



**Akademia Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego
w Warszawie**

Mateusz Worobel

**Zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego, a celność
rzutów wolnych w koszykówce kobiet**

**The use of proprietary stabilization training and the accuracy
of free throws in women's basketball**

**Promotor rozprawy doktorskiej
dr hab. Ida Wiszomirska prof. AWF**

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

Warszawa, listopad 2021

Oświadczenie autora rozprawy doktorskiej

1. Świadom/a odpowiedzialności prawnej oświadczam, że niniejsza praca doktorska na temat:

Zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego, a celność rzutów wolnych w koszykówce kobiet

została napisana przeze mnie samodzielnie i nie zawiera treści uzyskanych w sposób niezgodny z obowiązującymi przepisami.

2. Oświadczam, że praca doktorska nie narusza praw autorskich na podstawie ustawy z dnia 4 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

25. 11. 2021

Data

podpis autora pracy

25. 11. 2021

Data

podpis promotora pracy przyjmującego oświadczenie

SPIS TREŚCI

WYKAZ SKRÓTÓW	4
STRESZCZENIE	5
1. WSTĘP	11
1.1. Wykonanie rzutu do kosza	11
1.2. Czynniki determinujące wykonanie prawidłowego rzutu do kosza	13
1.3. Stabilizacja tułowia podczas wykonania rzutu do kosza	15
1.4. Dzisiejsze spojrzenie na trening stabilizacyjny	17
2. CELE PRACY	22
2.1. Cele	22
2.2. Pytania badawcze	22
3. MATERIAŁ I METODY	23
3.1. Charakterystyka badanych	23
3.2. Metody badań	24
4. AUTORSKI PROGRAM TRENINGU STABILIZACYJNEGO	29
4.1. Założenia treningu stabilizacyjnego	29
4.2. Program treningowy	30
4.2.1. Prawidłowy oddech i napięcie mięśni tłoczni brzusznej	30
4.2.2. Ćwiczenia treningowe	32
5. WYNIKI	47
5.1. Stabilometria - porównanie grupy badanej i kontrolnej	47
5.2. Stabilometria - porównanie wyników pomiędzy pierwszym, a drugim badaniem	58
5.3. Analiza wyników z programu Home Court i statystyk meczowych	62
6. DYSKUSJA	65
7. WNIOSKI	77
8. PIŚMIENNICTWO	78
9. SPIS TABEL I RYCIN	88
9.1. Spis rycin	88
9.2. Spis tabel	89

WYKAZ SKRÓTÓW

CoP - środek parcia stóp na podłoże

Xmax - przemieszczenia CoP w płaszczyźnie strzałkowej A-P

Ymax - przemieszczenia CoP w płaszczyźnie czołowej M-L

AREA CoP - pole powierzchni wyznaczone przez przemieszczanie CoP

S CoP - droga wyznaczonej przez CoP

OE - oczy otwarte

CE - oczy zamknięte

P - prawa kończyna dolna

L - lewa kończyna dolna

BL - obie kończyny dolne

SP - pozycja rzutowa

IAP - ciśnienie wewnątrz jamy brzusznej

STRESZCZENIE

Wstęp: Istnieje wiele czynników biomechanicznych i psychologicznych warunkujących dobre wykonanie rzutu wolnego w koszykówce. Jednym z ważniejszych elementów wpływających na wykonanie celnego rzutu do kosza jest odpowiednia stabilizacja tułowia, która także uwarunkowana jest współpracą wielu elementów ciała człowieka. Literatura pokazuje brak możliwości określenia jednego czynnika wpływającego na realizację rzutu wolnego i stabilizację tułowia. Istnieje wiele takich czynników, które wzajemnie mają na siebie wpływ, a co za tym idzie muszą być trenowane jako jedna całość ruchu. Istnieje wiele biomechanicznych zależności w trakcie przeprowadzania skutecznego rzutu wolnego tj. prawidłowe ułożenie kończyn dolnych, górnych, tułowia, co wpływa na nadanie prawidłowego lotu piłki. Warto też nadmienić rolę innych czynników takich jak psychika zawodnika, czy pozycja na której gra. Za stabilizację odpowiadają mięśnie, ich wzajemna równowaga pod kątem czasu napięcia, kontroli motorycznej i siły gwarantuje utrzymanie stabilnego tułowia. Podkreślić jednak należy, że nie było by prawidłowej pracy mięśni bez odpowiednio funkcjonującego układu nerwowego. W pracy tej założono, że utrzymanie stabilnego tułowia jest priorytetowym elementem wpływającym na wykonanie celnego rzutu, co przyczyniło się do opracowania autorskiego programu treningowego wpływającego na składowe układu mięśniowo - szkieletowego, a szczególnie na kontrolę nerwowo-mięśniową przy kształtowaniu tej stabilizacji.

Celem głównym badań jest ocena stabilności posturalnej w aspekcie skuteczności gry w koszykówkę. Celem praktycznym jest aplikacja treningu stabilizacyjnego, który powinien wpłynąć na progres celności rzutów do kosza.

Założeniem badań jest, że poprzez zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego zmniejszą się wartości wychylenia środka parcia stóp na podłoże (CoP) podczas wykonania rzutów wolnych i dzięki temu nastąpi poprawa celności rzutów wolnych w badanej grupie koszykarek.

Material i metody: Badanie obejmowało dwie, 15 osobowe, drużyny koszykówki kobiet występujące na szczeblu centralnym (I liga koszykówki kobiet). Grupę badaną tworzyły

zawodniczki KKS Olsztyn $n=15$, o średniej wysokości $175,3\pm 6,22$ cm i masie ciała $66,53\pm 6,46$ kg, zaś grupą kontrolną zawodniczki SKK Polonii Warszawa $n=15$, o średniej wysokości $175,9\pm 8,25$ cm i masie ciała $69,07\pm 9,74$ kg.

Scharakteryzowano grupę badaną i kontrolną za pomocą kwestionariusza ankiety oraz pomiarów antropometrycznych. W pracy przedstawiono i omówiono wyniki pomiarów przemieszczenia CoP na platformie stabilograficznej. Oceniono 4 różne parametry - X_{max} (wychylenia w płaszczyźnie strzałkowej), Y_{max} (wychylenia w płaszczyźnie czołowej), Area CoP (pole powierzchni wyznaczonej przez przemieszczenia CoP), oraz S CoP (droga przebyta przez CoP). Przeanalizowano także statystyki meczowe z okresu przed i po zastosowanym treningu stabilizacyjnym. Kolejnym elementem analizowanym w tej pracy było nagranie 10 rzutów wolnych za pomocą programu Home Court.

Wyniki. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice w postaci poprawy wielkości wychwiał CoP z effectem size dużym, dla parametrów X_{max} , Y_{max} i zmniejszeniu pola powierzchni CoP - Area CoP, pomiędzy grupami. Zidentyfikowano istotną poprawę celności rzutów wolnych o 9,9%, w grupie badanej, w analizie statystyk meczowych badanych drużyn.

Zawodniczki z grupy badanej poprawiły skuteczność z 62% na aż 75%. Jednocześnie zaobserwowano brak zmian w parametrach technicznych - kąt zgięcia w stawach kolanowych podczas rzutu i kąt wyrzutu piłki, określonych za pomocą aplikacji Home Court, wpływających na rzut wolny.

Wnioski:

1. Podjęta eksploracja naukowa pierwszoligowych koszykarek pokazuje podobne rezultaty parametrów stabilometrycznych badania pierwszego w różnych warunkach, co wskazuje na te same reakcje i zdolności utrzymania stabilności posturalnej w obu zespołach.
2. Zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego w grupie badanej korzystnie wpłynęło na wartości niektórych wychyleń CoP w stosunku do grupy kontrolnej,

co świadczy o pozytywnym wpływie treningu na stabilność posturalną badanych koszykarek.

3. Potwierdzono wpływ zastosowanego programu treningu stabilizacyjnego na progres skuteczności rzutów wolnych w warunkach laboratoryjnych i meczowych co wskazuje na potrzebę stosowania takiej aktywności w koszykówce kobiet.
4. Zidentyfikowano obszary i kierunki badań potrzebne w dalszych badaniach u profesjonalnych koszykarek pozwalające na zweryfikowanie programów treningowych.
5. Konieczne są dalsze, bardziej rozbudowane badania mające na celu udoskonalenie i zoptymalizowanie odpowiedniego dla koszykówni treningu zwiększającego stabilność i skuteczność rzutów wolnych
6. Uzupełnieniem przeprowadzonej analizy powinny być też kolejne badania penetrujące zastosowanie treningu w odniesieniu do prewencji urazów sportowych.

Słowa kluczowe: koszykówka, stabilność, rzut wolny, skuteczność, trening stabilizacyjny

ABSTRACT

Background: There are several biomechanical and psychological factors that determine good free throwing performance in basketball. One of the most important elements affecting the throw in basketball is proper torso stabilization, which is also determined by the cooperation of many elements. Literature shows the impossibility of defining one factor influencing the free throw and torso stabilization. There are multiple such factors that influence each other and therefore must be trained as one entity. There are many biomechanical correlations between the effectiveness of the personal throw, the correct positioning of the lower limbs, upper limbs, torso and the movement of the ball. However, it is worth mentioning the role of non - biomechanical factors such as the player's psyche or the position on which he plays. Stability is mostly influenced by muscles. Their mutual balance in terms of the time of tension, motor control and strength provides a stable torso. It should be emphasized, that there would be no proper muscle work without adequate control from the nervous system. In this study the stable torso was recognized as a primary element affecting the throw, which allowed the authors to develop a training program affecting all elements important in shaping this trait.

Aim of this study is to assess postural stability in terms of the effectiveness of the basketball. The practical goal is the application of stabilization training, which should affect the accuracy of shots.

The assumption of the research is that by using the proprietary stabilization training, the values of the deflection of the center of pressure (CoP) will decrease during the performance of free throws, and thus the accuracy of free throws and from a distance will be improved in the studied group of basketball players.

Material and methods: The study included two 15-person women's basketball teams at the central level (Women's First Basketball League). The test group consisted of KKS Olsztyn players $n=15$, of average high $175,3\pm 6,22$ cm and weight $66,53\pm 6,46$ kg and the control group consisted of SKK Polonia Warszawa players $n=15$, of average high $175,9\pm 8,25$ cm and weight $69,07\pm 9,74$ kg.

The paper presents and discusses the results obtained by measuring the CoP displacement on the stabilographic platform. 4 different parameters were assessed - Xmax (sagittal deflection), Ymax (frontal plane deflection), Area CoP position (CoP displacement area), S CoP (CoP travel distance). The study group and the control group were characterized by means of a questionnaire and anthropometric measurements. The match statistics from the period before and after the stabilization training were also analyzed.

Another element analyzed in this work was the recording of 10 free throws using the Home Court app.

Results: Statistical analysis showed significant differences in the form of an improvement in the CoP snippets size with a large size effect for the parameters Xmax, Ymax and a reduction in the CoP surface area - Area CoP between the groups. A significant improvement in the accuracy of free throws in study group - 9,9% was identified in the analysis of the match statistics of the studied teams.

The players from the test group improved their effectiveness from 62% to as much as 75%. At the same time, no changes was observed in other Home Court parameters affecting the personal throw.

Conclusions:

1. The scientific exploration of the first league basketball players shows similar results of the stabilometric parameters of the first part of research under different conditions, which indicates the same reactions and the ability to maintain postural stability in both teams
2. The use of the proprietary stabilization training in the study group had a positive effect on the values of some CoP deflections in relation to the control group, which proves the positive effect of training on the postural stability of the tested basketball players
3. The influence of the stabilization training program applied on the progress of the effectiveness of free throws in laboratory and match conditions was confirmed, which indicates the need for such activity in women's basketball.
4. The areas and directions of research needed in further research in professional basketball players were identified, allowing for the verification of training programs.

5. Further, more extensive research is needed to refine and optimize basketball-appropriate training to increase the stability and effectiveness of free throws.
6. The analysis should also be supplemented with further studies penetrating the application of training in relation to the prevention of sports injuries.

Keywords: basketball, stability, free throw, effectiveness, stabilization training

1. WSTĘP

1.1. Wykonanie rzutu do kosza

Koszykówka jest sportem, w którym zawodnik musi podejmować wiele decyzji podczas gry. Bonato i in. (2018) określa liczbę grających osób w koszykówkę na 450 milionów zawodników na całym świecie, co wskazuje na dużą popularność tego sportu. Najważniejsze w grze w koszykówkę jest to kiedy, skąd i jak oddać celny rzut, aby zdobyć punkty. Jeśli rzut będzie wykonany z najmniejszym zużyciem energii, oznacza to, że zawodnik jest najbardziej stabilny i rzut ten ma większe powodzenie znalezienia drogi do kosza (Huston i Grau, 2003). Udział rzutów za dwa określany jest na 41%, natomiast liczba rzutów z dystansu jest zmienna, zależna od poziomu drużyny (Tang i Shung, 2005). Autorzy określają, że w drużynach lepszych procent ten wynosi ponad 45%, natomiast w słabszych ok. 35%. Rzuty wolne są jednym z najważniejszych elementów w koszykówce. Podczas meczu 20% wszystkich punktów zdobywanych jest właśnie z linii rzutów wolnych. Wiele gier jest wygrywanych lub przegrywanych właśnie tym elementem gry (Kaya i in., 2012, Oancea i Ionescu Bondoc, 2015). Zazwyczaj zawodnik wykonuje dwa rzuty wolne (wyjątkiem jest sytuacja zdobycia punktów z faulem, co skutkuje zaliczeniem punktów i wykonaniem jednego rzutu wolnego), które przeprowadzane są zawsze z tego samego miejsca, bez udziału zawodników obrony, bez wyskoku i piwotów (Gomez i in., 2018, Hung, 2004).

Tang i Shung (2005) określają jako najważniejszy czynnik skuteczności rzutu z gry, kąt wyrzutu piłki. Określona została również prędkość z jaką średnio wyrzuca jest piłka za 2pkt – 5,27 m/s oraz za 3pkt – 8,39 m/s. Savas i in. (2018) podkreślają, że bardzo ważne jest połączenie podstawowych zdolności motorycznych (skoki, bieg) psychiki i wytrenowania. Jest wiele elementów wpływających na efektywność wykonywanych rzutów wolnych. Autorzy podają dokładne elementy techniki wykonania rzutu, od ustawienia kończyn dolnych, tułowia i kończyn górnych począwszy (Kaya i in., 2012, Ball, 1989, Stankovic i in., 2006, Tang i Shung 2005; Oancea i Ionescu Bondoc, 2015, Dong 2013), poprzez mechanikę i czas wypuszczenia piłki (Verhoeven i Newell, 2016,

Cetin i Murati, 2014), nadanie odpowiedniej rotacji (Huston i Grau, 2003), na aspekcie psychologicznym skończywszy (Gomez i in. 2018, Verhoeven i Newell, 2014, Ocak i in. 2016, Su i Yang, 2018). Szeroko opisywana jest prawidłowa mechanika wykonania rzutu wolnego. Określa ona zgięcie w stawach kolanowych, utrzymanie stawu łokciowego idealnie poniżej piłki, użycie wszystkich pięciu palców ręki do podtrzymania piłki, rzut z tzw. użyciem stawu łokciowego jako wahadła, nadanie piłce rotacji poprzez wykończenie rzutu zgięciem w stawie promieniowo-nadgarstkowym, a także pochylenie tułowia w przód (Kaya i in. 2012, Hung, 2004). Ważnym elementem opisywanym przez autorów jest powtarzalność pozycji wyjściowej do rzutu i stabilna postawa (Gomez i in. 2018, Verhoeven i Newell, 2016, Oancea i Ionescu Bondoc, 2015, Cetin i Murati, 2014, Barbieri i in. 2017, Dong, 2013). Oczywiście istnieją zależność pomiędzy celnością rzutów wolnych, a rodzajem i czasem treningu (Huston i Grau, 2003, Savas i in. 2018, Ocak i in. 2014). Schmidt (2012), podaje rzut wolny jako grę stawów w zamkniętym łańcuchu kinematycznym, w którym potrzebna jest dobra stabilność i mobilność na wszystkich poziomach tego ruchu. Autor ten określa, że u zawodników bardziej zaawansowanych, podczas rzutu obserwuje się większą stabilność globalną, a lepszą ruchomość obwodową. Także pozycja na boisku determinuje lepszą (pozycje 1 - rozgrywający, 2 - rzucający, 3 - niski skrzydłowy) lub gorszą (pozycje 4 - wysoki skrzydłowy, 5 - środkowy) skuteczność wykonania rzutu wolnego (Sindik, 2015). Opis ten pozwala na ocenę realizacji rzutu wolnego nie tylko ze względu na jego celność, ale również na prawidłowość wykonania. Dzięki temu u każdego zawodnika określić można elementy konieczne do poprawy podczas treningu aby rzuty wolne były bardziej efektywne.



Ryc. 1 - 2. Prawidłowa pozycja podczas wykonywania rzutu wolnego w koszykówce.

1.2. Czynniki determinujące wykonanie prawidłowego rzutu do kosza

Kaya i in. (2004) i Hung (2012) bardzo dokładnie opisali technikę wykonania rzutu wolnego. W pozycji wyjściowej kończyny dolne w stawach kolanowych powinny być zgięte do 90° , a tułów odchylony od pionu w kierunku zgięcia do 50° . Autorzy określili także kąt ustawienia ramienia podczas wypuszczenia piłki na $140 - 150^\circ$. Podkreślili także rolę współdziałania tułowia, stawów: kolanowych, skokowych oraz kończyn górnych podczas wykonania rzutu. Implikacją dobrego rzutu jest odpowiednia technika ruchu.

Oancea i Ionescu Bondo (2015) oraz Stankovic i in. (2006) dodali kolejne determinanty tej techniki, dotyczące kończyny górnej tj. ustawienie ramienia, stawów: łokciowego i promieniowo-nadgarstkowego w linii rzutu oraz położenie kończyn górnych równoległe do siebie. Potwierdza to również Okazaki i in. (2015) dodając ustawienie przedramienia w pionie podczas rzutu i stawu łokciowego dokładnie pod piłką. Autorzy zaznaczają rozpoczęcie rzutu spod brody, a zakończenie nad głową, oraz wykończenie zgięciem ręki z palcami, a szczególnie palczkami dalszymi, które nadają piłce tzw. spin. Spin czyli wsteczna rotacja, która sprawia, że odbicie piłki od tablicy odbywa się w stronę

kosza. Tran i Silverberg (2008) określają idealną częstotliwość tej rotacji na 3 Hz. Ci sami autorzy opisują, wcześniej wspomnianą, średnią wysokość wypuszczenia piłki nad głową rzucającego i jest to ok 15 cm. Gomez i in. (2018) opisują dużą rolę ręki „nierzucającej”, która do ostatniego momentu pomaga podtrzymać piłkę na ręce kończyny rzucającej, stabilizując ją podczas wykonania rzutu. Okazaki i in. (2015) dodają wykorzystanie ciężaru piłki do nadania jej pędu poprzez uzyskanie przeprostu w stawie promieniowo - nadgarstkowym. Button i in. (2003) i Mullineaux i Uhl (2010) wskazują jednak, że największą rolę w nadaniu piłce prędkości ma wyprost w stawie łokciowym. Dzięki tym ruchom uzyskuje się odpowiedni kąt lotu piłki, który Hung (2014) określa na 56 - 59°, aby uzyskać idealny kąt wejścia piłki do kosza - 45°. Analizując jednak innych autorów, Rojas i in. (2000), Nunome i in. (2002), Malone i in. (2002), Okazaki i in. (2015) i Rodacki i in. (2002), kąt lotu piłki zawiera się między 44 a 63°. W końcu Verhoeven i Newell (2016) i Okazaki i in. (2015) zaznaczają rolę stabilności (powrót do równowagi w razie zakłócenia) podczas rzutu. Pierwszy z wymienionych autorów opisuje różnicę w momencie wypuszczenia piłki z rąk pod względem przemieszczania się środka ciężkości, między zawodnikami wykonującymi rzuty wolne z lepszym skutkiem, a tymi słabszymi. Drugi z autorów przedstawia wpływ braku stabilnego tułowia na wychylenia kończyny górnej poza prawidłowy (w linii kosza) tor ruchu. Huang i in. (2001) dodaje do tego informacje o wpływie samego ruchu na utratę stabilności na podstawie przemieszczania się środka ciężkości podczas rzutu. Oznacza to, że zawodnik podczas wynoszenia piłki do rzutu traci stabilność. Musi więc mieć ją na bardzo wysokim poziomie, aby ta utrata nie wpływała na celność. Swoistym potwierdzeniem może być praca Malone i in. (2002), w której autorzy określają skuteczność zawodników grających w koszykówkę na wózkach, gdzie zaznaczają, iż słabszymi strzelcami są zawodnicy, którzy ze względu na swoją niepełnosprawność mają problemy ze stabilizacją tułowia.

1.3. Stabilizacja tułowia podczas wykonania rzutu do kosza

Jak opisuje Gomez i in. (2018) rzut wolny zawsze odbywa się z tego samego miejsca, bez udziału obrony. Daje to możliwość wytrenowania powtarzalności rzutu oraz odpowiednio stabilnej postawy tak, aby ruch ten był jak najefektywniejszy. Analizując dostępną wiedzę, jedną z najważniejszych cech wpływających na wykonanie rzutu wolnego jest stabilność zawodnika. Ahmed i in. (2017) i Kim i in. (2015) określają wyraźnie, że za kontrolę motoryczną tułowia odpowiada układ nerwowy sterujący grupą mięśni umiejscowionych pomiędzy klatką piersiową, a miednicą, nazywaną potocznie „brzuchem” lub mięśniami tłoczni brzusznej. Autorzy dzielą te mięśnie na mięśnie motoryczne i stabilizacyjne, z czego obie grupy generując odpowiednie napięcie utrzymują stabilny tułów. Kokontrakcja (jednoczesowe napięcie) grup mięśniowych i odpowiedni czas ich napięcia jest decydujący podczas określenia stabilności tułowia w pozycji stojącej, ale również w każdej innej pozycji potrzebnej w odpowiedniej dyscyplinie sportu. Idealnie w czasie napięcia tych mięśni uruchamia i wyrównuje ciśnienie wewnątrzbrzuszne (IAP). Intraabdominal Pressure (IAP) jest to ciśnienie, pomagające w utrzymaniu stabilnego kręgosłupa i tułowia. Jest generowane poprzez prawidłowe działanie mięśni tłoczni brzusznej, czyli mięśni zawartych pomiędzy klatką piersiową, a miednicą (Cholewicki i in. 1999). Joyce i Kotler (2017), i wcześniej Grenier i McGill (2007), uzupełniają tę informację o sposób napięcia tych mięśni. Wyróżniają dwa sposoby aktywacji i określają jako bardziej odpowiedni/prawidłowy sposób napięcia nazwany „bracingiem”. Pozwala on na napięcie nie tylko mięśnia poprzecznego brzucha, ale wszystkich mięśni zawartych między klatką piersiową, a miednicą. Z kolei Muller i in. (2014) przypominają, że od siły mięśni tułowia zależna jest możliwość absorpcji obciążeń zewnętrznych w ciele. Szafraniec i in. (2018), Anderson i Bliven (2016), oraz Whyte i in. (2018) sugerują, że prawidłowo napięte i odpowiednio aktywowane mięśnie tułowia pozwalają na zwiększenie kontroli motorycznej w obrębie kończyn, co pozwala nie tylko na prewencję kontuzji, ale także efektywniejsze wykonywanie zadań ruchowych podczas zawodów i treningu. Tak samo Barbado i in. (2016) określają siłę i jakość napięcia mięśni tułowia jako czynnik decydujący o stabilności tułowia podczas uprawiania sportu (judo,

kajakarstwo). Porównując dwie grupy sportowców, amatorów i zawodników wyczynowych autorzy stwierdzają zdecydowanie większą i lepszą stabilizację tułowia w grupie drugiej. Objawia się to lepszym czasem reakcji mięśni tułowia na obciążenie, co z kolei pozwala zawodnikom na efektywniejsze i szybsze wykorzystanie mięśni motorycznych podczas treningów i zawodów. Ci sami autorzy zaznaczają, że trening siły mięśni stabilizujących tułów powinien być specyficzny dla każdej dyscypliny sportu. Z kolei Lima i in. (2017) twierdzą na przykładzie osób trenujących *capoeira* (sztuka walki), iż poza siłą mięśni tułowia za stabilność w dużej mierze odpowiada balans pomiędzy antagonistycznymi grupami mięśni. Sport ten wymaga wielu złożonych ruchów, w których balans pełni nadrzędną rolę pozwalając ciału zaadoptować się do wykonania innych ruchów. Podobnie Głofcheskie i Brown (2017) opisują możliwości adaptacyjne sportowców do zmieniających się podczas zawodów warunków i sytuacji nagłych. Pokazują jak różni się stabilizacja tułowia w odpowiedzi na sytuacje nagłe u sportowców względem ludzi nietrenujących. Zdecydowana większość sportowców pokazuje dobrą, szybką reakcję stabilizatorów tułowia, co pozwala na uniknięcie kontuzji. Jeon i in. (2015), ale już dużo wcześniej także Peltonen i in. (1998), zaznaczyli bardzo wyraźną rolę mięśnia lędźwiowego (*musculus psoas maior*) jako jednego ze stabilizatorów tułowia. W tym miejscu należy podkreślić, za Cavaggioni i in. (2016), że jednym z najważniejszych, elementów pozwalających na prawidłowe napięcie tzw. tłoczni brzusznej, a co za tym idzie na stabilną postawę jest prawidłowy rytm oddechowy. Vasconcelos i in. (2017) również podkreślają oddech jako kluczowy element dla pracy mięśni, zarówno stabilizujących postawę jak i tych wykonujących ruch. Hodges i Gandevia (2000) dodają do tego rolę przepony jako mięśnia nie tylko oddechowego, ale również stabilizacyjnego, dzięki któremu utrzymywana jest prawidłowa postawa np. podczas ruchów kończyn górnych (rzuty). Opracowania te pokazują jak istotna jest kontrola oddechu przy stabilizacji tułowia i pracy kończyn.

Utrzymanie stabilnej postawy ciała jest złożonym procesem koordynacyjnym, za który odpowiadają skomplikowane procesy nerwowo-mięśniowe. Główną rolę w odbieraniu informacji o stanie równowagi pełnią receptory błędnikowe, receptory czucia

głębokiego, dotyku i ucisku ze skóry strony podszwowej stopy oraz receptory wzrokowe. Duża liczba bodźców docierająca do ośrodkowego układu nerwowego (układ przedśionkowy, mózdzek, układ pozapiramidowy) zostaje przetworzona i układ nerwowy wysyła do mięśni impulsy w celu zachowania stabilności. Sprawne funkcjonowanie wszystkich tych receptorów oraz ośrodków i dróg nerwowych pozwala na ocenę położenia ciała i orientację w przestrzeni (Staniszewski i in. 2017). Alpini i in. (2008) opisał, a potwierdzili Ditroilo i in. (2018), że poza kontrolą wynikającą z siły mięśni stabilizujących, na kontrolę motoryczną ma wpływ narząd wzroku, sensomotoryka oraz prawidłowe działanie układu przedśionkowego. Zaznacza zmianę wychyleń środka ciężkości w różnych warunkach audiowizualnych, oceniając możliwości przystosowania się do nich sportowca na przykładzie hokeja na lodzie. Autorzy określili strategie adaptacyjne pozwalające na zachowanie odpowiedniej stabilności pomimo występowania bodźców zakłócających ruch.

1.4. Dzisiejsze spojrzenie na trening stabilizacyjny

Pierwsze badania na temat stabilizacji centralnej, stabilizacji tułowia (*core*) pojawiają się w latach 80-tych. Najczęściej badania te dotyczyły treningu dla osób z bólami kręgosłupa krzyżowo-lędźwiowego. Stosunkowo rzadziej mowa była o wpływie treningu *core* w sporcie. Mimo to bardzo wielu sportowców wplata trening *core stability* w swój cykl treningowy. Naukowcy jednak zadają pytanie czy nie powinno się podzielić treningu *core stability* na trening typowo rehabilitacyjny i trening sportowy?

Kibler i in. (2006) definiuje *core stability* jako zdolność do kontrolowania pozycji i ruchu tułowia nad miednicą w celu umożliwienia optymalnej produkcji, przenoszenia i kontroli siły oraz ruchu do segmentów dystalnych w zintegrowanych czynnościach sportowych. Anatomicznie natomiast *core* jest opisywany jako cylinder tworzony przez mięśnie brzucha, mięśnie grzbietu, przeponę i mięśnie dna miednicy. Kobesova i Kolar (2014) opisują biomechanikę pracy tego cylindra określając pracę mięśni brzucha i grzbietu jako pracę ekscentryczną natomiast przepony i dna miednicy jako pracę koncentryczną. Jest to bardzo ważna informacja pomagająca zrozumieć sens pracy mięśni

core oraz zaplanować prawidłowo trening. Panjabi (2003) dodatkowo pokazuje podział systemu *core* na czynniki bierne, czynne i neutralne. Daje to pogląd na to, iż planując dzisiejszy trening *core* zadbać należy o prawidłową pozycję wyjściową ćwiczącego, która zapewni prawidłowe ustawienie części biernych układu, oraz pozwoli na prawidłową aktywację części czynnej. Jednym z głównych elementów pozwalających na uzyskanie prawidłowej pozycji wyjściowej jest rytm oddechowy. Uzupełnieniem wiedzy na temat *core stability* jest artykuł Comerforda i Mottram (2017), którzy wprowadzają podział mięśni na stabilizatory lokalne (mięśnie centrujące stawy, przed rozpoczęciem ruchu), globalne (mięśnie które kontrolują prawidłowe zakresy ruchu) oraz mobilizatory (wykonujące ruch). Grupy te różni również próg pobudliwości, który je aktywuje. Planując więc dzisiejszy trening *core* należy pamiętać o tym, aby zawarte w nim były ćwiczenia, które aktywować będą wszystkie trzy wymienione powyżej grupy mięśniowe.

Comerford i Mottram (2017) dzielą trening *core* na trzy etapy, aktywujące trzy wymienione powyżej grupy mięśniowe. Stabilizatory lokalne są aktywowane na niskim progu w napięciu izometrycznym. Taką rolę w systemie tłoczni brzusznej mają mięśnie: poprzeczny brzucha, wielodzielny, przepona i mięśnie dna miednicy. Głównym zadaniem stabilizatorów globalnych jest natomiast ekscentryczna kontrola ruchu odbywająca się nadal na niskim progu pobudliwości. Taką rolę pełnią mięśnie skośne brzucha. Natomiast końcową fazą jest uruchomienie mobilizatorów w pracy koncentrycznej, wykonujących czynności siłowe. W obrębie mięśni tułowia są to mięsień prosty brzucha, mięśnie prostowniki kręgosłupa oraz mięsień czworoboczny lędźwi. Pokazuje to, że podczas treningu *core* siła pełni rolę drugorzędną, choć nadal ważną. Najważniejszym jednak elementem jest wytrzymałość siłowa stabilizatorów, która zapewnia doskonałe środowisko do bardziej złożonych zadań ruchowych. Zdecydowanie potwierdzają to McGill (2010) i Faries i Greenwood (2007) podkreślając, że trening kształtujący siłę powinien pojawić się w treningu stabilizacyjnym w drugiej kolejności. Pierwszorzędną rolę gra bowiem trening wytrzymałościowy tzw. stabilizatorów. Wiele programów treningowych specyficznych dla sportu nie obejmuje treningu kontroli motorycznej przy niskim obciążeniu, który został uznany za niezbędny element *core stability*. Poprzez zaniedbanie

mięśni lokalnych i wprowadzenie od razu treningu wysokoprogowego - siłowego, aplikujemy obciążenia, których stabilizatory lokalne nie są w stanie wytrzymać. Nie uruchomią się więc, co może znacznie zwiększać ryzyko kontuzji.

Literatura podkreśla również tzw. dostosowanie treningu do wykonywanych czynności. Kobesova i Kolar (2014) pokazują ogromną wagę ćwiczeń naturalnych, zapożyczonych z elementów rozwoju dziecka. System DNS (Dynamic Neuromuscular Stabilization), przywraca prawidłowe wzorce ruchowe poprzez ćwiczenia bazujące na naturalnych schematach rozwijających się niemowląt wykorzystywany w rehabilitacji. Tak samo w sporcie trening stabilizacyjny należy zaaplikować dostosowując go do danej dyscypliny sportu i jej specyfiki. Autorzy podkreślają także, że celem treningu *core* nie jest wyizolowanie jednego mięśnia, a docelowa kokontrakcja wszystkich grup mięśniowych zawartych między klatką piersiową, a miednicą zapewniająca tzw. *bracing* czyli idealną równowagę napięć mięśni tułowia. Konieczne jest więc napięcie wszystkich ścian tworzących jamę brzuszną jednocześnie.

Nie ma jednego, idealnego ćwiczenia, które aktywować będzie wszystkie mięśnie odpowiedzialne za *core stability*. Oznacza to, iż oprócz dopasowania do specyfiki dyscypliny należy pamiętać również o globalnym podejściu i końcowym zintegrowaniu wielu ćwiczeń.

Autorzy zaznaczają, że w sporcie stabilny *core* i odpowiedni balans jest najważniejszym czynnikiem pozwalającym na poprawę techniki ruchu. Kokontrakcja (jednoczesowe napięcie) grup mięśniowych i odpowiedni czas ich napięcia jest decydujący podczas określenia stabilności tułowia w pozycji stojącej, ale również w każdej innej pozycji potrzebnej w odpowiedniej dyscyplinie sportu. Idealny *timing* (kolejność aktywacji w czasie) napięcia tych mięśni uruchamia i wyrównuje ciśnienie wewnątrzbrzuszne (IAP). Szafraniec i in. (2018), Anderson i Bliven (2016), oraz Whyte i in. (2018) sugerują, że prawidłowo napięte i odpowiednio aktywowane mięśnie tułowia pozwalają na zwiększenie kontroli motorycznej w obrębie kończyn, co pozwala nie tylko na prewencję kontuzji, ale także efektywniejsze wykonywanie zadań ruchowych podczas zawodów i treningu. Zaznaczają również, że trening *core stability* prowadzi do

zwiększenia maksymalnej mocy i bardziej efektywnego wykorzystania mięśni ramion, kończyn dolnych i górnych. Programy treningowe mające na celu skorygowanie słabych ogniw w podstawowych zdolnościach zawodników obejmują strategie, które odzyskują kontrolę nad miejscem i kierunkiem deficytu na odpowiednim etapie treningu. W planach treningów sportowych często błędnym w treningu stabilizacyjnym jest skupienie się w szczególności na treningu z małym obciążeniem, ponieważ podczas takich ćwiczeń aktywowane są lokalne stabilizatory. Błąd polega na braku integracji z dużym obciążeniem, które tożsame jest z obciążeniem startowym. Najczęściej prowadzi to do braku aktywacji stabilizatorów podczas obciążeń startowych, co znacznie zwiększa ryzyko kontuzji. Dlatego właśnie trening stabilizacyjny powinien zawierać w sobie ćwiczenia aktywujące mięśnie na niskich jak i wysokich progach pobudzenia. Autorzy dokładnie określają siłę tego napięcia na 25% MVC (Maximum Voluntary Contraction), a nawet poniżej tego progu. Taka praca jest uznawana za cechę dominującą w grupie mięśni stabilizatorów, natomiast pracę w treningu siłowym, czyli mobilizatorów, autorzy określają na pracę powyżej 60 % MVC. Oznacza to, że praca na poziomie 25% MVC da zintegrowaną stabilizację potrzebną podczas startów. Trening niskoprogowy powinien skupiać się na prawidłowym oddychaniu, na poprawnej postawie, aktywacji mięśni w różnych pozycjach. Powinna charakteryzować go niska intensywność i obciążenia. Natomiast trening tzw. wysokoprogowy powinien zawierać ćwiczenia złożone, dynamiczne i siłowe (Vezina i Hubley-Kozey, 2000, Culgliari i Boccia, 2017).

Istnieje wiele badań przedstawiających programy treningu stabilizacyjnego. Zgodnie z powyższymi informacjami, przy tego typu planach, należy przede wszystkim zintegrować obciążenia treningowe. Należy również bardzo dokładnie określić specyfikę startową zawodników, których ten trening ma dotyczyć, a także określić funkcjonalne potrzeby zawodników. Dopiero biorąc pod uwagę wszystkie te aspekty jesteśmy w stanie opracować specyficzny program treningowy odpowiedni dla danej dyscypliny sportowej.

W literaturze brakuje, do tej pory, badań, które udowadniają wpływ treningu stabilizacyjnego w postaci wychyleń CoP na efektywność rzutu wolnego w koszykówce. Podjęte przez innych autorów badania udowadniają wpływ przemieszczeń CoP na

stabilność podczas rzutu, jednak nie nawiązują do jego skuteczności (Verhoeven i Newell 2016, Okazaki i in. 2015). Analizując uzyskane poprzez tych autorów wyniki, oraz doniesienia potwierdzające wpływ stabilności tułowia na rzut wolny, jako jeden z głównych czynników, założono możliwą korelację pomiędzy treningiem stabilizacyjnym, a skutecznością rzutu wolnego. Dlatego uzasadnieniem podjęcia badań jest fakt czy poprzez trening stabilizacyjny możemy wpłynąć korzystnie na stabilność, co z kolei przełoży się na wyżej wymienioną efektywność. Należy tu jednak podkreślić mnogość innych czynników funkcjonalnych, psychologicznych i fizycznych mogących także w sposób istotny wpłynąć na efektywność rzutu. Większość z tych czynników nie została zbadana pod kątem relacji ze skutecznością rzutu. Brakuje także jednoznacznych założeń treningu stabilizacyjnego w koszykówce, specyficznych ćwiczeń udowodnionych skutecznością rzutów wolnych, co pokazuje konieczność uzupełnienia badań pod tym kątem.

2. CELE PRACY

2.1. Cele

Głównym celem badań jest ocena stabilności posturalnej w aspekcie skuteczności gry w koszykówkę. Celem praktycznym jest aplikacja treningu stabilizacyjnego, który ma wpłynąć na progres celności rzutów do kosza.

Założeniem badań jest, że poprzez zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego zmniejszą się wartości wychylenia środka parcia stóp na podłoże (CoP) podczas wykonania rzutów wolnych. Uzyskane mniejsze wychylenia CoP po treningu spowodują lepszą stabilność tułowia, a tym samym mniejsze różnice położenia kończyn górnych podczas wyrzutu piłki. Będzie to miało bezpośredni wpływ na lepszą celność rzutów wolnych w badanej grupie koszykarek.

2.2. Pytania badawcze

1. Jaką stabilność posturalną na platformie stabilograficznej w różnych warunkach prezentują badane kobiety trenujące koszykówkę?
2. Jak po treningu stabilizacyjnym zmieniają się parametry stabilności u badanych kobiet w warunkach oczu zamkniętych i otwartych?
3. Jak zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego zmieni wartości wychylenia i długość CoP podczas badania na platformie stabilograficznej?
4. Jaką skuteczność rzutów prezentują badane koszykarki (analiza statystyk meczowych oraz wyników rzutów w oprogramowaniu *HomeCourt*?)
5. Jak zmieni się celność rzutów w warunkach meczowych i w wynikach z programu *HomeCourt* po zastosowanym treningu stabilizacyjnym
6. Czy program treningu stabilizacyjnego ma istotny związek z wykonywaniem przez kobiety skutecznych rzutów wolnych w koszykówce?

3. MATERIAŁ I METODY

3.1. Charakterystyka badanych

Badanie obejmowało dwie 15 osobowe drużyny koszykówki kobiet występujące na szczeblu centralnym (I liga koszykówki kobiet). Grupę badaną tworzyły zawodniczki KKS Olsztyn, zaś grupą kontrolną zawodniczki SKK Polonii Warszawa. Kryteriami włączenia do badań było, aby wszystkie badane zawodniczki trenowały na poziomie I Ligi oraz były zdrowe (bez kontuzji w ostatnim i aktualnym sezonie). Do kryteriów włączenia należała również częstotliwość uczestnictwa w treningach koszykówki w trakcie trwania treningu stabilizacyjnego.

Kryteria wykluczające to: kontuzja w okresie trwania badania, choroba wykluczająca zawodniczkę z treningu na okres minimum jednego tygodnia, absencja uczestnictwa w treningu przy trzeciej nieobecności na prowadzonych treningach stabilizacyjnych.

Badania odbywały się bezpośrednio przed treningiem, po wcześniejszym ustaleniu z trenerami, zawsze o tej samej porze dnia.

Trening stabilizacyjny:

- Częstotliwość: 3 razy w tygodniu, przed treningiem koszykówki,
- Okres: 3 miesiące,
- Czas trwania jednostki treningowej: 25 min,
- Ćwiczenia odbywały się progresywnie, większość z piłką do koszykówki,
- Trening rozpoczynały ćwiczenia oddechowe i aktywujące mięśnie tłoczni brzusznej,
- Ćwiczenia antyrotacyjne,
- Ćwiczenia wzorca ruchu rzutowego (bazując na wcześniej trenowanym oddechu i napięciu),
- Ćwiczenia wyskoku i lądowania (wzorzec występujący przy rzucie wolnym u kobiet).

Obciążenia treningowe:

- Intensywność - 55 - 60% RM,
- Objętość - 10 (jeśli ćwiczenie odbywało się jednonóż to 1 x 10 na każdą kończynę = 20).

Rekrutacji dokonał kierownik badania po uzgodnieniu z trenerami obu zespołów. Priorytetem jest, aby wszystkie badane zawodniczki były zdrowe podczas prób.

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanej (1) i kontrolnej (2).

	Grupa badana (1)			Grupa kontrolna (2)			GB/GK
PARAMETR	n	x	SD	n	x	SD	p
Masa ciała [kg]	15	66,53	6,46	14	69,07	9,74	0,41
Wysokość ciała [cm]	15	175,30	6,22	14	175,90	8,25	0,85
Wysokość S2 [cm]	15	98,40	8,06	14	98,14	6,31	0,92

Wszystkie zawodniczki wyraziły świadomą zgodę na udział w badaniu.

Na wykonanie badań uzyskano zgodę Komisji Etycznej numer 8/05/2012. Badania przeprowadzono w okresie od 01/09/2019 do 1/01/2020 roku

3.2. Metody badań

Metodyka projektu uwzględniała następujące badania:

1. Kwestionariusz ankiety, który zawierał: dane antropometryczne (podstawowe charakterystyki budowy ciała tj. wysokość i masę ciała), dane dotyczące częstotliwości występowania urazów (liczbę urazów, lokalizacja, przybliżona data, w jakiej sytuacji incydenty urazowe miały miejsce, okres rekonwalescencji, odczuwanie skutków urazu podczas wykonywania czynności codziennych lub uprawiania sportu), dane dotyczące dyscypliny (częstotliwość uczestniczenia w treningach w ciągu tygodnia, staż treningowy, na jakiej pozycji badane grają najczęściej)
2. Pomiary antropometryczne – pomiar wysokości S2 nad podłożem w centymetrach – im wyżej położony środek ciężkości, tym trudniej jest ustabilizować dane ciało,

co ujawni różnicę w pozostałych testach u zawodniczek grających na różnych pozycjach.

3. Stabilometria – jest to metoda, którą stosuje się do badania stabilności posturalnej. Badania wykonano na platformie AccuSway AMTI (Advanced Mechanical Technology INC, USA), rejestrującą przemieszczanie środka parcia stóp na podłoże (CoP). Platforma AccuSway rejestruje utrzymania równowagi bez sprzężenia zwrotnego na stabilnym podłożu. Platforma podłączona do komputera rejestrującego wyniki, ustawiona na linii rzutów wolnych. Badana otrzymywała polecenie, aby podczas próby, skierować wzrok na wprost i patrzeć w kierunku kosza (bez istotnych punktów charakterystycznych ułatwiających orientację) w pozycji wyprostowanej. W trakcie badania uczestniczka stała boso- bez obuwia i skarpet w pozycji do rzutu wolnego. Wykonywany został obrys stóp na kartce przymocowanej do platformy, aby w kolejnych próbach i badaniu drugim uzyskać tą samą pozycję stóp. Pomiędzy poszczególnymi pomiarami przewidziana była około 30 sekundowa przerwa. Aby pomiar został wykonany poprawnie należało ukończyć go maksymalnie w 3 próbie, bez podparcia w trakcie badania. Próby wykonane z podparciem były powtarzane. Po wyjaśnieniu protokołu badania i wykonaniu próby badani wykonywali następujące testy na platformie AccuSway:

- Stanie obunóż z oczami otwartymi (20 s) - stopy rozstawione tak jak podczas rzutu wolnego, ramiona swobodnie opuszczone wzdłuż tułowia,
- Stanie obunóż z oczami zamkniętymi (20 s) - stopy rozstawione tak jak podczas rzutu wolnego, ramiona swobodnie opuszczone wzdłuż tułowia,
- Pozycja do wykonania rzutu wolnego w pozycji obunóż na platformie (20 s) podczas którego został nagrany ruch ciała kamerą w aplikacji HomeCourt,
- Stanie jednonóż z oczami otwartymi (10 s) - kończyna podporowa wyprostowana, druga ustawiona w lekkim zgięciu w stawie biodrowym i kolanowym, ramiona swobodnie opuszczone wzdłuż tułowia,

- Stanie jednonóż z oczami zamkniętymi (10 s) - kończyna podporowa wyprostowana, druga ustawiona w lekkim zgięciu w stawie biodrowym i kolanowym, ramiona swobodnie opuszczone wzdłuż tułowia.

Testy w staniu jednonóż wykonywane były na prawej i lewej kończynie. Parametry stabilometryczne, które poddano analizie to: droga CoP (S CoP), pole CoP (Area CoP), oraz wartości wychyleń w płaszczyźnie A-P - strzałkowa (Xmax) i M-L - czołowa (Ymax).

Platforma AMTI jest sprawdzoną i skuteczną metodą określania dokładności wychyleń CoP, co potwierdza wielu autorów za pomocą intra- and intersession test-retest reliability - współczynniki korelacji wewnątrzklasowej (ICC2,1 i ICC2,k).

Według Stemplewski i in. (2011) ocena granic stabilności wykazuje wysokie wartości wszystkich parametrów (maksymalne i minimalne przemieszczenie w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej, odległość pomiędzy maksymalnym i minimalnym położeniem środka nacisku w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej oraz przybliżony obszar granic stabilności) na poziomie - ICC2,1 od 0,82 do 0,96 i ICC2,k od 0,95 do 0,99.

4. Nagranie wideo 10 rzutów w aplikacji HomeCourt

Aplikacja HomeCourt stworzona została przez amerykańską firmę NEX Team. Pierwszy produkt firmy NEX Team to HomeCourt, firma została uznana za najbardziej innowacyjną firmę w sporcie 2020 według Fast Company, najlepsze wynalazki w 2019 roku według Time'a i zdobywcę nagrody Apple Design Award 2019. Korzystając z kamery, HomeCourt zlicza, śledzi i mapuje ujęcia w koszykówce w czasie rzeczywistym, zapewniając natychmiastowy przegląd wideo i głęboką analizę statystyczną. Osoby badane wykonały 10 rzutów wolnych z linii, które zarejestrowała aplikacja HomeCourt. Oprogramowanie ma możliwość obliczenia celności, postępu w czasie i kluczowych wskaźników wydajności, takich jak prędkość, wyskok w pionie podczas rzutu, czas wyrzutu piłki, kąt lotu piłki oraz kąt zgięcia w stawach kolanowych potrzebny do wykonania rzutu. Obliczono także powtarzalność ICC, która wynosiła od 0,76 do 0,99. Dzięki tym danym można było określić nie tylko celność, ale i wpływ zastosowanego treningu na pozostałe zmienne dostępne w aplikacji

i składające się na ocenę stabilności zawodniczek. Do analizy podczas rzutów wykorzystano następujące parametry: skuteczność, kąt zgięcia w stawach kolanowych podczas rzutu oraz kąt wyrzutu piłki.

5. Analiza statystyk podczas sezonu, pomogła określić wymierną zmianę skuteczności rzutów wolnych po zastosowaniu autorskiego treningu. PZKosz ma obowiązek filmowania spotkań na szczeblu centralnym i umieszczenia na swojej oficjalnej stronie internetowej (www.pzkosz.pl) oficjalnych statystyk. Analizie poddano statystyki obu badanych zespołów w ostatnich 3 miesiącach sezonu poprzedzającym badanie oraz w części sezonu (także 3 miesiące) po odbytych treningach stabilizacyjnych. W trakcie tego okresu obie drużyny rozegrały po 8 spotkań. Ujednoczenie ilości analizowanych spotkań oraz czasu prowadzonych obserwacji pozwoliło na porównanie analizowanych statystyk. Analizowano zawodniczki zakwalifikowane do badania.
6. Analiza statystyczna - do analizy statystycznej wykorzystano oprogramowanie Statistica wersja 13, firmy StatSoft USA. Do oceny zgodności normalności rozkładów analizowanych danych użyto testu Shapiro-Wilka. Wszystkie zmienne somatyczne przeanalizowano według statystyk opisowych. Ponadto wykonano wykresy ramka-wąsy dla sprawdzenia i odrzucenia wyników ekstremalnych oraz test jednorodności wariancji Levene'a. Istotność różnic otrzymanych wyników po zlogarytmowaniu niektórych cech, które nie posiadały rozkładów normalnych sprawdzono analizą wariancji ANOVA porównując grupę kontrolną z badaną. W przypadku stwierdzenia istotnych statystycznie różnic wykonano testy powtórzeń wielokrotnych (test post hoc typu najmniejszych istotnych różnic NIR). Istotność różnic otrzymanych wyników przed i po treningu w grupie eksperymentalnej sprawdzono testem Wilcoxon (p<0,05).

Obliczona także effect size na podstawie wzorów:

1. Cohen's $d = (M2 - M1) / SD$,

2. $SD = \sqrt{((SD1^2 + SD2^2) / 2)}$,

SD - odchylenie standardowe; M - średnia

dla istotnych zmian parametrów.

Dodatkowo do opracowania wyników metodą graficzną skorzystano z programu z pakietu Microsoft Office Excel 2019. Obliczono także powtarzalność metody HomeCourt w tym celu użyto oprogramowania bazującego na kątomierzu online (dostępny na stronie <https://www.ginifab.com>), pozwalającego na obliczenie kątów między poszczególnymi segmentami wyznaczonymi przez osie uda i podudzia w stawie kolanowym. W celu identyfikacji czynników wpływających na występowanie różnicy między pomiarami HomeCourt i użytym kątomierzem, u 3 zawodników podczas wykonania 10 rzutów wolnych, obliczono współczynnik korelacji wewnątrzklasowej (ICC, intraclass correlation coefficient). ICC dla zgięcia w stawie kolanowym wyniosło od 0,76 do 0,99.

4. AUTORSKI PROGRAM TRENINGU STABILIZACYJNEGO

4.1. Założenia treningu stabilizacyjnego

Biorąc pod uwagę doniesienia literatury na temat treningu stabilizacyjnego, należy zaznaczyć, że będzie to jeden z wielu aspektów, które należy brać pod uwagę planując trening koszykarski. Przemieszczenie CoP pozwoliło uszeregować zawodniczki pod kątem ilości i objętości elementów treningu stabilizacyjnego oraz elementów technicznych podczas treningu, tak aby każda zawodniczka wiedziała nad którym elementem należy u niej pracować więcej. Określenie wpływu tej zmiennej możliwe było poprzez przeprowadzenie opracowanego treningu stabilizacyjnego i zbadania, czy różnice w celności rzutów wolnych przed i po takim cyklu treningowym są istotne statystycznie. Trening ten opracowany został na podstawie analizy literatury. Ahmed i in. (2017), Kim i in. (2015), Paula Lima i in. (2017), Muller i in. (2014), Szafraniec i in. (2018) i Aderson i Bliven (2016), oraz Whyte i in. (2018) określającej stabilizację jako jedną z priorytetowych zmiennych dla wykonania skutecznego rzutu do kosza. Chaitow (2013) w swojej książce opisuje tor oddechowy jako kluczowy dla stabilizacji ciała. Opierając się o tę wiedzę trening zaczyna się od wykonywania prawidłowego toru oddechowego, a następnie odpowiednimi ćwiczeniami uruchamiane są mięśnie z grupy stabilizatorów lokalnych (grupa mięśni odpowiedzialna za kontrolę translacji), globalnych (grupa odpowiedzialna za ekscentryczną kontrolę ruchu) i mobilizatorów (mięśnie wykonujące ruchy osiowe), dając razem jedną całość. Najważniejsze stabilizatory lokalne, jeśli chodzi o *core stability* to mięsień poprzeczny brzucha, mięsień wielodzielny, przepona i mięśnie dna miednicy (Comerford i Mottram, 2017).

Autor tego opracowania od ponad 10 lat współpracuje ze sportowcami i pacjentami, podejmując tematykę stabilizacji tułowia. Trening ten powstał na podstawie wielu doświadczeń i obserwacji powstałych na podstawie codziennej pracy w gabinecie fizjoterapeutycznym. Jako praktyk, autor miał okazję zaplanować wiele treningów stabilizacyjnych, zarówno dla grup jak i indywidualnych osób. Pozwoliło to na dobór ćwiczeń, które dopasowane są do aktualnych potrzeb badanych zawodniczek.

Trening zawiera zestaw 8 ćwiczeń kompleksowo poprawiających stabilność ciała, które powinny wpłynąć na efektywność wykonania rzutu. Comerford i Mottram (2017) zakłada, że okres nauki kontroli motorycznej – stabilności – trwa ok 3-4 miesięcy, dlatego ćwiczenia zostały opracowane właśnie na okres 12 tygodni. Założeniem treningu jest poprawa rytmu oddechowego oraz *timigu* napięcia mięśni stabilizujących tułów, a także siły mięśni kontrolujących ruch oraz go wykonujących. Dzięki współpracy tych elementów zakłada się poprawę ogólnej stabilności ciała trenujących koszykarek podczas rzutów, ich większą powtarzalność i celność. Uzyskane mniejsze wychylenia CoP po treningu spowodują lepszą stabilizację tułowia a tym samym mniejsze różnice położenia kończyn górnych podczas wyrzutu piłki co przełoży się na lepszą celność rzutów do kosza. Ważnym elementem będzie także analiza statystyk podczas sezonu, która pomoże określić wymierną zmianę skuteczności rzutów wolnych. Wyniki badań stanowić mogą ważne narzędzie włączone do treningu koszykarskiego, mogące w sposób istotny poprawić skuteczność zawodniczek z linii rzutów wolnych.

4.2. Program treningowy

4.2.1. Prawidłowy oddech i napięcie mięśni tłoczni brzusznej

Intraabdominal Pressure - IAP jest generowane poprzez prawidłowe działanie mięśni tłoczni brzusznej, czyli mięśni zawartych pomiędzy klatką piersiową, a miednicą. Według różnych autorów wpływ na kształtowanie tego ciśnienia ma głównie przepona i mięśnie dna miednicy oraz mięśnie brzucha i grzbietu (Cholewicki i in. 1999, Hodges i in. 2000, 2005).

Podstawą stabilnego tułowia, a co za tym idzie treningu stabilizacyjnego jest prawidłowy, równy rozkład ciśnienia wewnątrzbrzusznego (IAP). Aby było to możliwe klatka piersiowa z przeponą musi ustawić się równolegle nad miednicą (mięśnie dna miednicy). Ustawienie klatki piersiowej jest w dużej mierze zależne od prawidłowego rytmu oddechowego. Literatura dzieli rytm oddechowy na paradoksalny i prawidłowy. Paradoksalnym oddychaniem nazywamy system oddechowy, w którym podczas wdechu klatka piersiowa unosi się przy jednoczesnym opadnięciu powłok brzusznych, lub ruch

powłok brzusznych bez ruchu klatki piersiowej. Przy prawidłowym torze oddychania klatka piersiowa i powłoki brzuszne podczas wdechu poruszają się jednocześnie w kierunku brzuszno w płaszczyźnie strzałkowej, niezależnie od pozycji. Jest to bezpośrednio zależne od pracy przepony (Baker i Everard 2015, Chaitow 2013).

Drugim elementem decydującym o prawidłowym ciśnieniu wewnątrzbrzusznym jest prawidłowe napięcie mięśni otaczających jamę brzuszną. Literatura jednoznacznie określa „brzuch” jako wszystkie mięśnie zawarte pomiędzy klatką piersiową, a miednicą nie tylko mięśnie brzucha. Kobesova i Kolor (2014) i Cholewiaki i in. (1999) opisują akcję poszczególnych grup. Według powyższego opracowania przepona i mięśnie dna miednicy napinają się w pracy koncentrycznej natomiast mięśnie z przodu, tyłu i z boku tułowia napinają się w pracy ekscentrycznej. Dzięki temu mięśnie te tworzą tak zwany *bracing* dookoła tułowia. Zachowanie tych warunków biomechanicznych jest decydujące przy prawidłowym napięciu tłoczni brzusznej. Tutaj należy zaznaczyć podwójną rolę przepony. Poza rolę oddechową przepona przez wielu autorów opisywana jest jako mięsień stabilizacyjny. Cechą potwierdzającą ten fakt jest umiejętność preaktywacji tego mięśnia co jest domeną stabilizatorów. Preaktywacją nazywamy uruchomienie mięśnia, w celu kontroli ruchów translatorycznych (ślizgi i toczenie - przesunięcia segmentów wewnątrz stawu/zespołu stawów) przed rozpoczęciem ruchu osiowego. Możliwość tą zapewnia prawidłowo działający układ nerwowy. Preaktywacja przepony zapewnia kontrolę ślizgów odbywających się podczas ruchów osiowych kręgosłupa poprzez wytworzenie i utrzymanie ciśnienia w przestrzeni wewnątrzbrzuszej, co jest podstawą działania tłoczni brzusznej. Comerford i Mottram (2017) podkreślają też istotność *timingu* napięcia mięśni dzieląc je na grupę stabilizatorów lokalnych, globalnych i mobilizatorów - czyli mięśni wykonujących ruch. Najważniejszymi grupami przy prawidłowym napięciu brzucha są stabilizatory tzn. grupa mięśni najgłębiej położonych, charakteryzująca się możliwością utrzymania ciągłego napięcia, których rolą jest kontrola translacji. Autor podkreśla, że są to grupy mięśni włączające się na niskim progu pobudliwości. Oznacza to, że najlepiej aktywują się na niskim lub bez obciążenia. Inni autorzy dokładnie określają siłę tego

napięcia na 25% MVC (*Maximum Voluntary Contraction*). Taka praca jest uznawana za cechę dominującą w grupie mięśni stabilizatorów.

Ostatnią fazą nauki podstaw stabilizacji tułowia jest połączenie obu elementów czyli prawidłowego oddechu i napięcia wszystkich ścian jamy brzusznej. Wielu autorów uważa, że jest to podstawa stabilizacji i żadne ćwiczenie nazywane stabilizacyjnym nie może być wykonane prawidłowo jeśli nie ma prawidłowego rytmu oddechowego i napięcia powłok brzusznych. Dlatego właśnie niezależnie od dyscypliny sportu element ten powinien pojawić się w każdym planie treningu stabilizacyjnego.

4.2.2. Ćwiczenia treningowe

Treningi możemy podzielić na treningi stabilizacyjne, oporowe i wytrzymałościowe. Według literatury trening oporowy powinien rozpocząć się po odtworzeniu kontroli mięśniowej, w innym przypadku odbywa się wzmacnianie i utrwalanie dysfunkcji (Osar i Bussard 2016). Jeżeli osoba jest stabilna, to każde ćwiczenie jest stabilizacyjne i nie potrzebuje ćwiczeń specjalistycznych. Oznacza to, że przy dobrej kontroli motorycznej tułowia, najlepszym treningiem stabilizacyjnym dla koszykarzy będzie trening koszykówki (Lederman, 2010). Założono więc, że dla badanych koszykarek docelowym „treningiem stabilizacyjnym” będzie codzienny trening, który zawiera w sobie rzuty wolne. W tym opracowaniu zwrócono szczególną uwagę na wyrównanie i zwiększenie kontroli motorycznej u badanych koszykarek stosując aktywację struktur odpowiedzialnych za stabilny tułów opisanych we wcześniejszych rozdziałach, w sposób specjalistyczny. Bez odpowiedniej progresji pozycji, od pozycji *dead bug* (*leżenia tyłem z uniesionymi kończynami*), aż do stania jednonóż i skoków, nie da się uzyskać poprawy stabilizacji tułowia w treningu koszykarskim (Davidek, 2018) i zastosować zasady opisywanej przez Ledermana (2010). Aby zastosować tę zasadę zawodniczki musiałyby być odpowiednio i porównywalnie stabilne. Część zawodniczek nie potrafiła w sposób poprawny wykonać ćwiczeń w pozycjach niskich - prawidłowe wzorce oddechu i napięcia mięśni tłoczni brzusznej, co miało odniesienie w większych przemieszczeniach CoP podczas badań. Dlatego właśnie w autorskim specjalistycznym treningu opracowane

ćwiczenia zaczynają się od pozycji niskich, zaczerpniętych z elementów rozwojowych (Kobesova i Kolar, 2014) i kończą na pozycjach w staniu na jednej kończynie i skokach, tak aby docelowo każdy element treningu koszykarskiego mógł być uznawany za „ćwiczenie stabilizacyjne”.

W programie treningowym zaproponowano 8 ćwiczeń. Bazując na literaturze określono najważniejsze elementy, które miały poprawić trenowaną cechę tj. rytm oddechowy, napięcie mięśni tłoczni brzusznej, antyrotacja, prawidłowy wzorzec ruchu wahadłowego w stawie biodrowym, skok i lądowanie (pojawia się przy rzucie wolnym u kobiet).

Każde z ćwiczeń powinno być wykonywane na bosej stopie, bez obuwia i skarpet w celu lepszego bodźcowania układu nerwowego - skóra podeszwy i mięśnie krótkie stopy jak i mięśnie stabilizujące odcinek lędźwiowy, mięśnie dna miednicy unerwiane są przez te same korzenie nerwowe wychodzące z poziomu L4-S3.

1. Ćwiczenie oddechowe



Ryc. 3. Prawidłowe wykonanie ćwiczenia oddechowego.

Pozycja wyjściowa:

Leżenie tyłem.

Wykonanie:

Zawodniczka układa jedną rękę na powłokach brzusznych, drugą na klatce piersiowej. Zgodnie z teorią prawidłowego rytmu oddechowego podczas wdechu obie ręce powinny się unieść, natomiast podczas wydechu obie powinny się opuścić, ustawiając klatkę piersiową równoległe do miednicy. Oddech ma być normalny, niepogłębiony. Zawodniczka powinna powtórzyć cały cykl oddechowy 10 razy.

Cel:

Głównym celem ćwiczenia jest wypracowanie prawidłowego toru i rytmu oddechowego.

2. Ćwiczenie aktywujące mięśnie tłoczni brzusznej



Ryc. 4. Pozycja wyjściowe ćwiczenia 2 (*dead bug*).



Ryc. 5. Pozycja końcowa ćwiczenia 2.

Pozycja wyjściowa:

Leżenie tyłem.

Wykonanie:

Zawodniczka wykonuje leżenie tyłem tzw. *dead bug*. Kończyny górne ustawione w zgięciu 90 stopni w stawie ramiennym. Kończyny dolne zgięte w stawach biodrowych i kolanowych do 90 stopni. Zawodniczka jest poinstruowana o prawidłowym napięciu mięśni tłoczni brzusznej. Następnie ćwicząca wykonuje wznos przez zgięcie ramienia oraz prostuje przeciwną kończynę dolną w stawie biodrowym i kolanowym. Zakres ruchu uzależniony jest od możliwości kontroli odcinka lędźwiowego przez wykonującą ćwiczenie zawodniczkę. Zawodniczka powinna pracować kończynami na zmianę i wykonać po 10 powtórzeń na każdą kończynę.

Cel:

Celem ćwiczenia jest kształtowanie kontroli motorycznej tułowia.

3. Ćwiczenie antyrotacyjne

Ryc. 6. Pozycja wyjściowa ćwiczenia antyrotacyjnego.



Ryc. 7 - 8. Pozycja końcowa ćwiczenia antyrotacyjnego.

Pozycja wyjściowa:

Leżenie tyłem.

Wykonanie:

Zawodniczka wykonuje pozycję wyjściową jak w ćwiczeniu 2. Po przyjęciu pozycji wyjściowej ćwicząca wychyla ciało na boki nie rotując jednocześnie tułowia. Zawodniczka jest poinstruowana aby ruch obręczy barkowej i biodrowej następował jednocześnie dzięki czemu rotacja jest wykluczona. Ćwicząca wykonuje po 10 wychyleń w lewo i prawo.

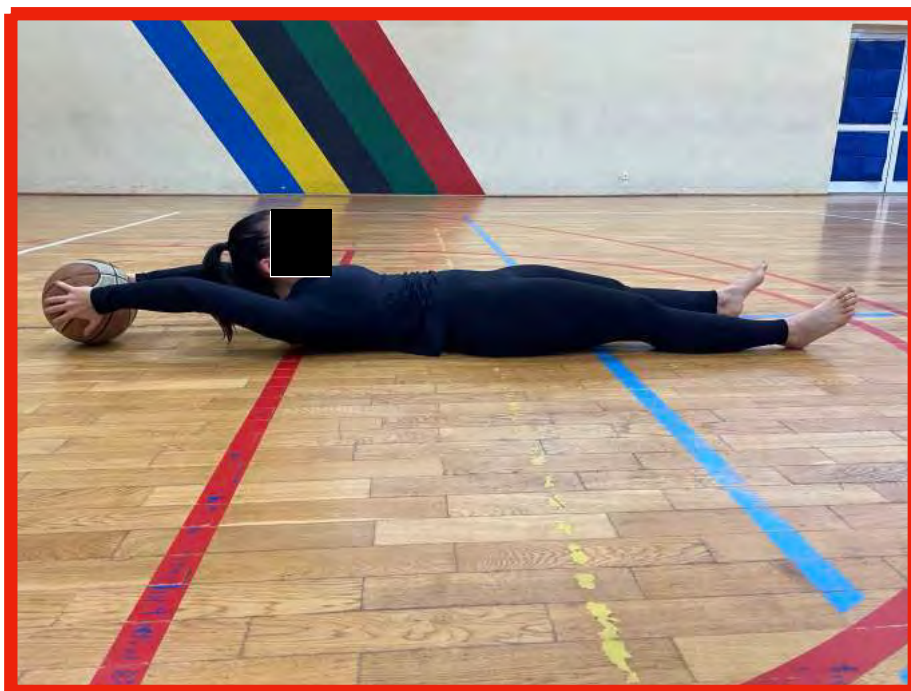
Cel:

Celem ćwiczenia jest kształtowanie kontroli motorycznej tułowia.

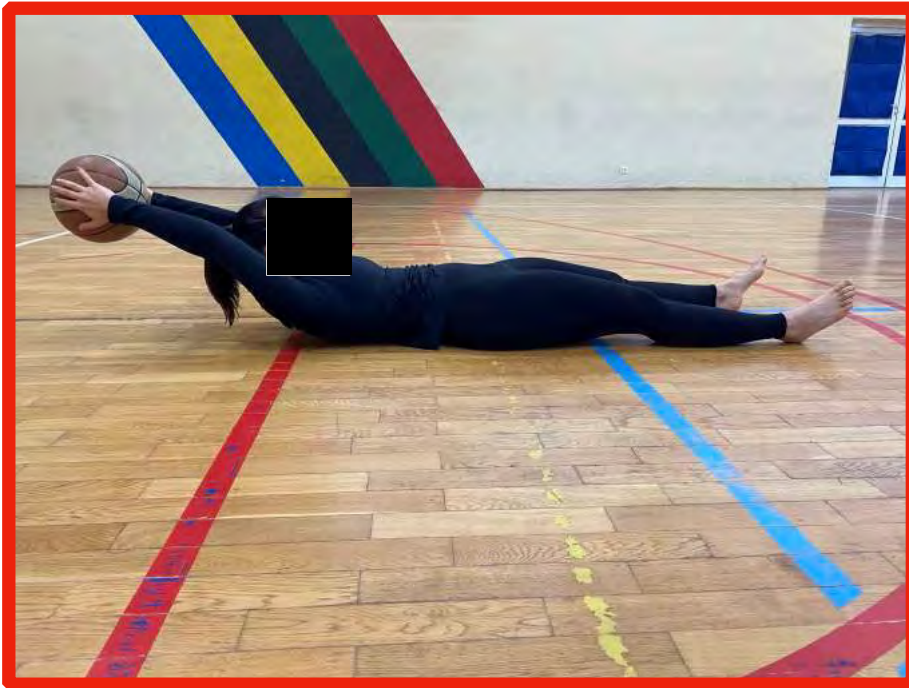
4. Ćwiczenie tzw. *hollow body*



Ryc. 9. Pozycja wyjściowa ćwiczenia *hollow body*.



Ryc. 10. Etap pierwszy. Ćwiczenie *hollow body*.



Ryc. 11. Pozycja końcowa ćwiczenia *hollow body*.

Pozycja wyjściowa:

Leżenie tyłem z piłką.

Wykonanie:

Zawodniczka utrzymuje piłkę w rękach podczas wznosu kończyn górnych leżącą na podłożu za głową. Rozpoczęcie ruchu następuje od zgięcia kręgosłupa szyjnego, a następnie kręgosłupa piersiowego, z jednoczesnym utrzymaniem stabilnego tułowia. Na koniec ćwicząca unosi piłkę nad ziemię. Należy zwrócić uwagę na prawidłowe napięcie mięśni „brzucha” i brak ruchu w kręgosłupie lędźwiowym. Zawodniczka powinna powtórzyć ruch 10 razy.

Cel:

Utrzymanie stabilnego tułowia przy jednoczesnej ustawieniu piłki nad głową.

5. Ćwiczenie aktywujące mięśnie pośladkowe



Ryc. 12. Pozycja początkowa ćwiczenia aktywującego pośladki



Ryc. 13 - 14. Pozycja końcowa ćwiczenia aktywującego mięśnie pośladkowe.

Pozycja wyjściowa:

Stanie na jednej stopie z piłką w rękach.

Wykonanie:

Zawodniczka wykonuje ruch cofnięcia obręczy barkowej, zgięcia w stawach biodrowych stojąc na jednej stopie. Druga kończyna zgięta w stawach biodrowym i kolanowym. Należy zwrócić uwagę aby ćwicząca odpowiednio napięła tzw. mięśnie tłoczni brzusznej oraz wykonała zgięcie w stawach biodrowych wokół osi poprzecznej przechodzącej przez te stawy bez zmian ustawienia kręgosłupa (utrzymując prawidłową lordozę). Podczas powrotu do pozycji wyjściowej, czyli w trakcie ruchu wyprost w stawach biodrowych zawodniczka unosi piłkę nad głowę symulując wyprowadzenie rzutu. Zawodniczka wykonuje po 10 powtórzeń na każdej kończynie.

Cel:

Aktywacja mięśni pośladkowych. Wypracowanie prawidłowego wzorca zgięcia tułowia rozpoczynanego ruchem wahadłowym w stawach biodrowych kontrolowanego mięśniami pośladkowymi.

6. Ćwiczenie tzw. *running man*

Ryc. 15 - 16. Pozycja początkowa i końcowa ćwiczenia *running man*.

Pozycja wyjściowa:

Stanie na jednej stopie.

Wykonanie:

Zawodniczka wykonuje naprzemiennie ruchy zgięcia i wyprostowania w stawie biodrowym utrzymując stabilny tułów, jednocześnie naprzemiennie pracując kończynami górnymi, symulując pracę podczas biegu. Zawodniczka jest poinstruowana o wstępnym napięciu

tw. mięśni tłoczni brzusznej. Ćwiczenie powinno być wykonane w jak największym tempie po 25 powtórzeń na pojedynczej kończynie.

Cel:

Kontrola motoryczna tułowia podczas jednoczesnej pracy kończynami.

7. Ćwiczenie tzw. *hip hinge* ze skokiem



Ryc.17 - 18. Pozycja początkowa i końcowa ćwiczenia 7.

Pozycja wyjściowa:

Stanie na jednej stopie.

Wykonanie:

Zawodniczka wykonuje ruch cofnięcia obręczy barkowej, zgięcia w stawach biodrowych stojąc na jednej stopie. Druga kończyna zgięta w stawach biodrowym i kolanowym. Należy zwrócić uwagę, aby ćwicząca odpowiednio napięła tzw. mięśnie tłoczni brzusznej oraz wykonała ruch zgięcia w stawach biodrowych wokół osi poprzecznej w tych stawach. Błędem jest wykonanie ruchu w kręgosłupie. Zawodniczka wykonuje 3 powtórzenia, a podczas powrotu do pozycji wyjściowej, czyli w trakcie ruchu wyprost w stawach biodrowych wykonuje skok z lądowaniem na jednej stopie, następnie powtarza cały układ. Ćwicząca wykonuje po 6 cykli na każdej kończynie.

Cel:

Utrzymanie kontroli motorycznej i stabilnego tułowia podczas złożonych czynności ruchowych.

8. Ćwiczenie - skok na jednej kończynie

Ryc. 19 - 20. Pozycja wyjściowa i pośrednia do ćwiczenia 8.

Pozycja wyjściowa:

Stanie na jednej kończynie.

Wykonanie:

Zawodniczka stoi na jednej stopie z piłką i wykonuje skoki w czterech kierunkach (w przód, w tył, w prawo i w lewo) wyskakując i lądując na jednej kończynie. Skoki są wykonywane w systemie pliometrycznym (plyometria to zestaw ćwiczeń skocznościowych, które pomagają sportowcom zwiększyć dynamikę ruchów oraz moc

mięśni). Zawodniczka powinna powtórzyć cykl 6 razy na każdej kończynie zwracając uwagę na prawidłowe napięcie tzw. mięśni tłoczni brzusznej.

Cel:

Utrzymanie stabilnego tułowia podczas skoków z piłką oraz kontrola motoryczna kończyn dolnych podczas skoku i lądowania.

5. WYNIKI

Wyniki badań przedstawiono w podrozdziałach według kolejności analizowanych pytań badawczych zgodnie z omówioną metodologią badań.

W badaniu dwukrotnym wzięło udział 15 kobiet w grupie badanej, poddanej treningowi stabilizacyjnemu (grupa 1) i 15 kobiet w grupie kontrolnej (grupa 2).

5.1. Stabilometria - porównanie grupy badanej i kontrolnej

Wyniki badań parametrów stabilometrycznych na platformie AccuSway obrazują następujące parametry: droga CoP (S), pole CoP (Area), oraz wartości wychyleń w płaszczyźnie A-P - strzałkowa (X_{max}) i M-L - czołowa (Y_{max}).

Tabela 2. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na obu kończynach dolnych z otwartymi oczami (OE). Porównanie grupy badanej i kontrolnej.

Badanie pierwsze - obunóż - OE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/ GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p - value
X MAX [cm]	14	0,74	0,60	0,41	0,52	0,81	14	0,85	0,64	0,47	0,71	0,97	0,641
Y MAX [cm]	14	1,05	0,21	0,89	0,95	1,22	14	1,10	0,45	0,80	1,06	1,35	0,697
AREA CoP [cm ²]	15	3,48	3,77	1,60	2,00	3,15	14	2,58	1,17	1,62	2,55	3,31	0,399
S CoP [cm]	15	33,27	9,13	25,89	31,06	39,24	14	28,03	5,42	23,61	27,03	32,54	0,073
Badanie drugie - obunóż - OE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/ GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p - value
X MAX [cm]	14	0,70	0,31	0,49	0,66	0,98	14	1,12	0,65	0,45	1,02	1,61	0,036
Y MAX [cm]	14	1,05	0,45	0,67	0,86	1,28	14	1,45	0,54	1,17	1,29	1,70	0,041
AREA CoP [cm ²]	15	2,23	0,90	1,73	2,10	3,04	14	4,84	2,70	2,89	4,46	6,22	0,001
S CoP [cm]	15	31,47	6,95	25,17	28,39	37,48	14	35,09	8,44	31,15	32,59	37,41	0,217

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie CoP w osi A-P, M-L;

AREA CoP - pole powierzchni określone przez wychylenia CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

Tabela 2 pokazuje, iż w warunkach oczu otwartych, w staniu obunóż w badaniu pierwszym nie odnotowano różnic istotnych statystycznie w ocenianych parametrach. W rezultatach średnich arytmetycznych pola CoP (Area CoP) i drogi CoP (CoP) grupa 2 prezentowała nieznacznie lepsze wyniki od grupy 1.

W badaniu drugim istotne statystycznie różnice zanotowano w następujących parametrach: wychyleń w kierunku M-L (Ymax) i A-P (Xmax) i pola CoP (Area CoP).

Szczególnie różnica w wartości pola CoP jest znacząca. Effect size w tym przypadku wynosi 1,11 czyli około 90% procent grupy badanej jest poniżej średniej grupy kontrolnej.

W badaniu pierwszym grupa 1 uzyskiwała w parametrze Area CoP średnio $3,48 \pm 3,77$ cm² przy $2,58 \pm 1,17$ cm² w grupie 2. W badaniu drugim jest to już tylko $2,23 \pm 0,90$ cm² u zawodniczek z grupy 1 przy $4,84 \pm 2,70$ cm² u zawodniczek z grupy 2. Wyniki te wskazują na istotne zmniejszenie pola powierzchni zaznaczonej przez ruch CoP w grupie badanej w porównaniu z grupą kontrolną. W pozostałych parametrach zaobserwować można tendencje do podobnego kierunku zmian.

Tab. 3. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na prawej kończynie dolnej z otwartymi oczami (OE).

Badanie pierwsze - kończyna prawa - OE													
	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
PARAMETR	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p-value
X MAX [cm]	15	1,17	0,41	0,86	1,13	1,45	14	1,23	0,38	0,94	1,19	1,52	0,650
Y MAX [cm]	15	1,36	0,31	1,12	1,36	1,66	14	1,58	0,63	1,00	1,48	2,17	0,234
AREA CoP [cm²]	15	5,98	1,21	4,92	6,27	6,56	13	6,43	3,08	4,07	5,87	6,62	0,606
S CoP [cm]	15	38,21	6,95	32,01	38,19	45,16	14	42,46	14,31	30,94	38,98	54,23	0,314
Badanie drugie - kończyna prawa - OE													
	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
PARAMETR	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p-value
X MAX [cm]	15	1,23	0,28	1,11	1,18	1,47	14	1,41	0,41	1,07	1,38	1,89	0,191
Y MAX [cm]	15	1,66	0,64	1,22	1,44	2,17	14	1,70	0,62	1,18	1,55	2,15	0,874
AREA CoP [cm²]	15	7,14	2,35	5,59	6,99	7,86	13	6,32	1,44	5,12	6,29	7,44	0,281
S CoP [cm]	15	47,99	14,74	36,39	44,86	65,69	14	44,54	12,71	37,55	41,51	46,93	0,505

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie CoP w osi A-P, M-L;

AREA CoP - pole powierzchni określone przez CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

W tabeli 3 zostało przedstawione porównanie wyników dla obu grup zarówno w pierwszym jak i w drugim badaniu w staniu na prawej kończynie dolnej z oczami otwartymi. W tych warunkach, dla kobiet z grupy kontrolnej i grupy badanej, brak jest różnic istotnych statystycznie w wymienionych parametrach, między grupami.

Tabela 4. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na prawej kończynie dolnej z zamkniętymi oczami (CE).

Badanie pierwsze - kończyna prawa - CE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p-value
X MAX [cm]	15	2,05	0,52	1,64	1,90	2,44	14	2,12	0,39	1,83	2,21	2,37	0,713
Y MAX [cm]	14	3,27	1,06	2,58	3,30	3,74	13	3,46	1,63	2,56	2,96	3,67	0,709
AREA CoP [cm ²]	14	17,18	4,92	14,07	16,85	18,62	14	19,82	6,68	15,20	18,26	22,66	0,245
S CoP [cm]	15	91,57	23,62	73,68	86,51	112,74	14	95,99	26,56	80,64	85,25	114,91	0,665
Badanie drugie - kończyna prawa - CE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p-value
X MAX [cm]	15	1,89	0,31	1,70	1,90	2,06	14	2,18	0,59	1,57	2,15	2,52	0,101
Y MAX [cm]	14	2,48	0,74	1,94	2,40	2,97	13	5,12	2,89	2,69	4,07	7,99	0,003
AREA CoP [cm ²]	14	7,15	2,35	5,59	6,99	7,86	13	6,31	1,44	5,12	6,29	7,44	0,211
S CoP [cm]	15	48,00	14,74	36,39	44,86	65,69	14	44,54	12,71	37,55	41,51	46,93	0,505

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie CoP w osi A-P, M-L;

AREA CoP - pole powierzchni określone przez CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

W warunkach oczu zamkniętych, na prawej kończynie dolnej (tabela 4), zawodniczki z grupy badanej i kontrolnej w pierwszym badaniu uzyskiwały zbliżone wyniki. Nie odnotowano różnic istotnych statystycznie. W badaniu po przeprowadzonym treningu stabilizacyjnym zawodniczki z grupy 1 uzyskiwały średnio $2,48 \pm 0,74$ cm wychylenia w osi M-L (Ymax) przy $5,12 \pm 2,89$ cm u zawodniczek z grupy 2. Odnotowano w tym parametrze różnicę istotną statystycznie na poziomie 0,003. Effect size w tym

przypadku jest duży i wynosi 1,25 czyli około 90% procent grupy badanej jest poniżej średniej wyników tego parametru grupy kontrolnej.

Zaobserwowano tendencję do wzrostu średnich różnic w drugim badaniu pomiędzy grupami w parametrach wychylenia również w osi X. W tym przypadku, pomimo braku istotności statystycznej wychylenia w osi A-P zmniejszyły się z $2,05 \pm 0,52$ cm na $1,89 \pm 0,31$ cm w grupie 1, co w połączeniu z istotną zmianą w osi M-L daje poprawę wartości badanych w postaci zmniejszenia się pola powierzchni zaznaczonego przez ruch CoP (Area CoP), czy drogi CoP (S CoP).

Tabela 5. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na lewej kończynie dolnej z oczami otwartymi (OE). Porównanie grupy badanej i kontrolnej.

Badanie pierwsze - kończyna lewa - OE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	
X MAX [cm]	14	1,30	0,21	1,20	1,33	1,40	14	1,38	0,47	1,03	1,31	1,40	0,565
Y MAX [cm]	14	1,47	0,43	1,06	1,40	1,80	14	1,49	0,63	1,10	1,26	1,53	0,947
AREA CoP [cm²]	15	7,65	3,80	5,11	7,81	8,83	13	6,48	3,69	4,08	6,32	7,17	0,416
S CoP [cm]	15	43,46	11,53	34,20	44,45	53,06	14	44,55	16,76	35,25	41,51	48,05	0,838
Badanie drugie - kończyna lewa - OE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	
X MAX [cm]	14	1,39	0,28	1,15	1,36	1,66	14	1,48	0,37	1,29	1,48	1,86	0,490
Y MAX [cm]	14	1,68	0,55	1,23	1,67	1,94	14	1,69	0,49	1,48	1,57	2,01	0,969
AREA CoP [cm²]	15	7,49	2,69	5,18	6,87	9,63	13	8,12	2,66	6,49	7,15	9,77	0,544
S CoP [cm]	15	48,43	12,91	36,93	51,08	60,21	14	47,46	11,89	41,21	50,56	57,02	0,834

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie CoP w osi A-P, M-L;

AREA CoP - pole powierzchni określone przez CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

Tabela 5 obrazuje wyniki w staniu jednoonóż na lewej kończynie dolnej, w warunkach oczu otwartych, dla kobiet z grupy kontrolnej i grupy badanej. Wyniki pokazują brak różnic istotnych statystycznie w wymienionych parametrach między grupami w obu badaniach. Wyniki są porównywalne dla obu grup zarówno w pierwszym jak i w drugim badaniu.

Tabela 6. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na lewej kończynie dolnej z oczami zamkniętymi (CE).

Badanie pierwsze - kończyna lewa - CE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/ GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p - value
X MAX [cm]	15	1,97	0,56	1,30	2,04	2,36	14	2,05	0,77	1,41	2,04	2,43	0,753
Y MAX [cm]	15	3,58	2,04	2,17	2,79	4,46	14	4,49	2,57	2,27	3,63	5,91	0,296
AREA CoP [cm ²]	15	19,61	9,50	12,89	17,10	28,31	14	22,75	11,63	13,61	17,88	28,33	0,431
S CoP [cm]	15	95,20	34,70	67,25	97,86	109,08	14	102,69	33,67	78,23	89,17	126,37	0,560
Badanie drugie - kończyna lewa - CE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/ GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p - value
X MAX [cm]	15	1,81	0,60	1,67	1,93	2,12	14	2,16	0,47	1,93	2,21	2,40	0,098
Y MAX [cm]	15	2,88	1,59	1,96	2,45	4,00	14	4,23	1,54	2,88	3,81	4,91	0,028
AREA CoP [cm ²]	15	18,56	9,45	13,68	17,24	21,55	14	24,16	6,31	20,25	23,32	26,80	0,073
S CoP [cm]	15	94,10	35,85	67,46	93,53	122,57	14	107,80	32,35	86,90	100,01	105,30	0,290

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie COP w osi A-P, M-L;

AREA CoP - pole powierzchni określone przez CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

W warunkach oczu zamkniętych, na lewej kończynie dolnej, w badaniu pierwszym nie ma różnic pomiędzy zespołami. Różnicę istotną statystycznie odnotowano dla długości wychyleń w kierunku M-L (Ymax). Różnicę odnotowano między grupami po przeprowadzonym treningu i polegała na istotnym zmniejszeniu się wychyleń w kierunku M-L, w grupie badanej w porównaniu do kontrolnej. Grupa 1 w badaniu drugim wychylała się w danym kierunku o średnio $2,88 \pm 1,59$ cm, natomiast zawodniczki grupy 2 o średnio

4,23±1,54 cm. Effect size w tym przypadku jest duży i wynosi 0,86 czyli 79% grupy badanej jest poniżej wyników średniej grupy kontrolnej.

W tych samych warunkach, zaobserwować można tendencję do poprawy pozostałych badanych parametrów, podobnie jak w przypadku badania w warunkach oczu zamkniętych na prawej kończynie dolnej.

W staniu obunóż przy oczach zamkniętych, w badaniu drugim różnicę istotną statystycznie zaobserwowano w parametrze wychyleń w kierunku A-P (Xmax) oraz pola CoP (Area CoP). Średnie wychylenia w grupie badanej wynosiły w tym badaniu 0,44±0,17 cm, natomiast w grupie kontrolnej 0,85±0,39 cm. Effect size w tym przypadku wynosi 1,36 czyli około 92% procent grupy badanej jest poniżej średniej grupy kontrolnej. W przypadku pola CoP wartości w badaniu drugim wyniosły kolejno 2,22±1,77 cm² w grupie 1, a 3,72±1,96 cm² w grupie 2. Effect size w tym przypadku wynosi 0,8, czyli około 79% procent grupy badanej jest poniżej średniej grupy kontrolnej. Jednocześnie nie odnotowano różnic w trakcie badania pierwszego.

Wyniki grupy badanej w badaniu drugim były lepsze niż w grupie kontrolnej we wszystkich parametrach (istotnie tylko w Y max i Area CoP), zatem w tym badaniu również obserwuje się tendencje do poprawy stabilności w grupie badanej po przeprowadzeniu treningu stabilizacyjnego.

Tabela 7. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na obu kończynach dolnych z oczami zamkniętymi (CE).

Badanie pierwsze - obunóż - CE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/ GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p - value
X MAX [cm]	13	0,63	0,28	0,50	0,53	0,70	14	0,74	0,26	0,58	0,70	0,84	0,284
Y MAX [cm]	15	1,29	0,76	0,82	0,97	1,56	13	1,60	0,47	1,32	1,73	1,90	0,218
AREA CoP [cm²]	15	3,31	2,46	1,70	2,76	3,45	14	3,52	1,70	2,14	3,52	3,95	0,796
S CoP	15	34,29	8,14	28,14	31,19	42,79	14	34,80	6,35	31,64	34,45	36,96	0,853
Badanie drugie - obunóż - CE													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/ GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p - value
X MAX [cm]	14	0,44	0,17	0,31	0,42	0,53	14	0,85	0,39	0,54	0,77	1,10	0,001
Y MAX [cm]	15	1,13	0,35	0,94	1,03	1,29	13	1,54	0,71	0,93	1,27	2,21	0,062
AREA CoP [cm²]	15	2,22	1,70	1,59	1,76	2,60	14	3,72	1,96	1,85	3,31	5,15	0,036
S CoP [cm]	15	34,26	8,67	25,56	33,31	43,41	14	35,75	8,22	28,33	36,68	41,32	0,641

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie CoP w osi A-P, M-L;

AREA CoP - pole powierzchni określone przez CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

Tabela 8. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w pozycji rzutowej.

Badanie pierwsze - obunóż - SP													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p-value
X MAX [cm]	15	1,41	0,43	1,06	1,39	1,72	14	1,41	0,56	1,03	1,38	1,84	0,976
Y MAX [cm]	15	1,40	0,42	1,11	1,30	1,81	14	1,46	0,37	1,21	1,38	1,69	0,695
AREA CoP [cm ²]	15	6,89	2,95	5,34	6,84	7,45	14	6,24	3,23	3,38	5,79	7,67	0,574
S CoP [cm]	15	55,12	19,24	41,35	53,98	57,04	14	48,37	11,30	40,07	47,94	53,50	0,263
Badanie drugie - obunóż - SP													
PARAMETR	GRUPA BADANA						GRUPA KONTROLNA						GRB/GRK
	n	x	SD	min	Me	max	n	x	SD	min	Me	max	p-value
X MAX [cm]	15	1,32	0,52	0,91	1,17	1,79	14	1,78	0,67	1,31	1,73	2,16	0,046
Y MAX [cm]	15	1,36	0,42	0,99	1,30	1,55	14	1,56	0,55	1,14	1,65	1,87	0,268
AREA CoP [cm ²]	15	6,75	2,55	4,90	6,76	8,50	14	7,22	2,47	6,02	6,92	9,90	0,618
S CoP [cm]	15	52,77	10,08	45,50	52,66	61,50	14	54,72	12,25	47,13	51,66	66,72	0,643

Grupa badana - KKS Olsztyn; Grupa kontrolna - SKK Polonia Warszawa

Xmax, Ymax - maksymalne wychylenie CoP w osi A-P, M-L;

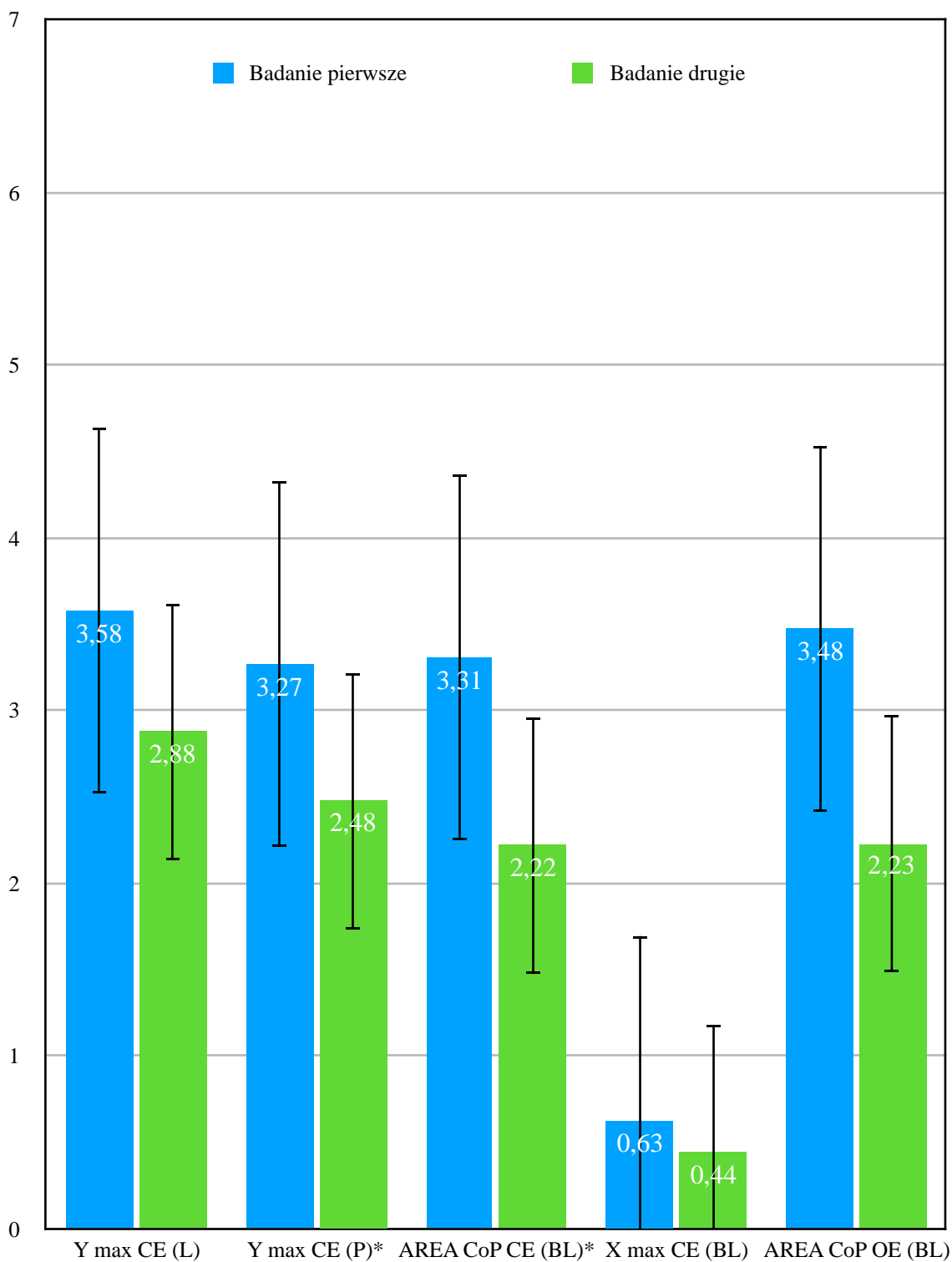
AREA CoP - pole powierzchni określone przez CoP; S CoP - droga CoP; n - liczba uczestników badania; x - średni wynik; SD - odchylenie standardowe; Me - mediana; min/max - wartość najniższa/najwyższa.

W pozycji rzutowej w badaniu pierwszym, grupy nie wykazały różnic istotnych statystycznie dla żadnego parametru. W badaniu drugim, wychylenie CoP w kierunku A-P wyniosły w grupie badanej $1,32 \pm 0,52$ cm. Grupa kontrolna wychylała się o $1,78 \pm 0,67$ cm. Różnica między grupami w tym badaniu okazała się więc istotna statystycznie. Effect size w tym przypadku wynosi 0,77, czyli około 69% procent grupy badanej jest poniżej średniej grupy kontrolnej. W pozostałych parametrach grupa kontrolna wykazała tendencję do uzyskiwania lepszych wyników niż grupa kontrolna.

5.2. Stabilometria - porównanie wyników pomiędzy pierwszym, a drugim badaniem

Rycina 20 pokazuje korzystne różnice pomiędzy pierwszym, a drugim badaniem w grupie pierwszej. Biorąc pod uwagę badanie w staniu jednoonóż na prawej kończynie dolnej z zamkniętymi oczami, w parametrze wychylenia w kierunku M-L (Y_{max}), grupa badana poprawiła swoje wyniki w sposób istotny statystycznie, z $3,27 \pm 1,06$ cm na $2,48 \pm 0,74$ cm ($p = 0,008$). Effect size w tym wypadku wyniósł 0,86. Drugim parametrem w którym odnotowano różnicę istotną w grupie badanej jest pole powierzchni CoP (Area CoP) w staniu na obu kończynach dolnych z zamkniętymi oczami. Pole to zmniejszyło się z $3,31 \pm 2,46$ cm², w badaniu pierwszym, na $2,22 \pm 1,70$ cm² w badaniu drugim ($p = 0,047$). Effect size wyniósł w tym przypadku 0,51. Wyniki te obrazują poprawę stabilności w grupie badanej po okresie zastosowanego treningu stabilizacyjnego.

Na rycinie 21 zaprezentowano porównanie pierwszego i drugiego badania w grupie kontrolnej. W staniu obunóż z otwartymi oczami odnotowano istotne różnice. Wystąpiły one w parametrach wychylenia w kierunku M-L (Y_{max}), drogi CoP (S CoP) (nie została ujęta na rycinie - ze względu na dużą wartość parametru) oraz pola CoP (Area CoP). Analiza tych różnic pozwala ocenić pogorszenie wyniku badania drugiego w porównaniu z badaniem pierwszym. Wychylenia CoP w płaszczyźnie M-L zwiększyły się o 0,35 cm ($p = 0,026$), droga CoP o 7,06 cm ($p = 0,013$), a pole CoP o 0,12 cm² ($p = 0,016$).



Y max - maksymalne wychylenie CoP w płaszczyźnie czołowej [cm]
 AREA CoP - pole powierzchni CoP [cm²]
 X max - maksymalne wychylenie CoP w płaszczyźnie strzałkowej [cm]
 CE - warunki oczu zamkniętych
 P/L - kończyna dolna prawa/lewa
 BL - obie kończyny dolne
 * - różnica istotna statystycznie

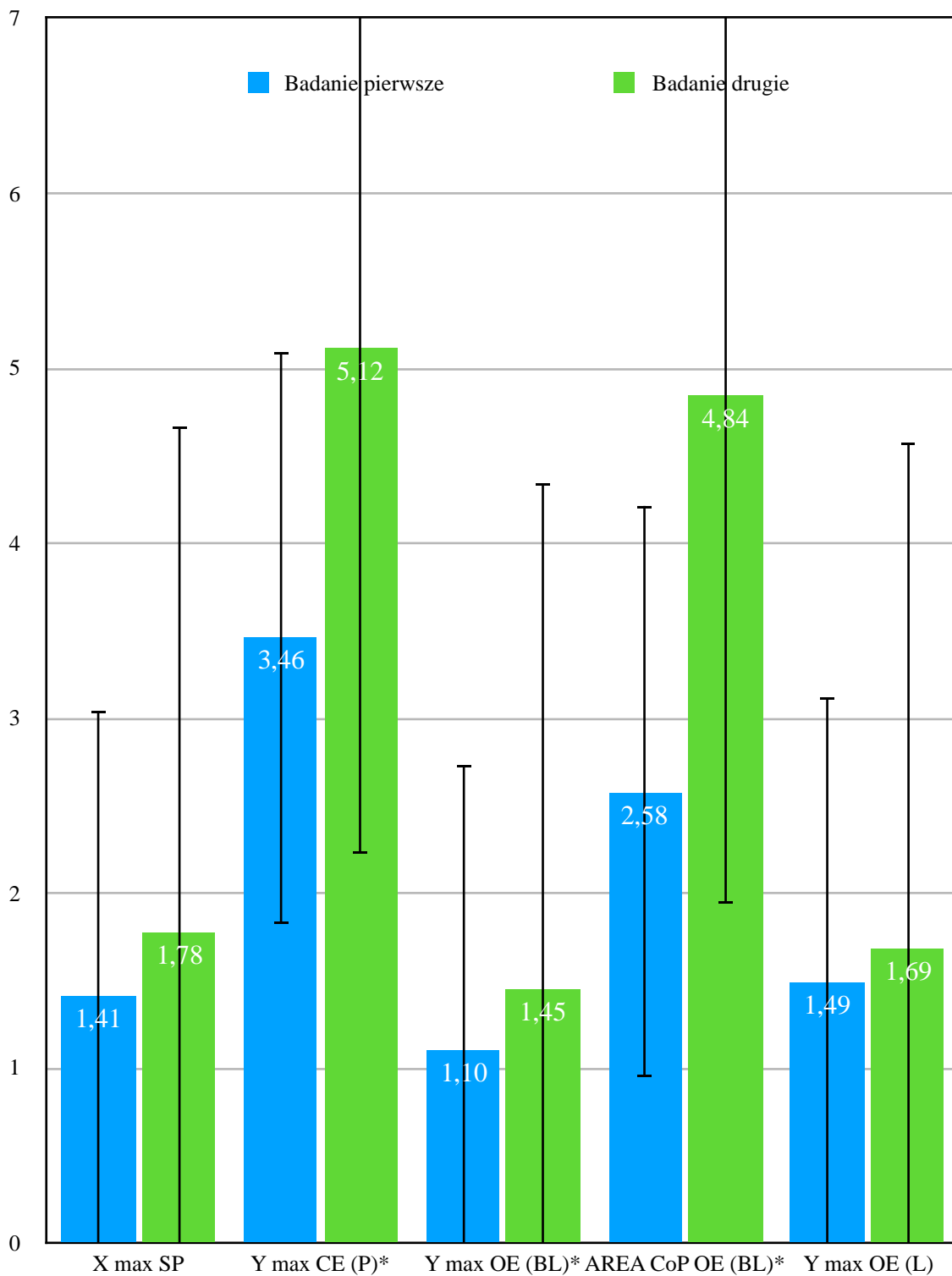
Ryc. 21. Porównanie wyników stabilometrycznych między badaniami w grupie badanej (1).

W tych samych warunkach grupa badana nie wykazała istotnych różnic, utrzymując się na poziomie z badania pierwszego lub z tendencją do poprawy parametru. Dla przykładu pole CoP w grupie badanej zmniejszyło się o 1,25 cm². Nie jest to różnica istotna, ale pokazuje tendencję poprawy parametrów w grupie badanej.

Kolejny parametr, w którym odnotowano różnice istotne w grupie kontrolnej, to stanie jednoź na kończynie prawej z zamkniętymi oczami. Różnica wystąpiła w grupie kontrolnej i dotyczyła zwiększenia się wychyleń w płaszczyźnie M-L z $3,46 \pm 1,63$ cm na $5,12 \pm 2,89$ cm ($p=0,019$). Wychylenie istotnie się zwiększyło. Jednocześnie nie odnotowano różnic w tym samym parametrze w grupie badanej.

W pozostałych warunkach żadna z grup nie wykazała różnic istotnych między pierwszym, a drugim badaniem. Analizując jednak wszystkie wyniki należy stwierdzić, że grupa badana miała tendencję do poprawy parametrów lub nie zmieniała wartości, natomiast grupa kontrolna prezentowała tendencję do pogorszenia się wyników, co w przedstawiono na rycinach 20 i 21 w postaci wybranych wyników.

Ogólna analiza wyników pokazuje poprawę parametrów w grupie objętej treningiem stabilizacyjnym w porównaniu do grupy kontrolnej, ale tylko w niektórych parametrach.



X max - maksymalne wychylenie CoP w płaszczyźnie strzałkowej [cm]

Y max - maksymalne wychylenie CoP w płaszczyźnie czołowej [cm]

AREA CoP - pole powierzchni CoP [cm²]

CE - warunki oczu zamkniętych

OE - warunki oczu otwartych

P/L - kończyna dolna prawa/lewa

BL - obie kończyny dolne

SP - pozycja rzutowa

* - różnica istotna statystycznie

Ryc. 22. Porównanie wyników stabilometrycznych między badaniami w grupie kontrolnej (2).

5.3. Analiza wyników z programu Home Court i statystyk meczowych

Analiza statystyk rzutowych wykazała w grupie badanej różnicę istotną statystycznie w przypadku parametru skuteczności rzutów wolnych. Zawodniczki z grupy badanej poprawiły skuteczność z 62% na aż 75%. Pozostałe parametry nie uległy istotnej zmianie, co oznacza, że technika zawodniczek nie uległa znaczącej zmianie.

W grupie kontrolnej istotnie statystycznie zmieniły się parametry kąta wyrzutu piłki oraz zgięcia w stawach kolanowych podczas rzutu. Oznacza to zmiany w technice rzutu u zawodniczek z grupy kontrolnej. Zawodniczki zwiększyły w sposób istotny kąt zgięcia w stawach kolanowych oraz kąt wyrzutu piłki. Zmiany te nie wpłynęły w żaden sposób na skuteczność rzutu, która nie zmieniła się w sposób istotny statystycznie poprawiając się z poziomu 68% na 69%,

Tabela 9. Porównanie wyników między pierwszym i drugim badaniem w warunkach rzutowych w grupie badanej.

PARAMETR	BADANIE 1					BADANIE 2					p - value
	x	SD	min	Me	max	x	SD	min	Me	max	
SKUTECZNOŚĆ [%]	62	15,13	60	62	65	75	15,50	72	75	80	0,033
KĄT WYRZUTU [°]	56	2,34	53	56	60	57	2,23	55	57	59	0,255
KĄT ZGIĘCIA W STAWACH KOLANOWYCH [°]	142	7,48	140	142	146	142	6,45	140	142	146	0,386

Skuteczność i parametry kąta wyrzutu piłki oraz zgięcia w stawach kolanowych uzyskano na podstawie nagrań za pomocą aplikacji *Home Court*.

Tabela 10. Porównanie wyników między pierwszym i drugim badaniem w warunkach rzutowych w grupie kontrolnej.

PARAMETR	BADANIE 1					BADANIE 2					p - value
	x	SD	min	Me	max	x	SD	min	Me	max	
SKUTECZNOŚĆ [%]	68	10,97	63	65	75	69	16,26	63	66	77	0,552
KĄT WYRZUTU [°]	56	3,27	54	56	58	57	2,81	55	56	59	0,015
KĄT ZGIĘCIA W STAWACH KOLANOWYCH [°]	142	4,29	140	142	144	142	4,96	142	144	148	0,032

Skuteczność i parametry kąta wyrzutu piłki oraz zgięcia w stawach kolanowych uzyskano na podstawie nagrań za pomocą aplikacji *Home Court*.

PZKosz (Polski Związek Koszykówki) prowadzi ogólnodostępne statystyki z każdego meczu na szczeblu centralnym rozgrywanym pod egidą związku. Statystyki dostępne są na oficjalnej stronie internetowej www.pzkosz.pl i były analizowane pod kątem zmian w skuteczności wykonania rzutów wolnych, w obu badanych zespołach. Analiza statystyk (tabele 11 i 12) pozwoliła stwierdzić progres skuteczności w grupie pierwszej, po wprowadzonym treningu stabilizacyjnym. Grupa badana poprawiła skuteczność z 70% na 79,9% celnych rzutów, natomiast w grupie kontrolnej nie zauważa się korzystnej zmiany. Zakres czasu brany pod uwagę podczas gromadzenia statystyk to okres ostatnich 3 miesięcy sezonu poprzedzającego badania oraz okres 3 pierwszych miesięcy sezonu w trakcie badań. W trakcie tego okresu obie drużyny rozegrały po 8 spotkań. Ujednolicenie ilości analizowanych spotkań oraz czasu prowadzonych obserwacji pozwoliło na porównanie analizowanych statystyk.

Tabela 11. Porównanie statystyk meczowych w odniesieniu do rzutów wolnych, w okresie przed i po wprowadzeniu treningu stabilizacyjnego w grupie badanej.

GRUPA 1	LICZBA PRÓB	LICZBA CELNYCH	LICZBA NIECELNYCH	SKUTECZNOŚĆ [%]
PRZED TRENINGIEM	160	112	48	70
PO TRENINGU	154	123	31	79,9

Skuteczność uzyskano z analizy statystyk drużyn 1 ligi kobiet prowadzonej przez PZKosz w sezonach 2018/19 oraz 2019/20

Tabela 12. Porównanie statystyk meczowych w odniesieniu do rzutów wolnych, w okresie przed i po wprowadzeniu treningu stabilizacyjnego w grupie kontrolnej.

GRUPA 2	LICZBA PRÓB	LICZBA CELNYCH	LICZBA NIECELNYCH	SKUTECZNOŚĆ [%]
PRZED TRENINGIEM	191	140	51	73,3
PO TRENINGU	178	129	49	72,5

Skuteczność uzyskano z analizy statystyk drużyn 1 ligi kobiet prowadzonej przez PZKosz w sezonach 2018/19 oraz 2019/20.

6. DYSKUSJA

W literaturze opisany jest wpływ różnych treningów na mechanikę rzutu do kosza. Jednym z najczęściej opisywanych czynników wpływających na skuteczny rzut wolny jest stabilność tułowia. Wiele artykułów pokazuje stabilizację tułowia jako czynnik decydujący nie tylko o rzucie w koszykówce, ale także o technice ruchu w innych dyscyplinach sportowych. Liczba publikacji na ten temat pokazuje wagę tego zagadnienia w sporcie i kierunkuje działania treningowe na ten właśnie element (Gomez i in. 2018, Verhoeven i Newell 2016, Oancea i Ionescu Bondoc 2015, Cetin i Murati 2014, Barberi i in. 2017, Dong i in. 2013, Schmidt 2012, Sasaki i in. 2019). Oznacza to, że planując trening koszykarski należy brać pod uwagę elementy treningu stabilizacyjnego, ponieważ może to mieć wpływ na efektywność gry.

Stabilometria pozwala określić stabilność badanych koszykarek oraz możliwą skuteczność zastosowanego treningu stabilizacyjnego, co jest jednym z głównych założeń badań tej dysertacji. Wyniki powyższych badań wskazują poprawę niektórych parametrów stabilometrycznych, co może poprawić skuteczność wykonania rzutu wolnego. Nie jest to jednak czynnik jedyny dlatego należy tu także pamiętać o innych czynnikach, które warunkują celny rzut do kosza.

Autorzy sugerują często brak istotnych statystycznie różnic w stabilności zawodników tzw. amatorów i wyczynowo uprawiających sport, oraz brak wpływu stażu treningowego na powyższy element (Anthony i in. 2016, Staniszewski i in. 2017). Pozwala to na porównanie obu grup, niezależnie od zaawansowania i stażu treningu. Głównym faktem, wynikającym z powyższych badań jest to, że zastosowany trening miał wpływ na stabilność posturalną, mierzoną poprzez pole wychwiania CoP (Area CoP), effect size tej korzystnej zmiany po zastosowanym treningu wyniósł 1,11 czyli około 90% grupy badanej było poniżej średniej grupy kontrolnej.

Ważne dla poprawy stabilności są też maksymalne wychylenia w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej, ponieważ im krótsze wychylenia na platformie badające przemieszczenia CoP, tym mniejsze wahania tułowia, a tym samym na końcu łańcucha

biokinematycznego, mniejsze drgania ręki podczas wykonania rzutu. Jeśli tułów jest mniej stabilny to wychylenia ręki stają się na końcu łańcucha znaczniejsze i występuje większe prawdopodobieństwo wykonania rzutu niecelnego. Yorukoglu i in. (2019) opisuje wpływ silnego i prawidłowego *core* na ustawienie kończyny górnej. Udowadnia, że praca stożka rotatorów (głównego stabilizatora stawu ramiennego) jest zależna od prawidłowej kontroli napięć mięśni tułowiu. Jeśli nie ma dobrej kontroli ustawienia tułowia to kończyna górna staje się niestabilna. Odnosząc to do badań powyższej dysertacji, rzut wolny będzie utrudniony przez brak stabilności wychyleń w obrębie tułowia, co przełoży się na jeszcze większe zmiany położenia kończyny górnej. Zastosowanie tego eksperymentu pozwoliło wskazać progres stabilności posturalnej, w niektórych parametrach, u koszykarek, co stanowi ważny krok w badaniach naukowych w zakresie planowania treningu sportowego w tej dyscyplinie. Prace te identyfikują zmiany stabilności tułowia pod wpływem autorskiego programu, który może służyć, między innymi jako podstawa poprawy skuteczności gry

Podkreślić należy, iż inne dyscypliny sportowe (piłka nożna) posiadają już swoje dla siebie programy prewencyjne (Fifa 11), które w istotny sposób zmniejszają liczbę kontuzji (Nawed i in. 2018, Lopes i in. 2020). Huxel i Anderson (2013) udowadniają, że stabilizacja tułowia działa prewencyjnie, co można połączyć także z prewencją urazów w koszykówce. Liczba złożonych, trudnych funkcjonalnie ruchów w koszykówce, zmusza wręcz naukę do analizy i wyciągnięcia odpowiednich wniosków, a co za tym idzie tworzenia odpowiednich zindywidualizowanych programów stabilizacyjno - prewencyjnych dla koszykarzy i koszykarek. Zastosowany trening, jako stały element rozgrzewki, prawdopodobnie poprawiał kontrolę mięśniową i mógł zwiększyć stabilność posturalną tułowia u zawodniczek, co z kolei sugeruje możliwość wpływu na wykonanie rzutu. Wing Kai Lam i in. (2019) w swoim opracowaniu także udowadniają skuteczny wpływ stabilizacji na zmniejszenia przemieszczeń CoP podczas rzutu wolnego. W zastosowanych przez powyższych autorów badaniach czynnikiem wpływającym na poprawę parametrów

stabilizacyjnych jest zastosowanie wkładek do butów. Jest to rodzaj zewnętrznej stabilizacji, która pozwala na zmniejszenie wychyleń CoP podczas rzutu. Badania te udowadniają, że spadek wychyleń CoP, zwiększa stabilność tułowia, a co za tym idzie może zwiększać efektywność rzutów wolnych. Również Leong Fon Hin i in. (2018) zakładali w swojej pracy wpływ zewnętrznych pomocy, a konkretnie twardości i kształtu podeszwy na stabilność w koszykówce. Nie uzyskali oni jednak wyników podobnych do poprzednich autorów, ponieważ badania wykazały brak wpływu wyżej wymienionych parametrów na przemieszczenie CoP. Wyniki te podnoszą wartość określonych w tej pracy cech (stabilizacji aktywnej - wynikającej z napięcia mięśni tłoczni brzusznej) wpływających na przemieszczenie CoP i pokazują, że stabilizatory zewnętrzne nie mają jednoznacznego wpływu na zmniejszenie wychyleń CoP podczas rzutu.

Notarnicola i. in (2016) także zwracają szczególną uwagę na stabilność podczas rzutu. Głównymi rodzajami treningu, które biorą pod uwagę powyżsi autorzy są trening siłowy, zwinności i tzw. balans, a także szeroko pojęta plyometria (trening oparty o ćwiczenia skoków, poprawiający dynamikę ruchu). Zwracają też szczególną uwagę na udział układu nerwowego w stabilizacji. Jest to zgodne z zastosowanym w tych badaniach programem treningowym, który miał wpływ na wszystkie powyższe elementy. Autorzy zauważają również spadek stabilizacji w przypadku przeciążenia układu mięśniowo-szkieletowego, a co za tym idzie, możliwość wpływu długości trwania sezonu na skuteczność rzutów wolnych. Zawodniczki badane były na początku sezonu oraz po pierwszej rundzie rozgrywek, co zgodnie z powyższymi badaniami mogło mieć negatywny wpływ na skuteczność.

Pomimo zmęczenia sezonem po zastosowaniu treningu w grupie badanej korzystna zmiana parametrów wystąpiła w dwóch parametrach - Y_{max} w staniu na prawej kończynie w warunkach oczu zamkniętych oraz Area CoP w staniu obunóż z oczami otwartymi. Effect size w tym wypadku był duży i wyniósł kolejno 0,86 i 0,51. Były to jedyne zmiany istotne statystycznie jednak zaznaczyć należy, że pozostałe parametry miały tendencję do

poprawy stabilności. W grupie kontrolnej istotne zmiany wystąpiły w następujących parametrach - Ymax na prawej kończynie z oczami zamkniętymi oraz Ymax, Area CoP i S CoP w staniu obunóż z otwartymi oczami. W tej grupie odnotowano zmiany istotne w postaci pogorszenia wyników. Parametry techniczne rzutu badane w tej pracy (kąąt zgięcia w stawach kolanowych i kąąt wyrzutu piłki podczas rzutu) nie zmieniły się w grupie badanej (tabela 9), natomiast w grupie kontrolnej obserwuje się istotne zmiany tych samych parametrów (tabela 10). Oznacza to, że decydującym czynnikiem może być poprawa stabilności wynikająca z przeprowadzonego treningu. Można więc wnioskować, że po zastosowaniu odpowiedniego treningu prawdopodobnie został zniwelowany wpływ zmęczenia podczas długości sezonu na stabilność tułowia.

Założeniem autorskiego treningu było zwiększenie stabilizacji tułowia koszykarek. Podobne badania prowadził Domeika i in. (2020). Trening w tych badaniach odbywał się w okresie 8 tygodni. Uczestnicy podzieleni byli na dwie 15 osobowe grupy (badaną i kontrolną). Trening w obu grupach odbywał się trzy razy w tygodniu, a w grupie badanej był uzupełniony o 20 minutowy trening na maszynie *Abili Balance Trainer*. Trening ten, podobnie jak w tym opracowaniu, był elementem rozgrzewki i był nadzorowany przez fizjoterapeutę. Program zawierał ćwiczenia w 5 pozycjach, głównie w staniu na jednej kończynie dolnej. Także Wiszomirska i in. (2017) opisuje 12 tygodniowy trening na niestabilnym podłożu. Autorzy udowodnili, że trening na niestabilnym podłożu działa na prewencję urazów. Trening na niestabilnym podłożu jest także stosowany jako rehabilitacja prowadzona po kontuzjach, czy zabiegach operacyjnych. Badania w tej pracy prowadzone były na stabilnym podłożu, bez zewnętrznej stabilizacji (bez stabilizatorów, ortez itp.) ze względu na warunki, w których odbywa się rzut. Pokazuje to, że istnieją różne sposoby na uzyskanie podobnego pozytywnego efektu treningu stabilizacyjnego. W przedstawionym tej dysertacji treningu założono, większą przydatność treningu na stabilnym podłożu, polegającą na tym, że prowadzony był w warunkach adekwatnych do

warunków meczowych. Zawodniczki wykonując rzut znajdują się na stabilnym podłożu, na którym mięśnie muszą reagować inaczej niż na podłożu niestabilnym.

Autorzy opisują wiele rodzajów treningu stabilizacyjnego. Część autorów stosuje trening stabilizacyjny na stabilnym podłożu (Bouteraa i in. 2020, Asadi i in. 2016, Benis i in. 2016), część na niestabilnym podłożu o różnych warunkach (Domeika i in. 2020, Shibata 2020). Trening dotyczy również różnych elementów wpływających na poprawę stabilizacji. Autorzy trenują: kontrolę wzrokową, siłę, timing napięcia mięśni tułowia, a także oddech i kontrolę motoryczną.

Minoonejad i in. (2018) udowadnia wpływ treningu narządu wzroku na poprawę stabilizacji tułowia. Zastosowany przez autorów 4 tygodniowy trening motoryki okazał się w istotny sposób zwiększyć stabilność u koszykarek. Uzyskane wyniki potwierdzają wagę kontroli wzrokowo-ruchowej i pokazują zwiększenie wychyleń CoP podczas prób w warunkach oczu zamkniętych w porównaniu z tą samą pozycją przy oczach otwartych. Autorzy podkreślają, iż kontrola wzrokowa ma największy wpływ na poprawę stabilizacji u profesjonalnych sportowców. U osób uprawiających sport amatorsko nie odnotowano istotnych różnic w stabilności w próbach z oczami zamkniętymi. Potwierdza to, że kontrola wzrokowa jest ważnym elementem poprawiającym stabilność u profesjonalnych koszykarek. Trening w tej rozprawie nie zawierał elementów skupiających się tylko na fiksacji i ruchu gałek ocznych, jednak waga tej kontroli wydaje się być duża i należałoby w przyszłości specjalistyczny trening stabilizacyjny uzupełnić o elementy wzrokowo - ruchowe. Za sugestią wielu autorów progres stabilności pomaga w efektywniejszej pracy dystalnych części ciała oraz zapobiega kontuzjom. Prawidłowe wzorce ruchowe, które dzięki temu mogą być utrzymane zapewniają nie tylko lepszą efektywność ale również prewencyjny wpływ tego rodzaju treningu na badane koszykarki. Podnosi to znacznie wagę treningu stabilizacyjnego jako elementu rozgrzewki przed każdym treningiem, czy meczem (Szafraniec i in. 2018, Kibler i in. 2006, Sasaki i in. 2019). Zgodnie z założeniami

podjętymi na podstawie literatury, trening stabilizacyjny, aby być efektywnym, powinien bazować na wielokrotnym powtarzaniu prawidłowego wzorca podczas wykonania treningu. Jest prawdopodobne, że pozwoli to na zautomatyzowanie ruchu przy utrzymaniu prawidłowej techniki i kontroli nerwowo - mięśniowej (Comerford i Mottram 2017, McLeod i in. 2009).

W literaturze opisane są różne czasy trwania treningu. Szafraniec i in. (2018) w swoim opracowaniu opisują, że pojedyncza sesja treningu stabilizacyjnego utrzymuje zauważalny efekt od 30 minut do 24 godzin po jego zakończeniu. Po 24 godzinach autorzy ci zaobserwowali również zwiększoną automatyzację, odnośnie strategii utrzymania stabilnej postawy. Wyniki miały wpływ na przemieszczanie się CoP. Pokazuje to wpływ pojedynczych jednostek treningowych na stabilizację i potwierdza, że powtarzalność danych zachowań ruchowych może utrzymać uzyskane strategie na stałe. Oznacza to, że indywidualnie dobrane treningi stabilizacyjne nie muszą zawierać ogromnej liczby ćwiczeń. Ważne jest natomiast, aby wzorce ruchowe zastosowane w tych treningach były powtarzalne, co skutkować będzie ustabilizowaniem strategii ruchowych utrzymujących stabilną postawę. Zgadając się z tym stwierdzeniem w badaniach własnych zastosowano 8 ćwiczeń powtarzanych w okresie 12 tygodni. Ponieważ analiza statystyk zarówno w warunkach laboratoryjnych (krótkofalowo) jak i meczowych (długofalowo) pokazała stałą poprawę skuteczności rzutów wolnych można twierdzić, że efekt treningu wystąpił i utrzymał się. Wiele programów różni się czasem trwania, zastosowanymi ćwiczeniami, częstotliwością wykonania treningu. Wszystkie jednak mają służyć poprawie stabilności trenujących osób. Autorzy opisują treningi 4 tygodniowe (Minoonejad i in. 2018), 6 - 8 tygodniowe (McLeod i in. 2009, Benis i in. 2016, Chernii i in. 2019, Domeika i in. 2020), 12 tygodniowe (Notarnicola i in. 2016, Wiszomirska i in. 2017). Autorski program treningu stabilizacyjnego trwał 12 tygodni. Poprawa statystyk pokazuje, że prawdopodobnie efekt treningu utrzymał się. Istotny wpływ treningu stabilizacyjnego, o różnym czasie trwania i w różnych dyscyplinach sportowych, potwierdzają także inni

autorzy. Boutraa i in. (2020), a także Chernii i in. (2019) uznają znaczący wpływ na stabilność 12 tygodniowego treningu stabilizacyjnego koszykarek i koszykarzy. Negra i in. (2016) opisuje 8 tygodniowy trening stabilizacyjny z zastosowaniem stabilnego i niestabilnego podłoża, który również ma znaczący wpływ na stabilizację tułowia u piłkarzy nożnych. Powyższe badania pokazują znaczący wpływ 12 tygodniowego treningu stabilizacyjnego na stabilność tułowia u koszykarek co jest zgodne z aktualnymi doniesieniami większości literatury. Różnice w doniesieniach mogą wynikać z rodzaju dobranych ćwiczeń i częstotliwości ich wykonania. Może być to podłożem dalszych badań, które pozwolą zoptymalizować czas trwania treningu stabilizacyjnego.

Autorzy opisują wiele treningów stabilizacyjnych i udowadniają skuteczność tej aktywności na poprawę stabilizacji posturalnej lub wpływ na prewencję urazów sportowych. W tej dysertacji założono, że autorski trening przełoży się przede wszystkim na skuteczność rzutów wolnych dlatego dodatkowo rzuty poddano analizie video za pomocą aplikacji *Home Court* i analizowano statystyki meczowe.

W tej rozprawie skupiono się na przemieszczaniu środka parcia stóp na podłożu (CoP) i interpretacji, że zmniejszenie wychyleń CoP wpływa na wykonanie dokładniejszego, a tym samym skutecznego rzutu wolnego. Wyniki wskazują, że zawodniczki, u których zmniejszyło się przemieszczenie CoP, w niektórych warunkach, były skuteczniejsze. Porównywano zawodniczki przed treningiem stabilizacyjnym oraz po jego zastosowaniu, w stosunku do grupy kontrolnej. Zauważono korzystne istotne zmiany przemieszczania CoP w staniu jedno nogi w warunkach oczu zamkniętych na prawej kończynie w osi M-L (X_{max}) i osi A-P (Y_{max}). Kolejne pozytywne zmiany zaobserwowano w warunkach oczu zamkniętych w badaniu obu nóg w parametrach X_{max} i Y_{max} i Area CoP oraz w pozycji rzutowej w wychyleniach M-L (X_{max}). Verhoeven i Newell (2016) roku doszli w swoim opracowaniu do bardzo podobnych wniosków. Autorzy Ci badali przemieszczenie CoM i udowodnili, że mniejsze wartości przemieszczenia i prędkości CoM są charakterystyczne dla elitarnych strzelców

w koszykówce. Co jest zgodne z otrzymanymi wyniki w tej pracy odnośnie przemieszczeń CoP. Pokazują oni również, iż zmienność innych elementów wpływających na rzut może poprawić jego skuteczność natomiast stabilność (zmienność CoM) powinna pozostawać jak najmniej zmieniona podczas rzutu. Jest to niezgodne z wynikami zawartymi w tej rozprawie w sensie długofalowym. Tabela 9 i 10 zamieszczono wyniki, które pokazują, że zmiany technicznych aspektów rzutu u zawodniczek nie mają istotnego wpływu na skuteczność rzutów. W badaniach własnych w grupie eksperymentalnej niektóre wyniki stabilometryczne poprawiły się, przy niezmiennych parametrach technicznych, co przełożyło się na progres skuteczności rzutu wolnego. Można zinterpretować to, że trening specjalistyczny powinien zawierać elementy zmienności warunków rzutu, natomiast stabilność tułowia powinna być stała (jak najmniej powinien wychylać się CoP) i technika niezmienna gdy zawodnik osiągnie już automatyzację prawidłowego wykonania rzutu, aby zwiększyć skuteczność zawodniczek. Potwierdza to Verhoevena i Newella (2016), którzy uważają, że przemieszczenia CoP i CoM powinny pozostać jak najmniej zmienione, co ma związek z dobrą stabilnością tułowia.

Z badań własnych wynika, iż zawodniczki z grupy badanej, podczas analizy w aplikacji *Home Court*, pokazały istotną statystycznie poprawę skuteczności (o 13%) przy braku zmian w technicznych parametrów rzutu. Grupa kontrolna pozostała na stałym poziomie skuteczności (około 68%), przy istotnych zmianach elementów technicznych takich jak kąt wyrzutu piłki i kąt zgięcia w stawach kolanowych podczas rzutu. Prawdopodobną przyczyną takiego stanu rzeczy było „poszukiwanie” przez sztab szkoleniowy optymalnej techniki rzutowej w grupie kontrolnej. Analiza statystyk PZKosz pozwoliła także potwierdzić założenie badań własnych. Zwiększenie skuteczności rzutów w grupie badanej z 70% na 79,9%, przy braku zmian w grupie kontrolnej, pozwala domniemywać o pozytywnym działaniu treningu w kontekście skuteczności. W literaturze brakuje do tej pory, podobnych badań, które udowodniałyby wpływ treningu stabilizacyjnego na rzeczywistą skuteczność rzutów wolnych. Ta praca wskazuje, że jest to

dobry kierunek dalszych badań. Najwięcej autorów zakłada, że czynnikiem najbardziej wpływającym na stabilność, a co za tym idzie lepszą mechanikę rzutu, jest prawidłowa aktywacja mięśni tułowia (Szafraniec i in. 2018, Anderson i Bliven 2016, Whyte i in. 2018). Tak zwany *core* jest definiowany jako dynamiczna kontrola tułowia, pozwalająca na produkcję, przenoszenie, kontrolę siły i ruch dalszych odcinków ciała. Zaburzona kontrola nerwowo - mięśniowa może więc negatywnie wpłynąć na pracę kończyn. W obrębie kończyny dolnej może spowodować to większe ryzyko kontuzji natomiast w obrębie kończyny górnej, zmniejszenie efektywności wykonywanych zadań ruchowych. Idąc tym tropem aby oddać efektywny rzut należy mieć dobrą kontrolę nerwowo - mięśniową, a co za tym idzie stabilny *core*. Nakazuje to priorytetowe podejście do tego parametru podczas planowania treningu stabilizacyjnego. Jednocześnie wart podkreślenia jest fakt, że autorzy zwracają uwagę również na inne elementy takie jak mechanika oddychania, czy aktywację mięśnia lędźwiowego (Chaitow 2013, Jeon 2015). Żaden z autorów nie podkreśla, iż ważny jest tylko jeden element, co oznacza, że planując trening należało brać pod uwagę wiele czynników wpływających na stabilny tułów. Beni i in. (2016), Khale i Gribble (2009) opisują w swoich pracach wpływ treningu na stabilny core poprzez poprawę napięcia w obrębie wszystkich mięśni tłoczni brzusznej, co jest zgodne z zaproponowanymi w tym opracowaniu ćwiczeniami. Potwierdza to również Sasaki i in. (2019) proponując w swoim opracowaniu autorski trening *core* oraz ćwiczenia mięśni kulszowo - goleniowych. Udowadnia jako kolejny z autorów, że nie można traktować stabilizacji tułowia tylko pod kątem jednego mięśnia, czy cechy, a raczej jako kompilację czynności, które odpowiednio połączone dają dopiero zamierzony efekt. W opracowaniach tych autorów stabilność tułowia, a co za tym idzie efektywność pracy kończyn poprawia się istotnie po zastosowaniu ich autorskiego treningu.

Jedną z podstaw zastosowanego treningu w tej pracy było zwrócenie uwagi na prawidłowe, wykonywane również podczas gry, wzorce ruchowe. Prawidłowe wzorce ruchowe i wykonanie ćwiczeń zgodnie z nimi jest najważniejsze, aby uzyskać właściwe

efekty końcowe treningu. Zapewniają one biomechaniczną równowagę nerwowo - mięśniową. Jest to podstawa zarówno prawidłowego wykonania rzutów wolnych jak i jego efektywności. Prawidłowe wzorce ruchowe pozwalają traktować trening stabilizacyjny jako prewencyjny program zapobiegania kontuzjom. Według literatury ćwiczenia stabilizacyjne, wprowadzone jako elementy rozgrzewki, połączone z ćwiczeniami wzmacniającymi pozwalają zmniejszyć ryzyko kontuzji nawet o 90%. Niestety dotyczy to zawodników tzw. amatorów, co nie pozwala na przeniesienie tych wyników do profesjonalnego sportu (Benis i in. 2016, Asadi i in. 2015, McLeod i in. 2009, Sasaki i in. 2019). Autorski program treningu stabilizacyjnego może być dodatkowym potwierdzeniem doniesień z literatury o ważności stabilizacji tułowia badanych zawodniczek. Trening ten, zgodnie z danymi z aplikacji *Home `Court*, nie zmienił elementów technicznych koszykarek, dlatego, prawdopodobnie może być podstawą do poprawy parametrów stabilności, bez niekorzystnych efektów w postaci pogorszenia elementów technicznych rzutu. W badaniach własnych brały udział tylko dwie grupy badanych zespołów ale uzyskane wyniki zachęcają do dalszych badań w tym kierunku. Badania powinny być kontynuowane aby jeszcze lepiej poznać istotę wpływu treningu stabilizacyjnego na tzw. profesjonalnych sportowców, aby jednocześnie poprawiać skuteczność ale także dbać o prewencję urazów, co w tej dysertacji nie zostało uwzględnione. Badania własne wskazały dobry kierunek badań i przyniosły argumenty za stosowaniem treningu stabilizacyjnego na progres skuteczność rzutów wolnych w koszykówce. Jednak trzeba pamiętać o dużej liczbie innych czynników wpływających na wykonanie rzutu wolnego. Ćwiczenia dobrane zostały pod kątem progresu trudności w treningu stabilizacyjnym, a co za tym idzie przydatności w koszykówce, podczas wykonania rzutu wolnego.

Podkreślić należy różną stabilność zawodniczek na początku treningu, co skutkowało koniecznością wprowadzenia ćwiczeń w najprostszych pozycjach wyjściowych. Mniejsze wartości przemieszczania CoP po zastosowanym treningu w niektórych parametrach sugerują, że trening ten prawdopodobnie odniósł spodziewane

rezultaty jeśli chodzi o stabilność tułowia. Zwrócono szczególną uwagę na elementy techniki ruchu, takie jak oddech czy aktywacja mięśni tłoczni brzusznej, które według wielu autorów mają wpływ na stabilny tułów (Kobesova i Kolar 2014, Panjabi 2003).

Potwierdzenie ważności stabilności tułowia na wykonanie rzutu wolnego w koszykówce otwiera konieczność zbadania wpływu tej zmiennej na pozostałe elementy gry, a także sprawdzenia zależności z innymi zmiennymi wpływającymi na efektywną grę w koszykówce. Szczególnie istotny i bezcenny jest fakt, że możemy wpływać na poprawę stabilności przez stosowanie treningów, oddziałujących na poszczególne elementy złożonych aktów ruchowych poprawiających jakość tego ruchu. Obszary, które ciągle pozostają w fazie badań naukowych to poszukiwanie nowych programów stabilizacyjnych w praktyce sportowej, w które dobrze wpisuje się zaprezentowany autorski program treningu stabilizacyjnego. Wnioski płynące z tej pracy dają część informacji i elementów, które taki program powinien zawierać. Kontynuowanie badań zawodników uprawiających koszykówkę może dać trenerom doskonale narzędzie zarówno do prewencji urazów jak i poprawy efektywności różnych elementów gry.

Bardzo duża liczba elementów mająca wpływ na koszykarza podczas rzutu z wysoku, wolnego czy kozłowania, zarówno otwiera możliwości badaczom, jak i utrudnia wnioskowanie. Zwiększająca się zdecydowanie liczba urazów w koszykówce, zarówno tych lekkich jak i ciężkich pokazuje konieczność prowadzenia dalszych badań w tym kierunku. Dzisiejsze doniesienia naukowe zawierające postępowanie fizjoterapeutyczne, pourazowe pokazują, że najistotniejszym elementem takiego postępowania jest właśnie prewencja kolejnych urazów. Wiele opracowań już dzisiaj pokazuje programy prewencyjne dotyczące fizjoterapii po ACLR czy zszyciu ścięgna Achillesa, jednak wciąż brak jest opracowania spajającego takie postępowanie dla koszykarzy i koszykarek. Opracowanie takiego programu da możliwość nie tylko prewencji ale również poprawy jakości, szybkości, dynamiki i skuteczności gry. Dbanie o właściwe wzorce ruchowe już od najmłodszych lat rysuje się jako priorytetowe postępowanie u przyszłych gwiazd koszykówki. Elementy techniczne wydają się być na

drugim miejscu. Jest to ogólna zasada fizjoterapii, przeniesiona do zawodowego sportu - zanim wykonasz ćwiczenie, naucz się wykonywać je prawidłowo.

7. WNIOSKI

1. Podjęta eksploracja naukowa pierwszoligowych koszykarek pokazuje podobne rezultaty parametrów stabilometrycznych badania pierwszego w różnych warunkach, co wskazuje na te same reakcje i zdolności utrzymania stabilności posturalnej w obu zespołach.
2. Zastosowanie autorskiego treningu stabilizacyjnego w grupie badanej korzystnie wpłynęło na wartości niektórych wychyleń CoP w stosunku do grupy kontrolnej, co świadczy o pozytywnym wpływie treningu na stabilność posturalną badanych koszykarek.
3. Potwierdzono wpływ zastosowanego programu treningu stabilizacyjnego na progres skuteczności rzutów wolnych w warunkach laboratoryjnych i meczowych co wskazuje na potrzebę stosowania takiej aktywności w koszykówce kobiet.
4. Zidentyfikowano obszary i kierunki badań potrzebne w dalszych badaniach u profesjonalnych koszykarek pozwalające na zweryfikowanie programów treningowych.
5. Konieczne są dalsze, bardziej rozbudowane badania mające na celu udoskonalenie i zoptymalizowanie odpowiedniego dla koszykówki treningu zwiększającego stabilność i skuteczność rzutów wolnych
6. Uzupełnieniem przeprowadzonej analizy powinny być też kolejne badania penetrujące zastosowanie treningu w odniesieniu do prewencji urazów sportowych.

8. PIŚMIENNICTWO

1. Ahmed, A., Waqas, M. S., Ijaz, M. J., Adeel, M., Haider, R., Ahmed, M. I. (2017). Effectiveness of Core Muscle Stabilization Exercises with and without Lumbar Stretching in Non-Specific Low Back Pain. *Annals of King Edward Medical University*, 23(3), 347-351.
2. Alpini, D., Hahn, A. & Riva, D. (2008) Static and dynamic postural control adaptations induced by playing ice hockey. *Sport Sci Health* 2, 2(2008), 85-92. DOI: 10.1007/s11332-008-0045-7.
3. Anderson, B. E., & Bliven, K. (2017). The Use of Breathing Exercises in the Treatment of Chronic, Nonspecific Low Back Pain. *Journal of sport rehabilitation*, 26(5), 452–458. DOI: 10.1123/jsr.2015-0199.
4. Anderson, G. S., Deluigi, F., Belli, G., Tentoni, C., & Gaetz, M. B. (2016). Training for improved neuro-muscular control of balance in middle aged females. *Journal of bodywork and movement therapies*, 20(1), 10–18. DOI: 10.1016/j.jbmt.2015.01.007.
5. Anthony, C. C., Brown, L. E., Coburn, J. W., Galpin, A. J., Tran T. T., Meir R. (2016). Stance affects balance in surfers. *International Journal of Sports Science & Coaching* 11(3), 446-450.
6. Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & Sáez de Villarreal, E. (2016). The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *International journal of sports physiology and performance*, 11(5), 563–573. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0694.
7. Barker, N., & Everard, M. L. (2015). Getting to grips with 'dysfunctional breathing'. *Paediatric respiratory reviews*, 16(1), 53–61. DOI: 10.1016/j.prrv.2014.10.001.
8. Ball, R. (1989). The basketball jump shot: a kinesiological analysis with recommendations for strength and conditioning programs. *National Strength and Conditioning Association Journal* 11(5); 4-13.
9. Barbado, D., Barbado, L. C., Elvira, J., Dieën, J., & Vera-Garcia, F. J. (2016). Sports-related testing protocols are required to reveal trunk stability

- adaptations in high-level athletes. *Gait & posture*, 49, 90–96. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.027.
10. Barbieri, F. A., Rodrigues, S. T., Polastri, P. F., Barbieri, R. A., de Paula, P., Milioni, F., Redkva, P. E., & Zagatto, A. M. (2017). High intensity repeated sprints impair postural control, but with no effects on free throwing accuracy, in under-19 basketball players. *Human movement science*, 54, 191–196. DOI: 10.1016/j.humov.2017.04.010.
 11. Benis, R., Bonato, M., & La Torre, A. (2016). Elite Female Basketball Players Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y - Balance Test. *Journal of athletic training*, 51(9), 688–695. DOI: 10.4085/1062-6050-51.12.03.
 12. Bonato, M., Benis, R., & La Torre, A. (2018). Neuromuscular training reduces lower limb injuries in elite female basketball players. A cluster randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(4), 1451–1460. DOI: 10.1111/sms.13034.
 13. Bouteraa, I., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2020). Effects of Combined Balance and Plyometric Training on Athletic Performance in Female Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 34(7), 1967–1973. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002546.
 14. Button, C., MacLeod, M., Sanders, R., & Coleman, S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Research quarterly for exercise and sport*, 74(3), 257–269. DOI: 10.1080/02701367.2003.10609090.
 15. Cavaggioni, L., Ongaro, L., Zannin, E., Iaia, F. M., & Alberti, G. (2015). Effects of different core exercises on respiratory parameters and abdominal strength. *Journal of physical therapy science*, 27(10), 3249–3253. DOI: 10.1589/jpts.27.3249.
 16. Cetin, E., Murati, S. (2014). Analysis of jump shot performance among 14-15 year old Male basketball player. *Science Direct*, 116(2014), 2985 – 2988. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.693.
 17. Chaitow, L. (2013) *Recognizing And Treating Breathing Disorders: A Multidisciplinary Approach*. Canada: Elsevier.

18. Cherni, Y., Jlid, M. C., Mehrez, H., Shephard, R. J., Paillard, T., Chelly, M. S., & Hermassi, S. (2019). Eight Weeks of Plyometric Training Improves Ability to Change Direction and Dynamic Postural Control in Female Basketball Players. *Frontiers in physiology*, 10, 726. DOI: 10.3389/fphys.2019.00726.
19. Cholewicki, J., Juluru, K., Radebold, A., Panjabi, M. M., & McGill, S. M. (1999). Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra-abdominal pressure. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*, 8(5), 388–395. DOI: 10.1007/s005860050192.
20. Comerford, M., Mottram, S. (2017) *Kinetic Control – Ocena i reedukacja niekontrolowanego ruchu*. Wrocław: Edra Urban & Partner.
21. Ditroilo, M., O'Sullivan, R., Harnan, B., Crossey, A., Gillmor, B., Dardis, W., & Grainger, A. (2018). Water-filled training tubes increase core muscle activation and somatosensory control of balance during squat. *Journal of sports sciences*, 36(17), 2002–2008. DOI: 10.1080/02640414.2018.1431868.
22. Domeika, A., Slapšinskaitė, A., Razon, S., Šiupšinskas, L., Klizienė, I., & Dubosienė, M. (2020). Effects of an 8-week basketball-specific proprioceptive training with a single-plane instability balance platform. *Technology and health care: official journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 28(5), 561–571. DOI: 10.3233/THC-208002.
23. Dong, F., Yang, S., Pu, P. (2013). *Informatics and Management Science VI. Lecture Notes In Electrical Engineering 209*. Londyn: Springer – Verlag.
24. Faries, MD., Greenwood, M. (2007). Core Training Stabilizing the Confusion. *Strength and Conditioning Journal*. 29(2007), 10-25.
25. Glofcheskie, G. O., & Brown, S. H. (2017). Athletic background is related to superior trunk proprioceptive ability, postural control, and neuromuscular responses to sudden perturbations. *Human movement science*, 52, 74–83. DOI: 10.1016/j.humov.2017.01.009.

26. Gómez, M. Á., Avugos, S., Oñoro, M. Á., Lorenzo, A., & Bar-Eli, M. (2018). Shaq is not Alone: Free-Throws in the Final Moments of a Basketball Game. *Journal of human kinetics*, 62, 135–144. DOI: 10.1515/hukin-2017-0165.
27. Gomez, M-A., Kreivyte, R., Sampalo, J. (2017). Short- and long – term effects of Rusing shooting straps on free throw accuracy of Young female basketball players. *Kinesiology*, 49(2017), 1-10. DOI: 10.26582/k.49.2.3.
28. Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2007). Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88(1), 54–62. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.10.014.
29. Hodges, P. W., Eriksson, A. E., Shirley, D., & Gandevia, S. C. (2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of biomechanics*, 38(9), 1873–1880. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2004.08.016.
30. Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *The Journal of physiology*, 522 Pt 1(Pt 1), 165–175. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00165.xm.
31. Huang, Q. M., Hodges, P. W., & Thorstensson, A. (2001). Postural control of the trunk in response to lateral support surface translations during trunk movement and loading. *Experimental brain research*, 141(4), 552–559. DOI: 10.1007/s00221-001-0896-5.
32. Hung, G., Johnson, B., Coppa, A. (2004). *Biomedical Engineering Principles In Sports*. New York: Springer Science+Business Media.
33. Huston R., Grau C. (2003). Basketball shooting strategies – the free throw, direct shot and layup. *Sports Engineering*, 6(2003), 49 – 64.
34. Huxel Bliven, K. C., & Anderson, B. E. (2013). Core stability training for injury prevention. *Sports health*, 5(6), 514–522. DOI: 10.1177/1941738113481200.
35. Jeon, I. C., Kwon, O. Y., Weon, J. H., Choung, S. D., & Hwang, U. J. (2016). Comparison of psoas major muscle thickness measured by sonography during active straight leg raising in subjects with and without uncontrolled lumbopelvic rotation. *Manual therapy*, 21, 165–169. DOI: 10.1016/j.math.2015.07.006.

36. Joyce, A. A., & Kotler, D. H. (2017). Core Training in Low Back Disorders: Role of the Pilates Method. *Current sports medicine reports*, 16(3), 156–161. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000365.
37. Kaya D., Callaghan M., Donmez G. (2012). Shoulder joint position sense is negatively correlated with free-throw percentage In Professional basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(2012), 189 – 196. DOI:10.3233/IES-2012-0458.
38. Kahle, N. L., Gribble, P. A. (2009). Core stability training in dynamic balance testing among young, healthy adults. *Athletic Training & Sports Health Care: The Journal for the Practicing Clinician*, 1(2), 65-73. DOI:10.3928/19425864-20090301-03.
39. Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(3), 189–198. DOI: 10.2165/00007256-200636030-00001.
40. Kim, Y., Kim, J., & Yoon, B. (2015). Intensive unilateral core training improves trunk stability without preference for trunk left or right rotation. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 28(1), 191–196. DOI: 10.3233/BMR-140569.
41. Kobesova, A., & Kolar, P. (2014). Developmental kinesiology: three levels of motor control in the assessment and treatment of the motor system. *Journal of bodywork and movement therapies*, 18(1), 23–33. DOI: 10.1016/j.jbmt.2013.04.002.
42. Kofotolis, N., Kellis, E., Vlachopoulos, S. P., Gouitas, I., & Theodorakis, Y. (2016). Effects of Pilates and trunk strengthening exercises on health-related quality of life in women with chronic low back pain. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 29(4), 649–659. DOI: 10.3233/BMR-160665.
43. Lederman, E. (2010). The myth of core stability. *Journal of bodywork and movement therapies*, 14(1), 84–98. DOI: 10.1016/j.jbmt.2009.08.001.
44. Leong, H. F., Lam, W. K., Ng, W. X., & Kong, P. W. (2018). Center of Pressure and Perceived Stability in Basketball Shoes With Soft and Hard Midsoles. *Journal of applied biomechanics*, 34(4), 284–290. DOI: 10.1123/jab.2017-0120.

45. Lopes, M., Simões, D., Costa, R., Oliveira, J., & Ribeiro, F. (2020). Effects of the FIFA 11+ on injury prevention in amateur futsal players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(8), 1434–1441. DOI: 10.1111/sms.13677.
46. McLeod, T. C., Armstrong, T., Miller, M., & Sauers, J. L. (2009). Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. *Journal of sport rehabilitation*, 18(4), 465–481. DOI: 10.1123/jsr.18.4.465.
47. Malone, L. A., Gervais, P. L., & Steadward, R. D. (2002). Shooting mechanics related to player classification and free throw success in wheelchair basketball. *Journal of rehabilitation research and development*, 39(6), 701–709.
48. McGill, S. M. (2010). Core Training: Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32 (2010), 33-46. DOI:10.1519/SSC.0b013e3181df4521.
49. Minoonejad, H., Barati, A. H., Naderifar, H., Heidari, B., Kazemi, A. S., & Lashay, A. (2019). Effect of four weeks of ocular-motor exercises on dynamic visual acuity and stability limit of female basketball players. *Gait & posture*, 73, 286–290. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2019.06.022.
50. Mullineaux, D. R., & Uhl, T. L. (2010). Coordination-variability and kinematics of misses versus swishes of basketball free throws. *Journal of sports sciences*, 28(9), 1017–1024. DOI: 10.1080/02640414.2010.487872.
51. Muller J., Muller S., Stoll J. (2014). Reproducibility of maximum isokinetic trunk strength testing In health adolescent athletes. *Sports Orthop. Traumatol*, 30(2014), 229 – 237.
52. Nawed, A., Khan, I. A., Jalwan, J., Nuhmani, S., & Muaidi, Q. I. (2018). Efficacy of FIFA 11+ training program on functional performance in amateur male soccer players. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(5), 867–870. DOI: 10.3233/BMR-171034.
53. Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Hachana, Y., & Granacher, U. (2016). Effects of High-Velocity Resistance Training on Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 30(12), 3290–3297. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001433.

54. Ng, J. W., Chong, L., Pan, J. W., Lam, W. K., Ho, M., & Kong, P. W. (2021). Effects of foot orthosis on ground reaction forces and perception during short sprints in flat-footed athletes. *Research in sports medicine (Print)*, 29(1), 43–55. DOI: 10.1080/15438627.2020.1755673.
55. Notarnicola, A., Maccagnano, G., Tafuri, S., Pesce, V., Digiglio, D., & Moretti, B. (2016). Effects of training on postural stability in young basketball players. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 5(4), 310–315. DOI: 10.11138/mltj/2015.5.4.310.
56. Nunome, H., Doyo, W., Sakurai, S., Ikegami, Y., & Yabe, K. (2002). A kinematic study of the upper-limb motion of wheelchair basketball shooting in tetraplegic adults. *Journal of rehabilitation research and development*, 39(1), 63–71.
57. Oancea, B. M., Ionescu Bondoc, D. (2015). Study on the importance of successful free throws in the game of women's basketball. *Sciences of Human Kinetics* , 8(57), 23-28.
58. Ocak, Y., Savas, S., Isik, O. (2014). The effect of eight-week workout specific to basketball on some physical and physiological parameters. *Science Direct*, 152(2014), 1288 – 1292.
59. Okazaki, V. H., Rodacki, A. L., & Satern, M. N. (2015). A review on the basketball jump shot. *Sports biomechanics*, 14(2), 190–205. DOI: 10.1080/14763141.2015.1052541.
60. Panjabi, M. M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 13(4), 371–379. DOI: 10.1016/s1050-6411(03)00044-0.
61. Paula Lima, P. O., Camelo, P., Ferreira, V., do Nascimento, P., Bezerra, M. A., Almeida, G., & de Oliveira, R. R. (2018). Evaluation of the isokinetic muscle function, postural control and plantar pressure distribution in capoeira players: a cross-sectional study. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 7(3), 498–503. DOI: 10.11138/mltj/2017.7.3.498.
62. Peltonen, J. E., Taimela, S., Erkintalo, M., Salminen, J. J., Oksanen, A., & Kujala, U. M. (1998). Back extensor and psoas muscle cross-sectional area, prior

- physical training, and trunk muscle strength--a longitudinal study in adolescent girls. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 77(1-2), 66–71. DOI: 10.1007/s004210050301.
63. Podmenik, N., Supej, M., Coh, M., Erculj, F. (2017). The effect of shooting range on the Dynamics of limbs angular velocities of the basketball shot. *Kinesiologia*, 49(2017), 92-100.
 64. Prieske, O., Muehlbauer, T., & Granacher, U. (2016). The Role of Trunk Muscle Strength for Physical Fitness and Athletic Performance in Trained Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 46(3), 401–419. DOI: 10.1007/s40279-015-0426-4.
 65. Robalo, R., Diniz, A., Fernandes, O., & Passos, P. (2021). The role of variability in the control of the basketball dribble under different perceptual setups. *European journal of sport science*, 21(4), 521–530. DOI: 10.1080/17461391.2020.1759695.
 66. Rodacki, A. L., Fowler, N. E., & Bennett, S. J. (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 105–116. DOI: 10.1097/00005768-200201000-00017.
 67. Rojas, F. J., Cepero, M., Oña, A., & Gutierrez, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651–1660. DOI: 10.1080/001401300750004069.
 68. Sasaki, S., Tsuda, E., Yamamoto, Y., Maeda, S., Kimura, Y., Fujita, Y., & Ishibashi, Y. (2019). Core-Muscle Training and Neuromuscular Control of the Lower Limb and Trunk. *Journal of athletic training*, 54(9), 959–969. DOI: 10.4085/1062-6050-113-17.
 69. Savas, S., Yuksel, M. F., Uzun, A. (2018). The Effects of Rapid Strength and Shooting Training Applied to Professional Basketball Players on the Shot Percentage Level. *Universal Journal of Educational Research*, 6(2018), 1569 – 1574.
 70. Shibata, D. (2020). Improvement of dynamic postural stability by an exercise program. *Gait & posture*, 80, 178–184. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2020.05.044.
 71. Sindik, J. (2015). Performance Indicators of the Top Basketball Players: Relations with Several Variables. *Collegium antropologicum*, 39(3), 617–624.

72. Su J., Yang B. (2018). Analysis of the Characteristics of Thinking Control Turing Basketball Free Throw Based on Electroencephalogram. *NeuroQuantology*, 16(2018), 303 – 311.
73. Stankovic, R., Simonovic, C., Herodek, K. (2006). Biomechanical analysis of free shooting technique In basketball In relation to precision and position of the players. XXIV ISBS Symposium, Salzburg - Austria.
74. Staniszewski, M., Zybko, P., Wiszomirska, I. (2017). Evaluation of changes in the parameters of body stability in the participants of a nine-day snowboarding course. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 24(2), 97-101. DOI:10.1515/pjst-2017-0010.
75. Szafraniec, R., Barańska, J., & Kuczyński, M. (2018). Acute effects of core stability exercises on balance control. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 20(4), 145–151.
76. Schmidt, A. (2012). Movement pattern recognition in basketball free-throw shooting. *Human movement science*, 31(2), 360–382. DOI: 10.1016/j.humov.2011.01.003.
77. Tang, W. T., Shung, M. (2005). Relationships between isokinetic strenght and shooting accuracy AT different shooting ranges In Taiwanese elite high school basketball palyers. *Isokinetics and Exercise Science*, 13(2005), 169 – 174.
78. Tran, C. M., & Silverberg, L. M. (2008). Optimal release conditions for the free throw in men's basketball. *Journal of sports sciences*, 26(11), 1147–1155. DOI: 10.1080/02640410802004948.
79. Vasconcelos, T., Hall, A., & Viana, R. (2017). The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players - a randomized controlled trial. *Porto biomedical journal*, 2(3), 86–89. DOI: 10.1016/j.pbj.2016.12.003.
80. Verhoeven, F. M., & Newell, K. M. (2016). Coordination and control of posture and ball release in basketball free-throw shooting. *Human movement science*, 49, 216–224. DOI: 10.1016/j.humov.2016.07.007.
81. Wiszomirska, I., Bender, N., Patej, M., Blazkiewicz, M. (2017). The impact of sensorimotor training on postural stability and motor skills of basketball players in the prevention of injuries. *Medicina Dello Sport*, 70(30), 354 - 364. DOI: 10.23736/S0025-7826.17.03054-X.

82. Whyte, E. F., Richter, C., O'Connor, S., & Moran, K. A. (2018). Effects of a dynamic core stability program on the biomechanics of cutting maneuvers: A randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(2), 452–462. DOI: 10.1111/sms.12931.
83. Lam, W. K., Lee, W. C., Ng, S. O., & Zheng, Y. (2019). Effects of foot orthoses on dynamic balance and basketball free-throw accuracy before and after physical fatigue. *Journal of biomechanics*, 96, 109338. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2019.109338.

9. SPIS TABEL I RYCIN

9.1. Spis rycin

1. Rycina 1. Prawidłowa pozycja podczas wykonania rzutu wolnego w koszykówce.
2. Rycina 2. Prawidłowa pozycja podczas wykonania rzutu wolnego w koszykówce.
3. Rycina 3. Prawidłowe wykonanie ćwiczenia oddechowego.
4. Rycina 4. Pozycja wyjściowe ćwiczenia 2 (*dead bug*).
5. Rycina 5. Pozycja końcowa ćwiczenia 2.
6. Rycina 6. Pozycja wyjściowa ćwiczenia antyrotacyjnego.
7. Rycina 7. Pozycja końcowa ćwiczenia antyrotacyjnego.
8. Rycina 8. Pozycja końcowa ćwiczenia antyrotacyjnego.
9. Rycina 9. Pozycja wyjściowa ćwiczenia *hollow body*.
10. Rycina 10. Etap pierwszy. Ćwiczenie *hollow body*.
11. Rycina 11. Pozycja końcowa ćwiczenia *hollow body*.
12. Rycina 12. Pozycja początkowa ćwiczenia aktywującego pośladki
13. Rycina 13. Pozycja końcowa ćwiczenia aktywującego pośladki.
14. Rycina 14. Pozycja końcowa ćwiczenia aktywującego pośladki.
15. Rycina 15. Pozycja początkowa i końcowa ćwiczenia *running man*.
16. Rycina 16. Pozycja początkowa i końcowa ćwiczenia *running man*.
17. Rycina 17. Pozycja początkowa i końcowa ćwiczenia 7.
18. Rycina 18. Pozycja początkowa i końcowa ćwiczenia 7.
19. Rycina 19. Pozycja wyjściowa i pośrednia do ćwiczenia 8.
20. Rycina 20. Pozycja wyjściowa i pośrednia do ćwiczenia 8.
21. Rycina 21. Porównanie wyników stabilometrycznych między badaniami w grupie badanej (1).
22. Rycina 22. Porównanie wyników stabilometrycznych między badaniami w grupie kontrolnej (2).

9.2. Spis tabel

1. Tabela 1. Charakterystyka grupy badanej (1) i kontrolnej (2).
2. Tabela 2. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na obu kończynach dolnych z otwartymi oczami (OE). Porównanie grupy badanej i kontrolnej.
3. Tabela 3. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na prawej kończynie dolnej z otwartymi oczami (OE).
4. Tabela 4. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na prawej kończynie dolnej z zamkniętymi oczami (CE).
5. Tabela 5. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na lewej kończynie dolnej z oczami otwartymi (OE). Porównanie grupy badanej i kontrolnej.
6. Tabela 6. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na lewej kończynie dolnej z oczami zamkniętymi (CE).
7. Tabela 7. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w staniu na obu kończynach dolnych z oczami zamkniętymi (CE).
8. Tabela 8. Wyniki badań na platformie stabilograficznej w pozycji rzutowej.
9. Tabela 9. Porównanie wyników między pierwszym i drugim badaniem w warunkach rzutowych w grupie badanej.
10. Tabela 10. Porównanie wyników między pierwszym i drugim badaniem w warunkach rzutowych w grupie kontrolnej.
11. Tabela 11. Porównanie statystyk meczowych w odniesieniu do rzutów wolnych, w okresie przed i po wprowadzeniu treningu stabilizacyjnego w grupie badanej.
12. Tabela 12. Porównanie statystyk meczowych w odniesieniu do rzutów wolnych, w okresie przed i po wprowadzeniu treningu stabilizacyjnego w grupie kontrolnej.