

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

**Adam Kawczyński^{1(A,B,C,D,E,F)}, Dariusz Mroczek^{1(B,D)},
Paweł Chmura^{2(B)}, Pascal Madeleine^{3(A,C,D,E)},
Jan Chmura^{1(A,C,D,E,F)}**

¹ Katedra Motoryczności Sportowca, Wydział Nauk o Sporcie, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

² Katedra Zespołowych Gier Sportowych, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

³ Department of Health Science and Technology, Aalborg University, Aalborg East, Denmark

¹ Department of Athletes Motor Skills, Faculty of Sport Science, University School of Physical Education, Wrocław

² Department of Team Games, Faculty of Physical Education, University School of Physical Education, Wrocław

³ Department of Health Science and Technology, Aalborg University, Aalborg East, Denmark

WPŁYW WYSIŁKU MECZOWEGO NA OPÓŹNIONĄ BOLESNOŚĆ MIĘŚNI KOŃCZINY DOLNEJ DOMINUJĄCEJ I NIEDOMINUJĄCEJ INFLUENCE OF A PROFESSIONAL FOOTBALL GAME ON DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS DEVELOPMENT IN DOMINANT AND NON-DOMINANT LEGS

Słowa kluczowe: mięśnie szkieletowe, próg wrażliwości mięśnia na ból, piłka nożna
Key words: skeletal muscle, pressure pain threshold, football

Streszczenie

Wstęp. Opóźniona bolesność mięśniowa to zjawisko szeroko występujące w sporcie wyczynowym, wiedza na jego temat jest bardzo ważna w planowaniu cyklu treningowego oraz zmniejszaniu ryzyka wystąpienia kontuzji. Celem pracy jest oznaczenie poziomu opóźnionej bolesności mięśni nogi dominującej i niedominującej u piłkarzy po meczu ligowym.

Materiał i metody. W badaniu udział wzięło 11 piłkarzy Polskiej Ekstraklasy Młodzieżowej. Eksperyment został przeprowadzony w trakcie 3 dni po meczu ligowym. W trakcie procedury badawczej oznaczono próg wrażliwości mięśnia na ból przed meczem oraz 24 i 48 godzin po meczu.

Wyniki. Próg wrażliwości na ból mięśni przednich uda kończyny dolnej dominującej zmalał istotnie statystycznie w 24 (765.3±35.6 kPa, p=0.002) i 48 godzinie po meczu (732.8±42.0 kPa, p=0.008) w porównaniu z wartością przed meczem (911.3±35.8 kPa). Próg wrażliwości na ból mięśni przednich uda kończyny dolnej niedominującej nie uległ istotnie statystycznej zmianie.

Wnioski. Przeprowadzony eksperyment wyraźnie wskazuje na zróżnicowanie rozwoju opóźnionej bolesności mięśni nogi dominującej i niedominującej po ligowym meczu piłki nożnej.

Summary

Background. Delayed onset muscle soreness (DOMS) is a very important problem in professional sport. Basic knowledge about DOMS development can be useful in training design preparation and can lead to decrease risk of injuries. The aim of this study is to assess delayed onset muscle soreness development in dominant and non-dominant leg muscles after football match.

Material and methods. Eleven male football players participated in the present study. Players were the Polish Young Extraleague Team members. The experiment was performed after a league game and consisted of three consecutive days. The procedure composed of following items: bilateral measurement of pain pressure threshold (PPT) over 23 locations before match, 24 hours and 48 hours after match.

Results. The average PPT for dominant leg front thigh muscles decreased significantly from before (911.3±35.8 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (765.3±35.6 kPa, p=0.002; 732.8±42.0 kPa, p=0.008 respectively). The average PPT for non-dominant front thigh muscles did not change significantly from before to 24 hours and 48 hours after match.

Conclusions. The present study points towards a difference in delayed onset muscle soreness development among muscles of dominant and non-dominant leg.

Word count: 4188
Tables: 0
Figures: 2
References: 26

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Jan Chmura

Wrocław, al. I.J Paderewskiego 35, e-mail: jan.chmura@awf.wroc.pl

Otrzymano / Received

10.09.2012 r.

Zaakceptowano / Accepted

05.01.2013 r.

Wstęp

Ćwiczenia ekscentryczne, zwłaszcza o wysokiej intensywności, wywołują uszkodzenia mechaniczne włókien mięśniowych, co w następstwie powoduje rozwój opóźnionej bolesności mięśniowej (DOMS). DOMS występuje zarówno u osób rekreacyjnie uprawiających sport, jak i wyczynowych sportowców [1]. DOMS objawia się hiperalghezją mięśnia czyli jego zwiększoną wrażliwością na ucisk, jak również bólem spoczynkowym oraz zmianami w kontroli ruchu w obrębie mięśnia [2,3,4]. Bolesność mięśniowa osiąga najwyższy poziom między 24 a 72 godziną po ćwiczeniach [2, 5]. Współczesne eksperymenty dotyczące DOMS koncentrują się na prowadzonych w laboratorium badaniach nad pojedynczymi mięśniami. W najnowszej literaturze możemy spotkać się z pracami dotyczącymi następujących mięśni: dwugłowy ramienia [6], piszczelowy przedni [7,8], czworogłowy uda [9] i czworoboczny grzbietu [2,4,10].

Naciągnięcia mięśni są najczęstszym urazem dotyczącym kończyn dolnych u zawodowych piłkarzy nożnych [11,12]. Mięsień dwugłowy uda oraz głowa prosta mięśnia czworogłowego uda są mięśniami najbardziej narażonymi na uraz, szczególnie w trakcie bardzo dynamicznych elementów gry (tj. sprinty, przyspieszenia, zmiany kierunku biegu, uderzenie piłki, lądowanie po wyskoku itp.) [13,14,15]. Kończyna dolna dominująca (KDD) pod względem biomechanicznym pełni rolę podporową i z tego względu jest bardziej obciążana [16]. Taki stan rzeczy powoduje, że KDD piłkarza jest bardziej narażona na urazy, a szczególnie naciągnięcia mięśnia czworogłowego uda [17]. Algometria ciśnieniowa, jako metoda badawcza, dostarcza ciekawych informacji dotyczących wrażliwości głębokich struktur czuciowych mięśni na ból [18]. W dostępnej literaturze brak jest doniesień dotyczących zróżnicowania rozwoju DOMS między KDD i kończyną dolną niedominującą (KDN) [19].

Większość eksperymentów badających rozwój DOMS w następstwie pracy mięśniowej jest prowadzona w pełni kontrolowanych warunkach laboratoryjnych na osobach nieuprawiających wyczynowo sportu [6,7,8]. Brak jest prac podejmujących powyższą problematykę w warunkach realnej walki sportowej. Przeprowadzenie tego typu badań może uzupełnić dane uzyskane w laboratorium i dostarczyć uniikatowych obserwacji dotyczących rozwoju DOMS w KDD i KDN piłkarzy nożnych.

W powyższym eksperymencie podjęliśmy próbę zbadania rozwoju DOMS w kończynach dolnych wyczynowych piłkarzy w efekcie wysiłku meczowego. Postawiliśmy hipotezę, że DOMS będzie zróżnicowany w mięśniach kończyny dolnej dominującej i niedominującej.

Materiał i metody

Badani

W badaniu udział wzięło 11 zawodników Polskiej Młodzieżowej Ekstraligi piłki nożnej (wiek 18.7 ± 1.2 lat; wysokość ciała 181.7 ± 4.1 cm; masa ciała 73.0 ± 5.2 kg). Wśród badanych została przeprowadzona ankieta informująca o celach i sposobie przeprowadzenia eksperymentu. Żaden z badanych w okresie przed eksperymentem nie zgłaszał dolegliwości w obrębie kończyn dolnych. Badanie zostało zaakceptowane przez Komisję Bioetyczną Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu.

Background

Delayed onset muscle soreness (DOMS) appears after the completion of high intensity exercise in both recreational and elite athletes [1]. DOMS is manifested by mechanical muscle hyperalgesia (increased sensitivity to pressure), occasional resting pain, and altered motor control [2,3,4]. Muscle soreness peaks between 24 and 72 hours after initial bout of exercise [2,5]. In the recent literature, laboratory studies have been investigating the effects of DOMS at single muscle levels. In particular, special attention was given to the following muscles: biceps brachii [6], tibialis anterior [7,8], quadriceps muscles [9] and trapezius [2,4,10].

Muscle strains are the most common lower body injuries in professional soccer [11,12]. Particularly, the biceps femoris and rectus femoris muscles are thought to be at great risk during fast movements (i.e. sprinting, accelerating, change of direction, kicking, landing, etc.) [13,14,15]. More specifically, the supporting and the kicking leg have a complementary role and subject to different biomechanical loading [16]. Further, there is a higher risk of muscle injuries in the preferred kicking leg, and a particular risk of quadriceps strains [17]. Pressure pain algometry provides important information about deep structure sensitivity to pain [18]. Interestingly, there is no published evidence reporting the presence or absence of symmetrical pressure distribution between the dominant and non-dominant leg in soccer [19].

Most studies regarding pressure pain sensitivity in sports are performed in fully controlled laboratory settings among untrained subjects [6,7,8]. There is a lack of studies combining performance and pain sensitivity assessments in relation to in situ exposure such as football game. This approach can complement research done in laboratory settings and provide unique information about the extent of changes in deep structure sensitivity in relation to preferred and non preferred kicking leg after football game.

In the present study, we evaluated the changes in pressure pain sensitivity in professional football players after regular season football game. We hypothesized that DOMS will develop in similar pattern.

Material and methods

Subjects

Eleven male football players (aged 18.7 ± 1.2 years; height 181.7 ± 4.1 cm; weight 73.0 ± 5.2 kg) participated in the present study. Players were the Polish Young Extraleague Team members. Informed consent was obtained from each subject. All participants reported no pain in the lower extremities prior to the experiment. The study was approved by the ethics committee of University School of Physical Education, Wrocław, Poland

Procedury badawcze

Eksperyment został przeprowadzony w ciągu trzech dni po meczu ligowym. Średni dystans pokonany przez zawodników w trakcie tego meczu wynosił $10,4 \pm 0,2$ km. Pomiar pokonanego dystansu został przeprowadzony z użyciem systemu Nike+. Podczas badań oznaczano próg wrażliwości mięśnia na ból (PPT) dla mięśni kończyn dolnych, stanowiącej podstawę do określenia poziomu DOMS. Pomiar ten został przeprowadzony przed meczem, a także 24 i 48 godzin po meczu. Przyjęto, że im mniejsza średnia wartość PPT tym większy poziom DOMS [20].

Próg wrażliwości mięśnia na ból (PPT)

Do pomiaru PPT zastosowaliśmy algometr elektroniczny (Somedic® Algometer typ 2, Szwecja). Średnica końcówki urządzenia służącej do uciskania określonych punktów na mięśniu wynosi 10 mm i jest pokryta kauczukową osłoną o grubości 2 mm. Nacisk i tempo jego wywierania na punkt był wystandaryzowany i wynosił 30 kPa/s. Za wartość progu bólowego przyjęto wartość nacisku, przy której badany zgłaszał, że ucisk wywierany na określony punkt wywołuje ból. Powtarzalność pomiaru oznaczona za pomocą wewnątrzklasowego współczynnika korelacji (ICC) wynosiła 0.847 [21].

Wartość PPT była oznaczana na KDD i KDN na 23 punktach oznaczonych permanentnym markerem na następujących mięśniach (Ryc. 1): mięsień prosty uda (punkty 1-2); mięsień napinacz powięzi szerokiej (punkt 3); mięsień obszerny boczny (punkty 4-6);

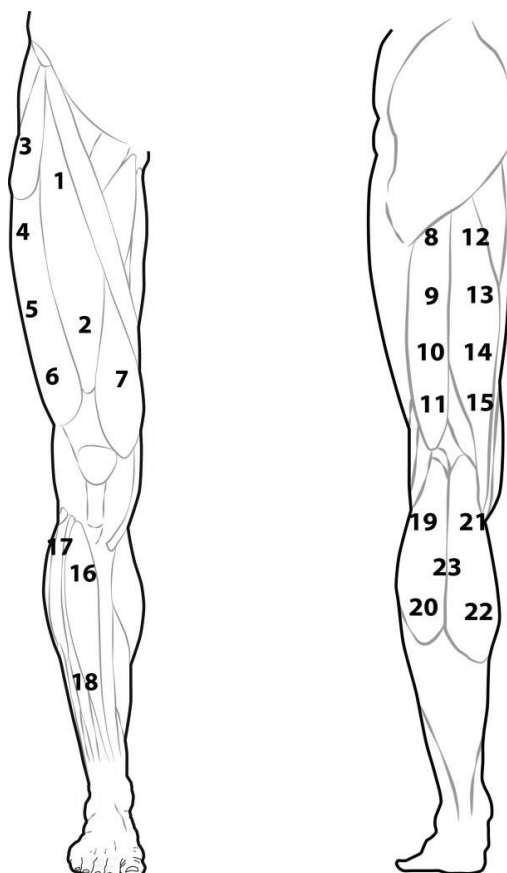
Experimental procedure

The experiment was performed after league game and consisted of three consecutive days. Average distance covered during game was $10,4 \pm 0,2$ km. To measure covered distance Nike+ system was used. The procedure composed of following items: measurement of pain pressure threshold (PPT) before match, 24 hours and 48 hours after match. A low PPT value is consider a biomarker of muscle soreness [20].

Pressure Pain Threshold

An electronic pressure algometer (Somedic® Algometer type 2, Sweden) was used to measure PPTs. The diameter of the contact tip was 10 mm and covered with 2 mm thick rubber. A standardized procedure to increase the applied pressure at a constant rate 30 kPa/s was performed during pressure application. The reliability of pressure algometry has been found to be high (ICC 0.847, 95%) [21].

PPT levels were measured bilaterally over 23 locations (Fig. 1) on each lower extremity (dominant and non-dominant leg). Each location was marked by wax pencil as follows: rectus femoris (points 1-2); tensor fasciae latae (point 3); vastus lateralis (points 4-6); vastus medialis (point 7); external hamstrings (points 8-11); internal hamstrings (points 12-15); tibialis anterior (point 16); peroneous (points 17-18); external gastrocnemius (points 19-20); internal



Ryc. 1. Schemat punktów badania progu wrażliwości mięśnia na ból

Fig. 1. Schematic representation of the 23 points for pain pressure threshold assessment

mięsień obszerne przyśrodkowy (punkt 7); mięsień półścięgnisty i półbłoniasty (punkty 8-11); mięsień dwugłowy uda (punkty 12-15); mięsień piszczelowy przedni (punkt 16); mięsień strzałkowy (punkty 17-18); głowa boczna mięśnia brzuchatego łydki (punkty 19-20); głowa przyśrodkowa mięśnia brzuchatego łydki (punkty 21-22); i mięsień płaszczkowaty (punkt 23). Punkty 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 zaliczyliśmy do grupy przedniej mięśni uda, a do grupy tylnej mięśni uda punkty 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. Punkty 16, 17, 18 do grupy przedniej mięśni podudzia, a punkty 19, 20, 21, 22, 23 do grupy tylnej mięśni podudzia.

Mapowanie PPT polega na interpolacji wartości PPT zmierzonych w ściśle określonych punktach mięśnia, co umożliwia graficzne przedstawienie zmian PPT w obrębie badanego mięśnia [22].

Analiza statystyczna

Do analizy porównawczej wartości PPT w poszczególnych sesjach pomiarowych oraz dla mięśni grupy przedniej i tylnej uda, a także i podudzia zastosowano analizę wariancji dla pomiarów powtarzanych. Test Bonferroni został zastosowany jako test typu post-hoc. Dane zostały przedstawione w postaci średnich arytmetycznych i średniego odchylenia standardowego. Poziom $P < 0.05$ został przyjęty jako istotny statystycznie.

Wyniki

MIĘŚNIE UDA

a) Kończyna dolna dominująca

Średnia wartość PPT dla przedniej grupy mięśni uda zmniejszyła się istotnie statystycznie w 24 i 48 godzinie po meczu (odpowiednio 765.3 ± 35.6 kPa, $p = 0.002$; 732.8 ± 42.0 kPa, $p = 0.008$) w porównaniu z wartością przed meczem (911.3 ± 35.8 kPa) (Ryc. 2).

Średnia wartość PPT dla tylnej grupy mięśni uda nie uległa istotnej statystycznie zmianie. Przed meczem, 24 i 48 godzin po zawodach wartości PPT wynosiły odpowiednio: 897.3 ± 26.0 kPa 892.3 ± 36.0 kPa, 859.6 ± 34.9 kPa.

b) Kończyna dolna niedominująca

Średnia wartość PPT dla przedniej grupy mięśni uda nie uległa istotnej statystycznie zmianie. Przed meczem, 24 i 48 godzin po meczu wartości PPT wynosiły odpowiednio: 881.7 ± 67.0 kPa, 877.7 ± 73.0 kPa, 810.2 ± 53.2 kPa (Ryc. 2). Dla grupy tylnej mięśni uda średnia wartość PPT również nie uległa zmianie i w poszczególnych sesjach pomiarowych kształtowała się następująco: 873.5 ± 34.4 kPa, 849.5 ± 39.4 kPa, 949.8 ± 46.6 kPa.

MIĘŚNIE PODUDZIA

a) Kończyna dolna dominująca

Dla przedniej grupy mięśni podudzia średnia wartość PPT wynosiła przed meczem, 24 i 48 godzin po meczu odpowiednio (1429.1 ± 79.5 1319.8 ± 91.9 kPa, 1346.7 ± 92.6 kPa). Różnice między tymi wartościami były nieistotne statystycznie. Dla grupy tylnej mięśni podudzia średnia wartość PPT również nie uległa zmianie i w poszczególnych sesjach pomiarowych kształtowała się następująco: 807.3 ± 39.9 kPa, 794.4 ± 45.3 kPa, 815.3 ± 42.9 kPa.

gastrocnemius (points 21-22); and soleus (point 23) muscles. Points 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 were front thigh muscles sites and points 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 corresponded to back thigh muscles sites. Points 16, 17, 18 were front shin muscles sites and points 19, 20, 21, 22, 23 corresponded to back shin muscles sites.

Averaged PPT values over the 23 locations were interpolated using an inverse distance weighted interpolation [22] for graphical purposes to have an easy reading of the PPT distribution over both extremities. The inverse distance weighted interpolation consists of computing PPT values to unknown locations by using mean scores from the set of known PPT values and locations.

Statistics

Measurements (before, 24 and 48 hours after game) and legs (dominant and non-dominant) were introduced as within subject factors in a full-factorial repeated measure analysis of variance for the PPT values. Bonferroni adjustment for multiple comparisons was used as post hoc test. In all tests, $P < 0.05$ was considered significant. The data are presented as mean and standard error of the mean (SEM) in the text and the figures.

Results

THIGH MUSCLES

a) Dominant leg

The average PPT for front thigh muscles decreased significantly from before (911.3 ± 35.8 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (765.3 ± 35.6 kPa, $p = 0.002$; 732.8 ± 42.0 kPa, $p = 0.008$ respectively) (Fig. 2). The average PPT for back thigh muscles did not change significantly from before match (897.3 ± 26.0 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (892.3 ± 36.0 kPa; 859.6 ± 34.9 kPa respectively).

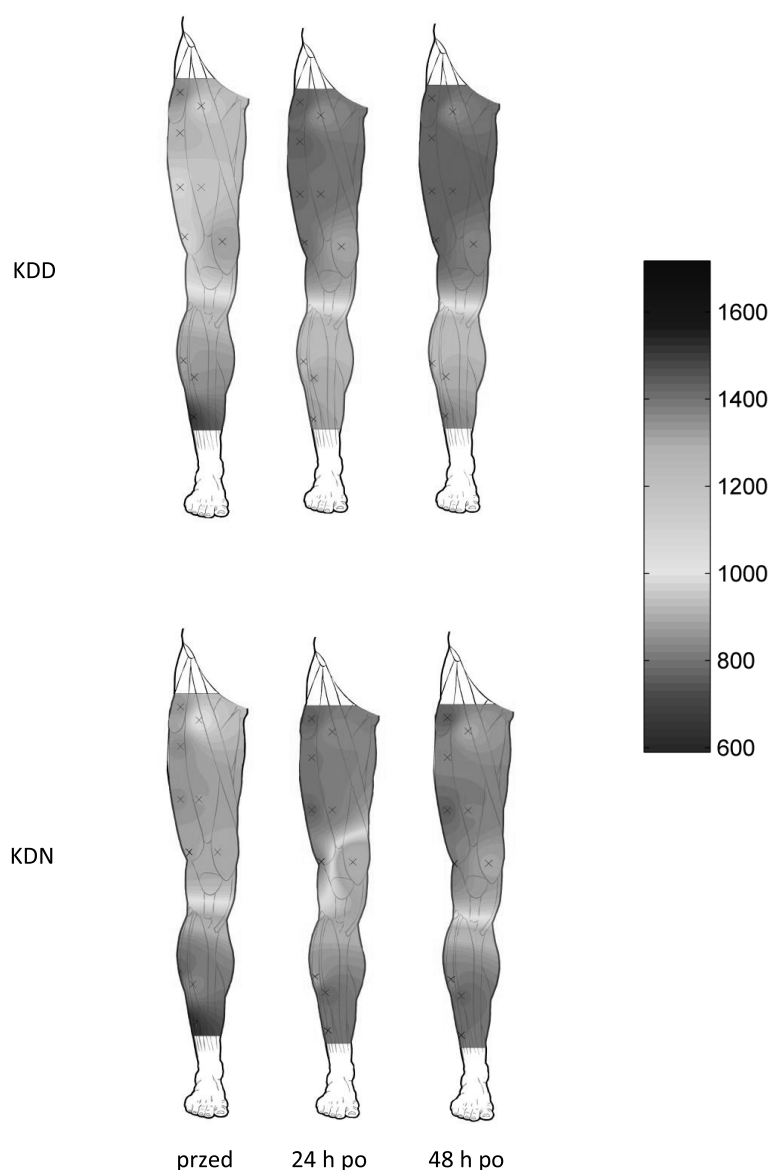
b) Non-dominant leg

The average PPT for front thigh muscles did not change significantly from before match (881.7 ± 67.0 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (877.7 ± 73.0 kPa; 810.2 ± 53.2 kPa, respectively) (Fig. 2). Similarly, the average PPT for back thigh muscles did not change significantly from before match (873.5 ± 34.4 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (849.5 ± 39.4 kPa; 949.8 ± 46.6 kPa respectively).

SHIN MUSCLES

a) Dominant leg

There was no significant difference between the average PPT for front shin muscles before match, 24 hours and 48 hours after match (1429.1 ± 79.5 kPa; 1319.8 ± 91.9 kPa; 1346.7 ± 92.6 kPa respectively). The average PPT for back shin muscles did not change significantly from before match (807.3 ± 39.9 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (794.4 ± 45.3 kPa; 815.3 ± 42.9 kPa respectively) (Fig. 2).



Ryc. 2. Mapy opóźnionej bolesności mięśniowej (DOMS) dla kończyny dolnej dominującej (KDD) i kończyny dolnej niedominującej (KDN)

Fig. 2. Delayed onset muscle soreness (DOMS) maps for dominant and non-dominant leg

b) Kończyna dolna niedominująca

Średnia wartość PPT dla przedniej grupy mięśni podudzia nie różniły się istotnie statystycznie i wynosiły przed meczem, 24 i 48 godzin po meczu odpowiednio: 1405.7 ± 69.2 kPa, 1375.7 ± 89.2 kPa, 1418.8 ± 114.9 kPa. Dla grupy tylnej mięśni podudzia średnia wartość PPT również nie uległa zmianie i w poszczególnych sesjach pomiarowych kształtowała się następująco: 841.5 ± 58.9 kPa; 799.1 ± 52.7 kPa; 876.9 ± 68.4 kPa (Ryc. 2).

Dyskusja

Przeprowadzone badanie dostarcza nowych informacji dotyczących rozwoju DOMS mięśni KDD

b) Non-dominant leg

The average PPT for front shin muscles did not change significantly from before match (1405.7 ± 69.2 kPa) to 24 hours and 48 hours after match (1375.7 ± 89.2 kPa; 1418.8 ± 114.9 kPa respectively). Similarly, there was no significant difference between the average PPT for back shin muscles before match (841.5 ± 58.9 kPa), 24 hours and 48 hours after match (799.1 ± 52.7 kPa; 876.9 ± 68.4 kPa respectively) (Fig. 2).

Discussion

The present study provides novel information regarding DOMS in football players' dominant and non-

i KDN po meczu u wyczynowych piłkarzy. Wykazano, że klasyczny DOMS rozwija się po meczu tylko w grupie przedniej mięśni uda KDD. Bardzo zaskakującym wynikiem jest brak DOMS tylnej grupy mięśni uda obu kończyn dolnych. W nowoczesnym treningu, planowanie obciążeń powinno uwzględniać nasze obserwacje, szczególnie w okresie do 48 godzin po meczu mistrzowskim.

Mapowanie PPT stwarza zupełnie nowe możliwości obrazowania obszarów mięśnia objętych hiperalghezją, tj. zwiększoną wrażliwością na ucisk [7]. Metodę tę po raz pierwszy zastosowaliśmy do badania zmian wartości PPT mięśni KDD i KDN u piłkarzy. Istotnie statystycznie zmniejszenie wartości PPT w mięśniach grupy przedniej KDD stanowi potwierdzenie doniesień naukowych stwierdzających największy poziom DOMS w 24 i 48 godzinie po wykonanej pracy mięśniowej [5].

W piłce nożnej 92% urazów dotyczy kończyn dolnych, w tym urazy mięśnia dwugłowego uda stanowią 37%, mięśnia przywodziciela uda 23%, mięśnia czworogłowego uda 19%, a mięśnia dwugłowego łydki 13% wszystkich urazów. Większość naciągnięć mięśnia czworogłowego uda (60%) dotyczy KDD, a 33% KDN. W odniesieniu do innych mięśni przewaga kontuzji w KDD nie jest już tak wyraźna (mięsień dwugłowy uda 50%, mięsień przywodziciel uda 54%, mięsień łydki 51%) [17].

Nasze obserwacje dotyczące rozwoju DOMS w KDD potwierdzają przedstawioną w literaturze większą podatność mięśni tej kończyny na urazy. Objawy związane z rozwojem DOMS takie jak hiperalghezja w obrębie mięśni, ich podwyższona sztywność oraz zmiany w strategii aktywacji jednostek motorycznych mogą stanowić czynniki zwiększające ryzyko kontuzji KDD [2,3,4].

Literatura dotycząca biomechaniki piłki nożnej wskazuje, że KDD w porównaniu z KDN: 1) poprzez uderzenie piłki nadaje jej statystycznie większą prędkość [23,24]; 2) w trakcie uderzenia piłki charakteryzuje się większą prędkością kątową uda i podudzia [23,25]; 3) w czasie pomiaru na dynamometrze rozwija większy moment siły, przy następujących prędkościach kątowych: 0°/s, 60°/s, 180°/s and 240°/s [24,26].

Przedstawione różnice między KDD a KDN mogą stanowić potencjalne wyjaśnienie rozwoju DOMS w KDD zaobserwowane w naszym badaniu, a w następstwie – większej podatności KDD na kontuzje.

W podsumowaniu autorzy sugerują następujące możliwości wykorzystania badań w praktyce treningowej:

- Mapowanie PPT może stanowić pośredni wskaźnik obciążenia fizjologicznego zawodnika w czasie gry, gotowości do kolejnego spotkania, jak również ryzyka wystąpienia urazu.
- Różnica w rozwoju DOMS między KDD a KDN powinna zostać wzięta pod uwagę podczas planowania treningów regeneracyjnych.

Wnioski

1. Przeprowadzone badanie wskazuje na różnice w rozwoju DOMS między mięśniami KDD, a KDN. W mięśniach grupy przedniej KDD obserwujemy klasyczny DOMS.
2. Uzyskane wyniki dają podstawę do kontynuowania podjętego zagadnienia w odniesieniu do reprezentantów innych dyscyplin.

dominant leg muscles. We found typical DOMS development in dominant legs' front thigh muscles. There was no soreness in non-dominant legs' front thigh muscles. No muscle soreness developed in either dominant or non-dominant back thigh muscles.

Multiple-site recordings for pressure pain threshold mapping provide a new imaging modality enabling to delineate region with hyperalgnesia, i.e., increased sensitivity to pressure pain [7]. In parallel, muscle soreness induced by football game can be investigated after game. PPT mapping was used for the first time to investigate changes in mechanical sensitivity over the dominant and non-dominant lower extremities muscles after a game. The significant increase in pressure pain sensitivity of dominant leg' muscles observed 24 and 48 hours after game is in line with previous studies showing that the highest level of muscle soreness or delayed onset muscle soreness takes place between 24 and 72 hours [5].

In football 92 % of all injuries affect the lower extremities. The hamstring (37%), adductor (23%), quadriceps (19%), and calf (13%) muscles are the most common injury locations. The majority of quadriceps strains (60%) affects the dominant leg, 33% affected the non-dominant leg. The dominance of muscle injuries to the kicking leg was less obvious in other muscle groups (hamstrings, 50%; adductors, 54%; and calf muscles, 51%) [17].

Our observations confirmed results regard injuries of the lower extremities. Main symptoms of DOMS i.e. mechanical muscle hyperalgnesia, occasional resting pain, increased muscle stiffness and altered motor control [2,3,4] may increase risk of injuries.

Previous studies have reported that the dominant leg of soccer players, when compared with the non-dominant leg: 1) produces significantly higher ball speed in maximal instep kicking [23] and three-steps drive kicking [24]; 2) has considerably greater angular velocities of the shank and thigh on impact with the ball [23, 25]; 3) has significantly greater peak and average torques measured by computerized dynamometer during knee extension at angular velocities of: 0°/s, 60°/s, 180°/s and 240°/s [24,26].

The latter differences between dominant and non-dominant leg are most possible explanation of the significant development of DOMS in dominant leg muscles found in our study.

In summary authors suggest practical implications as follows:

- As PPT maps reflects DOMS development after a football game, it could be used as an indirect marker of player's physical effort during game, readiness to play in next competition and risk of overload injuries.
- Difference between legs in pressure pain sensitivity should be considered during recovery modalities.

Conclusions

1. The present study points towards a difference in DOMS development among muscles of the dominant and non-dominant leg.
2. Additional research on athletes from e.g. other disciplines targeting the lower extremities or other body regions is clearly needed.

Piśmiennictwo / References

1. Pyne DB. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. *Aust J Sci Med Sport* 1994; 26: 49-58.
2. Kawczynski A, Nie H, Jaskolska A, Jaskolski A, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Mechanomyography and electromyography during and after fatiguing shoulder eccentric contractions in males and females. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17: 172-179.
3. Nie H, Kawczynski A, Madeleine P, Arendt-Nielsen L. Delayed onset muscle soreness in neck/shoulder muscles. *Eur J Pain* 2005; 9: 653-660.
4. Samani A, Holtermann A, Sogaard K, Madeleine P. Experimental pain leads to reorganisation of trapezius electromyography during computer work with active and passive pauses. *Eur J Appl Physiol* 2009; 106: 857-866.
5. Nosaka K, Clarkson PM, McGuiggin ME, Byrne JM. Time course of muscle adaptation after high force eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991; 63: 70-76.
6. Dannecker EA, Koltyn KF, Riley JL, 3rd, Robinson ME. The influence of endurance exercise on delayed onset muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness* 2002; 42: 458-465.
7. Andersen H, Arendt-Nielsen L, Danneskiold-Samsøe B, Graven-Nielsen T. Pressure pain sensitivity and hardness along human normal and sensitized muscle. *Somatosens Mot Res* 2006; 23: 97-109.
8. Gibson W, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Referred pain and hyperalgesia in human tendon and muscle belly tissue. *Pain* 2006; 120: 113-123.
9. Hedayatpour N, Falla D, Arendt-Nielsen L, Farina D. Sensory and electromyographic mapping during delayed-onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 326-334.
10. Nie H, Arendt-Nielsen L, Kawczynski A, Madeleine P. Gender effects on trapezius surface EMG during delayed onset muscle soreness due to eccentric shoulder exercise. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17: 401-409.
11. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2004; 38: 36-41.
12. Hawkins RD, Hulse MA, Wilkinson C, Hodson A, Gibson M. The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med* 2001; 35: 43-47.
13. Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med* 2006; 34: 1297-1306.
14. Hoskins W, Pollard H. Hamstring injury management—Part 2: Treatment. *Man Ther* 2005; 10: 180-190.
15. Hoskins W, Pollard H. The management of hamstring injury—Part 1: Issues in diagnosis. *Man Ther* 2005; 10: 96-107.
16. Kellis E, Katis A, Gissis I. Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from three angles of approach. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1017-1028.
17. Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011; 39: 1226-1232.
18. Domínguez-Martín M, López-Ruiz F, Reyes-López M, Valenza G, Fernandez-de-Las-Penas C, Madeleine P. Differences in pressure pain sensitivity of elite male soccer players on artificial turf and natural grass. *Sports Tech* 2012; (ahead of print).
19. Wong PL, Chamari K, Chaouachi A, Mao de W, Wisloff U, Hong Y. Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *Br J Sports Med* 2007; 41: 84-92.
20. Kawczynski A, Samani A, Fernandez-de-Las-Penas C, Chmura J, Madeleine P. Sensory mapping of the upper trapezius muscle in relation to consecutive sessions of eccentric exercise. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 1577-1583.
21. Larsson B, Mansson B, Karlberg C, Syvertsson P, Elert J, Gerdle B. Reproducibility of surface EMG variables and peak torque during three sets of ten dynamic contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 1999; 9: 351-357.
22. Shepard D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. In: *Proceedings of the 23rd Association for Computing Machinery (ACM) national conference* 1968: 517-524.
23. Dorge HC, Anderson TB, Sorensen H, Simonsen EB. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *J Sports Sci* 2002; 20: 293-299.
24. McLean BD, Tumilty DM. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br J Sports Med* 1993; 27: 260-262.
25. Nunome H, Ikegami Y, Kozakai R, Aprianono T, Sano S. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *J Sports Sci* 2006; 24: 529-541.
26. Kramer JF, Balsor BE. Lower extremity preference and knee extensor torques in intercollegiate soccer players. *Can J Sport Sci* 1990; 15: 180-184.