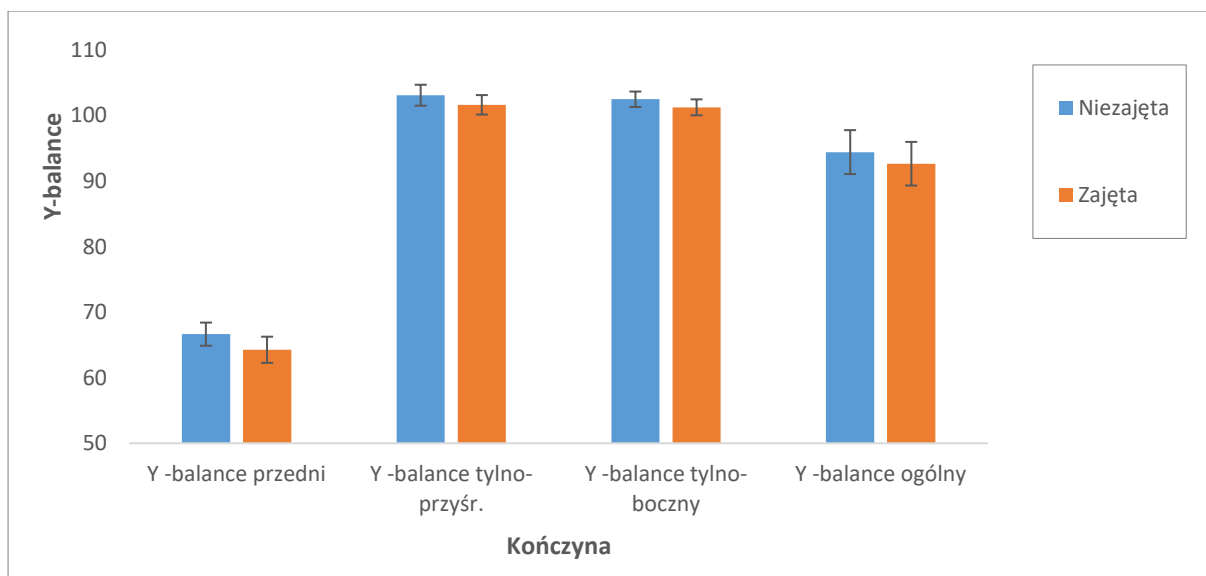
Następnie przeanalizowano pomiary dla obu kończyn w zakresie różnic w zasięgach funkcjonalnych w teście Y-balance. Kończyny porównano za pomocą testu *t* Studenta dla prób zależnych, którego wyniki znajdują się w tabeli 8.

Tabela 8 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Y-balance – test t Studenta dla prób zależnych

Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
Y -balance przedni	66,65	4,60	64,27	5,20	6,48	25	<0,001	1,63	3,14	1,27
Y -balance tylnoprzysr.	103,12	4,16	101,65	3,87	2,71	25	0,012	0,35	2,57	0,53
Y -balance tylnoboczny	102,50	3,08	101,27	3,17	3,16	25	0,004	0,43	2,03	0,62
Y -balance ogólny	94,44	8,71	92,66	8,66	5,48	25	<0,001	1,11	2,44	1,08

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

Analiza pokazała, że kończyny operowanych koszykarek istotnie różniły się między sobą w zakresie zasięgów funkcjonalnych. Wartości średnich pokazują, że w każdym przypadku wynik kończyny dolnej operowanej był niższy, niż kończyny dolnej nieoperowanej. Interpretacja wskaźnika siły efektu pokazuje, że różnice między kończynami w zasięgu przednim i ogólnym były duże (efekt silny), a różnice w zasięgu tylnoprzysr. i tylnoboczny były umiarkowane. Średnie dla obu kończyn przedstawiono na rycinie 22.



Rycina 22 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Y-balance – średnie wraz z słupkami błędów

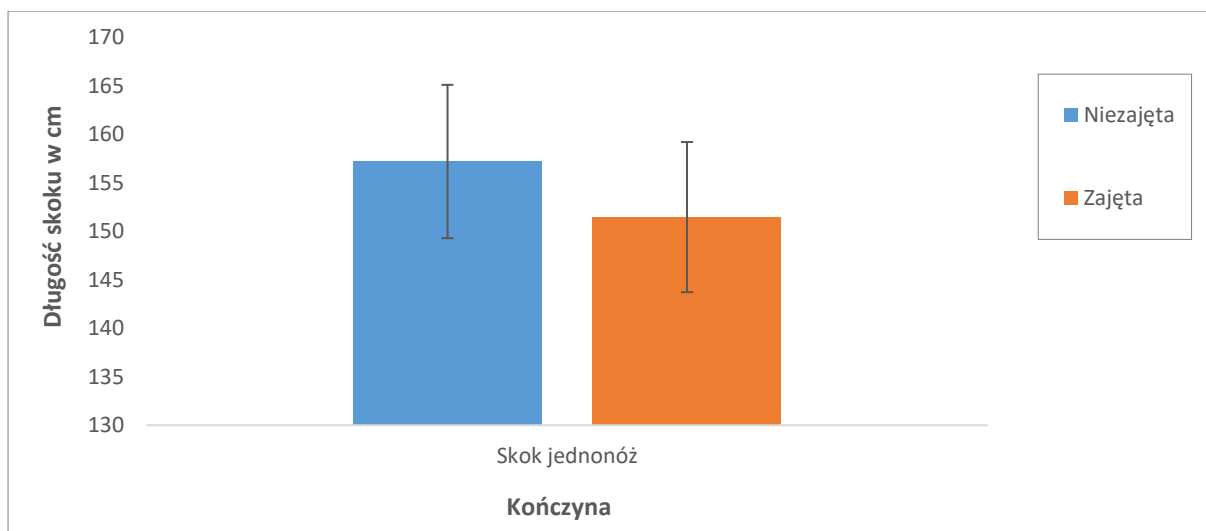
Kolejno, przeanalizowano pomiary skoków jednonóż dla obu kończyn. Kończyny porównano za pomocą testu *t* Studenta dla prób zależnych, którego wyniki znajdują się w tabeli 9.

Tabela 9 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu skoków – test *t* Studenta dla prób zależnych

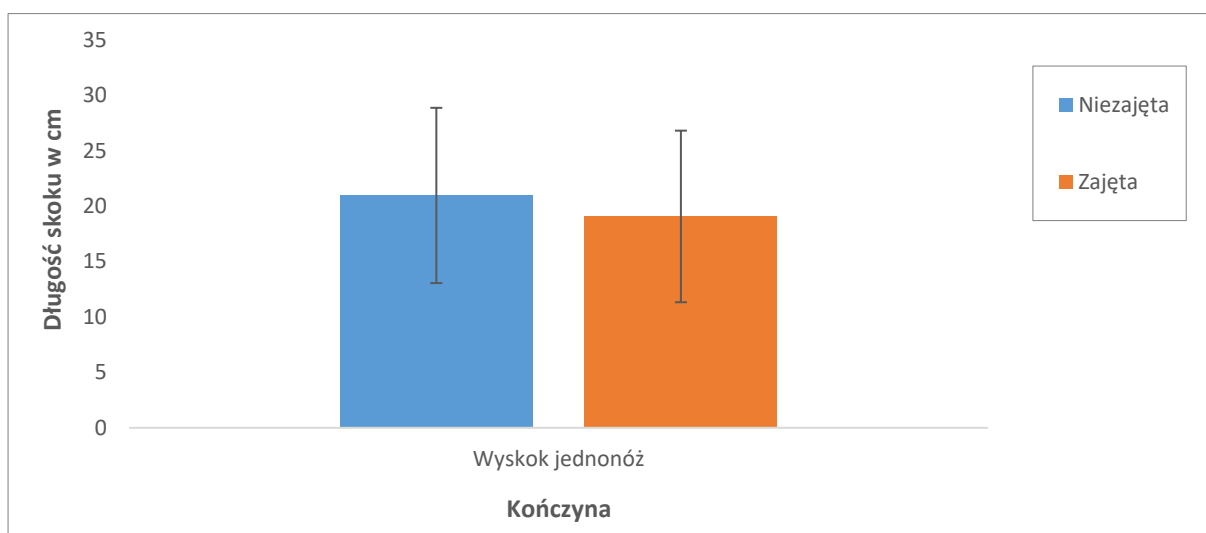
Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
Skok jednonóż	157,19	20,57	151,46	20,14	7,67	25	<0,001	4,19	7,27	1,50
Wyskok jednonóż	20,96	3,96	19,07	4,10	4,87	25	<0,001	1,09	2,70	0,95
Trójskok wyskok jednonóż	487,96	77,40	468,50	83,70	5,30	25	<0,001	11,90	27,02	1,04

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

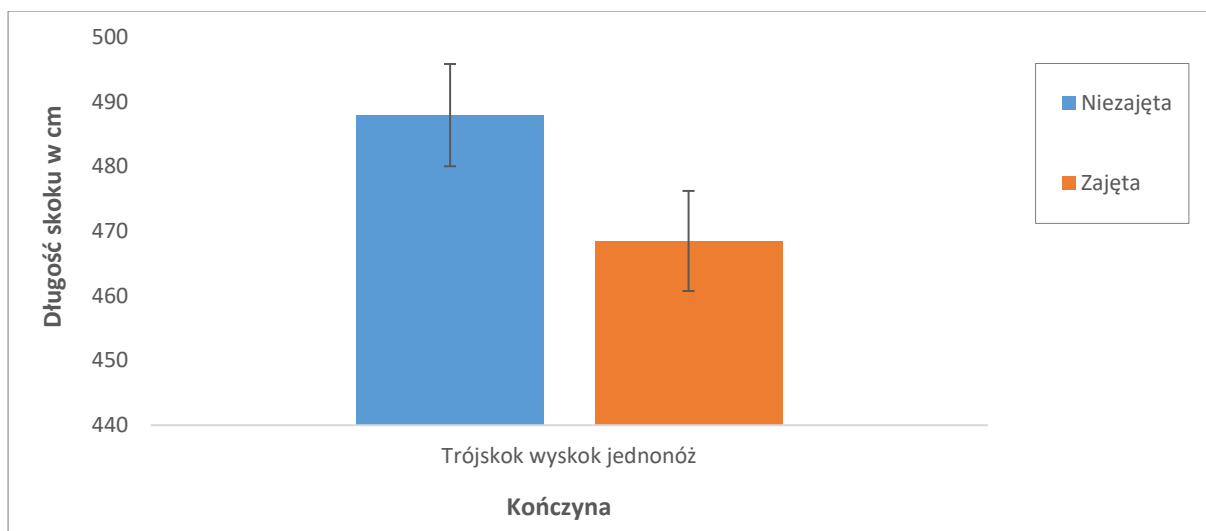
Wyniki testu *t* wskazują, że kończyna operowana różniła się istotnie statystycznie od niezajętej w zakresie zasięgu skoku w dal, wyskoku i trójskoku. Zasięg skoku kończyny dolnej operowanej był niższy w każdym ze skoków, a siła tych efektów była duża. Wartości średnich dla obu kończyn przedstawiono także na rycinach 23-25.



Rycina 23 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu skoku jednoonóz – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 24 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu wyskoku – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 25 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu trójskoku wyskoku – średnie wraz z słupkami błędów

Następnie porównano obie kończyny pod kątem mocy generowanej podczas przysiadu przy różnych obciążeniach w teście Power Squat. Ponownie porównano kończyny za pomocą testu *t* Studenta, którego wyniki zaprezentowano w tabeli 10.

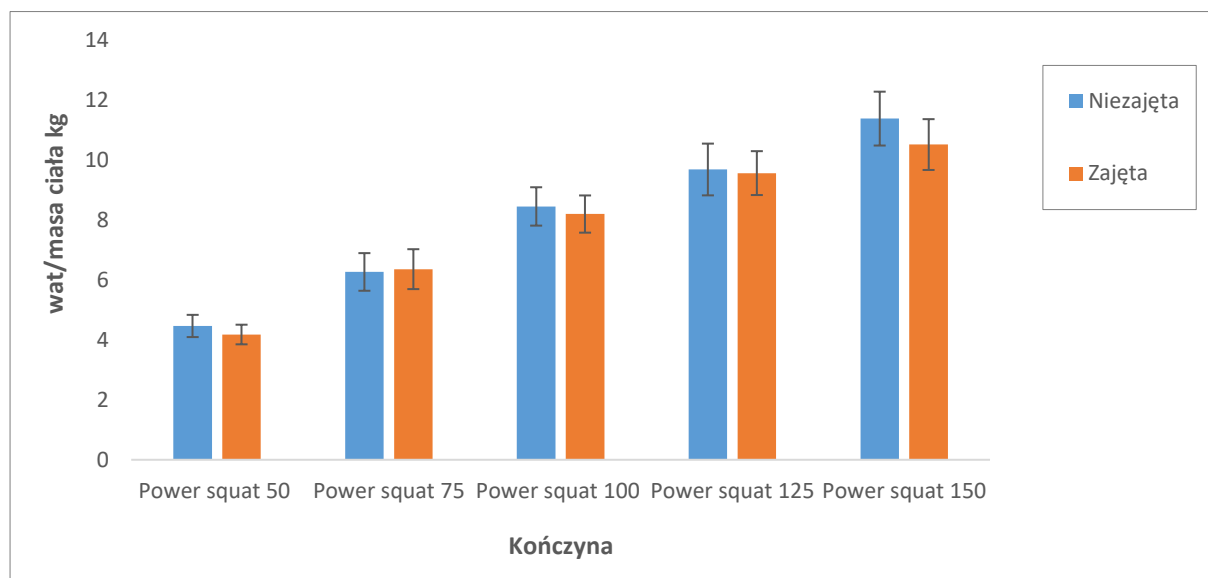
Tabela 10 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem Power Squat – test *t* Studenta dla prób zależnych

Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
Power Squat 50	4,46	0,96	4,18	0,85	3,12	25	0,005	0,10	0,47	0,61
Power Squat 75	6,26	1,63	6,36	1,73	-0,50	25	0,618	-0,47	0,29	0,10
Power Squat 100	8,45	1,66	8,19	1,61	1,39	25	0,178	-0,12	0,63	0,27
Power Squat 125	9,68	2,25	9,56	1,90	0,41	25	0,682	-0,48	0,72	0,08
Power Squat 150	11,38	2,34	10,51	2,20	7,53	25	<0,001	0,63	1,10	1,48

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

Analiza pokazała, że kończyna nieoperowana i operowana różniły się między sobą istotnie statystycznie tylko w zakresie mocy generowanej przy przysiadzie z obciążeniem 50 %MC oraz 150 %MC. W obu przypadkach moc generowana przez kończynę zajęta była niższa

niż moc generowana przez kończynę niezajętą. Siła tego efektu była umiarkowana przy obciążeniu 50 %MC i duża przy obciążeniu 150 %MC. Rycina 26 przedstawia średnie w obu grupach na wykresie słupkowym.



Rycina 26 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem Power Squat – średnie wraz z słupkami błędów

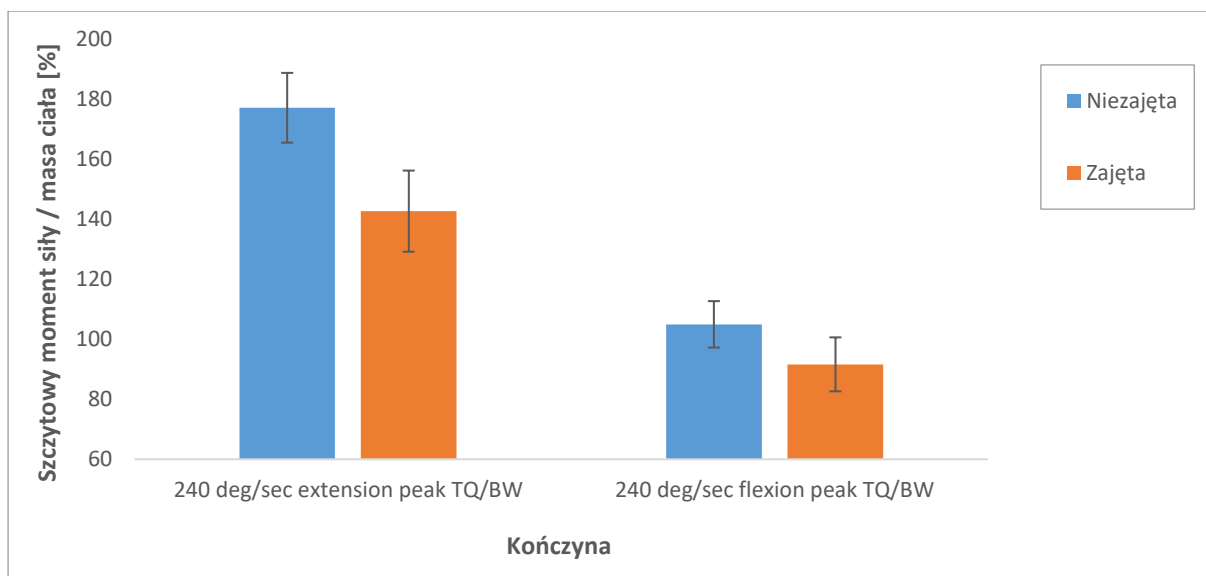
W następnej kolejności porównano obie kończyny pod względem wyników testu izokinetycznej siły mięśniowej przy różnych prędkościach. Najpierw porównano kończyny w teście przy prędkości 240 stopni na sekundę, do czego ponownie wykorzystano test *t* dla prób zależnych (tabela 11).

Tabela 11 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób zależnych

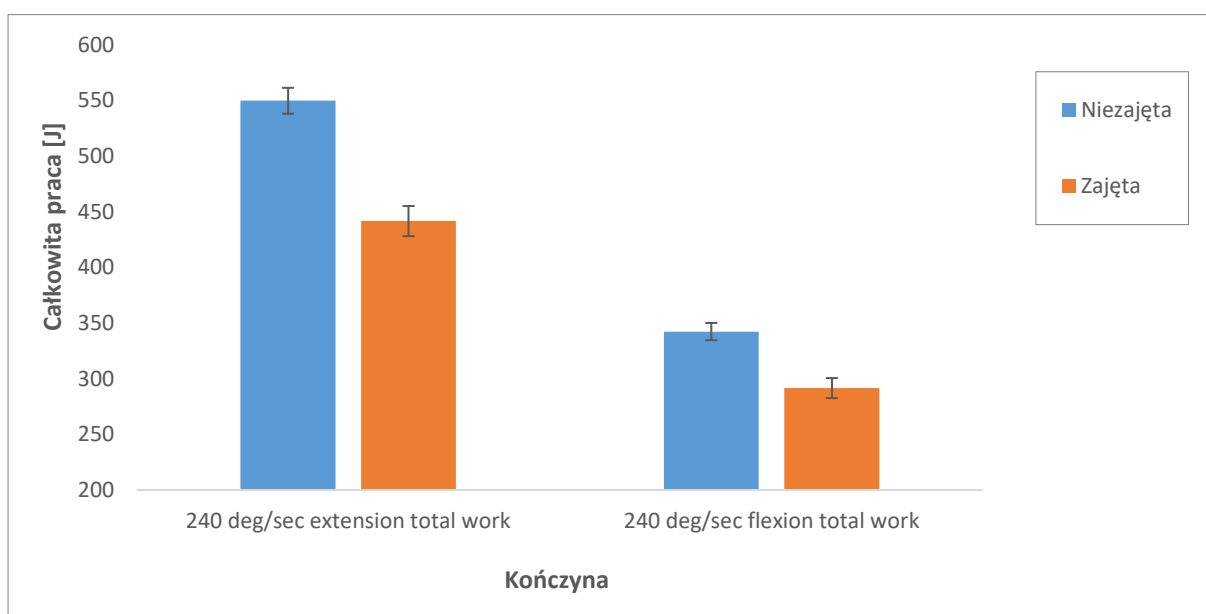
Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
240 deg/sec extension peak TQ/BW	177,22	30,26	142,75	35,19	6,85	25	<0,001	24,12	44,84	1,34
240 deg/sec flexion peak TQ/BW	104,99	20,14	91,66	23,42	5,11	25	<0,001	7,96	18,71	1,00
240 deg/sec extension total work	549,68	171,32	441,56	169,41	5,58	25	<0,001	68,24	148,01	1,10
240 deg/sec flexion total work	342,32	121,51	291,52	125,72	3,72	25	0,001	22,64	78,95	0,73
240 deg/sec extension average power	215,59	63,49	170,28	66,03	6,15	25	<0,001	30,13	60,50	1,21
240 deg/sec flexion average power	125,36	44,88	105,25	46,08	3,38	25	0,002	7,85	32,36	0,66
240 deg/sec agonist/antagonist ratio	59,68	8,95	65,56	13,58	-2,12	25	0,044	-11,58	-0,18	0,42

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

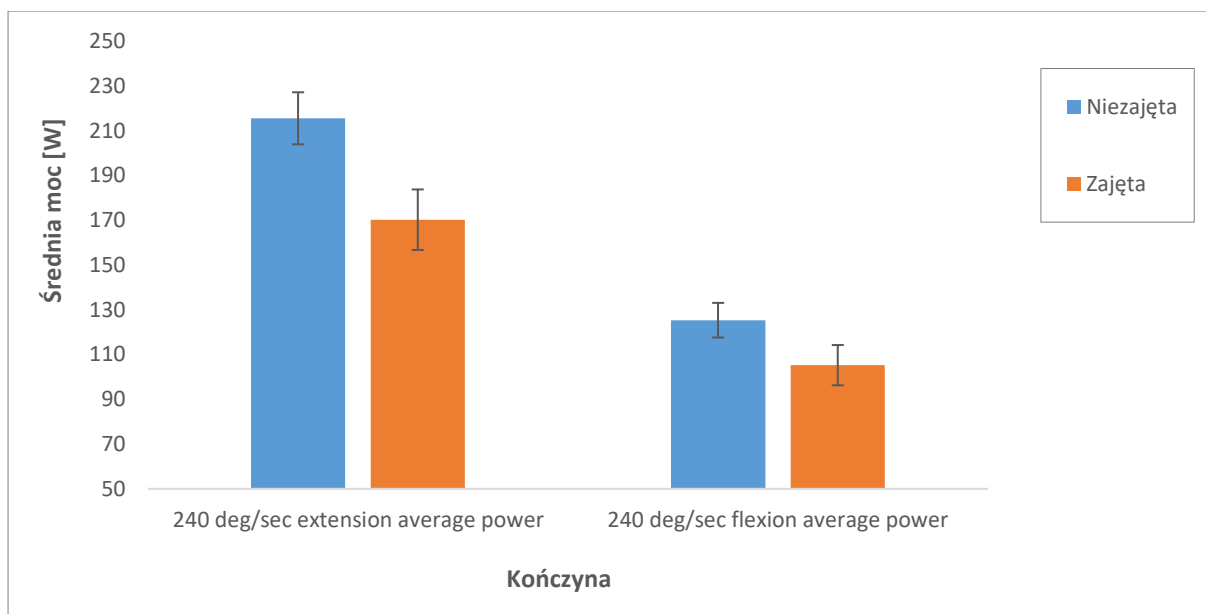
Jak wynika z przeprowadzonej analizy, kończyny różniły się między sobą w zakresie wszystkich parametrów mierzonych w teście izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę. Wartości średnich wskazują, że kończyna operowana cechowała się niższymi pomiarami w zakresie szczytowej siły, pracy całkowitej oraz średniej mocy prostowników i zginaczy, a także wyższym wskaźnikiem agonista/antagonista. Siła efektu dla różnic między kończynami była duża dla szczytowego momentu prostowników i zginaczy, pracy całkowitej prostowników oraz średniej mocy prostowników. Umiarkowaną siłę efektu zaobserwowano dla różnicy pracy całkowitej i średniej mocy zginaczy, a słabą siłę efektu zaobserwowano dla wskaźnika agonista/antagonista. Wartości średnich wraz z słupkami błędów przedstawiono na rycinach 27-30.



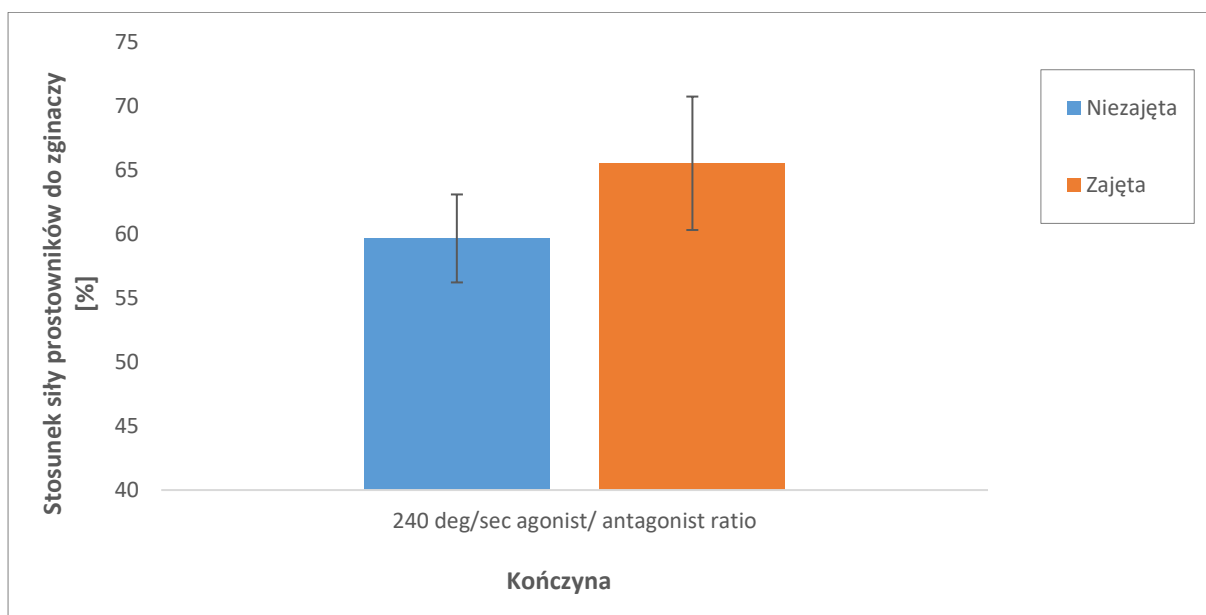
Rycina 27 Porównanie kończyny dolnej niezamętej i zamętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów.



Rycina 28 Porównanie kończyny dolnej niezamętej i zamętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 29 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 30 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów

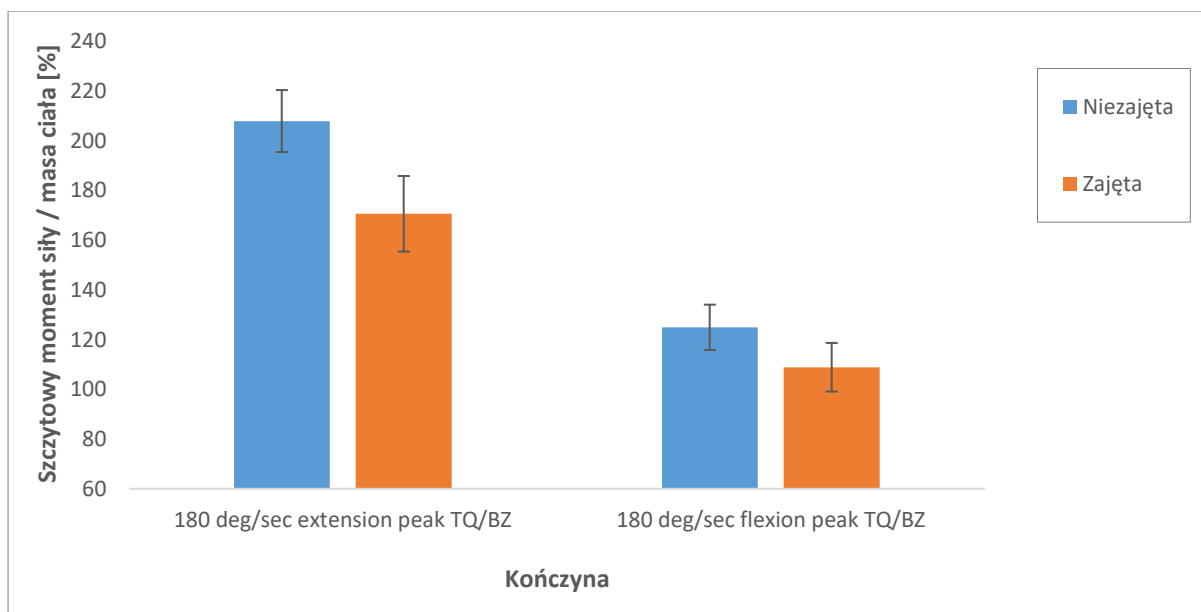
Kolejna analiza dotyczyła porównania kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wyników testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę. W tym celu ponownie wykorzystano test *t* dla prób zależnych (tabela 12).

Tabela 12 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób zależnych

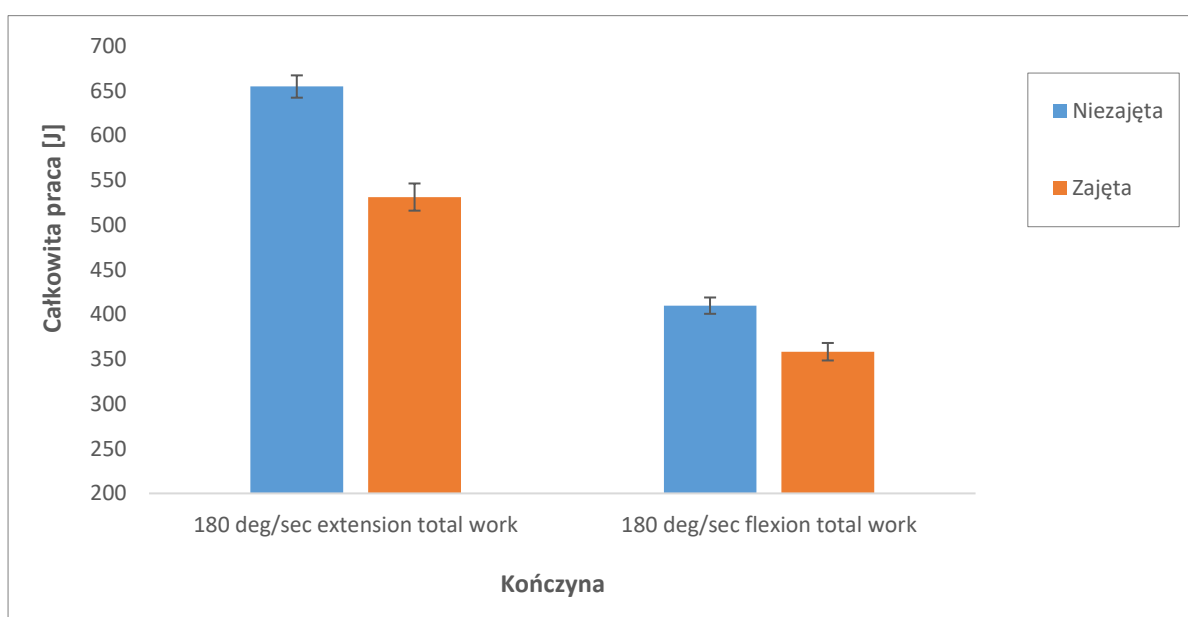
Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
180 deg/sec extension peak TQ/BW	207,93	32,42	170,62	39,53	7,18	25	<0,001	26,61	48,01	1,41
180 deg/sec flexion peak TQ/BW	124,95	23,73	108,91	25,42	4,34	25	<0,001	8,43	23,65	0,85
180 deg/sec extension total work	654,60	191,16	531,11	189,14	6,46	25	<0,001	84,11	162,89	1,27
180 deg/sec flexion total work	409,77	132,81	358,30	142,73	3,76	25	<0,001	23,25	79,68	0,74
180 deg/sec extension average power	220,18	55,03	177,40	61,42	6,56	25	<0,001	29,35	56,21	1,29
180 deg/sec flexion average power	130,30	39,00	114,76	41,70	3,55	25	0,002	6,52	24,56	0,70
180 deg/sec agonist/antagonist ratio	60,45	9,69	65,06	10,72	-1,84	25	0,078	-9,77	0,56	0,36

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

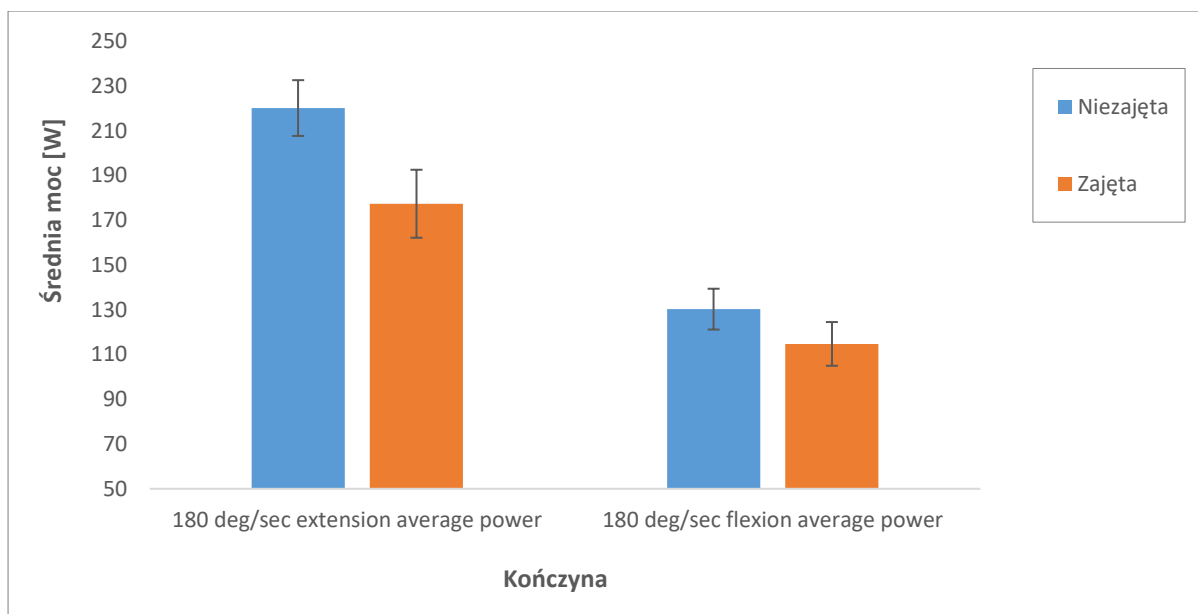
Analiza pokazała, że kończyny różniły się między sobą istotnie w zakresie niemal wszystkich parametrów mierzonych przy prędkości 180 stopni na sekundę, oprócz wskaźnika agonista/antagonista. Wartości średnich pokazują, że dla każdej z tych zmiennych pomiar kończyny dolnej zajętej był istotnie statystycznie niższy, niż pomiar dla kończyny dolnej niezajętej. Interpretacja wskaźnika siły efektu wskazuje, że siła efektu dla różnic między kończynami była duża dla szczytowego momentu prostowników i zginaczy, pracy całkowitej prostowników oraz średniej mocy prostowników. Umiarkowaną siłę efektu zaobserwowano w przypadku różnic pracy całkowitej i średniej mocy zginaczy. Ryciny 11-14 przedstawiają średnie w obu grupach na wykresach słupkowych.



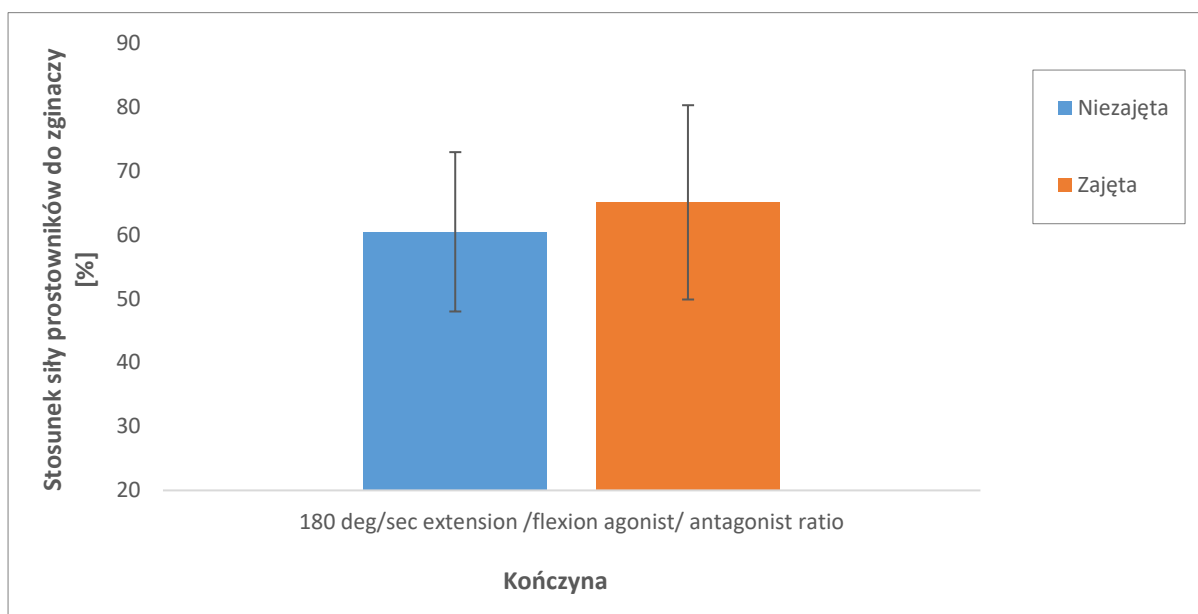
Rycina 31 Porównanie kończyny dolnej niezamętej i zamętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 32 Porównanie kończyny dolnej niezamętej i zamętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 33 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 34 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów.

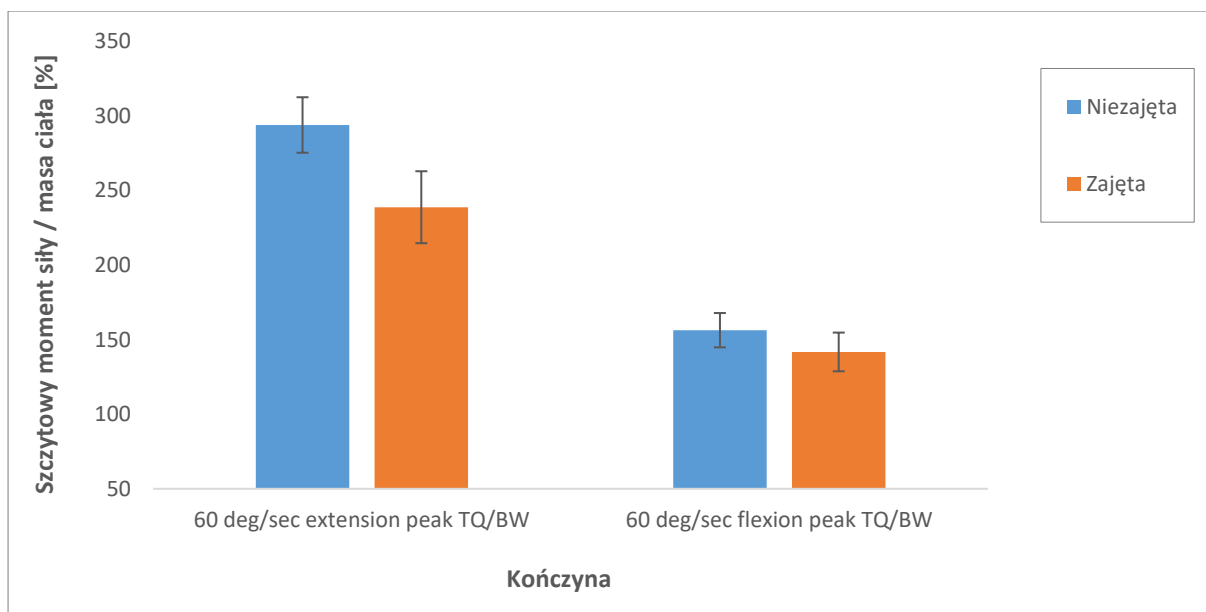
Następnie przeanalizowano wyniki obu kończyn w zakresie testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę. Wyniki testu *t* dla prób zależnych przedstawione są w tabeli 13.

Tabela 13 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę – test *t* Studenta dla prób zależnych

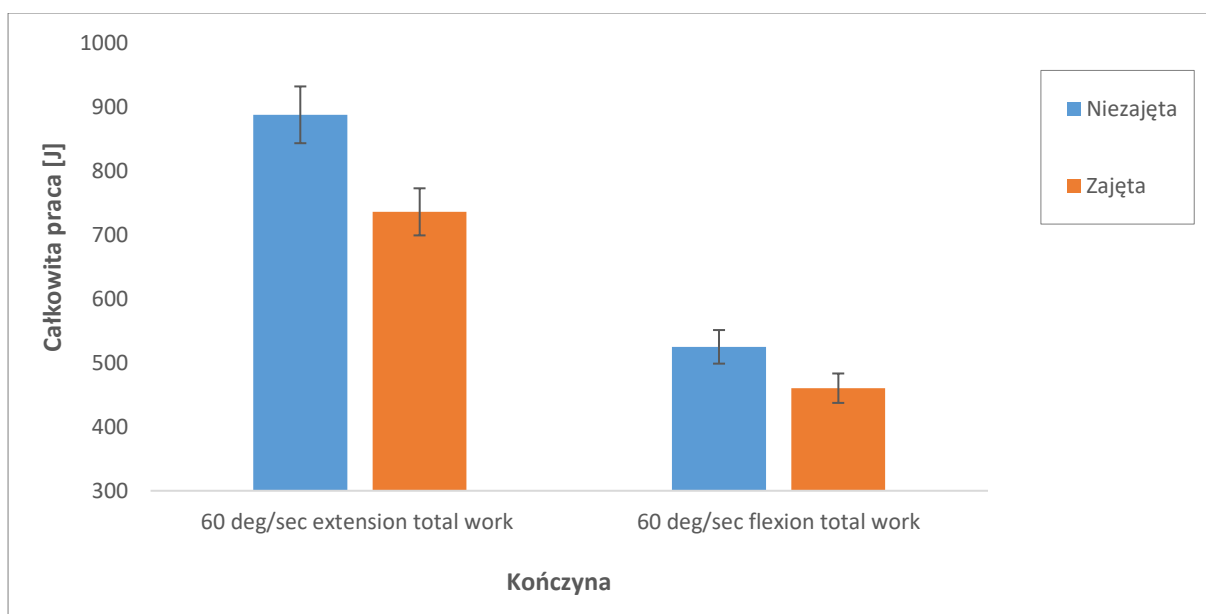
Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
60 deg/sec extension peak TQ/BW	293,91	48,39	238,78	62,77	5,94	25	< 0,001	36,00	74,27	1,16
60 deg/sec flexion peak TQ/BW	156,34	29,95	141,77	33,75	4,35	25	< 0,001	7,67	21,48	0,85
60 deg/sec extension total work	888,08	241,13	736,31	230,78	5,34	25	< 0,001	93,21	210,34	1,05
60 deg/sec flexion total work	525,14	161,25	460,47	165,84	4,36	25	< 0,001	34,14	95,22	0,86
60 deg/sec extension average power	129,10	31,99	107,41	31,94	5,42	25	< 0,001	13,45	29,94	1,06
60 deg/sec flexion average power	74,45	19,50	65,35	21,33	4,64	25	< 0,001	5,05	13,13	0,91
60 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio	53,67	8,52	60,80	10,49	-3,29	25	0,003	-11,60	-2,67	0,65

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

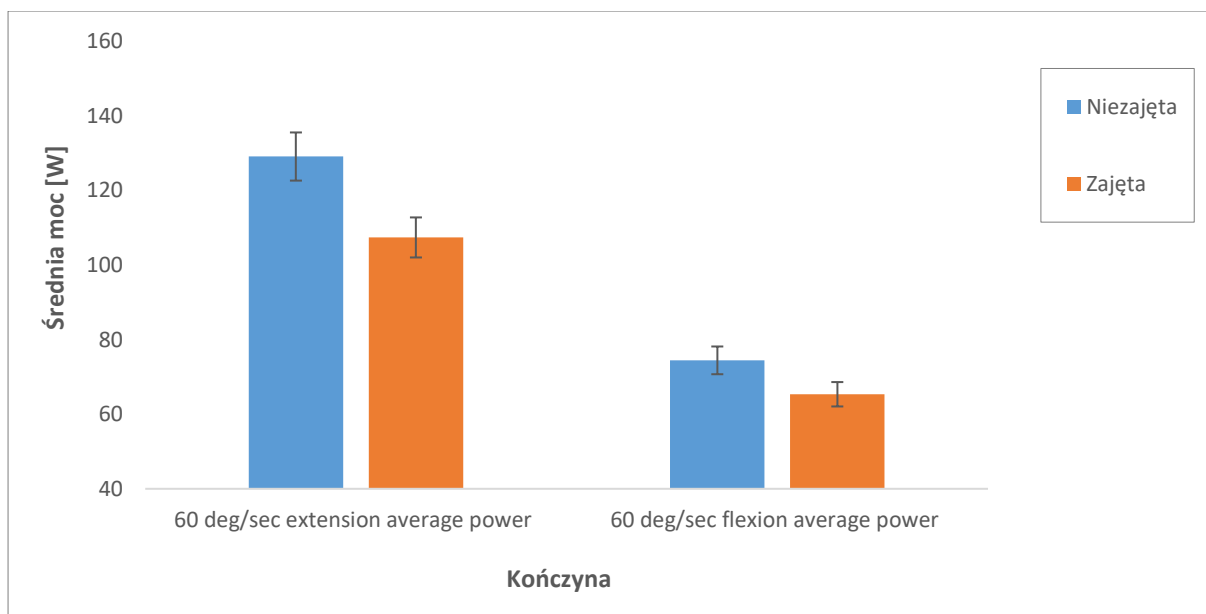
W przypadku testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę kończyny istotnie statystycznie różniły się między sobą w zakresie wszystkich mierzonych parametrów. Wartości średnich pokazują, że dla każdej z tych zmiennych, oprócz wskaźnika agonista/antagonista, pomiar kończyny dolnej zajętej był istotnie statystycznie niższy, niż pomiar dla kończyny dolnej niezajętej. Siła efektu dla różnic między kończyną operowaną a nieoperowaną była duża dla wszystkich zmiennych z wyjątkiem wskaźnika agonista/antagonista, dla którego efekt ten był umiarkowany. Wartości średnich wraz z słupkami błędów przedstawiono na rycinach 35-38.



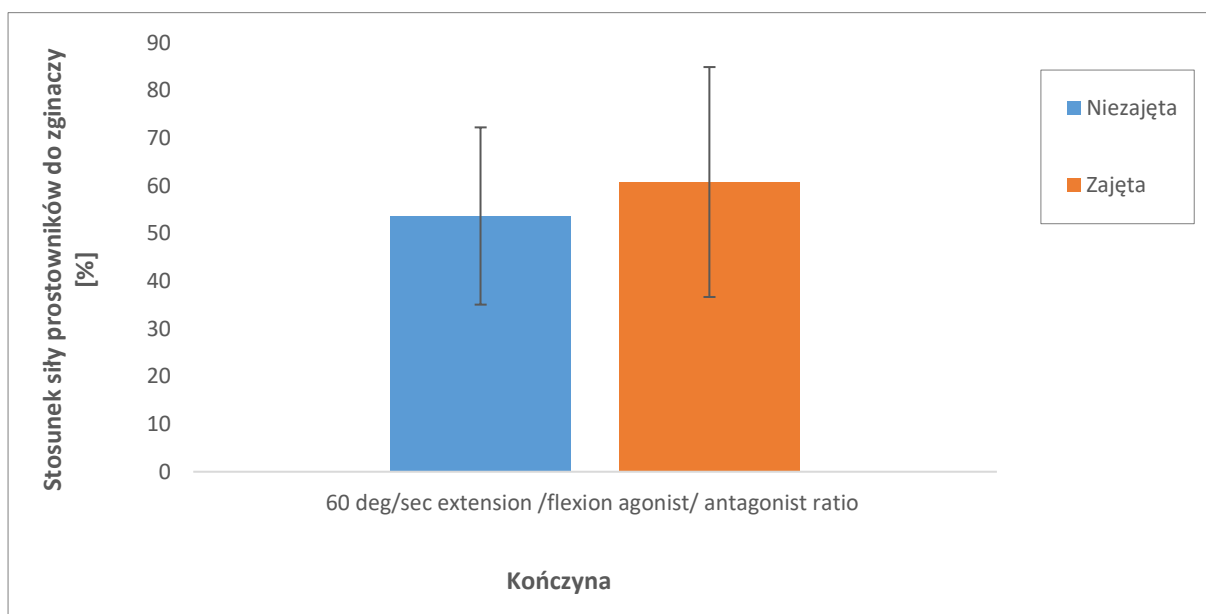
Rycina 35 Porównanie kończyny dolnej niezającej i zajętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 36 Porównanie kończyny dolnej niezającej i zajętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 37 Porównanie kończyny dolnej niezamętej i zamętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 38 Porównanie kończyny dolnej niezamętej i zamętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów

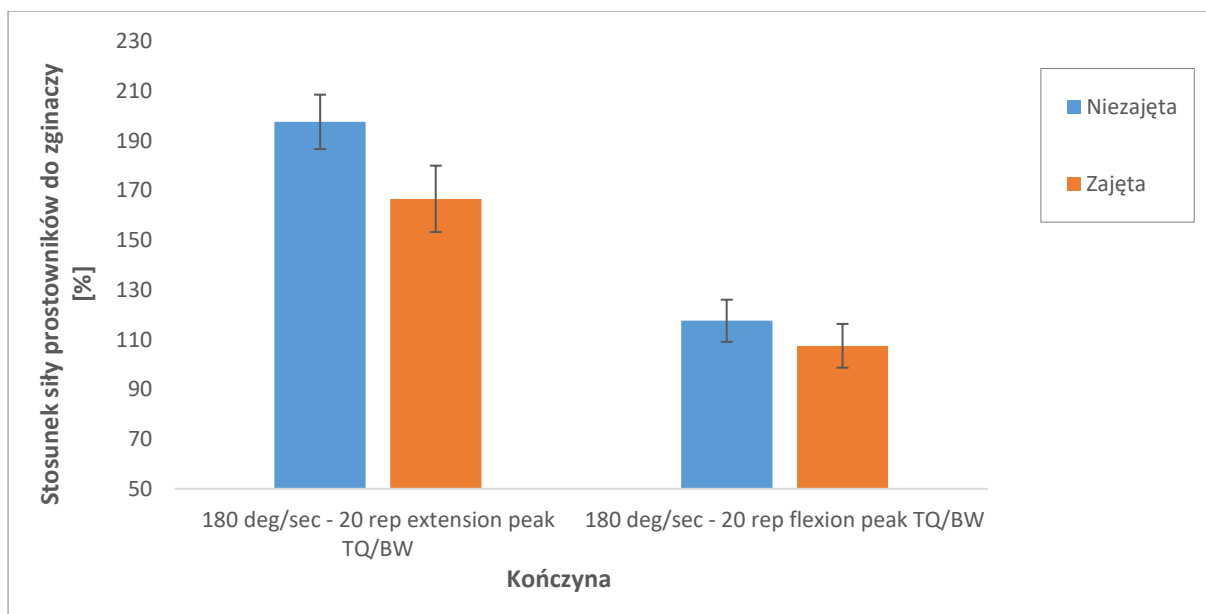
W ostatniej części porównań kończyny operowanej i nieoperowanej przeanalizowano wyniki testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami. Wyniki testu *t* Studenta dla prób zależnych przedstawiono w tabeli 14.

Tabela 14 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – test t Studenta dla prób zależnych

Zmienna zależna	Nieoperowana		Operowana		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
180 deg/sec - 20 rep extension peak TQ/BW	197,59	28,47	166,63	34,72	7,45	25	<0,001	22,40	39,52	1,46
180 deg/sec - 20 rep flexion peak TQ/BW	117,59	22,08	107,53	22,93	3,31	25	0,003	3,81	16,32	0,65
180 deg/sec - 20 rep extension total work	2118,46	529,18	1845,21	507,49	5,98	25	<0,001	179,06	367,43	1,17
180 deg/sec - 20 rep flexion total work	1325,78	395,32	1220,58	415,23	2,59	25	0,016	21,64	188,76	0,51
180 deg/sec - 20 rep extension average power	191,71	51,12	164,54	47,35	6,17	25	<0,001	18,10	36,24	1,21
180 deg/sec - 20 rep flexion average power	113,15	34,94	103,74	35,44	2,98	25	0,006	2,90	15,93	0,58
180 deg/sec - 20 rep extension /flexion agonist/antagonist ratio	59,83	9,24	65,43	10,24	-3,44	25	0,002	-8,95	-2,25	0,68

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności; *d* Cohena - wskaźnik siły efektu.

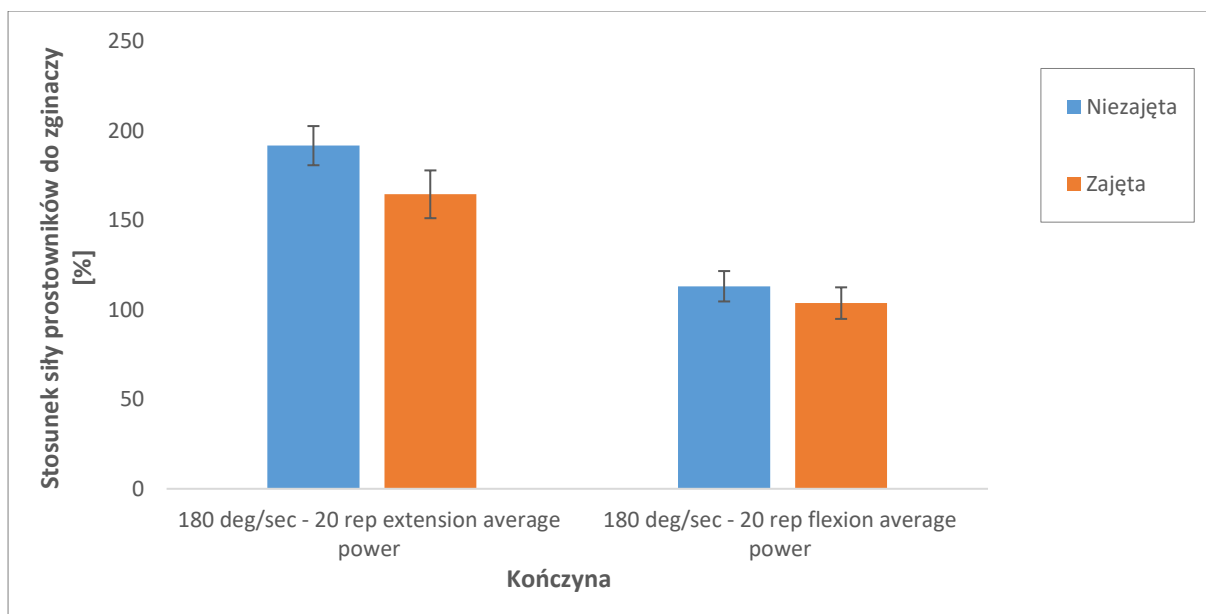
Podobnie jak w poprzednich analizach, okazało się, że kończyny operowana i nieoperowana różniły się w zakresie wszystkich pomiarów testu przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami. W przypadku wszystkich zmiennych, oprócz wskaźnika agonista/antagonista, kończyna operowana miała niższe wyniki niż kończyna nieoperowana. Interpretacja wskaźnika siły efektu wskazuje, że siła efektu dla różnic między kończynami była duża dla szczytowego momentu, całkowitej siły oraz średniej mocy prostowników. Umiarkowaną siłę efektu zaobserwowano w przypadku różnic szczytowego momentu, całkowitej siły oraz średniej mocy zginaczy, a także wskaźnika agonista/antagonista. Wartości średnich wraz z słupkami błędów przedstawiono na rycinach 39-42.



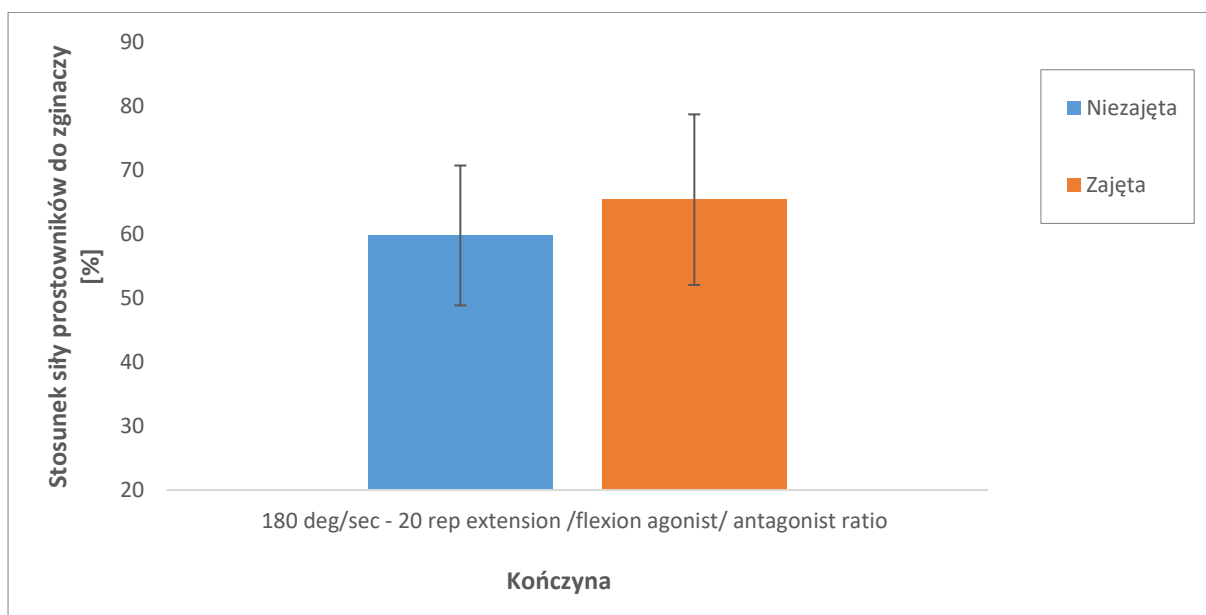
Rycina 39 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 40 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 41 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 42 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów

Porównanie grup pod względem wszystkich zmiennych

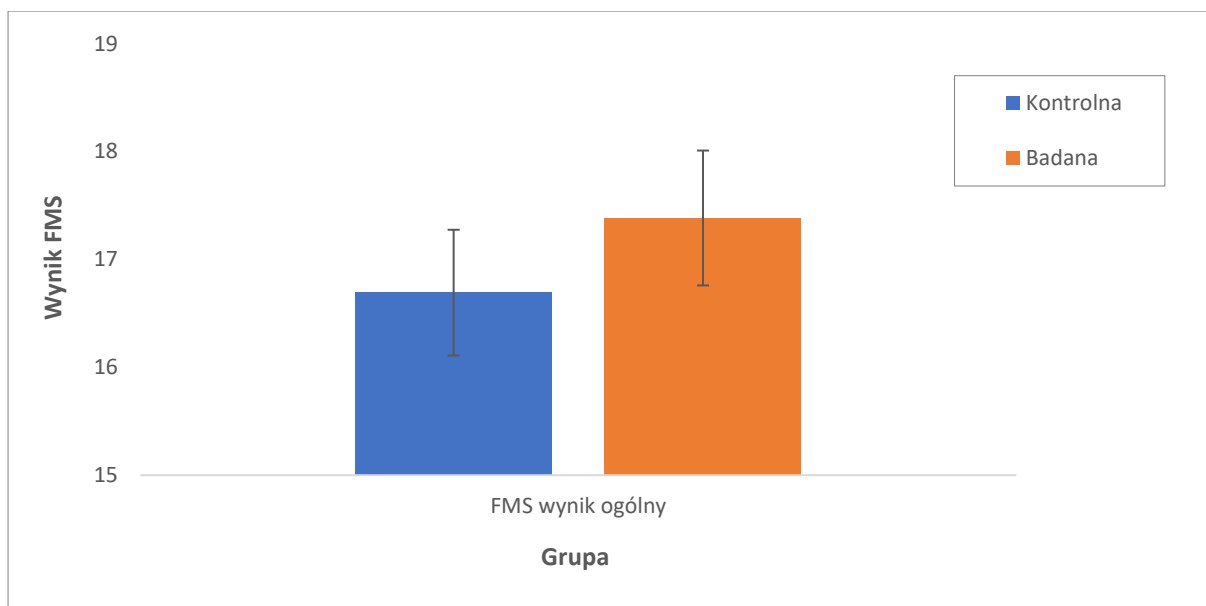
W kolejnej części analiz porównano badane koszykarki z grupy kontrolnej i grupy badanej pod kątem wszystkich dokonanych pomiarów, zarówno w kończynie niezajętej (w grupie kontrolnej była to kończyna dolna prawa, dominująca, a w grupie badanej – kończyna nieoperowana), jak i zajętej (w grupie kontrolnej była to kończyna dolna lewa, niedominująca, a w grupie badanej – kończyna operowana). W celu porównania obu grup przeprowadzono test *t* Studenta dla prób niezależnych. Jako pierwszy przeanalizowano wynik ogólny testu Functional Movement Screen (tabela 15).

Tabela 15 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście FMS – test *t* Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (<i>n</i> = 26)		Badana (<i>n</i> = 26)		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
FMS wynik ogólny	16,69	1,52	17,38	1,63	-1,59	50	0,119	-1,57	0,18	0,44

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności.

Wynik testu okazał się być nieistotny statystycznie co wskazuje, że koszykarki z grupy kontrolnej i badanej nie różniły się między sobą istotnie w zakresie wzorców ruchowych, asymetrii i deficytów funkcjonalnych. Średnie przedstawiono także na rycinie 43.



Rycina 43 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście FMS – średnie wraz z słupkami błędów

Następnie porównano badane koszykarki pod względem wyników testu równowagi i stabilności na platformie Biodex Balance. Wyniki testu znajdują się w tabeli 16.

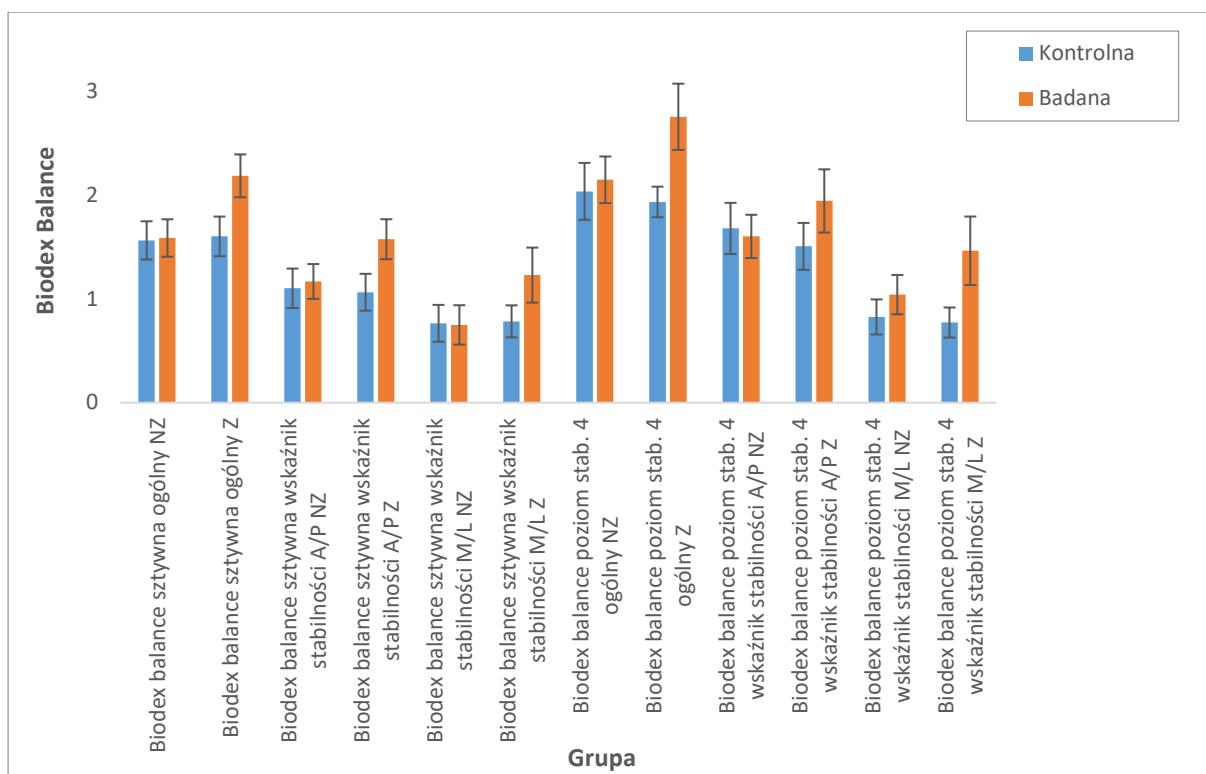
Tabela 16 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Biodex Balance – test t Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
Biodex Balance sztywna ogólny NZ	1,57	0,48	1,59	0,47	-0,18	50	0,862	-0,29	0,24	0,05
Biodex Balance sztywna ogólny Z	1,60	0,50	2,19	0,54	-4,07	50	<0,001	-0,87	-0,30	1,13
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności A/P NZ	1,10	0,49	1,17	0,44	-0,51	50	0,616	-0,33	0,19	0,14
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności A/P Z	1,07	0,46	1,58	0,50	-3,83	50	<0,001	-0,78	-0,24	1,06
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności M/L NZ	0,77	0,46	0,75	0,49	0,12	50	0,908	-0,25	0,28	0,03
Biodex Balance sztywna wskaźnik stabilności M/L Z	0,78	0,40	1,23	0,69	-2,85 ^a	40,19	0,007	-0,76	-0,13	0,79
Biodex Balance poziom stab. 4 ogólny NZ	2,04	0,71	2,15	0,59	-0,62	50	0,541	-0,48	0,25	0,17
Biodex Balance poziom stab. 4 ogólny Z	1,94	0,38	2,76	0,83	-4,58 ^a	35,21	<0,001	-1,19	-0,46	1,27
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności A/P NZ	1,68	0,64	1,60	0,54	0,47	50	0,643	-0,25	0,41	0,13
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności A/P Z	1,51	0,59	1,95	0,79	-2,26	50	0,028	-0,83	-0,05	0,63
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności M/L NZ	0,83	0,44	1,04	0,49	-1,66	50	0,103	-0,48	0,05	0,46
Biodex Balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności M/L Z	0,77	0,38	1,47	0,86	-3,76 ^a	34,31	<0,001	-1,07	-0,32	1,04

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

^a Test Levene'a okazał się istotny statystycznie - zaraportowano wynik z poprawką Welcha.

Wynik analizy pokazał, że grupy kontrolna i badana różniły się między sobą istotnie statystycznie w zakresie wszystkich wskaźników dotyczących kończyny zajętej, czyli niedominującej w grupie kontrolnej i operowanej w grupie badanej. W każdym z tych wskaźników grupa badana uzyskała wyniki wyższe, wskazujące na gorszą równowagę i stabilność. Interpretacja wskaźnika siły efektu pokazuje, że efekt ten był silny dla porównań kończyny zajętej w zakresie wskaźnika ogólnego przy platformie sztywnej, wskaźnika stabilności A/P przy platformie sztywnej, wskaźnika ogólnego przy stabilności na poziomie 4 oraz wskaźnika stabilności M/L przy stabilności na poziomie 4. Umiarkowaną siłę efektu zaobserwowano dla wskaźnika stabilności M/L przy platformie sztywnej oraz wskaźnika stabilności A/P przy stabilności na poziomie 4. Rycina 44 przedstawia średnie w obu grupach na wykresie słupkowym.



Rycina 44 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Biodex Balance – średnie wraz z słupkami błędów

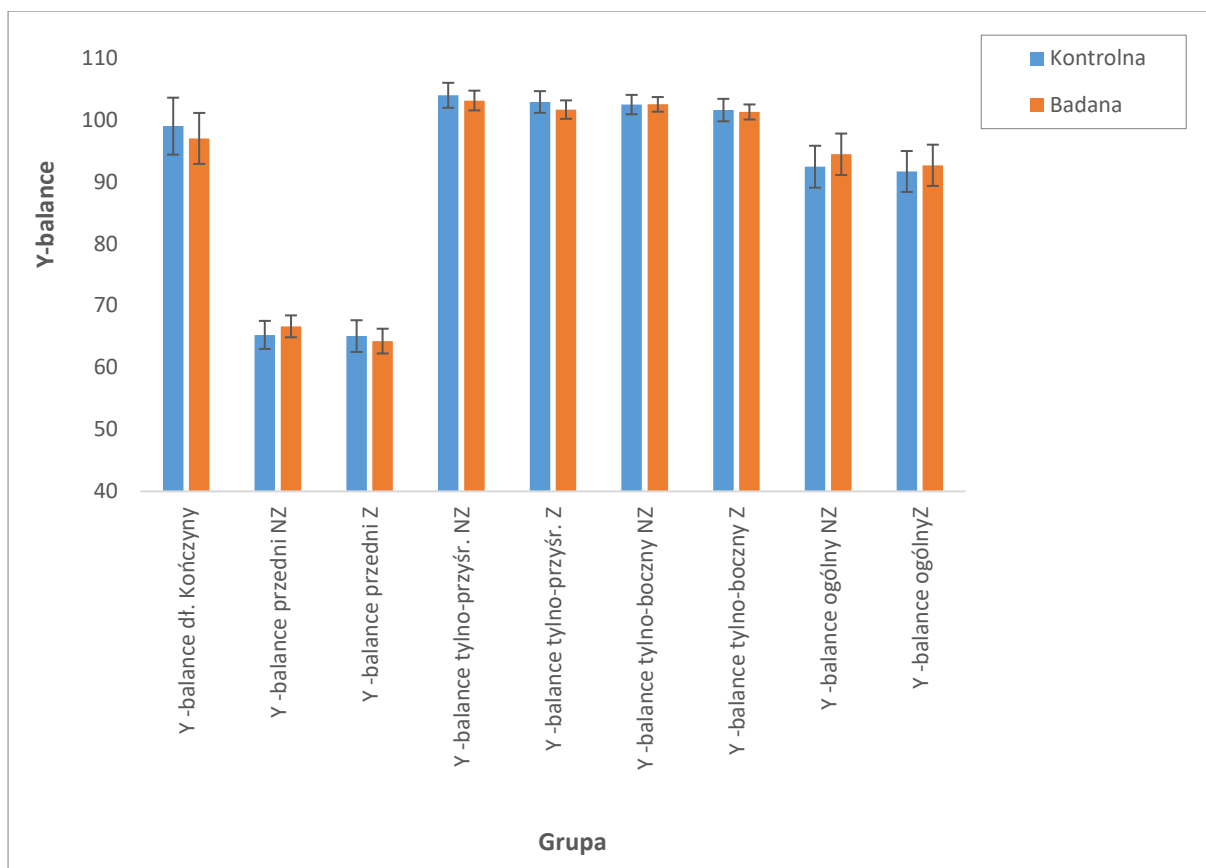
Następnie przeanalizowano pomiary dla obu grup w zakresie różnic w zasięgach funkcjonalnych w teście Y-balance. Wynik testu obejmował także długość kończyny. Grupy porównano za pomocą testu *t* Studenta dla prób niezależnych, którego wyniki znajdują się w tabeli 17.

Tabela 17 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Y-balance – test t Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
Y -balance dł. kończyny	98,98	11,97	97,00	10,71	0,63	50	0,532	-4,35	8,31	0,17
Y -balance przedni NZ	65,27	5,90	66,65	4,60	-0,94	50	0,349	-4,33	1,56	0,26
Y -balance przedni Z	65,08	6,66	64,27	5,20	0,49	50	0,628	-2,52	4,14	0,14
Y -balance tylny-przyśr. NZ	103,96	5,24	103,12	4,16	0,64	50	0,522	-1,79	3,48	0,18
Y -balance tylny-przyśr. Z	102,88	4,56	101,65	3,87	1,05	50	0,299	-1,13	3,59	0,29
Y -balance tylny-boczny NZ	102,46	4,08	102,50	3,08	-0,04	50	0,970	-2,05	1,97	0,01
Y -balance tylny-boczny Z	101,58	4,73	101,27	3,17	0,28	50	0,784	-1,93	2,55	0,08
Y -balance ogólny NZ	92,43	8,81	94,44	8,71	-0,83	50	0,412	-6,89	2,87	0,23
Y -balance ogólny Z	91,66	8,60	92,66	8,66	-0,42	50	0,678	-5,81	3,81	0,12

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

Wynik testu okazał się być nieistotny w przypadku wszystkich zmiennych. Oznacza to, że grupa badana i kontrolna nie różniły się między sobą w zakresie zasięgów funkcjonalnych kończyn ani długości kończyny, zarówno w zakresie kończyny zajętej i niezajętej. Wartości średnich w obu grupach przedstawiono na rycinie 45.



Rycina 45 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Y-balance – średnie wraz z słupkami błędów

W następnej kolejności porównano grupy w zakresie długości skoków, trójskoków i wyskoków obu kończyn. Wyniki testu t dla prób niezależnych przedstawiono w tabeli 18.

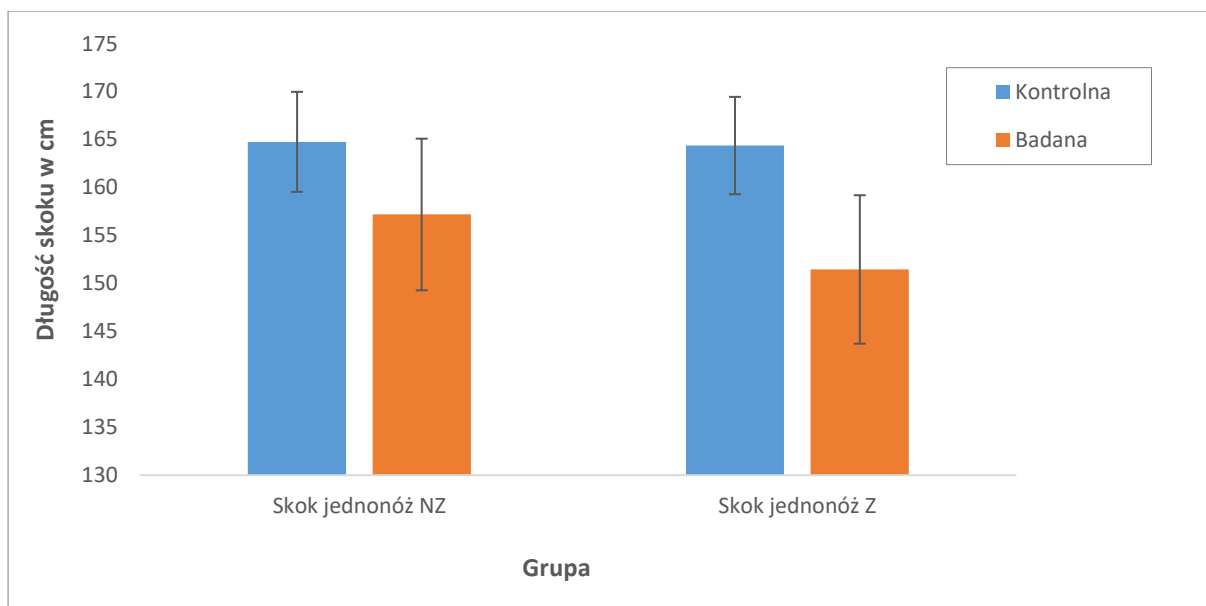
Tabela 18 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu skoków – test t Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
Skok jednonóż NZ	164,77	13,56	157,19	20,57	1,57 ^a	43,28	0,124	-2,17	17,32	0,43
Skok jednonóż Z	164,38	13,21	151,46	20,14	2,74 ^a	43,15	0,009	3,40	22,45	0,76
Trójskok wyskok jednonóż NZ	557,88	49,85	487,96	77,40	3,87 ^a	42,70	<0,001	33,50	106,34	1,07
Trójskok wyskok jednonóż Z	557,92	52,60	468,50	83,70	4,61 ^a	42,08	<0,001	50,30	128,54	1,28
Wyskok jednonóż NZ	20,07	3,20	20,96	3,96	-0,89	50	0,376	-2,90	1,11	0,25
Wyskok jednonóż Z	20,06	3,17	19,07	4,10	0,98 ^a	47,05	0,332	-1,05	3,04	0,27

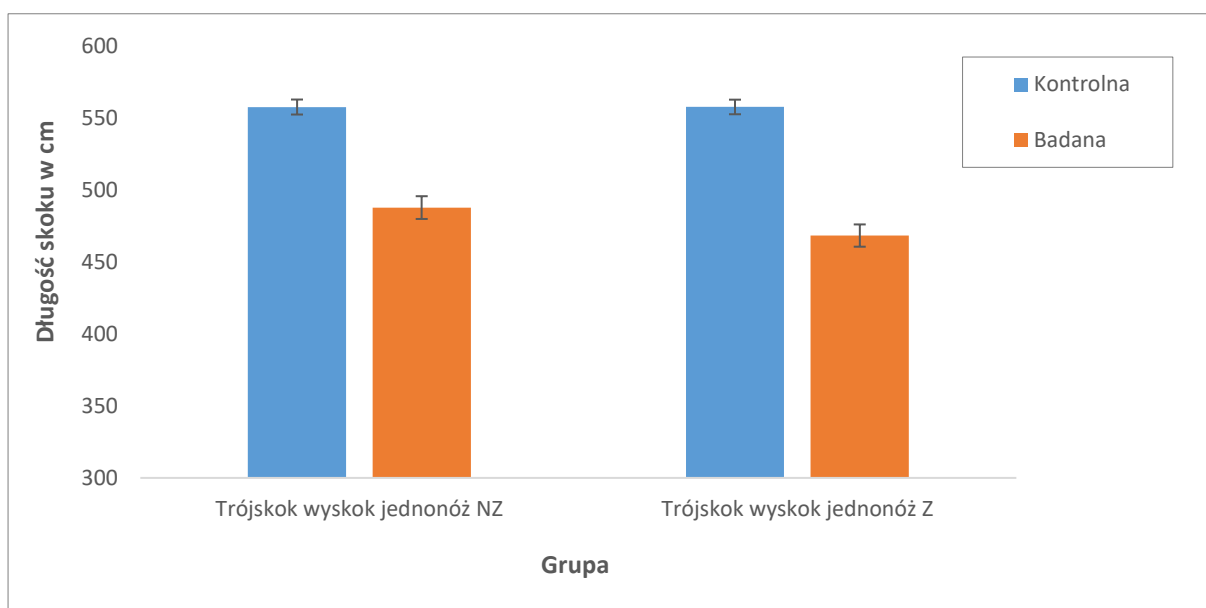
Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

^aTest Levene'a okazał się istotny statystycznie - zaraportowano wynik z poprawką Welcha.

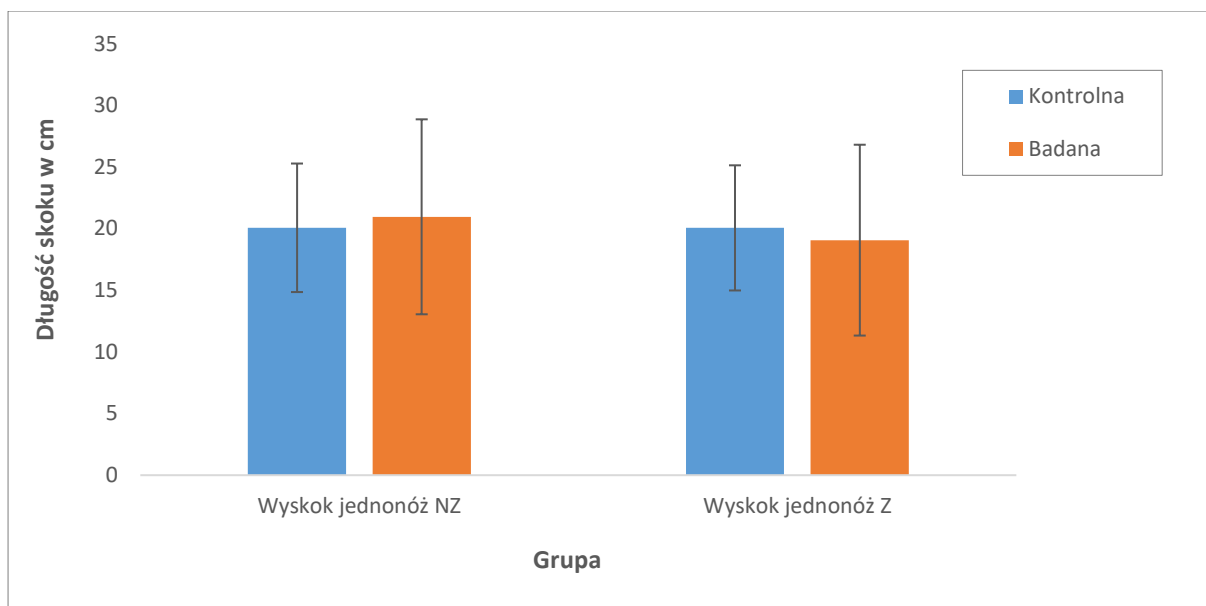
Wynik testu okazał się być istotny w zakresie skoku jednonóż kończyny niezajętej oraz trójskoku wyskoku jednonóż obu kończyn. Koszykarki z grupy kontrolnej uzyskały wyniki wyższe, a siły tych efektów były umiarkowane dla skoku jednonóż kończyny zajętej oraz duże dla trójskoków obu kończyn. Ryciny 46-48 przedstawiają średnie w obu grupach.



Rycina 46 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu skoku jednonóż – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 47 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu trójskoku wyskoku – średnie wraz z słupkami błędów



Rycina 48 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu wyskoku – średnie wraz z słupkami błędów

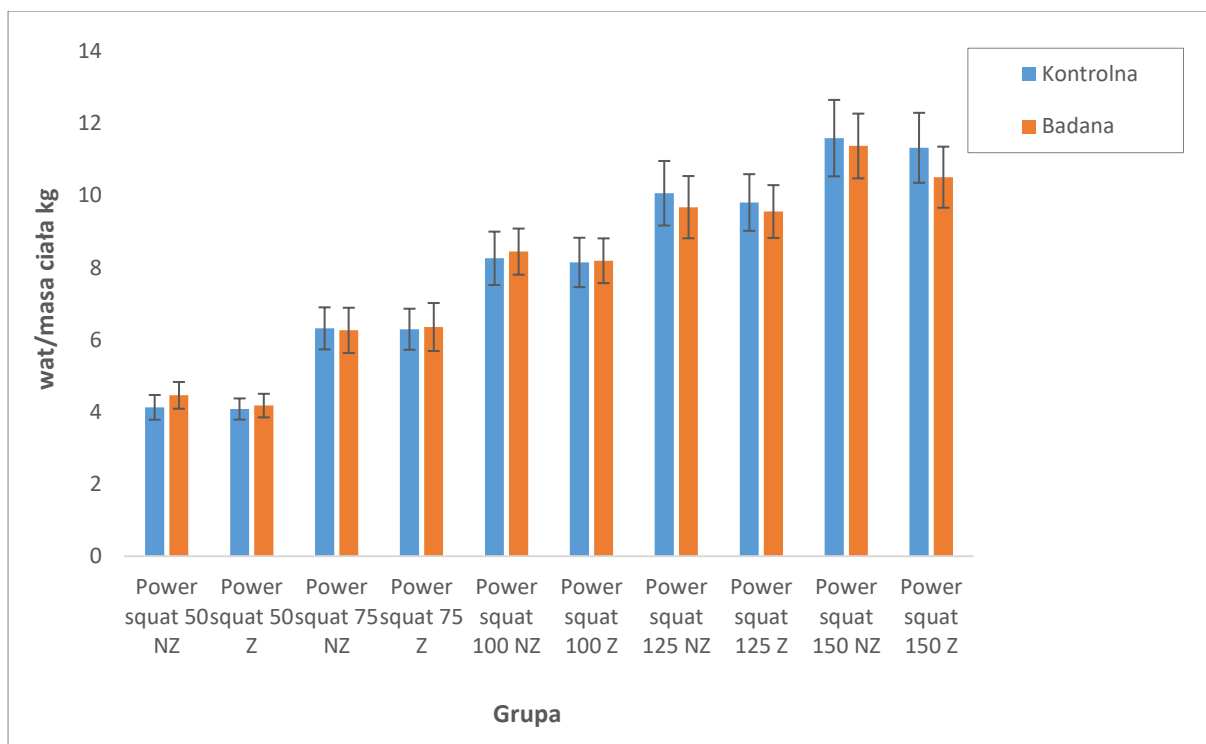
Następnie porównano koszykarki z grupy kontrolnej i badanej w zakresie wyników testu Power Squat, do czego wykorzystano test t Studenta dla prób niezależnych (tabela 19).

Tabela 19 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem Power Squat – test t Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
Power Squat 50 NZ	4,13	0,89	4,46	0,96	-1,30	50	0,201	-0,85	0,18	0,36
Power Squat 50 Z	4,08	0,76	4,18	0,85	-0,42	50	0,676	-0,54	0,36	0,12
Power Squat 75 NZ	6,32	1,52	6,26	1,63	0,13	50	0,899	-0,82	0,93	0,04
Power Squat 75 Z	6,30	1,48	6,36	1,73	-0,14	50	0,893	-0,96	0,84	0,04
Power Squat 100 NZ	8,26	1,93	8,45	1,66	-0,37	50	0,711	-1,19	0,82	0,10
Power Squat 100 Z	8,15	1,78	8,19	1,61	-0,10	50	0,921	-0,99	0,90	0,03
Power Squat 125 NZ	10,07	2,33	9,68	2,25	0,61	50	0,545	-0,89	1,66	0,17
Power Squat 125 Z	9,81	2,04	9,56	1,90	0,46	50	0,650	-0,85	1,35	0,13
Power Squat 150 NZ	11,59	2,76	11,38	2,34	0,31	50	0,760	-1,21	1,64	0,09
Power Squat 150 Z	11,33	2,52	10,51	2,20	1,24	50	0,221	-0,51	2,13	0,34

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

Wynik testu okazał się być nieistotny statystycznie. Grupa kontrolna i badana nie różniły się między sobą istotnie statystycznie pod względem wyników testu Power Squat, zarówno w pomiarach kończyny niezajętej i zajętej. Oznacza to, że koszykarki operowane i nieoperowane nie różniły się między sobą w zakresie mocy generowanej podczas przysiadów ze zmiennym obciążeniem. Wartości średnich w obu grupach przedstawiono na rycinie 49.



Rycina 49 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem Power Squat – średnie wraz z słupkami błędów

W kolejnej części analizy przetestowano różnice między grupami pod kątem wyników testu izokinetycznej siły mięśniowej. Rozpoczęto od przeanalizowania wyników testu w wariancie przy prędkości 240 stopni na sekundę, porównując obie grupy przy pomocy testu t dla prób niezależnych (tabela 20).

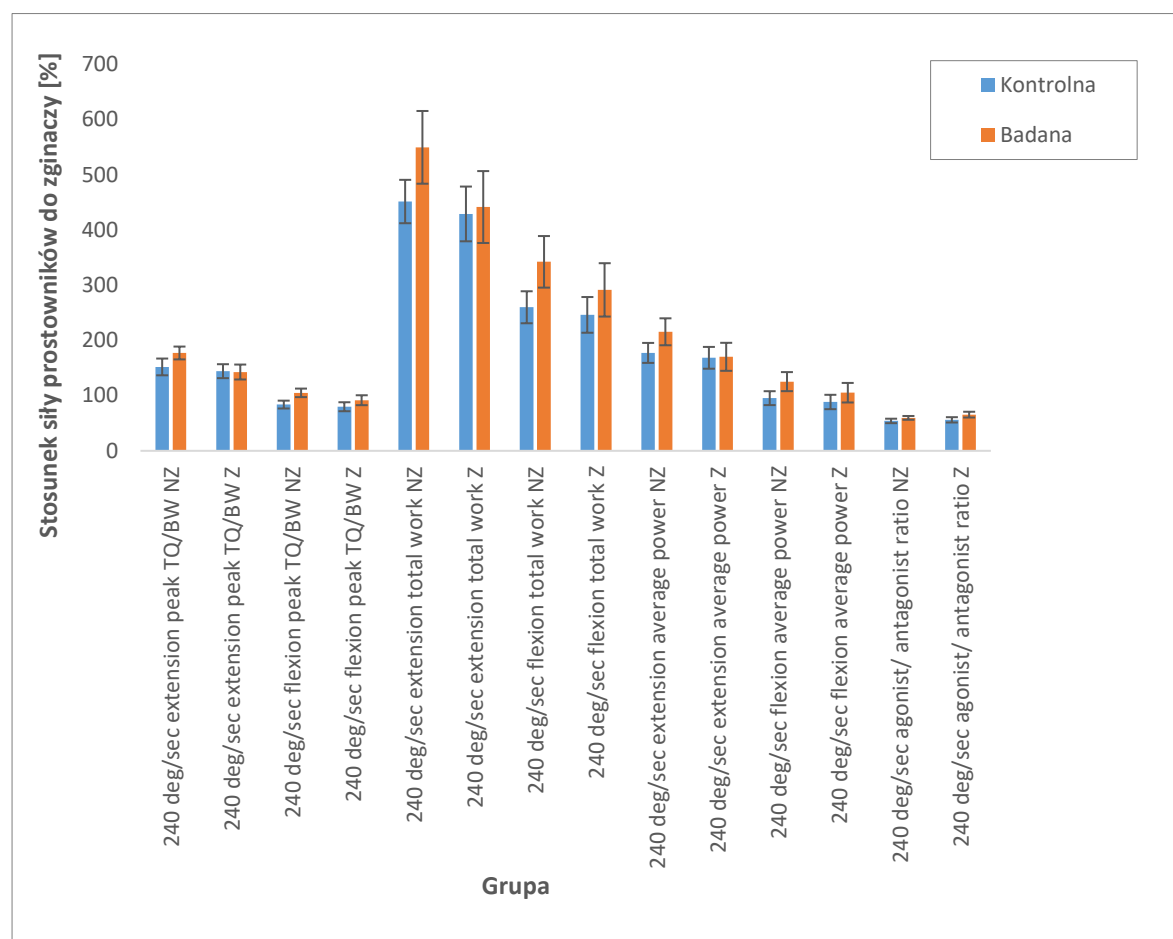
Tabela 20 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
240 deg/sec extension peak TQ/BW NZ	151,94	39,47	177,22	30,26	-2,59	50	0,012	-44,87	-5,69	0,72
240 deg/sec extension peak TQ/BW Z	144,23	32,87	142,75	35,19	0,16	50	0,875	-17,48	20,46	0,04
240 deg/sec flexion peak TQ/BW NZ	83,77	18,46	104,99	20,14	-3,96	50	<0,001	-31,98	-10,46	1,10
240 deg/sec flexion peak TQ/BW Z	79,85	21,18	91,66	23,42	-1,91	50	0,062	-24,25	0,63	0,53
240 deg/sec extension total work NZ	451,53	102,21	549,68	171,32	-2,51	50	0,015	-176,74	-19,57	0,70
240 deg/sec extension total work Z	429,08	128,98	441,56	169,41	-0,30	50	0,766	-96,35	71,39	0,08
240 deg/sec flexion total work NZ	260,03	75,37	342,32	121,51	-2,93	50	0,005	-138,61	-25,96	0,81
240 deg/sec flexion total work Z	246,22	84,11	291,52	125,72	-1,53	50	0,133	-104,89	14,28	0,42
240 deg/sec extension average power NZ	177,35	47,10	215,59	63,49	-2,47	50	0,017	-69,38	-7,10	0,68
240 deg/sec extension average power Z	168,47	51,40	170,28	66,03	-0,11	50	0,913	-34,77	31,15	0,03
240 deg/sec flexion average power NZ	95,40	32,71	125,36	44,88	-2,75	50	0,008	-51,84	-8,09	0,76
240 deg/sec flexion average power Z	88,47	33,88	105,25	46,08	-1,50	50	0,141	-39,31	5,75	0,42
240 deg/sec agonist/antagonist ratio NZ	54,15	10,48	59,68	8,95	-2,04	50	0,046	-10,96	-0,10	0,57
240 deg/sec agonist/antagonist ratio Z	56,12	12,49	65,56	13,58	-2,61	50	0,012	-16,70	-2,17	0,72

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

Jak pokazał wynik testu, w wariancie testu 240 stopni na sekundę koszykarki z grupy kontrolnej i badanej różniły się między sobą w zakresie szczytowej mocy zginaczy i prostowników kończyny niezajętej, całkowitej oraz średniej pracy kończyny niezajętej, a także wskaźników agonista/antagonista dla obu kończyn. W obrębie każdej z tych zmiennych koszykarki z grupy badanej otrzymały wyniki wyższe. Oznacza to, że koszykarki po operacji cechowały się większą siłą mięśni w kończynie nieoperowanej (niezajętej), niż koszykarki nieoperowane w kończynie prawej (dominującej). Ponadto, koszykarki po operacji cechowały się większym współczynnikiem agonista/antagonista w kończynie operowanej niż koszykarki nieoperowane w nodze lewej (niedominującej). Siła efektu tych różnic była duża w przypadku szczytowej siły oraz całkowitej siły zginaczy kończyny niezajętej, a umiarkowana dla

szczytowej siły i całkowitej siły prostowników kończyny niezajętej, średniej siły prostowników i zginaczy kończyny niezajętej oraz wskaźników agonista/antagonista dla obu kończyn. Wartości średnich przedstawiono także na rycinie 50.



Rycina 50 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów

Kolejna analiza dotyczyła porównania grupy kontrolnej i badanej pod kątem wyników testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę. W tym celu ponownie wykorzystano test *t* dla prób niezależnych (tabela 21).

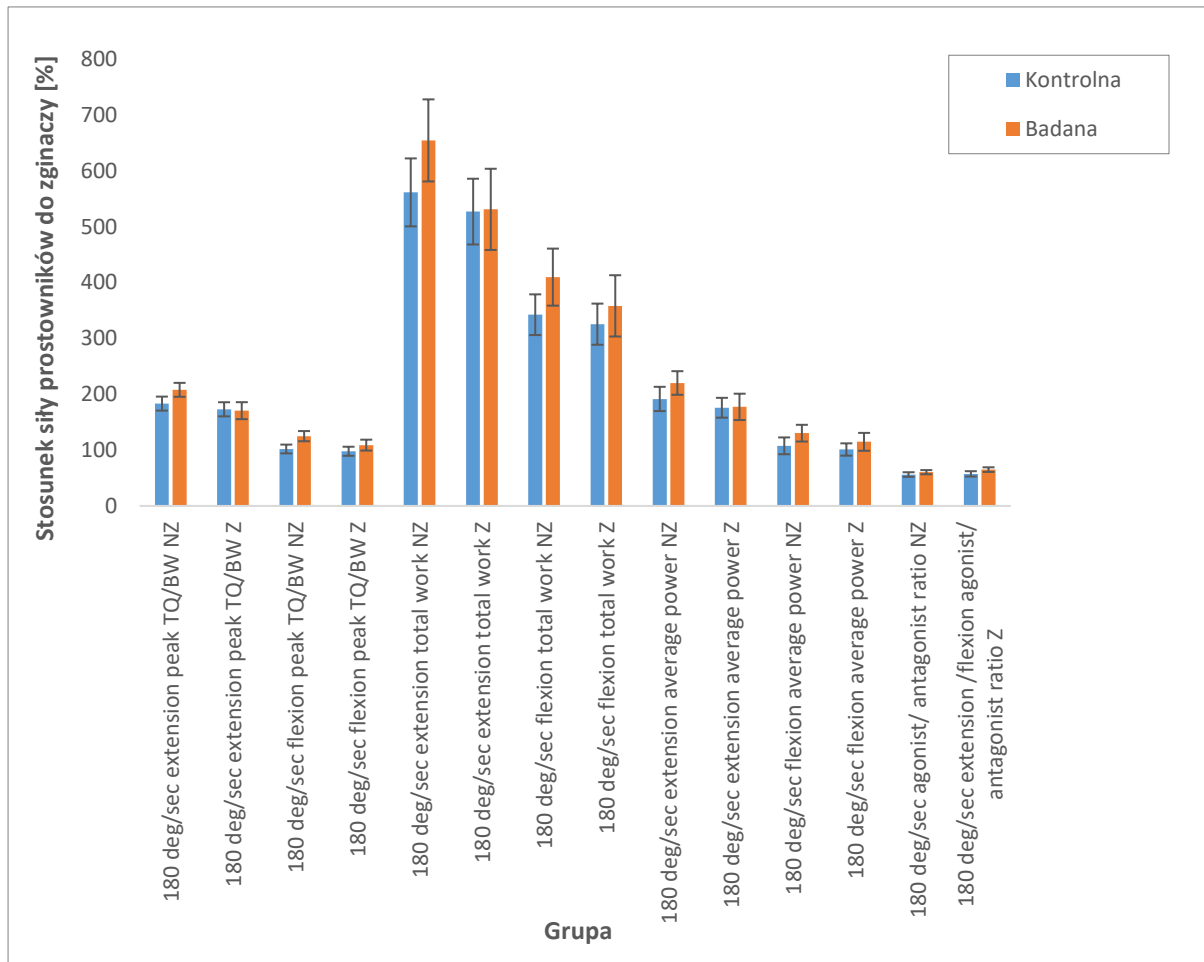
Tabela 21 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
180 deg/sec extension peak TQ/BW NZ	183,25	32,64	207,93	32,42	-2,74	50	0,009	-42,81	-6,57	0,76
180 deg/sec extension peak TQ/BW Z	173,03	32,91	170,62	39,53	0,24	50	0,812	-17,85	22,67	0,07
180 deg/sec flexion peak TQ/BW NZ	101,95	20,55	124,95	23,73	-3,74	50	<0,001	-35,37	-10,64	1,04
180 deg/sec flexion peak TQ/BW Z	97,87	21,22	108,91	25,42	-1,70	50	0,095	-24,08	2,01	0,47
180 deg/sec extension total work NZ	561,51	158,35	654,60	191,16	-1,91	50	0,062	-190,87	4,69	0,53
180 deg/sec extension total work Z	527,07	153,19	531,11	189,14	-0,08	50	0,933	-99,91	91,84	0,02
180 deg/sec flexion total work NZ	342,44	94,83	409,77	132,81	-2,10	50	0,040	-131,61	-3,04	0,58
180 deg/sec flexion total work Z	325,50	95,86	358,30	142,73	-0,97	50	0,335	-100,53	34,92	0,27
180 deg/sec extension average power NZ	191,57	56,55	220,18	55,03	-1,85	50	0,070	-59,70	2,47	0,51
180 deg/sec extension average power Z	175,81	46,21	177,40	61,42	-0,11	50	0,916	-31,87	28,68	0,03
180 deg/sec flexion average power NZ	107,60	39,21	130,30	39,00	-2,09	50	0,041	-44,48	-0,91	0,58
180 deg/sec flexion average power Z	101,07	28,62	114,76	41,70	-1,38	50	0,174	-33,61	6,23	0,38
180 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio NZ	56,20	10,76	60,45	9,69	-1,50	50	0,140	-9,96	1,45	0,42
180 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio Z	57,40	12,52	65,06	10,72	-2,37	50	0,022	-14,15	-1,16	0,66

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

Analiza pokazała, że grupy różniły się między sobą statystycznie istotnie w zakresie szczytowej siły prostowników i zginaczy kończyny niezajętej, całkowitej i średniej pracy zginaczy kończyny niezajętej oraz wskaźnika agonista/antagonista dla kończyny zajętej w warunku testu przy 180 stopniach na sekundę. Wartości średnich pokazują, że koszykarki z grupy badanej otrzymały wyższe wyniki w każdym z tych porównań. Wyniki te wskazują na to, że podobnie jak przy prędkości 240 stopni na sekundę, koszykarki operowane cechowały się większą siłą mięśni w kończynie nieoperowanej (niezajętej), niż koszykarki nieoperowane w kończynie prawej (dominującej). Ponadto, koszykarki po operacji cechowały się większym współczynnikiem agonista/antagonista w kończynie operowanej, niż koszykarki nieoperowane w nodze lewej (niedominującej). Efekt ten był silny w przypadku różnic szczytowej siły

zginaczy kończyny niezajętej oraz umiarkowany we wszystkich pozostałych istotnych porównaniach. Rycina 51 przedstawia średnie w obu grupach na wykresie słupkowym.



Rycina 51 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów

Następnie przeanalizowano wyniki w obu grupach w zakresie testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę. Wyniki testu *t* dla prób niezależnych przedstawione są w tabeli 22.

Tabela 22 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób niezależnych

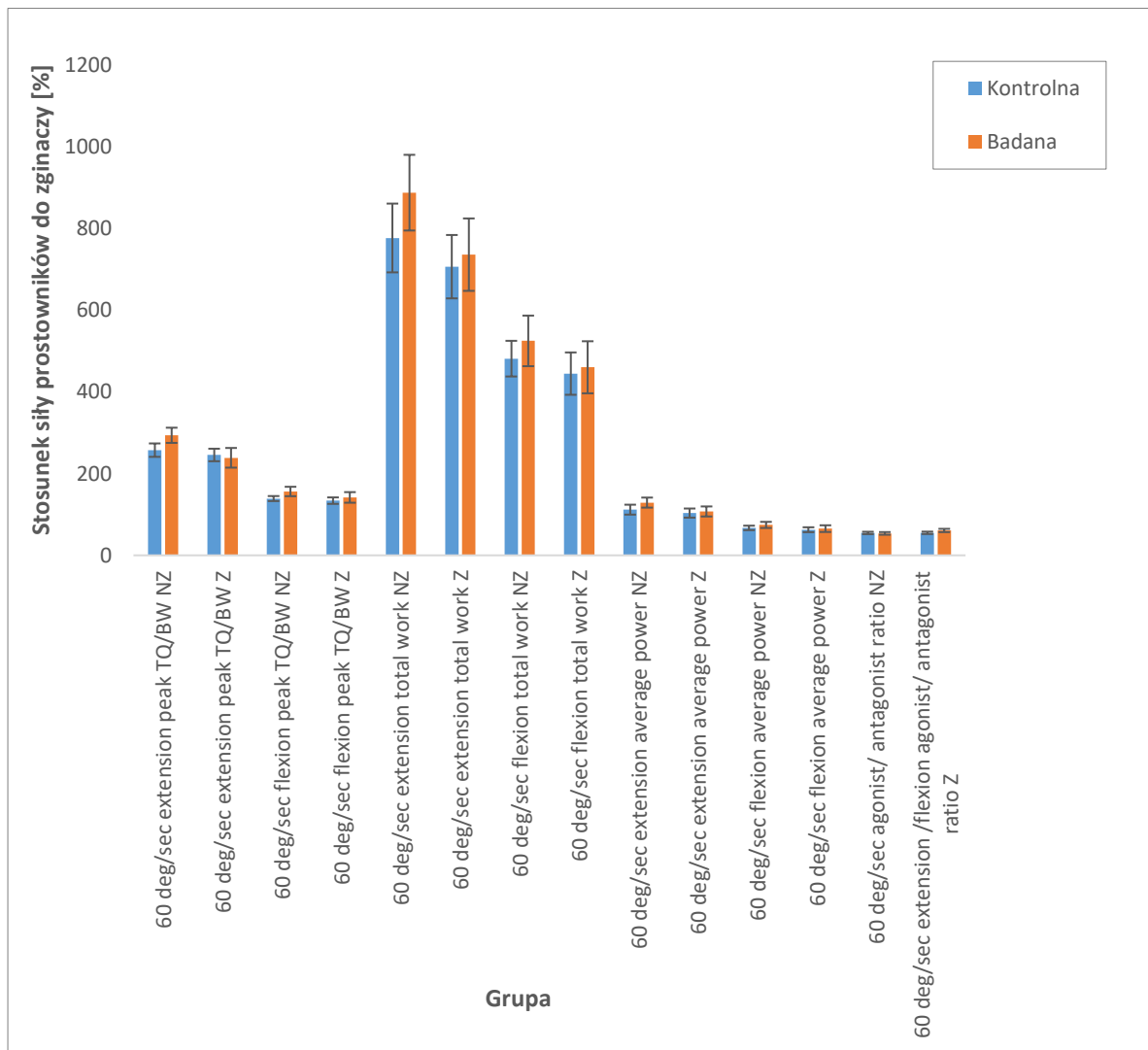
Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
60 deg/sec extension peak TQ/BW NZ	257,56	42,76	293,91	48,39	-2,87	50	0,006	-61,79	-10,92	0,80
60 deg/sec extension peak TQ/BW Z	245,73	39,91	238,78	62,77	0,48 ^a	42,37	0,636	-22,48	36,39	0,13
60 deg/sec flexion peak TQ/BW NZ	139,01	15,91	156,34	29,95	-2,61 ^a	38,08	0,013	-30,79	-3,86	0,72
60 deg/sec flexion peak TQ/BW Z	133,89	20,69	141,77	33,75	-1,01 ^a	41,47	0,316	-23,55	7,80	0,28
60 deg/sec extension total work NZ	777,14	219,05	888,08	241,13	-1,74	50	0,089	-239,27	17,38	0,48
60 deg/sec extension total work Z	706,82	201,87	736,31	230,78	-0,49	50	0,626	-150,26	91,29	0,14
60 deg/sec flexion total work NZ	481,58	113,64	525,14	161,25	-1,13	50	0,266	-121,27	34,14	0,31
60 deg/sec flexion total work Z	444,99	135,00	460,47	165,84	-0,37	50	0,714	-99,71	68,76	0,10
60 deg/sec extension average power NZ	111,82	31,63	129,10	31,99	-1,96	50	0,056	-35,00	0,43	0,54
60 deg/sec extension average power Z	103,45	28,95	107,41	31,94	-0,47	50	0,642	-20,93	13,03	0,13
60 deg/sec flexion average power NZ	67,13	14,27	74,45	19,50	-1,54	50	0,129	-16,83	2,21	0,43
60 deg/sec flexion average power Z	62,69	15,46	65,35	21,33	-0,52	50	0,609	-13,04	7,71	0,14
60 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio NZ	54,81	7,53	53,67	8,52	0,51	50	0,612	-3,34	5,62	0,14
60 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio Z	55,07	7,64	60,80	10,49	-2,25	50	0,029	-10,84	-0,62	0,62

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

^a Test Levene'a okazał się istotny statystycznie - zaraportowano wynik z poprawką Welcha.

Analiza pokazała, że w wariancie testu przy prędkości 60 stopni na sekundę grupy różniły się między sobą istotnie statystycznie tylko w zakresie szczytowej mocy prostowników i zginaczy kończyny niezajętej oraz wskaźnika agonista/antagonista kończyny zajętej. Podobnie jak w poprzednich przypadkach, badane z grupy badanej uzyskały wyższe wyniki w każdym z istotnych statystycznie porównań. Ponownie wskazuje to, że koszykarki operowane cechowały się większą siłą mięśni w kończynie nieoperowanej (niezajętej), niż koszykarki nieoperowane w kończynie prawej (dominującej), a także że koszykarki po operacji cechowały się większym współczynnikiem agonista/antagonista w kończynie operowanej, niż koszykarki nieoperowane w nodze lewej (niedominującej). Siła efektu tych różnic była duża w przypadku

szczytowej siły prostowników kończyny niezajętej oraz umiarkowana w zakresie szczytowej siły zginaczy kończyny niezajętej i współczynnika agonista/antagonista. Rycina 52 prezentuje średnie wartości w obu grupach.



Rycina 52 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę

W ostatnim kroku porównań między grupami przeanalizowano wyniki koszykarek z obu grup w zakresie testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę

z 20 powtórzeniami. Ponownie wykorzystano w tym celu test *t* Studenta dla prób niezależnych, którego wyniki znajdują się w tabeli 23.

Tabela 23 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – test *t* Studenta dla prób niezależnych

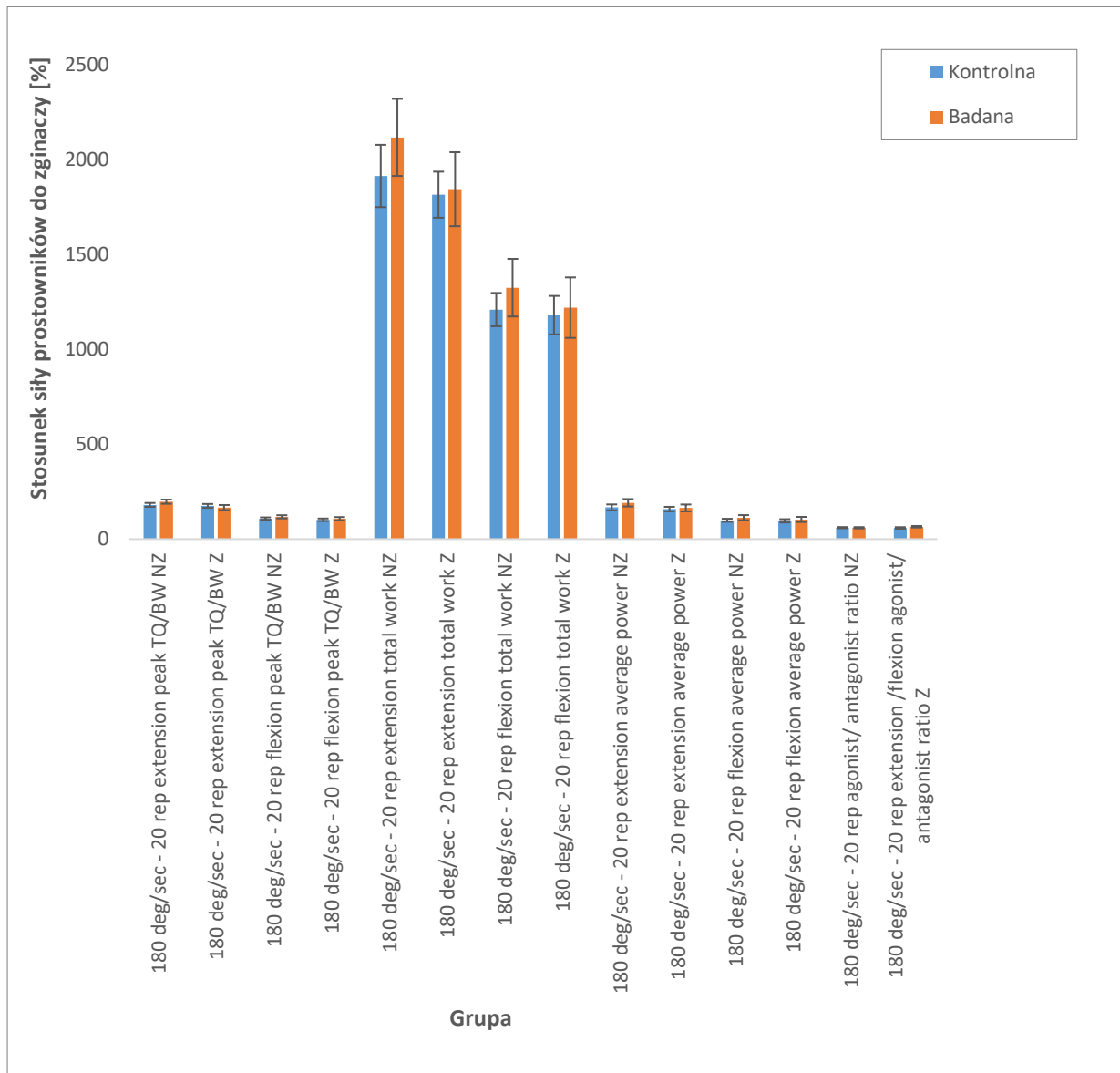
Zmienna zależna	Kontrolna (<i>n</i> = 26)		Badana (<i>n</i> = 26)		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
180 deg/sec - 20 rep extension peak TQ/BW NZ	180,59	26,68	197,59	28,47	-2,22	50	0,031	-32,37	-1,63	0,62
180 deg/sec - 20 rep extension peak TQ/BW Z	175,25	26,68	166,63	34,72	1,00	50	0,321	-8,63	25,86	0,28
180 deg/sec - 20 rep flexion peak TQ/BW NZ	108,25	16,67	117,59	22,08	-1,72	50	0,092	-20,23	1,56	0,48
180 deg/sec - 20 rep flexion peak TQ/BW Z	102,07	17,46	107,53	22,93	-0,97	50	0,339	-16,81	5,90	0,27
180 deg/sec - 20 rep extension total work NZ	1914,88	427,58	2118,46	529,18	-1,53	50	0,133	-471,57	64,41	0,42
180 deg/sec - 20 rep extension total work Z	1816,10	315,81	1845,21	507,49	-0,25	50	0,805	-264,56	206,35	0,07
180 deg/sec - 20 rep flexion total work NZ	1210,33	228,35	1325,78	395,32	-1,29 ^a	40,01	0,205	-296,40	65,50	0,36
180 deg/sec - 20 rep flexion total work Z	1180,90	264,15	1220,58	415,23	-0,41	50	0,683	-233,53	154,17	0,11
180 deg/sec - 20 rep extension average power NZ	167,43	40,61	191,71	51,12	-1,90	50	0,064	-49,99	1,44	0,53
180 deg/sec - 20 rep extension average power Z	158,60	30,82	164,54	47,35	-0,54	50	0,594	-28,19	16,32	0,15
180 deg/sec - 20 rep flexion average power NZ	99,39	21,13	113,15	34,94	-1,72 ^a	41,13	0,093	-29,93	2,40	0,48
180 deg/sec - 20 rep flexion average power Z	96,49	22,73	103,74	35,44	-0,88 ^a	42,59	0,385	-23,91	9,41	0,24
180 deg/sec - 20 rep extension/flexion agonist/antagonist ratio NZ	60,57	8,07	59,83	9,24	0,31	50	0,759	-4,09	5,58	0,09
180 deg/sec - 20 rep extension/flexion agonist/antagonist ratio Z	59,14	10,49	65,43	10,24	-2,19	50	0,033	-12,06	-0,52	0,61

Adnotacja. *n* - liczba obserwacji; *M* - średnia; *SD* - odchylenie standardowe; *t* - wartość statystyki testowej; *df* - stopnie swobody; *p* - istotność statystyczna; *CI* - przedział ufności dla różnicy między średnimi; *LL* i *UL* - dolna i górna granica przedziału ufności.

^a Test Levene'a okazał się istotny statystycznie - zaraportowano wynik z poprawką Welcha.

Analiza pokazała, że w wariancie testu przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami grupy różniły się między sobą istotnie w zakresie tylko dwóch zmiennych: szczytowej mocy prostowników kończyny niezajętej i wskaźnika agonista/antagonista kończyny zajętej. W obu przypadkach siła efektu była umiarkowana. Podobnie jak przy pozostałych wariantach testu izokinetycznej siły mięśniowej, koszykarki z grupy badanej

uzyskały wyższe wyniki od koszykarek z grupy kontrolnej, co wskazuje na większą siłę mięśniową u tych pierwszych. Średnie w obu grupach przedstawiono na rycinie 53.



Rycina 53 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie w obu grupach wraz z słupkami błędów

Porównanie kończyny dolnej zajętej w grupie badanej do niezajętej w grupie kontrolnej

Kolejne etap analiz obejmował porównanie wyników kończyny niezajętej (kończyny dolnej prawej, dominującej) w grupie kontrolnej do wyników kończyny zajętej (operowanej) w grupie badanej. Obie grupy porównano za pomocą testu *t* dla prób niezależnych, którego wyniki znajdują się w tabeli 24.

Tabela 24 Porównanie wyników kończyny niezajętej w grupie kontrolnej do wyników kończyny zajętej w grupie badanej – test *t* Studenta dla prób niezależnych

Zmienna zależna	Kontrolna (<i>n</i> = 26)		Badana (<i>n</i> = 26)		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	95% <i>CI</i>		<i>d</i> Cohena
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				<i>LL</i>	<i>UL</i>	
Biodex balance sztywna ogólny	1,57	0,48	2,19	0,54	-4,41	50	<0,001	-0,91	-0,34	1,22
Biodex balance sztywna wskaźnik stabilności A/P	1,10	0,49	1,58	0,50	-3,43	50	0,001	-0,75	-0,20	0,95
Biodex balance sztywna wskaźnik stabilności M/L	0,77	0,46	1,23	0,69	-2,85	50	0,006	-0,79	-0,14	0,79
Biodex balance poziom stab. 4 ogólny	2,04	0,71	2,76	0,83	-3,35	50	0,002	-1,15	-0,29	0,93
Biodex balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności A/P	1,68	0,64	1,95	0,79	-1,33	50	0,191	-0,67	0,14	0,37
Biodex balance poziom stab. 4 wskaźnik stabilności M/L	0,83	0,44	1,47	0,86	-3,37 ^a	37,28	0,002	-1,02	-0,25	0,93
Y-balance przedni z	65,27	5,90	64,27	5,20	0,65	50	0,519	-2,10	4,10	0,18
Y-balance tyłno-przyśr.	103,96	5,24	101,65	3,87	1,81	50	0,077	-0,26	4,87	0,50
Y-balance tyłno-boczny	102,46	4,08	101,27	3,17	1,18	50	0,245	-0,84	3,23	0,33
Y-balance ogólny	92,43	8,81	92,66	8,66	-0,10	50	0,924	-5,10	4,63	0,03
Skok jednonóż	164,77	13,56	151,46	20,14	2,79 ^a	43,81	0,008	3,71	22,91	0,78
Trójskok wyskok jednonóż	557,88	49,85	468,50	83,70	4,68 ^a	40,76	<0,001	50,79	127,98	1,30
Wyskok jednonóż	20,07	3,20	19,07	4,10	0,98	50	0,331	-1,05	3,05	0,27
Power squat 50	4,13	0,89	4,18	0,85	-0,20	50	0,841	-0,53	0,44	0,06
Power squat 75	6,32	1,52	6,36	1,73	-0,08	50	0,934	-0,94	0,87	0,02
Power squat 100	8,26	1,93	8,19	1,61	0,14	50	0,892	-0,92	1,06	0,04
Power squat 125	10,07	2,33	9,56	1,90	0,86	50	0,394	-0,68	1,69	0,24
Power squat 150	11,59	2,76	10,51	2,20	1,56	50	0,124	-0,31	2,47	0,43
240 deg/sec extension peak TQ/BW	151,94	39,47	142,75	35,19	0,89	50	0,379	-11,64	30,03	0,25
240 deg/sec flexion peak TQ/BW	83,77	18,46	91,66	23,42	-1,35	50	0,184	-19,63	3,86	0,37
240 deg/sec extension total work	451,53	102,21	441,56	169,41	0,26	50	0,798	-67,96	87,91	0,07
240 deg/sec flexion total work	260,03	75,37	291,52	125,72	-1,10	50	0,279	-89,23	26,26	0,30
240 deg/sec extension average power	177,35	47,10	170,28	66,03	0,44	50	0,658	-24,88	39,02	0,12
240 deg/sec flexion average power	95,40	32,71	105,25	46,08	-0,89	50	0,378	-32,12	12,40	0,25
240 deg/sec agonist/antagonist ratio	54,15	10,48	65,56	13,58	-3,39	50	0,001	-18,16	-4,65	0,94
180 deg/sec extension peak TQ/BW	183,25	32,64	170,62	39,53	1,26	50	0,215	-7,57	32,82	0,35

Zmienna zależna	Kontrolna (n = 26)		Badana (n = 26)		t	df	p	95% CI		d Cohena
	M	SD	M	SD				LL	UL	
180 deg/sec flexion peak TQ/BW	101,95	20,55	108,91	25,42	-1,09	50	0,283	-19,84	5,91	0,30
180 deg/sec extension total work	561,51	158,35	531,11	189,14	0,63	50	0,533	-66,77	127,57	0,17
180 deg/sec flexion total work	342,44	94,83	358,30	142,73	-0,47	50	0,639	-83,36	51,64	0,13
180 deg/sec extension average power	191,57	56,55	177,40	61,42	0,86	50	0,391	-18,72	47,05	0,24
180 deg/sec flexion average power	107,60	39,21	114,76	41,70	-0,64	50	0,527	-29,70	15,39	0,18
180 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio	56,20	10,76	65,06	10,72	-2,97	50	0,005	-14,85	-2,88	0,82
60 deg/sec extension peak TQ/BW	257,56	42,76	238,78	62,77	1,26 ^a	44,09	0,214	-11,24	48,80	0,35
60 deg/sec flexion peak TQ/BW	139,01	15,91	141,77	33,75	-0,38 ^a	35,59	0,709	-17,60	12,09	0,10
60 deg/sec extension total work	777,14	219,05	736,31	230,78	0,65	50	0,516	-84,51	166,16	0,18
60 deg/sec flexion total work	481,58	113,64	460,47	165,84	0,54	50	0,595	-58,08	100,31	0,15
60 deg/sec extension average power	111,82	31,63	107,41	31,94	0,50	50	0,619	-13,29	22,12	0,14
60 deg/sec flexion average power	67,13	14,27	65,35	21,33	0,35	50	0,725	-8,33	11,89	0,10
60 deg/sec extension/flexion agonist/antagonist ratio	54,81	7,53	60,80	10,49	-2,37	50	0,022	-11,08	-0,90	0,66
180 deg/sec - 20 rep extension peak TQ/BW	180,59	26,68	166,63	34,72	1,63	50	0,110	-3,29	31,20	0,45
180 deg/sec - 20 rep flexion peak TQ/BW	108,25	16,67	107,53	22,93	0,13	50	0,897	-10,44	11,89	0,04
180 deg/sec - 20 rep extension total work	1914,88	427,58	1845,21	507,49	0,54	50	0,595	-191,73	331,07	0,15
180 deg/sec - 20 rep flexion total work	1210,33	228,35	1220,58	415,23	-0,11 ^a	38,85	0,913	-198,25	177,75	0,03
180 deg/sec - 20 rep extension average power	167,43	40,61	164,54	47,35	0,24	50	0,814	-21,68	27,47	0,07
180 deg/sec - 20 rep flexion average power	99,39	21,13	103,74	35,44	-0,54 ^a	40,78	0,594	-20,69	11,99	0,15
180 deg/sec - 20 rep extension/flexion agonist/antagonist ratio	60,57	8,07	65,43	10,24	-1,90	50	0,063	-9,99	0,28	0,53

Adnotacja. n - liczba obserwacji; M - średnia; SD - odchylenie standardowe; t - wartość statystyki testowej; df - stopnie swobody; p - istotność statystyczna; CI - przedział ufności dla różnicy między średnimi; LL i UL - dolna i górna granica przedziału ufności.

^a Test Levene'a okazał się istotny statystycznie - zaraportowano wynik z poprawką Welcha.

Wynik testu pokazał, że grupy różniły się między sobą tylko w zakresie wyników testu Biodex Balance, skoków oraz pojedynczych wskaźników testu izokinetycznej siły mięśniowej. W zakresie testu na platformie Biodex Balance koszykarki z grupy badanej otrzymały wyniki wyższe, wskazujące na gorszą stabilność. Siła efektu była duża dla różnic w zakresie wyniku ogólnego przy platformie sztywnej, wskaźnika stabilności A/P przy platformie sztywnej, wyniku ogólnego przy platformie na poziomie stabilności 4 oraz wskaźnika stabilności M/L

przy platformie na poziomie stabilności 4. Siła efektu była umiarkowana dla różnic między grupami w zakresie wskaźnika M/L przy platformie sztywnej.

Kolejne różnice zaobserwowano w przypadku skoku jednonóż i trójskoku wysoku jednonóż. Koszykarki z grupy badanej uzyskały wyniki istotnie statystycznie niższe od koszykarek z grupy kontrolnej, wskazujące na ich mniejszy zakres skoku. Siła efektu była umiarkowana dla skoku jednonóż i duża dla trójskoku wysoku jednonóż.

Odnotowano także różnice w zakresie pojedynczych wskaźników testu izokinetycznej siły mięśniowej. Koszykarki z grupy badanej miały istotnie statystycznie wyższy wynik w zakresie wskaźnika agonista/antagonista w teście przy prędkościach 240, 180 oraz 60 stopni na sekundę. Siła tego efektu była duża przy prędkościach 240 i 180 stopni na sekundę oraz umiarkowana przy prędkości 60 stopni na sekundę.

Analiza korelacji skoków i Power Squat

Na ostatnim etapie analizy przeprowadzono analizę sprawdzającą, czy istniał związek pomiędzy długością skoku jednonóż, wysoku jednonóż, mocy generowanej w teście Power Squat z obciążeniem 150% MC oraz wskaźników agonista/antagonista przy różnych prędkościach kątowych. Przeprowadzono analizę korelacji r Pearsona uwzględniając pomiary dla kończyny zajętej i niezajętej, a wyniki przedstawiono w tabeli 25.

Tabela 25 Współczynniki korelacji Pearsona dla długości skoku i wyskoku oraz Power Squat 150

Zmienna	Skok jednonóż NZ	Skok jednonóż Z	Wyskok jednonóż NZ	Wyskok jednonóż Z	Power squat 150 NZ	Power squat 150 Z	240 deg/sec agonist/ antagonist ratio NZ	240 deg/sec agonist/ antagonist ratio Z	180 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio NZ	180 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio Z	60 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio NZ	60 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio Z	180 deg/sec - 20 rep extension /flexion agonist/ antagonist ratio NZ	180 deg/sec - 20 rep extension /flexion agonist/ antagonist ratio Z
Skok jednonóż NZ	-	0,93***	0,21	0,34*	0,31*	0,30*	0,03	0,07	0,10	0,08	0,07	0,07	0,15	0,04
Skok jednonóż Z	0,93***	-	0,22	0,39**	0,31*	0,34*	0,03	0,01	0,08	0,03	0,08	0,00	0,13	0,01
Wyskok jednonóż NZ	0,21	0,22	-	0,86***	0,76***	0,67***	-0,24	-0,24	-0,25	-0,33*	-0,23	-0,29*	-0,26	-0,37**
Wyskok jednonóż Z	0,34*	0,39**	0,86***	-	0,77***	0,72***	-0,19	-0,24	-0,20	-0,33*	-0,25	-0,33*	-0,10	-0,35*
Power squat 150 NZ	0,31*	0,31*	0,76***	0,77***	-	0,95***	-0,22	-0,16	-0,28*	-0,23	-0,22	-0,21	-0,25	-0,27
Power squat 150 Z	0,30*	0,34*	0,67***	0,72***	0,95***	-	-0,27	-0,23	-0,30*	-0,27*	-0,17	-0,27	-0,26	-0,31*
240 deg/sec agonist/ antagonist ratio NZ	0,03	0,03	-0,24	-0,19	-0,22	-0,27	-	0,59***	0,79***	0,63***	0,34*	0,34*	0,69***	0,63***
240 deg/sec agonist/ antagonist ratio Z	0,07	0,01	-0,24	-0,24	-0,16	-0,23	0,59***	-	0,49***	0,88***	0,21	0,73***	0,45***	0,81***
180 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio NZ	0,10	0,08	-0,25	-0,20	-0,28*	-0,30*	0,79***	0,49***	-	0,57***	0,33*	0,25	0,64***	0,56***
180 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio Z	0,08	0,03	-0,33*	-0,33*	-0,23	-0,27*	0,63***	0,88***	0,57***	-	0,35*	0,77***	0,51***	0,87***
60 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio NZ	0,07	0,08	-0,23	-0,25	-0,22	-0,17	0,34*	0,21	0,33*	0,35*	-	0,43**	0,61***	0,45***
60 deg/sec extension /flexion agonist/ antagonist ratio Z	0,07	0,00	-0,29*	-0,33*	-0,21	-0,27	0,34*	0,73***	0,25	0,77***	0,43**	-	0,37**	0,76***
180 deg/sec - 20 rep extension /flexion agonist/ antagonist ratio NZ	0,15	0,13	-0,26	-0,10	-0,25	-0,26	0,69***	0,45***	0,64***	0,51***	0,61***	0,37**	-	0,58***
180 deg/sec - 20 rep extension /flexion agonist/ antagonist ratio Z	0,04	0,01	-0,37**	-0,35*	-0,27	-0,31*	0,63***	0,81***	0,56***	0,87***	0,45***	0,76***	0,58***	-

*** - $p < 0,001$; ** - $p < 0,01$; * - $p < 0,05$

Wszystkie wartości pomiarów skoku, wyskoku i Power Squat 150% MC dla kończyny dolnej zajętej były istotnie statystycznie i silnie skorelowane z wynikami tych samych wskaźników dla kończyny dolnej niezajętej. Wyniki skoku jednonóż były istotnie statystycznie, pozytywnie i umiarkowanie skorelowane z wynikami wyskoku jednonóż dla obu kończyn oraz z wynikami Power Squat przy obciążeniu 150 dla obu kończyn. Ponadto, zaobserwowano istotne, pozytywne i silne korelacje pomiędzy wynikami wyskoku jednonóż dla obu kończyn oraz wynikami Power Squat 150 %MC dla obu kończyn. Oznacza to, że im wyższe były wyniki w skokach i wyskokach badanych koszykarek, tym lepsze miały one wyniki w teście Power Squat przy obciążeniu 150. Wyniki te dotyczyły obu badanych kończyn.

Wyniki wyskoku jednonóż były także ujemnie, negatywnie skorelowane ze współczynnikami agonista/antagonista kończyny zajętej przy prędkościach kątowych 180 stopni, 60 stopni i 180 stopni przy 20 powtórzeniach. Wynik Power Squat 150% MC był ujemnie i negatywnie skorelowany ze wskaźnikami agonista/antagonista testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni, zarówno dla kończyny niezajętej i zajętej, a także przy prędkości 180 stopni z 20 powtórzeniami dla kończyny zajętej.

Wyniki wskaźnika agonista/antagonista przy różnych prędkościach kątowych były ze sobą pozytywnie skorelowane, a siły tych związków były umiarkowane i silne.

5. Dyskusja

Decyzja o powrocie do uprawiania sportu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (ACL) stanowi złożony proces, który wymaga zintegrowanego podejścia i współpracy zespołu specjalistów. Kluczowym czynnikiem determinującym tę decyzję jest czas od przeprowadzenia operacji. Zgodnie z literaturą, minimalny czas fizjoterapii wynosi 6 miesięcy, jednak badania Grindema i wsp. (2016) sugerują, że wydłużenie okresu fizjoterapii o dodatkowe miesiące może znacząco zmniejszyć ryzyko ponownego urazu o 51%. Po upływie 9 miesięcy ryzyko to stabilizuje się, co czyni ten okres odpowiednim do przeprowadzenia testów funkcjonalnych. Dlatego też w badaniach własnych wybrano zawodniczki będące w okresie między 9 a 12 miesiącem po leczeniu operacyjnym.

Test FMS jest jednym z popularniejszych narzędzi używanych do diagnostyki zawodników w celu oceny ich potencjalnego ryzyka kontuzji. Rekomendowany wynik testu FMS dla sportowców wynosi powyżej 14 punktów. Hoover i wsp. 2020 w swojej pracy poświęconej koszykarzom uzyskali wynik testu FMS wynoszący średnio, dla koszykarek $14,4 \pm 3,60$, a dla koszykarzy $15,1 \pm 2,2$. Z ich badań wynika, że wyniki uzyskane w teście FMS nie miały wartości predykcyjnej w kontekście urazów układu mięśniowo-szkieletowego wśród zawodników (Hoover i wsp. 2020). Podobne wyniki testu FMS wśród koszykarzy i siatkarzy uzyskali Latifi i wsp. 2024. W ich pracy średni wynik testu FMS wynosił $15,76 \pm 2,37$. Ponadto nie zauważyli również korelacji między wynikami innych testów takich jak skok jednonóż w dal a ryzykiem urazu (Latifi i wsp. 2024).

Z kolei w badaniach przeprowadzonych przez Oleksy i wsp. (2021) odnotowano, że osoby po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego uzyskały średni ogólny wynik w teście FMS wynoszący 12 ± 4 punkty, co stanowi wartość znacząco niższą w porównaniu do grupy kontrolnej, której średni wynik wyniósł 15 ± 2 punkty. Wyniki uzyskane w badaniu przeprowadzonym przez Shojaedin i wsp. 2014 wskazały, że sportowcy z wynikami FMS poniżej 17 punktów przed sezonem byli 4,7 razy bardziej narażeni na doznanie urazów kończyn dolnych (Shojaedin i wsp. 2014). Badania Šiupšinskas i wsp. 2019 przeprowadzone na profesjonalnych koszykarkach na przestrzeni 4 lat, wykazały, iż koszykarki, które doznały urazu kończyny dolnej miały niższy wynik testu FMS wynoszący średnio 14,1, w porównaniu do koszykarek, które nie doznały urazu, a ich średni wynik wyniósł 15,4. W tym przypadku niższy poziom wyniku testu FMS korelował z urazowością (Šiupšinskas i wsp. 2019).

W badaniach własnych wynik testu FMS koszykarek z grupy badanej wyniósł średnio 17,4, a grupa kontrolna uzyskała średni wynik 16,7. Z uzyskanych danych wynika, iż koszykarki z

grupy badanej uzyskały wyższy wynik. Średnie wyniki zarówno grupy badanej jak i kontrolnej, były wyższe w porównaniu do wymienionych powyżej publikacji.

W ramach własnych badań podjęto próbę oceny kontroli nerwowo-mięśniowej za pomocą systemu Biodex Balance, który umożliwia analizę zdolności zawodniczek do utrzymania równowagi. Uzyskane wyniki wykazały, że w grupie kontrolnej wskaźnik ogólny, a także wskaźniki stabilności w płaszczyznach A/P (przód-tył) oraz M/L (bok-bok) były niższe w porównaniu do grupy badanej. Sugeruje to lepszą równowagę u zawodniczek, które nie przeszły rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego.

Porównując wyniki równowagi kończyny operowanej oraz nieoperowanej w grupie badanej, stwierdzono, że kończyna dolna operowana uzyskiwała wyższe, a więc gorsze wartości. Dane wyniki świadczą o tym, iż mimo przeprowadzonej fizjoterapii, kończyna po rekonstrukcji ACL pozostaje wciąż słabsza u koszykarek. Ponadto, odchylenia we wszystkich analizowanych wskaźnikach były większe, co potwierdza utrzymujące się deficyty funkcjonalne w zakresie stabilności nerwowo-mięśniowej. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy są zbliżone do tych uzyskanych przez autorów Wrzesień i wsp. (2019) oraz Oshima i wsp. (2018). Oshima i wsp. (2018) zauważyli korelację pomiędzy wyższymi wynikami w teście stabilności jednonóż a zwiększonym ryzykiem urazów ACL w trakcie trwania sezonu sportowego w różnych dyscyplinach sportowych wśród badanych kobiet. Podobne korelacje spostrzegli Diekfuss i wsp. 2019 w swojej pracy dotyczącej piłkarek nożnych.

Autorzy Attalin i wsp. (2024) w swoich badaniach dotyczących stabilności jednonóż profesjonalnych sportowców po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego uzyskali wyniki zbliżone do tych obserwowanych w grupie badanych koszykarek. W teście stabilności jednonóż, zawodnicy na kończynie operowanej osiągnęli wyższe wyniki, co wskazuje na gorszą kontrolę posturalną. Ponadto, przy zmianie podłoża na mniej stabilne, ci sami sportowcy uzyskali jeszcze gorsze rezultaty dla kończyny operowanej w porównaniu do nieoperowanej (Attalin i wsp. 2024).

Mimo przeprowadzonej fizjoterapii, znaczna część sportowców nadal wykazywała deficyty w zakresie stabilizacji kończyny operowanej. Badania przeprowadzone na koszykarkach po rekonstrukcji ACL podkreślają istotne różnice pomiędzy kończynami operowanymi a nieoperowanymi, co wskazuje na potrzebę dalszych badań w tej dziedzinie. Zrozumienie mechanizmów leżących u podstaw tych różnic może przyczynić się do poprawy procesu fizjoterapii oraz opracowania bardziej efektywnych strategii prewencyjnych, mających na celu redukcję ryzyka ponownych urazów.

Kolejnym testem przeprowadzanym wśród koszykarek był YBT-LQ. Test ten według autorów jest wiarygodnym narzędziem do oceny dynamicznej kontroli jednonóż (Plisky i wsp. 2021, Butler i wsp. 2013). W ostatnich latach wiele badań koncentrowało się na jego przydatności w przewidywaniu ryzyka kontuzji. Badania wykazały, że wyniki testu Y-Balance były silnie skorelowane z poziomem sprawności fizycznej i zdolnościami motorycznymi. Na przykład, Gonell i wsp. (2015) oraz Mohammadi i wsp. (2023) stwierdzili, że sportowcy, którzy osiągnęli lepsze wyniki w teście Y-Balance, mieli niższe ryzyko kontuzji kończyn dolnych (Gonell i wsp. 2015, Kim i wsp. 2022, Mohammadi i wsp. 2023).

Brumitt i wsp. (2019) opracowali normatywne dane w teście YBT-LQ dla zawodniczek siatkówki na poziomie uniwersyteckim. Dla kończyny dolnej prawej średnie zasięgi wynosiły: przedni – 66,1, tylnoprzysiodkowy – 106,0, tylnoboczny – 102,3 oraz całkowity – 99,6. Z kolei, dla kończyny dolnej lewej średnie zasięgi wynosiły: przedni – 66,1, tylnoprzysiodkowy – 107,3, tylnoboczny – 102,4 oraz całkowity – 100,1. Porównując wyniki siatkarek do badanych koszykarek, zarówno zawodniczki z grupy kontrolnej, jak i badanej uzyskały niższe wyniki we wszystkich wskaźnikach w porównaniu do siatkarek. Porównując następnie wyniki całkowitego wyniku YBT-LQ badanych koszykarek do wyników uzyskanych przez Šiupšinskas i wsp. (2019) wśród litewskich koszykarek, można stwierdzić, iż litewskie koszykarki miały wyższy wynik całkowity w YBT-LQ. Uzyskały one średni wynik dla kończyny prawej 103,1 oraz dla kończyny lewej 103,6 (Šiupšinskas i wsp., 2019). Zawodniczki w badaniach własnych z grupy badanej uzyskały wynik dla kończyny niezajętej 94,4% oraz dla zajętej 92,66%, z kolei w grupie kontrolnej dla kończyny dolnej prawej (niezajętej) uzyskano wynik 92,43% oraz dla kończyny dolnej lewej 91,66%. Analizując dalej całkowity wynik YBT-LQ, Oleksy i wsp. (2021) badając piłkarzy nożnych uzyskali średni wynik całkowity dla kończyny dolnej zajętej wynoszący 93,9%. Wynik ten jest niewiele wyższy od tego, który uzyskały badane koszykarki po rekonstrukcji ACL. Jednakże, porównanie tych grup między sobą jest nie do końca miarodajne ze względu na różnice płci (Oleksy i wsp. 2021).

Na podstawie wyników uzyskanych przez innych autorów, można stwierdzić, iż badane koszykarki, zarówno z grupy badanej, jak i kontrolnej, osiągnęły niższe wyniki w porównaniu do zawodników z badań: Brumitt i wsp. (2019), Šiupšinskas i wsp. (2019) oraz Oleksy i wsp. (2021). Skutkować to może zwiększonym ryzykiem urazów kończyn dolnych w obydwu grupach (Butler i wsp. 2013, Miler i wsp. 2017, Šiupšinskas i wsp. 2019).

Wyniki przeglądów systematycznych, takich jak badania przeprowadzone przez Grindem i wsp. (2016) wskazały, iż wyniki uzyskiwane w testach skoku jednonóż oraz trójskoiku jednonóż

w dal mogą stanowić istotne wskaźniki ryzyka ponownej kontuzji po rekonstrukcji ACL. Zastosowanie wskaźnika symetrii kończyn LSI (Limb Symmetry Index) – $[(\text{kończyna operowana}/\text{kończyna nieoperowana}) \times 100\%]$, jako kryterium, gdzie zawodnicy powinni osiągnąć co najmniej 90% długości skoku kończyny dolnej nieoperowanej, jest powszechnie akceptowane jako standard w praktyce klinicznej. Wszystkie koszykarki w badaniach własnych z grupy badanej uzyskały wskaźnik LSI $>90\%$ dla skoku jednonóż w dal. Z kolei w teście trójskoku jednonóż w dal 3 koszykarki uzyskały wynik wskaźnika LSI poniżej 90%, a pozostałe 23 osiągnęły wynik wskaźnika na poziomie powyżej 90%. Badacze Nagai i wsp. (2021) w swojej pracy poświęconej pacjentom po rekonstrukcji ACL, uzyskali wyniki zbliżone do tych osiągniętych przez analizowane koszykarki. Wskaźnik LSI wynosił powyżej 90%, zarówno w teście skoku jednonóż w dal, jak i w teście trójskoku jednonóż w dal. Średnie długości skoku jednonóż w dal dla kończyny operowanej i nieoperowanej były porównywalne z wynikami uzyskanymi przez koszykarki z grupy badanej.

Jednakże, wyniki pacjentów w badaniach Nagai i wsp. (2021) po rekonstrukcji ACL w teście trójskoku jednonóż w dal były niższe w porównaniu do średnich rezultatów osiągniętych przez koszykarki z grupy badanej. Warto zaznaczyć, że w badaniach własnych grupa kontrolna osiągnęła wyższe wyniki zarówno dla kończyny niezajętej-prawej, jak i zajętej-lewej w obydwu testach – skoku jednonóż w dal oraz trójskoku jednonóż w dal.

Osiągnięcie wskaźnika LSI powyżej 90% w różnych wariantach testów skoków jednonóż w dal może istotnie zmniejszyć ryzyko wystąpienia ponownej kontuzji. Zawodnicy, którzy nie spełniają tych kryteriów, są znacznie bardziej narażeni na doznanie urazu wtórnego (Grindem i wsp. 2016, Nagai i wsp. 2020; Stojanovic i wsp. 202, Wilk i wsp. 2017).

Test skoku jednonóż w dal jest powszechnie wykorzystywanym narzędziem do oceny funkcjonalnej wśród sportowców, ze względu na prostotę wykonania oraz niskie koszty implementacji. Jego znaczenie w diagnostyce jest nie do przecenienia. W badaniach przeprowadzonych przez Dominguez-Navarro i wsp. (2023) wśród 90 profesjonalnych koszykarek, średnie wyniki skoku jednonóż w dal wyniosły 170,12 cm dla kończyny prawej i 169,86 cm dla lewej.

Koszykarki uczestniczące w badaniach własnych uzyskały niższe wyniki w obydwu grupach. W przypadku kończyny niezajętej osiągnęły rezultat 157,19 cm, natomiast dla kończyny zajętej wynik wyniósł 151,46 cm. Ich wyniki były również gorsze w porównaniu do grupy kontrolnej, która dla kończyny dominującej uzyskała 164,77 cm, a dla niedominującej 164,38 cm. Różnice te mogą wynikać z faktu, że badane przez Dominguez-Navarro i wsp.

(2023) koszykarki były młodsze i ich masa ciała była niższa niż koszykarki w badaniach własnych.

Wyniki koszykarek z grupy badanej były równe lub wyższe w porównaniu do wyników uzyskanych przez pacjentów po rekonstrukcji ACL (Grindem i wsp. 2016; Nagai i wsp. 2021). Niemniej jednak, te same wyniki były niższe w porównaniu do badań dotyczących zdrowych koszykarek (Dominguez-Navarro i wsp. 2023).

Test CMSLJ jest stosunkowo rzadko wykorzystywanym testem w badaniach oceniających zawodników po rekonstrukcji ACL chcących powrócić do uprawiania sportu. Prace innych autorów skupiały się głównie na analizie CMJ obunóż. Jednakże, ze względu na specyfikę sportu jakim jest koszykówka i asymetrie w nim występujące podjęto próbę analizy wyskoków jednoonóż. Wśród badanych koszykarek wyniki wyskoku jednoonóż były niższe dla kończyny operowanej w porównaniu do nieoperowanej.

Test CMSLJ obejmuje również aspekty propriocepcji i stabilności dynamicznej. Badania Wellsandt i wsp. (2017) wskazały, że sportowcy wykazujący niższą zdolność skocznościową mogą również prezentować zmienioną mechanikę lądowania, co zwiększa prawdopodobieństwo kolejnych urazów ACL. To podkreśla złożony charakter testu wyskoku, wskazując na konieczność kompleksowego podejścia w fizjoterapii, które uwzględnia nie tylko siłę, ale również koordynację nerwowo-mięśniową.

Kolejnym przeprowadzonym testem był test przysiadu jednoonóż ze zmiennym obciążeniem. Test ten ocenia możliwości generowania mocy w przysiadzie jednoonóż – wzorcu ruchowym, który stale wykorzystywany jest przez zawodników koszykówki. Koszykarki w grupie badanej uzyskały różnice istotne statystycznie pomiędzy kończyną operowaną a nieoperowaną. Kończyna nieoperowana była w stanie wygenerować więcej mocy. Porównując jednak wyniki koszykarek z grupy badanej i kontrolnej, wyniki te nie różniły się istotnie statystycznie. W badaniach Nagai i wsp. (2020) testujący pacjentów po rekonstrukcji ACL wykorzystali suwnicę. Pacjenci uzyskali niższe wyniki dla kończyny operowanej w porównaniu z operowaną (Nagai i wsp. 2020). Wyniki te były zbliżone do tych uzyskanych przez koszykarki z grupy badanej.

Testy izokinetyczne siły mięśniowej prostowników i zginaczy stawu kolanowego odgrywają kluczową rolę w ocenie gotowości zawodnika do powrotu do uprawiania sportu po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego. Dodatkowo, w celu optymalizacji planu fizjoterapii, stanowić one powinny nieodłączny element monitorowania postępów terapii. Zgodnie z danymi dostępnymi w literaturze wykazano, że deficyty siły mięśniowej są powszechnie obserwowane u osób po rekonstrukcji ACL, co może prowadzić do zwiększonego

ryzyka ponownych urazów oraz odroczenia w czasie powrotu do uprawiania sportu przez zawodników (Nagai i wsp. 2020, Pelegrinelli i wsp. 2018).

Autorzy Pelegrinelli i wsp. (2018) oceniali zmienne izokinetyczne u pacjentów po rekonstrukcji ACL w porównaniu do grupy kontrolnej. Ich wyniki wskazały, iż wskaźnik szczytowego momentu obrotowego na masę ciała dla prostowników w grupie ACLR był niższy przy prędkościach kątowych wynoszących $60^{\circ}/s$ i $120^{\circ}/s$. Takie same wyniki dla wskaźnika PT/BW wśród pacjentów po rekonstrukcji ACL uzyskali Cvjetkovic i wsp (2015). Z kolei, wśród badanych koszykarek, grupa badana uzyskała wyższe wyniki wskaźnika PT/BW w porównaniu z grupą kontrolną. Jednak porównując w grupie badanej kończynę operowaną do nieoperowanej, kończyna nieoperowana miała niższą wartość wskaźnika PT/BW.

Badacze Sueyoshi i wsp. (2017) w badaniach na pacjentach po rekonstrukcji ACL uzyskali wyniki, które wskazywały na statystycznie istotną różnicę między kończynami podczas zginania dla wskaźnika PT/BW przy prędkości $180^{\circ}/s$, TW/BW przy $180^{\circ}/s$ oraz PT/BW przy prędkości $300^{\circ}/s$. Dodatkowo badani pacjenci mieli niższe wartości wszystkich wskaźników kończyny operowanej w porównaniu do nieoperowanej (Sueyoshi i wsp. 2017). Koszykarki z grupy badanej również uzyskały niższe wartości wskaźników PT/BW przy prędkości $180^{\circ}/s$ zarówno dla zginaczy, jak i prostowników stawu kolanowego kończyny operowanej, w porównaniu do nieoperowanej, a różnice były istotne statystycznie.

Kolejne badania przeprowadzone przez Genc i wsp. (2022) potwierdziły doniesienie innych autorów. Pacjenci z grupy po rekonstrukcji ACL uzyskali niższe wartości wskaźnik PT dla zginaczy stawu kolanowego przy prędkości kątowej $60^{\circ}/s$ oraz dla prostowników stawu kolanowego przy prędkościach $180^{\circ}/s$ oraz $240^{\circ}/s$.

Badania Chen i wsp. (2023) na zdrowych, profesjonalnych zawodnikach boks, wykazały brak różnic pomiędzy kończyną dominującą a niedominującą przy prędkościach kątowych wynoszących $60^{\circ}/s$ oraz $240^{\circ}/s$. Natomiast zauważyli oni wzrost wskaźnika H/Q wraz ze wzrostem prędkości kątowej od $60^{\circ}/s$ do $240^{\circ}/s$. Najwyższy wskaźnik PT dla prostowników stawu kolanowego zaobserwowali przy prędkości kątowej $240^{\circ}/s$ (Chen i wsp. 2023). Pomimo że, nie ma obecnie ustalonego prawidłowego zakresu dla wskaźnika H/Q u bokserów oraz koszykarek, to większa różnica w sile mięśni zginaczy i prostowników stawu kolanowego skutkuje wyższym ryzykiem doznania kontuzji. Zakłada się, że prawidłowy zakres wskaźnika H/Q powinien wynosić więcej niż 0,6. W przypadku gdy, wartość tego wskaźnika jest mniejsza niż 0,6, ryzyko doznania kontuzji stawu kolanowego zwiększa się aż 17-krotnie (Zvijac i wsp. 2014, Chen i wsp. 2023). Dotyczy to nie tylko sportowców, ale również osób nieuprawiających sportu, dlatego istotne jest zapewnienie równowagi pomiędzy siłą mięśni zginających oraz

prostujących staw kolanowy. Badane koszykarki w grupie badanej uzyskały wskaźnik H/Q wyższy niż 0,6 dla kończyny dolnej zajętej w przypadku wszystkich prędkości kątowych: 240°/s, 180°/s, 60°/s – przy 5 powtórzeniach oraz 180°/s przy 20 powtórzeniach. Dla kończyny dolnej niezajętej jedynie w przypadku prędkości kątowej wynoszącej 60°/s uzyskały one wyniki niższe niż 0,6. Z kolei, koszykarki z grupy kontrolnej uzyskały wynik wyższy niż 0,6 jedynie w przypadku prędkości kątowej wynoszącej 180°/s przy 20 powtórzeniach. Świadczyć to może o słabszej stabilizacji stawu kolanowego koszykarek oraz przewadze siły mięśni prostowników stawu kolanowego, co może wiązać się ze specyfiką sportu.

Koszykarki po rekonstrukcji ACL w badaniach własnych uzyskały gorsze wyniki w porównaniu do grupy kontrolnej dotyczące wyników: testu stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD zarówno na platformie sztywnej jak i o poziomie niestabilności 4, skoku jednonóż w dal oraz trójskoku jednonóż w dal. W grupie badanej koszykarki uzyskały również słabszy wynik dla kończyny operowanej porównując do nieoperowanej w testach: Y-balance Test – Lower Quarter, stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD, skoku w dal jednonóż, trójskoku w dal jednonóż, wyskoku w górę jednonóż z rękami na biodrach na macie SmartJump Vald Performance. W teście izokinetycznym siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego na Biodex Multi-Joint System Pro koszykarki dla kończyny operowanej uzyskały niższe wartości wskaźników: szczytowego momentu prostowników i zginaczy, pracy całkowitej prostowników oraz średniej mocy prostowników przy prędkościach 240, 180 i 60 °/s. Jedynie w przypadku testu izokinetycznej siły mięśniowej dla wskaźnika agonista/antagonista przy prędkościach 240, 180 i 60 °/s koszykarki z grupy badanej uzyskały wyższe wyniki dla kończyny zajętej w porównaniu z prawą kończyną dolną (dominującą) w grupie kontrolnej.

Kierunki dalszych badań

Dalsze badania na większej grupie populacji kobiet uprawiających koszykówkę oraz obserwacja ich podczas trwania sezonu pomoże w ustaleniu norm dla testów siłowych, testów funkcjonalnych i zakresów skoków w dal, wyskoku jednonóż w górę w celu zminimalizowania ryzyka doznania urazów kończyn dolnych. Profilaktyka urazów stawu kolanowego, a szczególnie urazu więzadła krzyżowego przedniego wśród kobiet jest bardzo istotnym i nie do końca zrozumianym przez badaczy aspektem. Dlatego też, kluczowe są dalsze badania w tematyce urazów ACL oraz powrotu do sportu wśród kobiet.

Wartość przeprowadzonych badań

Badania porównawcze pomiędzy zdrowymi koszykarkami a tymi, które doznały urazu więzadła krzyżowego przedniego (ACL) są kluczowe dla zrozumienia mechanizmów urazów oraz różnic w parametrach biomechanicznych, takich jak stabilność stawu kolanowego i siła mięśniowa. Analiza tych różnic umożliwia identyfikację czynników ryzyka, które mogą predysponować do urazów wśród koszykarek. Ponadto, badania te dostarczają istotnych informacji dotyczących efektywności fizjoterapii, co jest niezbędne dla opracowywania skutecznych programów prewencyjnych. Dzięki tym analizom możliwe jest lepsze zrozumienie wpływu urazów na funkcjonowanie sportowców, co ma kluczowe znaczenie dla przyszłych strategii treningowych i rehabilitacyjnych w tej dziedzinie sportu.

Ograniczenia przeprowadzonych badań

Podczas trwania badań, jednym z głównych ograniczeń i utrudnień było zgromadzenie koszykarek po rekonstrukcji ACL w okresie między 9, a 12 miesiącem z całej Polski do Warszawy. Dodatkowo, czas trwania badań jednej zawodniczki wynosił około 2,5 godziny, co mogło wpływać na osiągnięte wyniki, zwłaszcza w ostatnich testach. Ponadto, brak możliwości ingerencji w proces fizjoterapii zawodniczek ograniczał możliwość kontrolowania zmiennych wpływających na wyniki, a różnorodność zastosowanych technik operacyjnych mogła wprowadzić dodatkową zmienną wpływającą na wyniki badanych. Te ograniczenia powinny być brane pod uwagę w kontekście przyszłych badań w tej dziedzinie.

Znaczenie badań dla praktyki klinicznej

Przeprowadzone badania dotyczące koszykarek po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego (ACL) w porównaniu do ich zdrowych odpowiedniczek mają fundamentalne znaczenie praktyczne dla tej dziedziny fizjoterapii. Wyniki tych badań dostarczają cennych informacji na temat różnic biomechanicznych oraz funkcjonalnych, które mogą występować w wyniku urazu. Szczególnie istotna jest identyfikacja specyficznych czynników ryzyka, które mogą predysponować koszykarki do wystąpienia kolejnych kontuzji, co z kolei umożliwia opracowywanie bardziej spersonalizowanych programów rehabilitacyjnych.

Analiza różnic w sile mięśniowej, stabilności stawu kolanowego oraz wzorcach ruchowych pozwala fizjoterapeutom na precyzyjniejsze dostosowanie interwencji, wspierając tym samym efektywny i bezpieczny powrót sportowców do aktywności. Zrozumienie mechanizmów, za pomocą których urazy wpływają na biomechanikę ruchu, może przyczynić się do formułowania

programów prewencyjnych, które mają na celu minimalizację ryzyka wystąpienia podobnych kontuzji w przyszłości.

Wyniki przeprowadzonych badań mogą stanowić inspirację dla dalszych prac badawczych, prowadzących do innowacji w metodach fizjoterapii oraz strategiach prewencyjnych. Wnioski płynące z tego badania stanowią solidny fundament dla przyszłych działań w obszarze fizjoterapii, mając na celu nie tylko przywrócenie sportowców do pełnej sprawności, ale również zminimalizowanie ryzyka kolejnych urazów, co jest kluczowe dla długoterminowego sukcesu w sporcie.

6. Wnioski

1. Koszykarki z grupy badanej uzyskały niższe wyniki dla kończyny operowanej w porównaniu do kończyny nieoperowanej w testach: Y-balance Test – Lower Quarter, stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD, skoku w dal jednonóż, trójskoku w dal jednonóż, wyskoku w górę jednonóż z rękami na biodrach na macie SmartJump Vald Performance, oraz w teście izokinetycznym siły mięśniowej zginaczy i prostowników stawu kolanowego na Biodex Multi-Joint System Pro, co sugerować może deficyty w procesie fizjoterapii.
2. Koszykarki z grupy badanej uzyskały gorsze wyniki w porównaniu do grupy kontrolnej w testach: stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD zarówno na platformie sztywnej jak i o poziomie niestabilności 4, skoku jednonóż w dal oraz trójskoku jednonóż w dal. Podkreśla to istnienie ogólnych deficytów sprawnościowych, które mogą negatywnie wpływać na ich zdolność do efektywnego uczestnictwa w grze w zawodową koszykówkę. Wskazuje to na konieczność intensyfikacji profilaktyki urazów i fizjoterapii przed- i pooperacyjnej, aby skutecznie wspierać koszykarki w ich powrocie do pełnej sprawności w tym wymagającym sporcie.
3. Wszystkie wartości pomiarów skoku, wyskoku i Power Squat 150% MC dla kończyny dolnej zajętej były niższe i silnie skorelowane z wynikami tych samych wskaźników dla kończyny dolnej niezajętej. Wyniki testu Power Squat przy obciążeniu 150% MC okazały się być wskaźnikiem o wysokiej wartości prognostycznej dla wyników skoków i wyskoków. Im wyższe wyniki osiągane były w tym teście, tym lepsze rezultaty uzyskiwano w pozostałych pomiarach. To spostrzeżenie wskazuje, że test Power Squat może być wykorzystany jako narzędzie oceny potencjału sportowego koszykarek oraz jako element programowania treningów siłowych i rehabilitacyjnych.
4. Ujemna korelacja między wynikami wyskoku jednonóż a współczynnikami agonista/antagonista wskazuje, że większa dysproporcja siły między mięśniami agonistycznymi a antagonistycznymi prowadzi do gorszych wyników w wyskoku. W związku z tym, kluczowe jest skoncentrowanie się na równoważeniu siły mięśni w programach treningowych i fizjoterapii. Skuteczne zarządzanie równowagą siłową między tymi grupami mięśniowymi może przyczynić się do poprawy zdolności

eksplozywnych oraz redukcji ryzyka kontuzji, co jest istotne dla osiągnięcia lepszych wyników sportowych i ogólnej sprawności fizycznej.

5. W obliczu złożoności zagadnienia oraz różnorodności wyników uzyskanych w dotychczasowych badaniach, niezwykle istotne jest przeprowadzenie dalszych, szczegółowych analiz. Tego rodzaju badania są niezbędne do lepszego zrozumienia czynników determinujących skuteczność fizjoterapii po rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego oraz do opracowania bardziej efektywnych strategii prewencyjnych, które pomogą zredukować ryzyko kontuzji u kobiet uprawiających koszykówkę na poziomie zawodowym.

Piśmiennictwo:

1. Aksović, N., Bujan, S., Bjelica, B., Kocić, M., Lilić, L., Zelenović, M., Stanković, D., Milanović, F., Pajović, L., Čaprić, I., Milić, V., Dobrescu, T., & Sufaru, C. (2024). Sports Injuries in Basketball Players: A Systematic Review. *Life* (Basel, Switzerland), 14(7), 898. <https://doi.org/10.3390/life14070898>
2. Allahabadi, S., Su, F., & Lansdown, D. A. (2021). Systematic Review of Orthopaedic and Sports Medicine Injuries and Treatment Outcomes in Women's National Basketball Association and National Basketball Association Players. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(2), 2325967120982076. <https://doi.org/10.1177/2325967120982076>
3. Andreoli, C. V., Chiaramonti, B. C., Buriel, E., Pochini, A. C., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), e000468. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000468>
4. Antoranz, Y., Sáez de Villarreal, E., del Campo Vecino, J., & Jiménez-Saiz, S. L. (2024). Sure Steps: Key Strategies for Protecting Basketball Players from Injuries-A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(16), 4912. <https://doi.org/10.3390/jcm13164912>
5. Attalin, B., Sagnard, T., Laboute, E., Forestier, N., Rémy-Néris, O., & Picot, B. (2024). Proprioceptive Reweighting and Postural Control are Impaired Among Elite Athletes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *International journal of sports physical therapy*, 19(11), 1314–1323. <https://doi.org/10.26603/001c.124802>
6. Augustsson, J., Thomeé, R., Lindén, C., Folkesson, M., Tranberg, R., & Karlsson, J. (2006). Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(2), 111–120. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00446.x>
7. Bakhsh, H. R., Metikala, S., Billy, G. G., & Vairo, G. L. (2022). Association Between Self-Reported Kinesiophobia and Single-Leg Hop for Distance in Patients With ACL Reconstruction: A Systematic Review. *Sports health*, 14(5), 674–680. <https://doi.org/10.1177/19417381211049357>
8. Beard, D. J., Anderson, J. L., Davies, S., Price, A. J., & Dodd, C. A. (2001). Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised controlled trial. *The Knee*, 8(1), 45–50. [https://doi.org/10.1016/s0968-0160\(01\)00062-x](https://doi.org/10.1016/s0968-0160(01)00062-x)

9. Bochenek A., Reicher M. (2003). Anatomia ogólna kości, stawy i więzadła, mięśnie. Tom I. [w:] Łasiński W. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Wydanie XIII, Warszawa.
10. Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., Jr, & Garrett, W. E., Jr (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573–578.
<https://doi.org/10.3928/0147-7447-20000601-15>
11. Bogunovic, L., & Matava, M. J. (2013). Operative and nonoperative treatment options for ACL tears in the adult patient: a conceptual review. *The Physician and sportsmedicine*, 41(4), 33–40. <https://doi.org/10.3810/psm.2013.11.2034>
12. Brinlee, A. W., Dickenson, S. B., Hunter-Giordano, A., & Snyder-Mackler, L. (2022). ACL Reconstruction Rehabilitation: Clinical Data, Biologic Healing, and Criterion-Based Milestones to Inform a Return-to-Sport Guideline. *Sports health*, 14(5), 770–779.
<https://doi.org/10.1177/19417381211056873>
13. Brumitt, J., Patterson, C., Dudley, R., Sorenson, E., Hill, G., & Peterson, C. (2019). Comparison of lower quarter Y-balance test scores for female collegiate volleyball players based on competition level, position, and starter status. *International journal of sports physical therapy*, 14(3), 415–423. <https://doi.org/10.26603/ijspst20190415>
14. Buckthorpe, M., Gokeler, A., Herrington, L., Hughes, M., Grassi, A., Wadey, R., Patterson, S., Compagnin, A., La Rosa, G., & Della Villa, F. (2024). Optimising the Early-Stage Rehabilitation Process Post-ACL Reconstruction. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 54(1), 49–72. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01934-w>
15. Burks, R. T., Crim, J., Fink, B. P., Boylan, D. N., & Greis, P. E. (2005). The effects of semitendinosus and gracilis harvest in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 21(10), 1177–1185. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.07.005>
16. Butler, R. J., Lehr, M. E., Fink, M. L., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2013). Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports health*, 5(5), 417–422.
<https://doi.org/10.1177/1941738113498703>
17. Cervenka, J. J., Decker, M. N., Ruhde, L. A., Beaty, J. D., & Ricard, M. D. (2018). Strength and Stability Analysis of Rehabilitated Anterior Cruciate Ligament Individuals. *International journal of exercise science*, 11(1), 817–826.
<https://doi.org/10.70252/MUNO4563>

18. Chen C, Ali Z, Rehman Rashid MA, et al. Relationship between isokinetic strength of the knee joint and countermovement jump performance in elite boxers. *PeerJ*. 2023;11:e16521. Published 2023 Dec 6. doi:10.7717/peerj.16521
19. Chia, L., De Oliveira Silva, D., Whalan, M., McKay, M. J., Sullivan, J., Fuller, C. W., & Pappas, E. (2022). Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(10), 2447–2467. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01697-w>
20. Chimera, N. J., Smith, C. A., & Warren, M. (2015). Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *Journal of athletic training*, 50(5), 475–485. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.6.02>
21. Chmielewski T. L. (2011). Asymmetrical lower extremity loading after ACL reconstruction: more than meets the eye. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 41(6), 374–376. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.0104>
22. Cieśluk, K., Sadowska, D., & Krzepota, J. (2025). Assessing Changes in Reaction Time Following RAMP Warm-Up and Short-Term Repeated Volleyball Specific Exercise in Young Players. *Sensors*, 25(1), 125. <https://doi.org/10.3390/s25010125>
23. Clagg, S., Paterno, M. V., Hewett, T. E., & Schmitt, L. C. (2015). Performance on the modified star excursion balance test at the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 45(6), 444–452. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5040>
24. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, 1(2), 62–72.
25. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, 1(3), 132–139.
26. Cooper, R. i Hughes, M. (2021) *Melbourne ACL Rehabilitation Guide 2.0* (2021) Premax
27. Cvjetkovic, D. D., Bijeljic, S., Palija, S., Talic, G., Radulovic, T. N., Kosanovic, M. G., & Manojlovic, S. (2015). Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction. *Medical archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 69(1), 21–23. <https://doi.org/10.5455/medarh.2015.69.21-23>

28. Davies, G. J., McCarty, E., Provencher, M., & Manske, R. C. (2017). ACL Return to Sport Guidelines and Criteria. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 10(3), 307–314. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9420-9>
29. DeFazio, M. W., Curry, E. J., Gustin, M. J., Sing, D. C., Abdul-Rassoul, H., Ma, R., Fu, F., & Li, X. (2020). Return to Sport After ACL Reconstruction With a BTB Versus Hamstring Tendon Autograft: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 8(12), 2325967120964919. <https://doi.org/10.1177/2325967120964919>
30. Diekfuss, J. A., Grooms, D. R., Yuan, W., Dudley, J., Barber Foss, K. D., Thomas, S., Ellis, J. D., Schneider, D. K., Leach, J., Bonnette, S., & Myer, G. D. (2019). Does brain functional connectivity contribute to musculoskeletal injury? A preliminary prospective analysis of a neural biomarker of ACL injury risk. *Journal of science and medicine in sport*, 22(2), 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.004>
31. Di Stasi, S. L., & Snyder-Mackler, L. (2012). The effects of neuromuscular training on the gait patterns of ACL-deficient men and women. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 27(4), 360–365. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.10.008>
32. Diermeier, T. A., Rothrauff, B. B., Engebretsen, L., Lynch, A., Svantesson, E., Hamrin Senorski, E. A., Meredith, S. J., Rauer, T., Ayeni, O. R., Paterno, M., Xerogeanes, J. W., Fu, F. H., Karlsson, J., Musahl, V., & Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group (2021). Treatment after ACL injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. *British journal of sports medicine*, 55(1), 14–22. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102200>
33. Feller, J. A., Webster, K. E., & Gavin, B. (2001). Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 9(5), 260–266. <https://doi.org/10.1007/s001670100216>
34. Gans, I., Retzky, J. S., Jones, L. C., & Tanaka, M. J. (2018). Epidemiology of Recurrent Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Collegiate Athletic Association Sports: The Injury Surveillance Program, 2004-2014. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 6(6), 2325967118777823. <https://doi.org/10.1177/2325967118777823>
35. George, D., Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
36. Genç, A. S., & Güzel, N. (2022). Traditional and Additional Isokinetic Knee Strength Assessments of Athletes; Post-Operative Results of Hamstring Autograft ACL

Reconstruction. *Medicina* (Kaunas, Lithuania), 58(9), 1187.
<https://doi.org/10.3390/medicina58091187>

37. Glatke, K. E., Tummala, S. V., & Chhabra, A. (2022). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Recovery and Rehabilitation: A Systematic Review. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 104(8), 739–754.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.21.00688>
38. Golberg, E., Sommerfeldt, M., Pinkoski, A., Dennett, L., & Beaupre, L. (2024). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Return-to-Sport Decision-Making: A Scoping Review. *Sports health*, 16(1), 115–123. <https://doi.org/10.1177/19417381221147524>
39. Gonell, A. C., Romero, J. A., & Soler, L. M. (2015). Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International journal of sports physical therapy*, 10(7), 955–966..
40. Graziano, J., Chiaia, T., de Mille, P., Nawabi, D. H., Green, D. W., & Cordasco, F. A. (2017). Return to Sport for Skeletally Immature Athletes After ACL Reconstruction: Preventing a Second Injury Using a Quality of Movement Assessment and Quantitative Measures to Address Modifiable Risk Factors. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(4), 2325967117700599. <https://doi.org/10.1177/2325967117700599>
41. Greenberger, H. B., & Paterno, M. V. (1995). Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 22(5), 202–206.
<https://doi.org/10.2519/jospt.1995.22.5.202>
42. Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L., & Risberg, M. A. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(13), 804–808. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096031>
43. Heder Ternell, K., Tosarelli, F., Buckthorpe, M., Samuelsson, K., Hamrin Senorski, E., & Della Villa, F. (2025). A Systematic Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Professional Female Basketball Players. *The American journal of sports medicine*, 53(6), 1368–1380. <https://doi.org/10.1177/03635465251330007>
44. Herbst, E., Hoser, C., Hildebrandt, C. et al. (2015). Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: clinical application of a new test battery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **23**, 1283–1291
<https://doi.org/10.1007/s00167-015-3546-3>

45. Hoover, D. L., Killian, C. B., Tinius, R. A., Bellar, D. M., Wilkinson, S. G., Esslinger, F. T., & Judge, L. W. (2020). Predictive Validity of a Functional Movement Screen in Professional Basketball Players. *Medicina* (Kaunas, Lithuania), 56(12), 724. <https://doi.org/10.3390/medicina56120724>
46. Huang, W., Zhang, Y., Yao, Z., & Ma, L. (2016). Clinical examination of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review and meta-analysis. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 50(1), 22–31. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2016.14.0283>
47. Hulet, C., Sonnery-Cottet, B., Stevenson, C., Samuelsson, K., Laver, L., Zdanowicz, U., Stufkens, S., Curado, J., Verdonk, P., & Spalding, T. (2019). The use of allograft tendons in primary ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 27(6), 1754–1770. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05440-3>
48. Ishøi, L., Krommes, K., Husted, R. S., Juhl, C. B., & Thorborg, K. (2020). Diagnosis, prevention and treatment of common lower extremity muscle injuries in sport - grading the evidence: a statement paper commissioned by the Danish Society of Sports Physical Therapy (DSSF). *British journal of sports medicine*, 54(9), 528–537. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101228>
49. Ito, E., Iwamoto, J., Azuma, K., & Matsumoto, H. (2014). Sex-specific differences in injury types among basketball players. *Open access journal of sports medicine*, 6, 1–6. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S73625>
50. Janssen, K. W., Orchard, J. W., Driscoll, T. R., & van Mechelen, W. (2012). High incidence and costs for anterior cruciate ligament reconstructions performed in Australia from 2003-2004 to 2007-2008: time for an anterior cruciate ligament register by Scandinavian model?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(4), 495–501. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01253.x>
51. Kaeding, C. C., Léger-St-Jean, B., & Magnussen, R. A. (2017). Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinics in sports medicine*, 36(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.001>
52. Karbowski, M., Głowacka-Mrotek, I., Nowacka, K., & Hagner, W. (2017). Rehabilitation of Patients after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(8), 1540–1549. Retrieved from <https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/5101>
53. Kim, H. J., Lee, J. H., Ahn, S. E., Park, M. J., & Lee, D. H. (2016). Influence of Anterior Cruciate Ligament Tear on Thigh Muscle Strength and Hamstring-to-Quadriceps Ratio:

54. Kim, J. S., Hwang, U. J., Choi, M. Y., Kong, D. H., Chung, K. S., Ha, J. K., & Kwon, O. Y. (2022). Correlation Between Y-Balance Test and Balance, Functional Performance, and Outcome Measures in Patients Following ACL Reconstruction. *International journal of sports physical therapy*, 17(2), 193–200. <https://doi.org/10.26603/001c.31873>
55. Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., Hewett, T. E., & Bahr, R. (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *The American journal of sports medicine*, 35(3), 359–367. <https://doi.org/10.1177/0363546506293899>
56. Kyritsis, P., Bahr, R., Landreau, P., Miladi, R., & Witvrouw, E. (2016). Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British journal of sports medicine*, 50(15), 946–951. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095908>
57. Latifi, S., Kafshgar, Z., Yousefi A. Evaluation of hop tests based on Y-Balance test and FMS test outcomes in volleyball and basketball players to identify those prone to injury: a potential predictor of injury. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2024;16(1):187. Published 2024 Sep 7. doi:10.1186/s13102-024-00976-5
58. Leppänen, M., Pasanen, K., Kujala, U. M., Vasankari, T., Kannus, P., Äyrämö, S., Krosshaug, T., Bahr, R., Avela, J., Perttunen, J., & Parkkari, J. (2017). Stiff Landings Are Associated With Increased ACL Injury Risk in Young Female Basketball and Floorball Players. *The American journal of sports medicine*, 45(2), 386–393. <https://doi.org/10.1177/0363546516665810>
59. Lyman, S., Koulouvaris, P., Sherman, S., Do, H., Mandl, L. A., & Marx, R. G. (2009). Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: trends, readmissions, and subsequent knee surgery. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 91(10), 2321–2328. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00539>
60. Mascarenhas, R., Tranovich, M. J., Kropf, E. J., Fu, F. H., & Harner, C. D. (2012). Bone-patellar tendon-bone autograft versus hamstring autograft anterior cruciate ligament reconstruction in the young athlete: a retrospective matched analysis with 2-10 year follow-up. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 20(8), 1520–1527. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1735-2>

61. Mattacola, C. G., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., Gieck, J. H., Saliba, E. N., & McCue, F. C., 3rd (2002). Strength, Functional Outcome, and Postural Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of athletic training*, 37(3), 262–268.
62. Matthew, D., Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 27(8), 813–821. <https://doi.org/10.1080/02640410902926420>
63. Mayer, M. A., Deliso, M., Hong, I. S., Saltzman, B. M., Longobardi, R. S., DeLuca, P. F., & Rizio, L. (2025). Rehabilitation and Return to Play Protocols After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Soccer Players: A Systematic Review.
64. Meredith, S. J., Rauer, T., Chmielewski, T. L., Fink, C., Diermeier, T., Rothrauff, B. B., Svantesson, E., Hamrin Senorski, E., Hewett, T. E., Sherman, S. L., Lesniak, B. P., & Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group (2020). Return to sport after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 28(8), 2403–2414. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06009-1>
65. Miller, M. M., Trapp, J. L., Post, E. G., Trigsted, S. M., McGuine, T. A., Brooks, M. A., & Bell, D. R. (2017). The Effects of Specialization and Sex on Anterior Y-Balance Performance in High School Athletes. *Sports health*, 9(4), 375–382. <https://doi.org/10.1177/1941738117703400>
66. Mohammadi, H., Ghaffari, R., Kazemi, A., Bennett, H., & Hosseinzadeh, M. (2023). Evaluation of the Value of the Y-Balance Test to Predict Lower Limb Injuries in Professional Male Footballers. *Journal of sport rehabilitation*, 33(1), 33–39. <https://doi.org/10.1123/jsr.2023-0139>
67. Mouarbes, D., Menetrey, J., Marot, V., Courtot, L., Berard, E., & Cavaignac, E. (2019). Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes for Quadriceps Tendon Autograft Versus Bone-Patellar Tendon-Bone and Hamstring-Tendon Autografts. *The American journal of sports medicine*, 47(14), 3531–3540. <https://doi.org/10.1177/0363546518825340>
68. Myers, B. A., Jenkins, W. L., Killian, C., & Rundquist, P. (2014). Normative data for hop tests in high school and collegiate basketball and soccer players. *International journal of sports physical therapy*, 9(5), 596–603.
69. Nagai, T., Schilaty, N. D., Laskowski, E. R., & Hewett, T. E. (2020). Hop tests can result in higher limb symmetry index values than isokinetic strength and leg press tests in patients following ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology,*

- arthroscopy: official journal of the ESSKA, 28(3), 816–822.
<https://doi.org/10.1007/s00167-019-05513-3>
70. Napolitano, J., Duerson, D., & MacDonald, J. (2024). Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. *JAMA*, 332(8), 662–663.
<https://doi.org/10.1001/jama.2024.13405>
 71. Neeter, C., Gustavsson, A., Thomeé, P., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). Development of a strength test battery for evaluating leg muscle power after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 14(6), 571–580.
<https://doi.org/10.1007/s00167-006-0040-y>
 72. Oleksy, Ł., Mika, A., Sulowska-Daszyk, I., Szymczyk, D., Kuchciak, M., Stolarczyk, A., Rojek, R., & Kielnar, R. (2021). Standard RTS criteria effectiveness verification using FMS, Y-balance and TJA in footballers following ACL reconstruction and mild lower limb injuries. *Scientific reports*, 11(1), 1558. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81152-4>
 73. Oshima, T., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Numata, H., Takata, Y., & Tsuchiya, H. (2018). Poor static balance is a risk factor for non-contact anterior cruciate ligament injury. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 138(12), 1713–1718.
<https://doi.org/10.1007/s00402-018-2984-z>
 74. Pääsuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(3), 354–361.
 75. Paterno, M. V., Rauh, M. J., Schmitt, L. C., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2014). Incidence of Second ACL Injuries 2 Years After Primary ACL Reconstruction and Return to Sport. *The American journal of sports medicine*, 42(7), 1567–1573.
<https://doi.org/10.1177/0363546514530088>
 76. Pelegrinelli, A. R. M., Guenka, L. C., Dias, J. M., Dela Bela, L. F., Silva, M. F., Moura, F. A., Brown, L. E., & Cardoso, J. R. (2018). Isokinetic muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction: A case-control study. *International journal of sports physical therapy*, 13(5), 882–889.
 77. Petersen, W., & Zantop, T. (2013). Return to play following ACL reconstruction: survey among experienced arthroscopic surgeons (AGA instructors). *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 133(7), 969–977. <https://doi.org/10.1007/s00402-013-1746-1>

78. Petrella, J. K., Kim, J. S., Tuggle, S. C., Hall, S. R., & Bamman, M. M. (2005). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 98(1), 211–220. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00294.2004>
79. Petschnig, R., Baron, R., & Albrecht, M. (1998). The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 28(1), 23–31. <https://doi.org/10.2519/jospt.1998.28.1.23>
80. Picot, B., Rémy-Neris, O., & Forestier, N. (2022). Proprioceptive postural control strategies differ among non-injured athletes. *Neuroscience letters*, 769, 136366. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2021.136366>
81. Piech, P., Polak, P., Kozioł, M. i wsp. (2017). Comparision of treatment outcomes in isolated injuries of anterior cruciate ligament (ACL) and injuries of ACL connected with damages of menisci, conducted with use of KOOS scale. *J Educ Health Sport*, 7(4), 29–37.
82. Piussi, R., Beischer, S., Thomeé, R., & Hamrin Senorski, E. (2020). Hop tests and psychological PROs provide a demanding and clinician-friendly RTS assessment of patients after ACL reconstruction, a registry study. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 12, 32. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00182-z>
83. Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International journal of sports physical therapy*, 16(5), 1190–1209. <https://doi.org/10.26603/001c.27634>
84. Prodromos, C. C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B., & Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 23(12), 1320–1325.e6. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2007.07.003>
85. Raschner, C., Platzer, H. P., Patterson, C., Werner, I., Huber, R., & Hildebrandt, C. (2012). The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: a 10-year longitudinal study. *British journal of sports medicine*, 46(15), 1065–1071. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091050>

86. Riemann, B. L., Watson, M. D., & Davies, G. J. (2021). Reliability and validity of a novel Isokinetic Knee Dynamometer System. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 23(4), 107–116.
87. Riesterer, J., Mauch, M., Paul, J., Gehring, D., Ritzmann, R., & Wenning, M. (2020). Relationship between pre- and post-operative isokinetic strength after ACL reconstruction using hamstring autograft. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 12(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00215-7>
88. Schweizer, N., Strutzenberger, G., Franchi, M. V., Farshad, M., Scherr, J., & Spörri, J. (2022). Screening Tests for Assessing Athletes at Risk of ACL Injury or Reinjury-A Scoping Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2864. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052864>
89. Sepúlveda, F., Sánchez, L., Amy, E., & Micheo, W. (2017). Anterior Cruciate Ligament Injury: Return to Play, Function and Long-Term Considerations. *Current sports medicine reports*, 16(3), 172–178. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000356>
90. Shojaedin, S. S., Letafatkar, A., Hadadnezhad, M., & Dehkhoda, M. R. (2014). Relationship between functional movement screening score and history of injury and identifying the predictive value of the FMS for injury. *International journal of injury control and safety promotion*, 21(4), 355–360. <https://doi.org/10.1080/17457300.2013.833942>
91. Šiupšinskas, L., Garbenytė-Apolinskienė, T., Salatkaitė, S., Gudas, R., & Trumpickas, V. (2019). Association of pre-season musculoskeletal screening and functional testing with sports injuries in elite female basketball players. *Scientific reports*, 9(1), 9286. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45773-0>
92. Sokal, P. A., Norris, R., Maddox, T. W., & Oldershaw, R. A. (2022). The diagnostic accuracy of clinical tests for anterior cruciate ligament tears are comparable but the Lachman test has been previously overestimated: a systematic review and meta-analysis. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 30(10), 3287–3303. <https://doi.org/10.1007/s00167-022-06898-4>
93. Stojanović, M. D. M., Andrić, N., Mikić, M., Vukosav, N., Vukosav, B., Zolog-Šchiopea, D. N., Tăbăcar, M., & Melinte, R. M. (2023). Effects of Eccentric-Oriented Strength Training on Return to Sport Criteria in Late-Stage Anterior Cruciate Ligament (ACL)-Reconstructed Professional Team Sport Players. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(6), 1111. <https://doi.org/10.3390/medicina59061111>

94. Sueyoshi, T., Nakahata, A., Emoto, G., & Yuasa, T. (2017). Single-Leg Hop Test Performance and Isokinetic Knee Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Athletes. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(11), 2325967117739811. <https://doi.org/10.1177/2325967117739811>
95. Sutton, K. M., & Bullock, J. M. (2013). Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 21(1), 41–50. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-01-41>
96. Takahashi, S., Nagano, Y., Ito, W., Kido, Y., & Okuwaki, T. (2019). A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Medicine*, 98(26), e16030. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016030>
97. Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A. D., Terry, L. N., & Hegedus, E. J. (2015). Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports health*, 7(5), 392–398. <https://doi.org/10.1177/1941738115593441>
98. Tuominen, J., Leppänen, M., Jarske, H., Pasanen, K., Vasankari, T., & Parkkari, J. (2023). Test-Retest Reliability of Isokinetic Ankle, Knee and Hip Strength in Physically Active Adults Using Biodex System 4 Pro. *Methods and protocols*, 6(2), 26. <https://doi.org/10.3390/mps6020026>
99. Vairo G. L. (2014). Knee flexor strength and endurance profiles after ipsilateral hamstring tendons anterior cruciate ligament reconstruction. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(3), 552–561. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2013.10.001>
100. van Melick, N., van Cingel, R. E., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. (2016). Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1506–1515. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>
101. Webster, K. E., & Hewett, T. E. (2019). What is the Evidence for and Validity of Return-to-Sport Testing after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(6), 917–929. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01093-x>
102. Welling W. (2024). Return to sports after an ACL reconstruction in 2024 - A glass half full? A narrative review. *Physical therapy in sport: official journal of the*

Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine, 67, 141–148.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2024.05.001>

103. Wilk, K. E., Romaniello, W. T., Soscia, S. M., Arrigo, C. A., & Andrews, J. R. (1994). The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 20(2), 60–73. <https://doi.org/10.2519/jospt.1994.20.2.60>
104. Wright, R., Spindler, K., Huston, L., Amendola, A., Andrish, J., Brophy, R., Carey, J., Cox, C., Flanigan, D., Jones, M., Kaeding, C., Marx, R., Matava, M., McCarty, E., Parker, R., Vidal, A., Wolcott, M., Wolf, B., & Dunn, W. (2011). Revision ACL reconstruction outcomes: MOON cohort. *The journal of knee surgery*, 24(4), 289–294. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1292650>
105. Wrzesień, Z., Truszczynska-Baszak, A., & Rzepka, R. (2019). Lower extremity muscle strength, postural stability and functional movement screen in female basketball players after ACL reconstruction. Preliminary report. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 21(2), 71–81.
106. Xergia, S. A., Pappas, E., Zampeli, F., Georgiou, S., & Georgoulis, A. D. (2013). Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 43(3), 154–162. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.3967>
107. Yang, S., Liu, Y., Ma, S., Ding, C., Kong, Z., Li, H., Huang, F., Chen, H., & Zhong, H. (2024). Stress and strain changes of the anterior cruciate ligament at different knee flexion angles: A three-dimensional finite element study. *Journal of orthopaedic science: official journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 29(4), 995–1002.
108. Yendluri, A., Chiang, J. J., Nietsch, K. S., Obana, K. K., Trofa, D. P., Kelly, J. D., 4th, & Parisien, R. L. (2024). Epidemiology and Sex-Specific Analysis of Basketball-Related Lower Extremity Fractures: A 10-Year Analysis of National Injury Data. *SportsHealth*, 16(6), 1021–1028. <https://doi.org/10.1177/19417381231223479>
109. Zarro, M. J., Stitzlein, M. G., Lee, J. S., Rowland, R. W., Gray, V. L., Taylor, J. B., Meredith, S. J., Packer, J. D., & Nelson, C. M. (2021). Single-Leg Vertical Hop Test Detects Greater Limb Asymmetries Than Horizontal Hop Tests After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in NCAA Division 1 Collegiate Athletes. *International journal of sports physical therapy*, 16(6), 1405–1414. <https://doi.org/10.26603/001c.29595>

110. Wilk KE, Arrigo CA. Rehabilitation Principles of the Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knee: Twelve Steps for Successful Progression and Return to Play. Clin Sports Med. 2017;36(1):189-232. doi:10.1016/j.csm.2016.08.012

Spis rycin:

Rycina 1 Więzadło krzyżowe przednie przedstawione z przodu, boku i tyłu stawu kolanowego. https://www.jorgechahlamd.com/orthopedic-surgery-blog/page/2/ dostęp z dnia 24.12.2023	17
Rycina 2 MRI zerwanego więzadła krzyżowego przedniego, źródło własne.	20
Rycina 3 3 Rodzaje przeszczepów stosowanych w rekonstrukcji ACL. Źródło własne (wg Hulet i wsp. 2019).....	21
Rycina 4 Schemat przepływu PRISMA.	27
Rycina 5. The CONSORT diagram (Consolidated Standards of Reporting Trials) - Diagram CONSORT (Zintegrowane Standardy Raportowania Badań)	33
Rycina 6 Przyrząd do wykonania funkcjonalnej oceny FMS, źródło własne.	37
Rycina 7 Test głębokiego przysiadu, A) pozycja początkowa testu, B) przysiad, źródło własne.....	38
Rycina 8 Przeniesienie kończyny dolnej nad płotkiem, A) pozycja początkowa testu, B) przeniesienie kończyny dolnej nad poprzeczką, źródło własne	38
Rycina 9 Test przysiadu w wykroku, A) pozycja wyjściowa, B) przysiad w wykroku, źródło własne.....	39
Rycina 10 Test ruchomości obręczy barkowej, pozycja końcowa testu, źródło własne	39
Rycina 11 Test aktywnego uniesienia wyprostowanej kończyny dolnej, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.....	40
Rycina 12 Test pompki, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.	40
Rycina 13 Test stabilności rotacyjnej tułowia, A) pozycja początkowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.....	41
Rycina 14 Test stabilności posturalnej jednonóż na platformie Biodex Balance System SD, A) i B) pozycja w trakcie testowania, źródło własne	42
Rycina 15 Narzędzie diagnostyczne do testu Y-Balance – LQ (lower quarter), źródło własne.....	44
Rycina 16 Test Y-balance, A) pozycja wyjściowa, B) Sięganie w kierunku przednim, C) Sięganie w kierunku tylnobocznym oraz D) Sięganie w kierunku tylnoprzyśrodkowym, źródło własne.	45
Rycina 17 Test skoku jednonóż w dal, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja do lądowania, źródło własne.	46
Rycina 18 Wyskok dosiężny z kończynami górnymi na biodrach poprzedzony ruchem sprężynującym kończyny dolne na macie SmartJump Vald Perform, A) narzędzie diagnostyczne, B) pozycja wyjściowa, C) wyskok, D) pozycja końcowa, źródło własne.	47
Rycina 19 Test przysiadu jednonóż ze zmiennym obciążeniem, A) pozycja wyjściowa, B) pozycja końcowa, źródło własne.	48
Rycina 20 Izokinetyczny test siły zginaczy i prostowników stawu kolanowego, A) pozycja wyjściowa B) pozycja końcowa, źródło własne.....	50
Rycina 21 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Biodex Balance – średnie wraz z słupkami błędów.....	56

Rycina 22 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Y-balance – średnie wraz z słupkami błędów	58
Rycina 23 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu skoku jednonóż – średnie wraz z słupkami błędów.....	59
Rycina 24 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu wysoku – średnie wraz z słupkami błędów.....	59
Rycina 25 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu trójskoła wysoku – średnie wraz z słupkami błędów	60
Rycina 26 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem Power Squat – średnie wraz z słupkami błędów.....	61
Rycina 27 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów. .	63
Rycina 28 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	63
Rycina 29 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	64
Rycina 30 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	64
Rycina 31 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów ..	66
Rycina 32 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	66
Rycina 33 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	67
Rycina 34 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów.	67
Rycina 35 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	69
Rycina 36 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	69
Rycina 37 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	70
Rycina 38 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 60 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów	70
Rycina 39 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem szczytowego momentu siły prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów.....	72

Rycina 40 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem całkowitej pracy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów	72
Rycina 41 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem średniej mocy prostowników i zginaczy przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów	73
Rycina 42 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem wskaźnika agonista/antagonista przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie wraz z słupkami błędów	73
Rycina 43 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście FMS – średnie wraz z słupkami błędów .	75
Rycina 44 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Biodex Balance – średnie wraz z słupkami błędów	77
Rycina 45 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Y-balance – średnie wraz z słupkami błędów	79
Rycina 46 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu skoku jednonóż – średnie wraz z słupkami błędów	81
Rycina 47 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu trójskoku wysoku – średnie wraz z słupkami błędów.....	81
Rycina 48 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu wysoku – średnie wraz z słupkami błędów	82
Rycina 49 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem Power Squat – średnie wraz z słupkami błędów	84
Rycina 50 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów.....	86
Rycina 51 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę – średnie wraz z słupkami błędów.....	88
Rycina 52 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę.....	90
Rycina 53 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – średnie w obu grupach wraz z słupkami błędów	92

Spis tabel:

Tabela 1 Kryteria oceny publikacji naukowych wg skali PEDro.....	28
Tabela 2 Publikacje ocenione według skali PEDro.....	28
Tabela 3 Charakterystyka biometryczna grupy badanej.....	34
Tabela 4 Charakterystyka biometryczna grupy kontrolnej.....	34
Tabela 5 Porównanie danych biometrycznych pomiędzy grupą kontrolną, a badaną.....	35
Tabela 6 Podstawowe statystyki opisowe badanych zmiennych wraz z testem Shapiro-Wilka	51
Tabela 7 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Biodex Balance – test t Studenta dla prób zależnych.....	55
Tabela 8 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w teście Y-balance – test t Studenta dla prób zależnych.....	57
Tabela 9 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej w zasięgu skoków – test t Studenta dla prób zależnych.....	58
Tabela 10 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem Power Squat – test t Studenta dla prób zależnych.....	60
Tabela 11 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób zależnych.....	62
Tabela 12 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób zależnych.....	65
Tabela 13 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób zależnych.....	68
Tabela 14 Porównanie kończyny dolnej niezajętej i zajętej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – test t Studenta dla prób zależnych.....	71
Tabela 15 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście FMS – test t Studenta dla prób niezależnych	74
Tabela 16 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Biodex Balance – test t Studenta dla prób niezależnych	76
Tabela 17 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w teście Y-balance – test t Studenta dla prób niezależnych	78
Tabela 18 Porównanie grupy kontrolnej i badanej w zasięgu skoków – test t Studenta dla prób niezależnych	80
Tabela 19 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem Power Squat – test t Studenta dla prób niezależnych	83
Tabela 20 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 240 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób niezależnych	85

Tabela 21 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób niezależnych	87
Tabela 22 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 60 stopni na sekundę – test t Studenta dla prób niezależnych	89
Tabela 23 Porównanie grupy kontrolnej i badanej pod kątem testu izokinetycznej siły mięśniowej przy prędkości 180 stopni na sekundę z 20 powtórzeniami – test t Studenta dla prób niezależnych.....	91
Tabela 24 Porównanie wyników kończyny niezajętej w grupie kontrolnej do wyników kończyny zajętej w grupie badanej – test t Studenta dla prób niezależnych.....	93
Tabela 25 Współczynniki korelacji Pearsona dla długości skoku i wyskoku oraz Power Squat 150 ...	96

Załączniki:

Załącznik 1	Opinia o zgodności projektu badania naukowego z zasadami etycznymi.	129
Załącznik 2	Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Natalii Gejcyg.	130
Załącznik 3	Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Weroniki Karpiszek	130
Załącznik 4	Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Marii Wojaś...	131
Załącznik 5	Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Martyny Kozik	131

Senacka Komisja ds. Etyki Badań Naukowych
Akademia Wychowania Fizycznego
JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO w Warszawie
00-968 Warszawa 45, skr. poczt. 65
ul. Marymoncka 34, tel./fax 022 634 35 14

SENACKA KOMISJA ETYKI BADAŃ NAUKOWYCH
AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
JÓZEFA PIŁSUDSKIEGO
Warszawa, ul. Marymoncka 34

**OPINIA O ZGODNOŚCI PROJEKTU BADANIA NAUKOWEGO
Z ZASADAMI ETYCZNYMI**

Tytuł badania (pełny i skrócony, jeśli dotyczy)

Siła mięśniowa kończyn dolnych, stabilność posturalna oraz funkcjonalna ocena FMS u kobiet w 6 i 9 miesiącu po rekonstrukcji ACL trenujących koszykówkę.

Kierownik badania

Imię i nazwisko: Zuzanna Wrzesień
Stopień/tytuł naukowy: mgr
Stanowisko: -
Kierunek/stopień/rok studiów (dot. studenta/doktoranta): Fizjoterapia/Doktorantka/I rok studiów
Wydział/Katedra/Zakład: Szkoła doktorska AWF Warszawa

Po uważnym zapoznaniu się z przedłożoną dokumentacją projektu w/w badania naukowego, Komisja Etyki Badań Naukowych wydała:

- ☒ **POZYTYWNA OPINIE** o zgodności tego projektu badania naukowego z zasadami etycznymi. Komisja stwierdziła, że projekt jest zgodny ze standardami etyki badań naukowych i może być realizowany.
- ☐ **WARUNKOWO POZYTYWNA OPINIE** o zgodności tego projektu badania naukowego z zasadami etycznymi. Komisja stwierdziła, że projekt może być realizowany pod warunkiem, że we wskazanym niżej terminie Wnioskodawca wprowadzi do niego wskazane zmiany i przedłoży poprawiony projekt Komisji do ponownego zaopiniowania w trybie § 10 Regulaminu Komisji.
- ☐ **NEGATYWNA OPINIE** o zgodności tego projektu badania naukowego z zasadami etycznymi. Komisja stwierdziła, że projekt nie spełnia podstawowych standardów etyki badań naukowych i nie może być realizowany.

Uzasadnienie opinii/Określenie warunków dla opinii warunkowo pozytywnej

Założenia, cele i pytania badawcze, kryteria doboru badanej grupy, metody badawcze, testy sprawności z uwzględnieniem przedziału wieku nie budzi zastrzeżeń natury etycznej. Wykonywane badanie jest bezinwazyjne i pod nadzorem doświadczanego fizjoterapeuty. Po zapoznaniu się ze złożonymi dokumentami należy stwierdzić, że przedstawiony projekt jest zgodny z zasadami etyki badań naukowych. Badanie nie stwarza zagrożenia dla zdrowia badanych, ponieważ uczestnicy badań będą spełniać określone kryteria, w tym zdrowotne a stosowanie metody badawczej (sprawności po zabiegu chirurgicznym) było już analizowane w piśmiennictwie wielokrotnie. Na badanie wyrażają zgodę.

Warszawa, 24.03.2021 r.
SKE 01-08/2021

Podpis przewodniczącego Senackiej Komisji
Etyki Badań Naukowych

WICZĄCA
Senackiej Komisji
Etyki Badań Naukowych
Prof. dr hab. Ewa Przytuła-Fiszor

Załącznik 2 Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Natalii Gejcyg

Warszawa, 08.04.2024

Miejscowość, data

OŚWIADCZENIE

o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku

Ja, niżej podpisana Natalia Gejcyg

wyrażam zgodę na nieograniczone czasowo udostępnienie mojego wizerunku, w postaci zdjęcia, w celu umieszczenia go w rozprawie doktorskiej i innych publikacjach naukowych.

.....
Podpis badanej

Załącznik 3 Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Weroniki Karpiszek

Warszawa, 08.04.2024

Miejscowość, data

OŚWIADCZENIE

o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku

Ja, niżej podpisana Weronika Karpiszek

wyrażam zgodę na nieograniczone czasowo udostępnienie mojego wizerunku, w postaci zdjęcia, w celu umieszczenia go w rozprawie doktorskiej i innych publikacjach naukowych.

.....
Podpis badanej

Załącznik 4 Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Marii Wojas

Warszawa, 17.10.2023
.....
Miejscowość, data

OŚWIADCZENIE
o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku

Ja, niżej podpisana Maria Wojas
wyrażam zgodę na nieograniczone czasowo udostępnienie mojego wizerunku, w postaci
zdjęcia, w celu umieszczenia go w rozprawie doktorskiej i innych publikacjach naukowych.

.....
Podpis badanej

Załącznik 5 Oświadczenie o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku koszykarki Martyny Kozik

Warszawa, 07.11.2023
.....
Miejscowość, data

OŚWIADCZENIE
o wyrażeniu zgody na publikację wizerunku

Ja, niżej podpisana Martyna Kozik
wyrażam zgodę na nieograniczone czasowo udostępnienie mojego wizerunku, w postaci
zdjęcia, w celu umieszczenia go w rozprawie doktorskiej i innych publikacjach naukowych.

.....
Podpis badanej