

Olga KORBOLEWSKA, Marcin PLENZLER, Carolina Medical Center,
Marcin POPIELUCH, Michał WYCHOWAŃSKI, Akademia Wychowania Fizycznego,
Warszawa.

WŁAŚCIWOŚCI DYNAMICZNE MIĘŚNI PROSTUJĄCYCH I ZGINAJĄCYCH W STAWIE KOLANOWYM PRZED I PO OKRESIE PRZYGOTOWAWCZYM U ZAWODOWYCH PIŁKARZY NOŻNYCH

1. WSTĘP

Piłka nożna jest sportem obciążonym dużym ryzykiem występowania urazów. Na przełomie ostatnich dziesięcioleci można zaobserwować stały wzrost liczby kontuzji związanych z uprawianiem tego sportu zarówno amatorsko, jak i zawodowo. Wynika to z faktu, iż współcześnie, sport ten jest bardziej wymagający pod względem fizycznym, zawodnicy rozgrywają więcej meczy, a sama gra jest bardziej intensywna i agresywna niż miało to miejsce w przeszłości [1].

Jednym z najczęstszych problemów, z jakimi zmagają się piłkarze nożni są kontuzje mięśni. W szczególności dotyczy to urazów mięśni grupy kulszowo-goleniowej, które wg badań różnych autorów stanowią ok. 12-17 % wszystkich kontuzji [2]. Dodatkowo wg Andersena do urazów mięśni zginających w stawie kolanowym dochodzi ponad 2-krotnie częściej niż do urazów mięśni antagonistycznych. Podczas przyspieszania, hamowania, maksymalnego sprintu lub kopnięcia niezbędna jest bardzo duża moc mięśni grupy kulszowo-goleniowej [3].

Według współczesnej literatury urazy mięśniowe w piłce nożnej mogą być spowodowane zbyt dużym deficytem siły mięśniowej w stosunku do masy ciała lub w porównaniu do kończyny przeciwnej. Do innych przyczyn zalicza się zaburzoną równowagę siły mięśniowej w szczególności pomiędzy zginaczami i prostownikami stawu kolanowego oraz zaburzoną równowagę pomiędzy pracą koncentryczną, a ekscentryczną tych mięśni. Wśród innych przyczyn można także wymienić słabą elastyczność opisanych grup mięśniowych, zmęczenie bądź niewłaściwą rozgrzewkę [4].

W celu zapobiegania występowania urazów w piłce nożnej wydają się być zasadne wdrożenie okresowych badań biomechanicznych, których celem byłoby wyszukiwanie najsłabszych ogniw i praca nad nimi. W znacznym stopniu mogłoby to wpłynąć na zmniejszenie ryzyka występowania urazów. Tego typu badania mogą być również pomocne w celu kontroli procesu treningowego i wpływać na jego modyfikację. Jednym z najszybszych i najprostszych metod oceny poszczególnych zespołów mięśniowych jest badanie momentów sił w warunkach izometrycznych. Pozwala ono określić ewentualny deficyt wartości momentów sił mięśniowych w stosunku do masy ciała osoby badanej oraz pozwala stwierdzić różnice w wynikach jednej kończyny względem strony przeciwnej. Za pomocą tego badania można również ocenić równowagę siły mięśniowej pomiędzy grupą mięśni agonistycznych oraz antagonistycznych dla danego ruchu w stawie.

W niniejszej pracy podjęto próbę oceny momentów sił mięśni prostujących i zginających w stawie kolanowym w warunkach izometrycznych oraz próbę oceny znalezienia związku pomiędzy siłą tych samych grup mięśniowych, a wysokością uzyskaną podczas wyskoku pionowego z miejsca (*CMJ*), zarówno obunóż jak i jednonóż. Badania przeprowadzono przed i po okresie przygotowawczym na piłkarzach nożnych jednego z klubów polskiej ekstraklasy.

Celem pracy było określenie:

- Zmian wartości względnych momentów sił mięśni prostujących oraz zginających w obu stawach kolanowych przed i po okresie przygotowawczym.
- Zmian wysokości wyskoku pionowego z miejsca obunóż oraz jednonóż (*Countermovement Jump - CMJ*) przed i po okresie przygotowawczym.
- Zbadanie zależności pomiędzy siłą mięśni stawu kolanowego, a wysokością wyskoku. Określenie zależności pomiędzy wybranymi parametrami biomechanicznymi zmierzonymi przed i po okresie przygotowawczym.
- Przydatności tego typu pomiarów w procesie treningowym zawodowych piłkarzy nożnych.

2 MATERIAŁ I METODY

W badaniu wzięło udział 34 zawodowych piłkarzy nożnych polskiej ekstraklasy, z czego 16 z nich uczestniczyło w badaniach przed i po okresie przygotowawczym. Pomiarów dokonano w Centrum Diagnostyki Funkcjonalnej Kliniki Carolina Medical Center w Warszawie. Z 16 badanych, 13-tu zawodników zadeklarowało prawą kończynę dolną, jako dominującą (uderzającą piłkę), pozostali 3 zawodnicy byli lewnonożni. Pierwsze badania zostały przeprowadzone w dzień przed rozpoczęciem okresu przygotowawczego, który trwał 5 tygodni. Następnie tuż przed okresem startowym zostały ponownie przeprowadzone badania sprawdzające te same parametry, co wcześniej. W dniu badań zawodnicy nie uczestniczyli w żadnym treningu. Charakterystykę badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

Tab.1. Charakterystyka średniej wieku, wysokości i masy ciała grupy badanej przed i po okresie przygotowawczym.

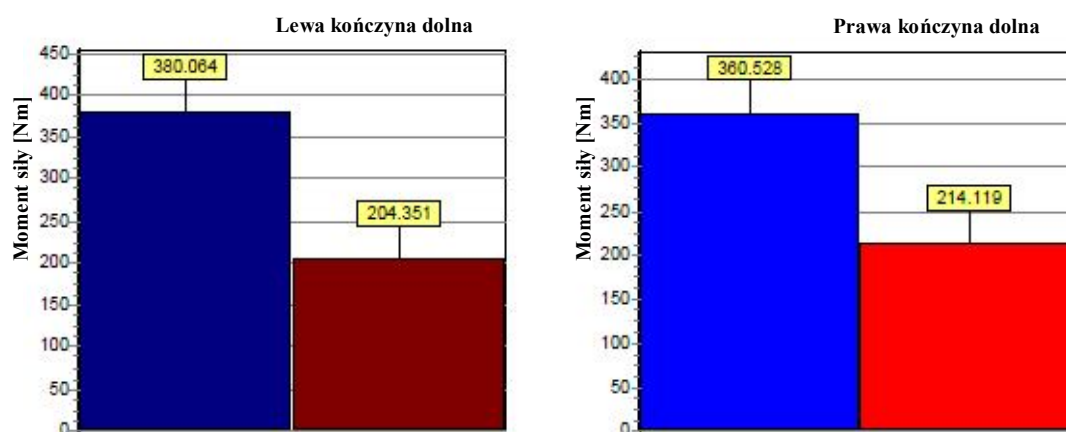
	Wiek [lata]	Wzrost [cm]	Masa ciała przed [kg]	Masa ciała po [kg]
Grupa badana (n=16)	24 ± 5	181 ± 8	76 ± 7	77 ± 6

Podjęte badania dotyczyły pomiarów momentów sił mięśni prostujących i zginających w obu stawach kolanowych. Badanie poprzedzone było 5 minutową rozgrzewką na cykloergometrze Monark z obciążeniem 1,5 Kp oraz szybkością 50-60 obrotów na minutę. Badania wykonano na stanowisku pomiarowym Research Line Leg Extension / Curl RL1 z wykorzystaniem Performance Recorder PR1 firmy HUR [Ryc. 1]. Zapisu pomiaru dokonano przy pomocy oprogramowania Performance Recorder Software Suite tej samej firmy. Badanie zostało przeprowadzone w warunkach izometrycznych i składało się z dwóch pomiarów każdej grupy mięśniowej, zarówno dla prawej, jak i lewej kończyny dolnej. Badana kończyna została ustabilizowana w kącie 30 stopni zgięcia w stawie kolanowym dla pomiaru mięśni zginających oraz w kącie 60 stopni zgięcia dla pomiaru mięśni prostujących, przy założeniu, że za wyprost w stawie kolanowym przyjęto kąt 0 stopni.

Dodatkowo ustabilizowano pasem tułów oraz uda w części dystalnej. Podczas badania kończyny górne skrzyżowane były na klatce piersiowej. Oś momentomierza ustawiona była na wysokości szpary stawu kolanowego (oś obrotu stawu). Pomiarów dokonano w następującej kolejności: prostowanie prawej kończyny, zginanie prawej kończyny, prostowanie lewej kończyny oraz zginanie lewej kończyny. Podczas pomiaru zawodnik był motywowany w sposób werbalny, jak również wizualny poprzez obserwację bieżącego wykresu momentu siły na ekranie. Według producenta możliwy błąd pomiaru nie przekracza 0,02 %. Do analizy statystycznej brano pod uwagę najlepszy, uzyskany przez osobę badaną wynik [Ryc. 2].



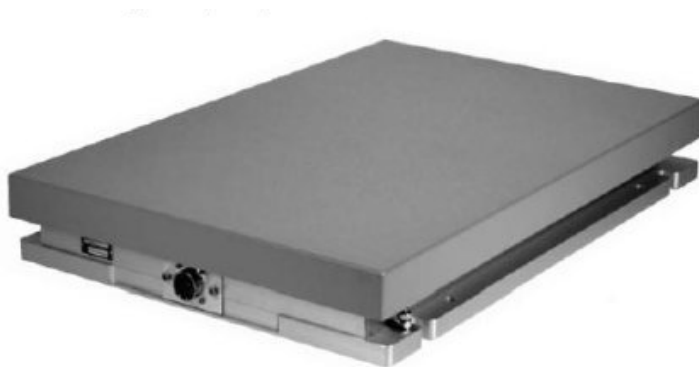
Rys.1. Stanowisko pomiarowe Research



Rys.2. Przykładowy wynik momentu sił mięśni zginających i prostujących staw kolanowy przy pomocy urządzenia HUR

Kolejny pomiar wykonano przy użyciu platformy dynamometrycznej firmy AMTI [Ryc. 3]. Przy pomocy oprogramowania MVJ v3.4 firmy „JBA” Zb.STANIAK określono wysokość wyskoku obunóż i jednoonóż dla obu kończyn dolnych w teście CMJ. Przed wykonaniem pomiarów każdy zawodnik wykonał rozciąganie dynamiczne mięśni kończyn dolnych. Po zademonstrowaniu przez diagnostę wyskoku CMJ każdy z zawodników wykonywał dwa wyskoki próbne. Badanie składało się z dwóch wyskoków obunóż oraz dwóch jednoonóż na

prawej i lewej kończynie dolnej [Ryc. 4]. Pomiaru dokonano w następującej kolejności: wyskok obunóż, wyskok jednonóż na prawej kończynie oraz wyskok jednonóż na lewej kończynie dolnej. Do analizy wykorzystano najlepszy uzyskany przez zawodnika wynik.



Rys.3. Platforma dynamometryczna AMTI



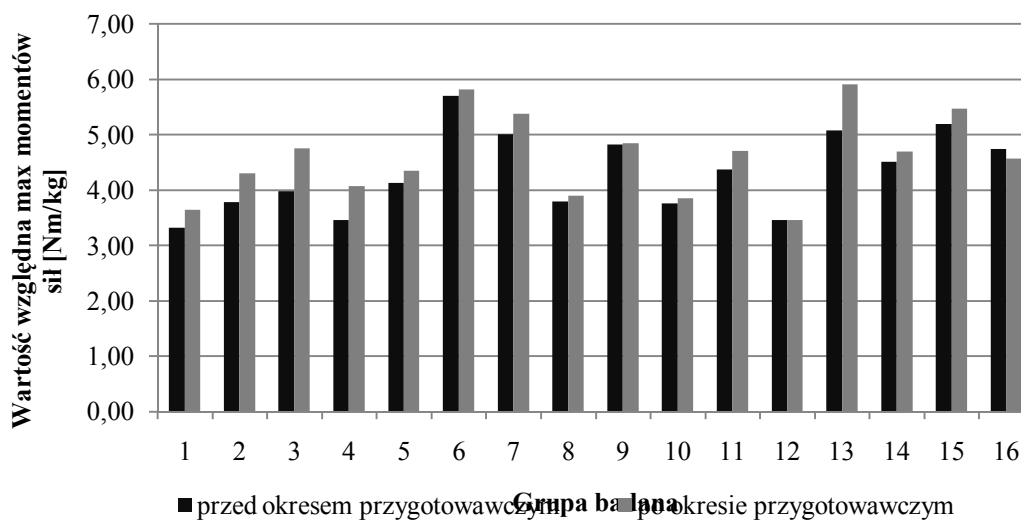
Rys.4. Stanowisko pomiarowe wyskoku w Centrum Diagnostyki Funkcjonalnej CMC

Uzyskane wyniki zebrano i opracowano przy pomocy arkusza kalkulacyjnego Excel 2010. Do porównania średnich wykorzystano test T-studenta oraz określono współczynniki korelacji Pearsona.

3. WYNIKI BADAŃ

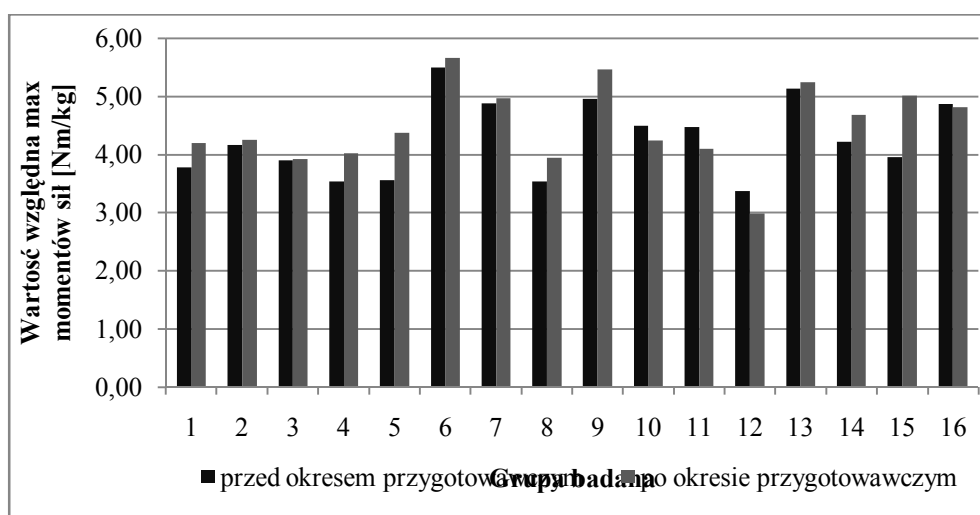
Spośród całej grupy badanej u 14 zawodników zanotowano wzrost wartości względnej maksymalnych momentów sił mięśni prostujących w prawym stawie kolanowym, natomiast w jednym przypadku nastąpiło obniżenie tej wartości. Maksymalna wartość względna siły mięśni prostujących w prawym stawie kolanowym przed okresem przygotowawczym wyniosła 5,70 Nm/kg, a minimalna 3,32 Nm/kg. Po okresie przygotowawczym maksymalna

wartość względna kształtowała się na poziomie 5,91 Nm/kg, a minimalna 3,48 Nm/kg (Rys. 5).



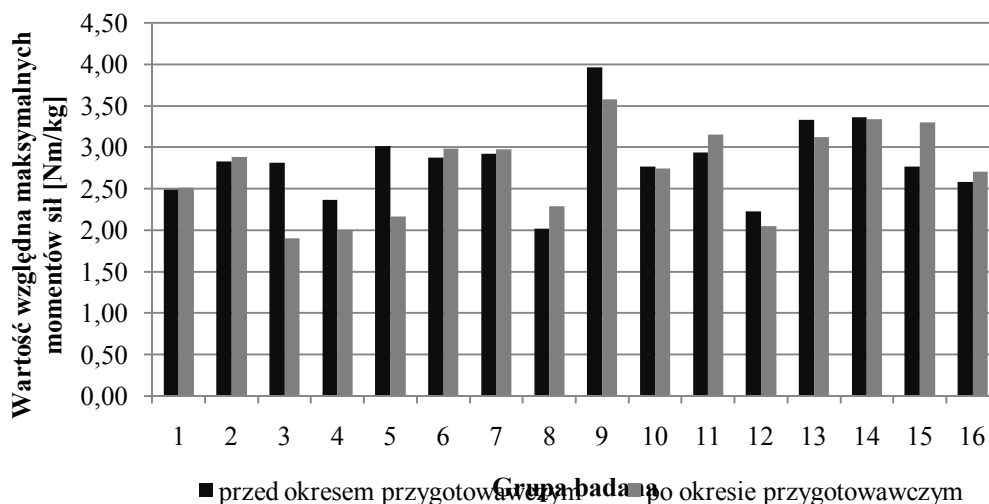
Rys.5. Rozkład wartości względnych maksymalnych momentów sił mięśni prostujących prawy staw kolanowy

Wśród 12 zawodników zaobserwowano wzrost wartości względnej maksymalnych momentów sił mięśni prostujących w lewym stawie kolanowym, natomiast w czterech przypadkach nastąpiło obniżenie tej wartości. Maksymalna wartość względna siły mięśni prostujących w lewym stawie kolanowym przed okresem przygotowawczym wyniosła 5,49 Nm/kg, a minimalna 3,37 Nm/kg. Po okresie przygotowawczym maksymalna wartość względna kształtowała się na poziomie 5,66 Nm/kg, a minimalna 2,99 Nm/kg (Rys. 6).



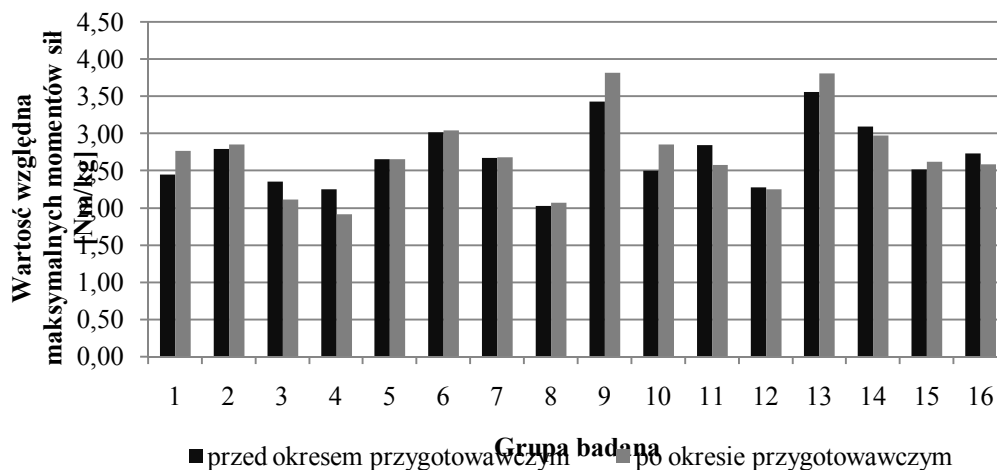
Rys.6. Rozkład wartości względnych maksymalnych momentów sił mięśni prostujących lewy staw kolanowy

Pomiar maksymalnych momentów sił mięśni zginających w prawym stawie kolanowym wykazał obniżenie tej wartości u 9 zawodników po okresie przygotowawczym, a u 7 z nich wartość ta wzrosła. Maksymalna wartość względna siły mięśni zginających w prawym stawie kolanowym przed okresem przygotowawczym wyniosła 3,96 Nm/kg, a minimalna 2,01 Nm/kg. Po okresie przygotowawczym maksymalna wartość względna kształtowała się na poziomie 3,58 Nm/kg, a minimalna 1,90 Nm/kg (Rys. 7).



Rys.7. Rozkład wartości względnych maksymalnych momentów sił mięśni zginających prawy staw kolonowy

Pomiar maksymalnych momentów sił mięśni zginających w lewym stawie kolonowym wykazał obniżenie tej wartości u 6 zawodników po okresie przygotowawczym, u 9 wartość ta wzrosła, a u jednego zawodnika wartość ta pozostała na tym samym poziomie. Maksymalna wartość względna siły mięśni zginających w prawym stawie kolonowym przed okresem przygotowawczym wyniosła 3,56 Nm/kg, a minimalna 2,03 Nm/kg. Po okresie przygotowawczym maksymalna wartość względna kształtowała się na poziomie 3,81 Nm/kg, a minimalna 1,91 Nm/kg (Rys. 8).



Rys.8. Rozkład wartości względnych maksymalnych momentów sił mięśni zginających lewy staw kolonowy

Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano, iż wartość względna maksymalnego momentu sił mięśni prostujących wstawie kolonowym dla kończyny dolnej prawej istotnie wzrosła po okresie przygotowawczym średnio o 6 %. Podobny wynik uzyskano dla kończyny dolnej lewej, w której różnica wyniosła średnio 5 % na korzyść wyników po okresie przygotowawczym. Analizując wyniki grupy mięśni zginających zanotowano wzrost wartości względnej maksymalnego momentu sił średnio o około 1 % dla kończyny dolnej lewej oraz spadek wartości średnio o 4 % dla kończyny dolnej prawej. Uzyskana zmiana wyników dla mięśni zginających nie była istotna statystycznie [Tab. 2].

Tab.2. Średnie wartości względnych momentów sił mięśni zginających i prostujących w stawie kolanowym przed i po okresie przygotowawczym.

Rodzaj pomiaru	Przed okresem przygotowawczym		Po okresie przygotowawczym		Różnica p
	średnia	SD (\pm)	średnia	SD (\pm)	
Prostowniki P [Nm/kg]	4,30	0,74	4,58	0,77	p<0,001
Prostowniki L [Nm/kg]	4,24	0,68	4,47	0,71	p<0,05
Zginacze P [Nm/kg]	2,81	0,48	2,72	0,54	brak
Zginacze L [Nm/kg]	2,70	0,43	2,72	0,55	brak

Po okresie przygotowawczym zaobserwowano również istotny spadek wartości względnej maksymalnych momentów sił mięśni zginających względem prostujących w prawej kończynie dolnej średnio o około 11 %. W kończynie przeciwnej również zanotowano spadek tej wartości (średnio o 4 %) jednak nie był on istotny statystycznie [Tab. 3].

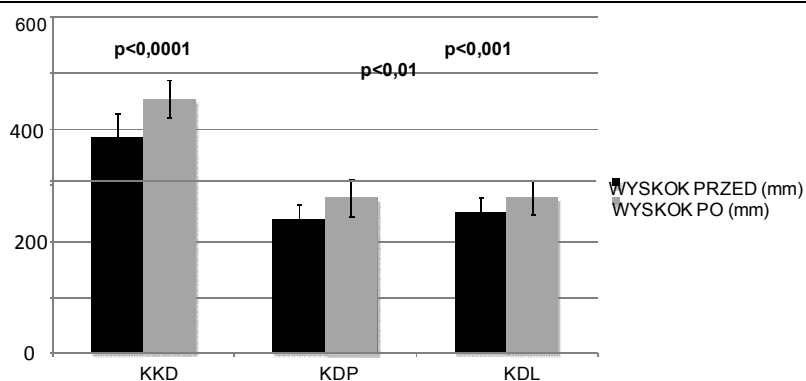
Tab.3. Zestawienie wartości względnych szczytowych momentów sił mięśni zginających i prostujących stawy kolanowe przed i po okresie przygotowawczym.

Rodzaj pomiaru	Przed okresem przygotowawczym		Po okresie przygotowawczym		Różnica p
	średnia	SD (\pm)	średnia	SD (\pm)	
Zg/Prst P [%]	66,19	9,84	59,63	9,63	p<0,05
Zg/Prst L [%]	63,56	6,5	60,88	8,33	brak

Analiza wyników na platformie dynamometrycznej AMTI wykazała istotny statystycznie wzrost wysokości wyskoku jednonóż po okresie przygotowawczym w stosunku do pierwszego pomiaru. Różnica ta wyniosła średnio około 16 % dla kończyny dolnej prawej oraz 11 % dla kończyny dolnej lewej [Tab. 4].

Tab.4. Zestawienie wartości wysokości wyskoku typu CounterMovementJump przed i po okresie przygotowawczym (KKD – obunóż, KDP – kończyna dolna prawa, KDL – kończyna dolna lewa)

Rodzaj wyskoku	Przed okresem przygotowawczym		Po okresie przygotowawczym		Różnica p
	średnia	SD (\pm)	średnia	SD (\pm)	
KKD [mm]	385,88	40,72	453,25	33,96	p<0,0001
KDP [mm]	238,75	26,13	277,75	32,94	p<0,001
KDL [mm]	250,25	27,81	277,38	29,81	p<0,01



Rys.9. Rozkład wartości wysokości wyskoku przed i po okresie przygotowawczym, KKD – wyskok obunóż, KDP – wyskok na prawej KD, wyskok na lewej KD.

PR prawy	PR lewy	ZG prawy	ZG lewy	PR prawy	PR lewy	ZG prawy	ZG lewy	KKD	KDP	KDL	KKD	KDP	KDL
PR prawy	0,7916	0,5374	0,6450	0,9267	0,8685	0,6788	0,5483	0,2818	0,1734	-0,1571	0,3957	0,3035	0,2232
PR lewy		0,5847	0,7578	0,7336	0,8190	0,6822	0,7077	0,2112	0,4162	0,2117	0,1092	0,1716	0,3815
ZG prawy			0,8813	0,5538	0,6612	0,7093	0,8258	0,0770	0,2368	0,2481	0,1447	0,5387	0,5786
ZG lewy				0,6543	0,7338	0,7616	0,9220	-0,0104	0,2110	0,1852	-0,0627	0,3294	0,3328
PR prawy					0,8190	0,5890	0,5251	0,0792	0,0240	-0,1730	0,3146	0,3095	0,3102
PR lewy						0,7343	0,7224	0,3033	0,2138	0,1003	0,2734	0,3844	0,3877
ZG prawy							0,7634	0,3562	0,2408	0,0886	0,2532	0,3381	0,3879
ZG lewy								0,0190	0,3093	0,2524	-0,0670	0,3413	0,2972
KKD									0,5459	0,1320	0,6752	0,3296	0,1939
KDP										0,1670	0,2667	0,3144	0,0612
KDL											-0,1539	-0,1260	0,4348
KKD												0,5237	0,2415
KDP													0,4383
KDL													

Rys.10. Analiza korelacji siły mięśniowej oraz wysokości wyskoku, kolor czerwony ($p < 0,001$), kolor niebieski ($p < 0,01$), kolor różowy ($p < 0,05$)

W przeprowadzonej analizie wykazano korelację pomiędzy siłą mięśni zginających przed okresem przygotowawczym, a wysokością wyskoku jednoź na prawej oraz na lewej kończynie dolnej po okresie przygotowawczym. Wykazano również korelację pomiędzy wysokością wyskoku obunóż, a wysokością wyskoku na prawej kończynie dolnej przed i po okresie przygotowawczym. Istnieje również zależność pomiędzy wysokością wyskoku obunóż sprzed okresu przygotowawczego w stosunku do badania po okresie przygotowawczym. Zaobserwowano także korelacje pomiędzy wszystkimi badanymi grupami mięśniowymi przed i po okresie przygotowawczym (Rys.10).

Nie wykazano również istotnej różnicy pomiędzy wynikami próby wyskoku zawodników uderzających piłkę prawą kończyną dolną, a wynikami piłkarzy lewonożnych.

4. DYSKUSJA

Pomiar siły mięśniowej jest badaniem często wykorzystywanym wśród zawodowych klubów piłkarskich w celu określenia i monitorowania parametrów siły mięśniowej na różnych etapach cyklu treningowego. Coraz częściej stosowane są pomiary w warunkach izokinetycznych mięśni zginających i prostujących w stawie kolanowym. Croisier i wsp. w swoich badaniach wykazali przydatność tego typu pomiarów w celu prewencji urazów grupy kulszowo-goleniowej [5]. Badania te wymagają jednak większej ilości czasu oraz wywołują większe zmęczenie zawodnika podczas badania. Dodatkowo pomiar w warunkach izokinetycznych wymaga dodatkowej stabilizacji pozostałych części ciała osoby badanej, co często okazuje się bardzo trudnym zadaniem. Badania w warunkach izometrycznych są w znacznie mniejszym stopniu obciążone tego typu problemami. Według niektórych autorów są

również bardziej bezpieczne, dlatego też autorzy niniejszej pracy uważają, iż mogą być one wartościową alternatywą dla pomiarów w izokinetyce [6].

Z przeprowadzonych badań wynika, iż pięciodniowy okres przygotowawczy znacząco wpłynął na poprawę momentu sił mięśni prostujących w stawie kolanowym, czego nie zaobserwowano w przypadku grupy antagonistycznej (mięśni grupy kulszowo-goleniowej). Typowy trening piłkarski uwzględnia większą pracę mięśnia czworogłowego uda, co zapewne wiąże się z chęcią poprawy parametrów kopnięcia piłki. Prawdopodobnie zbyt małą uwagę przywiązuje się do wzmocnienia grupy zginaczy w stawie kolanowym (szczególnie grupy kulszowo-goleniowej). Z wcześniejszych doniesień literatury wynika, iż na uszkodzenia wyżej wymienionej grupy mięśniowej może mieć wpływ kilka czynników. Do najważniejszych zalicza się: osłabiona siła mięśniowa, zaburzony stosunek momentów sił mięśniowych pomiędzy kończynami, jak również pomiędzy zginaczami i prostownikami tej samej kończyny [7]. Według Brockett'a i wsp. (2004) dodatkowo przyczyną ich uszkodzeń może być nieprawidłowa praca koncentryczno-ekscentryczna [8]. Wydaje się być właściwe włączenie do treningu piłkarskiego ćwiczeń obejmujących zarówno pracę koncentryczną, jak i ekscentryczną wyżej wymienionych mięśni [9].

Przeprowadzone przez nas badania wykazały zwiększoną dysproporcję siły mięśni zginających względem prostujących w stawie kolanowym w kończynie dominującej. Przyrost siły mięśni zginających nie był wprost proporcjonalny do tak dużego przyrostu siły mięśni prostujących. O'Sullivan i wsp. (2008) wykazali w swoich badaniach, iż grupa kulszowo-goleniowa w kończynie dominującej (uderzającej piłkę) powinna być mocniejsza niż w kończynie dolnej niedominującej. Według tych samych autorów urazy przeważają w kończynie dolnej dominującej, dlatego tak ważna jest praca nad zwiększeniem siły mięśni wyżej opisywanej grupy [10]. Średnia wysokość wyskoku uległa znaczącej poprawie zarówno podczas próby jednonóż, w porównaniu do badania przed okresem przygotowawczym. Nie znaleziono jednak korelacji pomiędzy siłą mięśni zginających i prostujących w stawie kolanowym, a wysokością wyskoku. Otrzymane wyniki potwierdzają znany z literatury fakt braku związku siły mięśni zginających oraz prostujących ze skocznością i bardzo istotnego wpływu techniki ruchu na wyniki oceny skoczności metodą CMJ [11].

5. WNIOSKI

W badaniach przeprowadzonych po okresie przygotowawczym zaobserwowano istotne zwiększenie siły mięśni prostujących w prawym oraz lewym stawie kolanowym w przeciwieństwie do mięśni zginających, których siła nie uległa zmianie.

Dysproporcja pomiędzy momentami sił mięśni zginających i prostujących w stawie kolanowym znacząco wzrosła szczególnie w kończynie dominującej (uderzającej piłkę).

Średnia wysokość wyskoku uległa znaczącej poprawie zarówno podczas próby wyskoku obunóż, jak i jednonóż, w porównaniu do badania przed okresem przygotowawczym.

Nie znaleziono jednak korelacji pomiędzy siłą mięśni zginających i prostujących w stawie kolanowym, a wysokością wyskoku.

6. PODSUMOWANIE

Przeprowadzenie okresowych badań biomechanicznych u zawodowych piłkarzy nożnych takich jak: pomiar momentów sił mięśniowych oraz wysokości wyskoku wydają się być właściwym sposobem w celu kontroli efektywności procesu treningowego. Pozwala wprowadzić modyfikacje treningu, celem optymalizacji podstawowych parametrów biomechanicznych, takich jak siła mięśniowa oraz wysokość wyskoku, które w znacznym

stopniu decydują o skuteczności zawodnika podczas meczu. Dodatkowo badania te pozwalają wychwycić najsłabsze ogniwa takie jak: osłabiona siła mięśniowa lub zaburzony balans pomiędzy siłą mięśni zginających i prostujących staw kolanowy. Monitorowanie tych parametrów na różnych etapach treningu piłkarskiego pozwala na odpowiednio szybkie wdrożenie ćwiczeń uzupełniających dla mięśni grupy kulszowo-goleniowej oraz może przyczynić się do zmniejszenia urazowości piłkarzy nożnych, szczególnie pod kątem urazów mięśniowych.

Wiedza z przeprowadzonych badań może wpłynąć na modyfikację planu treningowego uwzględniającego większą aktywację mięśni zginających w stawie kolanowym w celu prewencji urazów opisywanej grupy mięśniowej. Kolejnym etapem naszych obserwacji będzie wdrożenie do treningu ćwiczeń ukierunkowanych na wzmocnienie i jednoczesne uelastycznienie grupy kulszowo-goleniowej oraz monitorowanie przyrostu siły opisywanej grupy mięśniowej względem mięśni prostujących w stawie kolanowym.

LITERATURA

- [1] Adamczyk G.: Urazy w piłce nożnej. Forum Trenera Cz. 1. 2005, 1, 36–39
- [2] Arnason A., Sigurdsson S.B., Gudmundsson A., Holme I., Engebretsen L., Bahr R.: Risk Factors for Injuries in Football. *Am. J. Sports Med.* 2004: 32: 5-16.
- [3] Andersen T.E., Larsen O., Tenga A., Engebretsen L., Bahr R.: Football incident analysis (FIA): a new video-based method to describe injury mechanisms in professional football. *Br J Sports Med* 2003: 37: 226-232.
- [4] Mjolsnes R., Arnason A., Osthagen T., Raastad T., Bahr R.: A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports* 2004: 14: 311-317.
- [5] Croisier J-L., Ganteaume S., Bined J., Genty M., Ferret J-M.: Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players. *Am J Sports Med* 2008: 36: 1469-1475.
- [6] Schache A.G., Crossley K.M., Macindoe I.G., Fahrner B.B., Pandy M.G.: Can a clinical test of hamstring strength identify football players at risk of hamstring strain? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011: 19: 38-41.
- [7] Coombs R., Garbutt G.: Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine* 2002: 1: 56-62.
- [8] Brockett C.L., Morgan D.L., Proske U.: Predicting Hamstring Strain Injury in Elite Athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004: 36: 3: 379-387.
- [9] Jonhagen S., Nemeth G., Eriksson E.: Hamstring Injuries in Sprinters: The Role of Concentric and Eccentric Hamstring Muscle Strength and Flexibility. *Am. J. Sports Med.* 1994: 22: 262-266.
- [10] O'Sullivan K., O'Ceallaigh B., O'Connell K., Shaft A.: The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of irish gaelic footballers. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2008: 9: 30.
- [11] Wychowański M.: Wybrane metody oceny dynamiki układu ruchu człowieka. Wydawnictwo AWF Warszawa, 2008.

DYNAMICS PROPERTIES OF LOWER EXTREMITIES IN ELITE FOOTBALL PLAYERS BEFORE AND AFTER A FIVE WEEKS TRAINING CAMP