

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
WE WROCŁAWIU

mgr Marcin Janusiak

„REDUKCJA OPÓŹNIONEJ BOLESNOŚCI MIĘŚNIOWEJ
Z ZASTOSOWANIEM RÓŻNYCH FORM REGENERACJI
POWYSIŁKOWEJ W MIĘŚNIU CZWOROGŁOWYM UDA
ORAZ TRÓJGŁOWYM ŁYDKI U KOSZYKARZY”

Autoreferat pracy doktorskiej
wykonanej w Katedrze Sportu Paraolimpijskiego
Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu

Promotor:

Dr hab. Adam Kawczyński prof. AWF

Recenzenci:

Dr hab. Artur Gołaś prof. nadzw. AWF

Dr hab. Michał Spieszny prof. AWF

Dr hab. Michał Wilk prof. AWF

WROCŁAW 2022

I WSTĘP

Koszykówka jest trzecim najpopularniejszym sportem na świecie. Regularnie zawodowo lub rekreacyjnie uprawia ją ponad 450 milionów graczy. W 2000r. Federation International Basketball Association wprowadziła nowe zasady gry. Najważniejsze zmiany dotyczyły skrócenia czasu akcji z 30 sekund do 24 sekund oraz czasu na przeprowadzenie piłki na połowę atakowaną z 10 sekund do 8 sekund. Zrezygnowano również z formuły gry 20 minutowych połów na rzecz 10 minutowych kwart (Cormery i wsp., 2008). Będąc od 15 lat fizjoterapeutą drużyny koszykarskiej zaobserwowałem, że zmiany te wywarły nie tylko głęboki wpływ na grę, ale również na cechy fizyczne zawodników. Większa liczba akcji na mecz oraz dłuższy łączny czas, w którym zawodnicy poddawani są obciążeniom o wysokiej intensywności sprawiły, że formuła treningów została zintensyfikowana. Częste i ciężkie zaprawy sprawiają, że nierzadko brakuje czasu na pełną regenerację między sesjami. Dlatego dla mnie – fizjoterapeuty, jak i dla współczesnej medycyny sportowej jedną z najważniejszych podejmowanych kwestii powinna być jak najszybsza i najskuteczniejsza odnowa po treningu i zawodach. To ona ma za zadanie przyspieszyć procesy regeneracyjne, zmniejszyć skutki powolnych obciążeń i przygotować organizm zawodnika do kolejnych wysiłków. W moich badaniach dążyłem do osiągnięcia pełnej regeneracji, gdyż to ona skutkuje przywróceniem stanów organicznych i psychologicznych, które marginalizują możliwość ciężkich kontuzji (Jentjens i wsp., 2003).

Koszykówka jest sportem, w którym zajęcia o wysokiej intensywności przeplatane są z okresami o niskiej. Sprinty, gwałtowne zmiany kierunków, skoki, przyspieszenia i nagłe hamowania są czynnościami, którymi poddawani są koszykarze podczas meczu czy treningu. Im większa intensywność tych ćwiczeń, tym większe prawdopodobieństwo wystąpienia opóźnionej bolesności mięśniowej (DOMS). W koszykówce na najwyższym poziomie gracze trenują dwa razy dziennie oraz rozgrywają minimum jeden mecz tygodniowo, co sprawia, że czas na odnowę biologiczną jest mocno ograniczony. Aby zapewnić odpowiednią regenerację po jakiegokolwiek aktywności (trening lub mecz), przygotować zawodników do podjęcia kolejnych obciążeń oraz uchronić ich od kontuzji konieczne jest skorzystanie z możliwie najszybszej i najskuteczniejszej metody regeneracyjnej

W celu osiągnięcia pełnej powysiłkowej regeneracji istotne jest zrozumienie specyficznych mechanizmów zmęczenia, wpływów czynników zewnętrznych oraz specyfiki danej dyscypliny sportowej. W porównaniu z innymi sportami zespołowymi, główne różnice specyficzne dla wymagań stawianych koszykarzom podczas treningów i meczów to szybsze

i krótsze przyspieszenia i hamowania, gwałtowna zmiana kierunków ruchu, skoki i kontakty między zawodnikami, które mogą potencjalnie skutkować urazem. Zawodników cechuje również duża masa mięśniowa i wielkość ciała, co może wpływać na ich podatność na otyłość w porównaniu z mniejszymi lub szczuplejszymi sportowcami (Banfi i wsp., 2012). Dlatego ważne dla mnie jest ustalenie i ujednoczenie procedur regeneracyjnych. Skuteczna metoda kontrolowania DOMS poprawiłaby wyniki sportowe, zmniejszyła ryzyko kontuzji i zoptymalizowała trening koszykarski.

Bolesność mięśniowa jest to zjawisko czysto fizjologiczne i ideą treningu zarówno rekreacyjnego, jak i wyczynowego, jest utrzymywanie jej pod kontrolą zarówno co do intensywności jak i czasu trwania.

Ból mięśni wynikający z ich intensywnej pracy, oceniany za pomocą progu wrażliwości mięśni na ból (PPT). występuje w trzech podstawowych postaciach. Pierwsza to ból odczuwanym podczas lub bezpośrednio po wysiłku. Druga z kolei to opóźniona bolesność mięśniowa (DOMS). Trzecią jest ból wywołany niekontrolowanymi skurczami mięśni. (Kawczyński i wsp., 2012, Miles i wsp., 1994). Współczesna medycyna sportowa stawia sobie za cel opracowanie strategii, która miałaby na celu złagodzenie nasilenia DOMS i jak najszybsze przywrócenie maksymalnej funkcji mięśni. Opanowaniem jej są zainteresowani nie tylko ludzie związani bezpośrednio z medycyną (lekarze, fizjoterapeuci i masażyści), ale i sami sportowcy.

W literaturze naukowej omówiono wiele metod regeneracyjnych. Ich wykorzystanie uzależnione jest od rodzaju uprawianego sportu, czasu do następnego meczu oraz dostępnego sprzętu lub personelu trenerskiego/medycznego. Do głównych metod regeneracji praktycznie stosowanych przez zespoły należą: odpowiednio dobrana suplementacja, aktywna regeneracja, rozciąganie, hydroterapia, odzież uciskowa, masaż, środki psychologiczne, odpoczynek i sen oraz akupunktura. W środowisku naukowym brakuje jednak konsensusu, co do korzyści płynących ze stosowania tych różnych form regeneracji. Jednym z zadań jakie postawiłem sobie podczas tego eksperymentu było wskazanie najskuteczniejszej metody redukcji opóźnionej bolesności mięśniowej. W tym celu zestawilem ze sobą cztery grupy badawcze, każda z inną formą regeneracji. Pierwsza z kąpielą kontrastową, druga z treningiem regeneracyjnym, trzecia z kąpielą lodową oraz czwarta bez terapii.

W dotychczasowych publikacjach próżno szukać badań, które porównywałyby wszystkie te metody regeneracyjne jednocześnie. Najczęstszym zagadnieniem, nad którym pracowali naukowcy była kąpiel lodowa i jej wpływ na regenerację powysiłkową sportowców.

Odnowa biologiczna jest ważnym czynnikiem w osiągnięciach sportowych,

a optymalna regeneracja może zapobiec gorszym osiągnięciom (Kellmann, 2002). Żeby wyniki sportowe były utrzymywane przez cały sezon, konieczne jest zachowanie optymalnej równowagi między obciążeniem treningowym a regeneracją (Tessitore, 2008). Treningi często generują przeciążenia wysiłkowe. W gronie naukowców zajmujących się sportem popularna jest zasada overload, żeby spowodować wzrost wydajności zawodnika. Przeważnie jednak przetrenowanie skutkuje spadkiem formy (Bishop i wsp., 2008), a co za tym idzie wyników sportowych. Przeprowadzono ograniczoną ilość badań oceniających hydroterapię i jej wpływ na wyniki w sporcie zespołowym (Ingram i wsp., 2009; Rowsell i wsp., 2009). Mało też jest obserwacji wpływu treningu regeneracyjnego. Naukowcy nie ustają w poszukiwaniu oceny ostrej odpowiedzi na regenerację. Jednak dla badań niezbędna jest analiza cyklu cotygodniowej aktywności zawodowej, szczególnie w odniesieniu do szczytkowego zmęczenia (Reilly i wsp., 2005). Powysiłkowa odnowa biologiczna jest kluczowa nie tylko w rehabilitacji, ale przede wszystkim w sporcie. W zawodowym sporcie okresy odpoczynku między treningami są krótkie, a szybka regeneracja mięśni jest ważnym czynnikiem prowadzącym do osiągnięcia lepszych wyników. Powysiłkowe napięcie mięśni powoduje szybsze ich zmęczenie, które definiowane jest jako utrata zdolności do utrzymania oczekiwanej siły lub mocy (Gandevia, 2001), co może prowadzić do niestabilności stawów, a tym samym do zwiększenia ryzyka kontuzji podczas aktywności sportowej.

Najpopularniejszą metodą regeneracyjną jest hydroterapia. Najczęstszą zaś jej formą jest „kąpiel kontrastowa”(KK). Polega ona na wielokrotnym stosowaniu gorącej/ciepłej wody naprzemiennie z zimną wodą. Zabieg ten zwiększa przepływ krwi do dotkniętego obszaru i wywołuje efekt "pompowania naczyń" (Lehmann i wsp., 1990), w efekcie czego dochodzi do zwięzania naczyń, zmniejszania obrzęków i wzrostu ruchomości w stawie (Myrer i wsp., 1994). Zabieg ten w praktyce klinicznej zalecany jest w leczeniu objawów związanych z miejscowym stanem zapalnym i reakcją na urazy tkanek. Coraz częstsze jest też zastosowanie terapii kontrastowej w walce z oznakami i objawami opóźnionej bolesności mięśniowej, szczególnie u sportowców (Cochrane 2004).

Nie można znaleźć jednolitych procedur zabiegu. Rozbieżności u wielu autorów badań dotyczą czasu zanurzenia każdej kąpiel, kolejności rozpoczęcia od zimna do gorąca, czasu trwania zabiegu i faktycznej temperatury wody. Najczęściej wskazywany stosunek czasu w gorącej wodzie do zimnej wody wynosił 3 : 1 i to od niej rozpoczyna się zabieg. Duże odchylenia dotyczą również temperatury zabiegowej wody. Autorzy badań ustawiali ją na poziomie od 27°C do 43°C dla gorącej i od 10°C do 20°C dla zimnej. Według najnowszych badań, najlepszy efekt terapeutyczny ma zabieg, który trwa od 15 do 20 minut. Zwrócono

również uwagę na potrzebę monitorowania temperatury wody podczas przebiegu całego leczenia (Stanton i wsp., 2009).

Do zabiegów regeneracyjnych zaliczana jest również kąpiel lodowa (KL) (krioterapia), która stosowana jest zarówno w rehabilitacji w leczeniu ostrych urazów, jak i w sporcie w celu zminimalizowania wszelkich negatywnych konsekwencji treningów czy zawodów sportowych. Jest wiele opcji skorzystania z takiego zabiegu. Zaczynając od kąpeli lodowych w wannie, przez lodowate prysznice, komory kriogeniczne, studnie lodowe, a skończywszy na naturalnych formach regeneracji, czyli kąpeli w strumykach górskich, jeziorach, rzekach i morzach. Za sprawą swojej prostoty i dostępności, ale przede wszystkim z powodu swoich fizycznych właściwości zyskuje coraz większą popularność wśród atletów. Dzięki kąpeli lodowej w organizmie sportowca dochodzi do zwężenia naczyń krwionośnych i zmniejszenia tym samym przepuszczalności komórkowej, limfatycznej i włosniczkowej, co prowadzi do redukcji odpowiedzi zapalnej uszkodzonego mięśnia, obrzęku i odczuwania bólu. Stając się tym samym jedną z głównych strategii walki z DOMS (Leeder i wsp., 2012).

Trening regeneracyjny (TR) to jedna z najbardziej zaniedbywanych metod odnowy biologicznej. Dla każdego sportowca amatorskiego czy zawodowego, koniec treningu/zawodów równoznaczny jest z końcem aktywności fizycznej. W rzeczywistości jest to idealny moment do wprowadzenia aktywnych działań przyspieszających regenerację. Ćwiczeń aerobowych o niskiej intensywności, które przyspieszą ogólnoustrojowy przepływ krwi, usprawnią proces usuwania mleczanu poprzez utlenianie i glukoneogenezę. Chroniąc tym samym mięśnie przed DOMS (Martin i wsp., 1998).

II CEL PRACY

Celem pracy jest ocena skuteczności różnych form regeneracji powysiłkowej na redukcję opóźnionej bolesności mięśniowej w mięśniu czworogłowym uda i trójgłowym łydki u koszykarzy.

II 1. Pytania badawcze

1. Która z form regeneracji sprawi, że po upływie 24h od wysiłku meczowego wartość PPT wróci do poziomu początkowego?
2. Czy we wszystkich grupach badawczych po upływie 48h od meczu wartość PPT wróci do poziomu przed wysiłkiem?
3. Czy wybrane metody regeneracyjne mają wpływ na redukcję opóźnionej bolesności

mięśniowej?

4. Która z form regeneracji jest najskuteczniejszą metodą redukcji opóźnionej bolesności mięśniowej?
5. Po zastosowaniu której metody regeneracyjnej poziom PPT najszybciej powrócił do poziomu przedmeczowego?
6. Czy meczowy wysiłek u koszykarzy powoduje obniżenie wartości PPT?
7. Czy wysiłek meczowy ma odzwierciedlenie w parametrach biochemicznych krwi?

II 2. Hipotezy badawcze

1. Meczowy wysiłek u koszykarzy powoduje obniżenie wartości PPT.
2. Kąpiel kontrastowa jest najskuteczniejszą metodą redukcji opóźnionej bolesności mięśniowej.
3. Meczowy wysiłek ma odzwierciedlenie w parametrach biochemicznych krwi.

III MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

III 1. Grupa badawcza

W badaniu uczestniczyło 20 koszykarzy zespołu Śląska Wrocław, biorących udział w rozgrywkach ekstraklasowych. Przedział wiekowy zawodników zawierał się w przedziale między 18 rokiem życia a 35 rokiem życia, a średnia wieku badanych wynosiła 24,75 roku, średnia wysokość ciała 194,7 cm, masa ciała 91,62 kg, a współczynnik BMI 23,96. Wszyscy badani zostali zakwalifikowani do udziału w badaniu przez fizjoterapeutę zespołu.

Kryteria włączenia:

- udział w jednostce meczowej dłuższy niż 20 minut
- doświadczenie koszykarskie dłuższe niż 8 lat

Kryteria wyłączenia:

- uraz w obrębie kończyn dolnych
- udział w jednostce meczowej krótszy niż 20 minut
- doświadczenie koszykarskie krótsze niż 8 lat

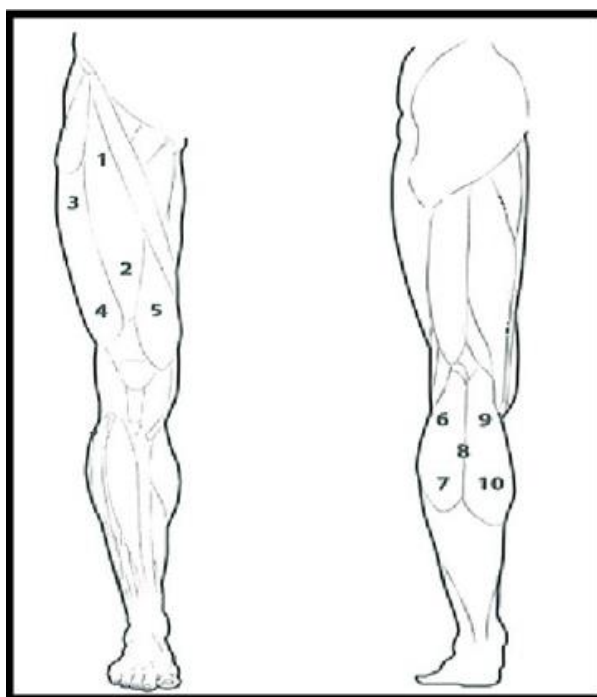
Pacjenci zostali poinformowani o celu i przebiegu badań oraz o możliwości wycofania się na każdym etapie badania bez podania przyczyny. Uzyskana została również zgoda pisemna od zawodników, w której potwierdzili swoją chęć udziału w badaniu. Zgoda na przeprowadzenie badań została udzielona przez Komisję Bioetyczną przy Akademii

Medycznej we Wrocławiu na podstawie opinii Nr KB – 19/2018.

III 2. Metoda badawcza

Pomiar progu wrażliwości mięśnia na ból (PPT) wyznaczony został za pomocą algometru ciśnieniowego (Somedic Algometer typ 2, Szwecja). Urządzenie posiadało końcówkę do uciskania określonych punktów na mięśniu, które miało kauczukową nakładkę o grubości 2 mm, sama zaś końcówka miała średnicę 10 mm. Tempo i siła nacisku były wystandaryzowane i wynosiły 30 kPa/s. Dzięki ręcznemu przyciskowi, badany mógł zasygnalizować, kiedy nacisk jest na tyle duży, że wywołuje ból. Wartość odczytywana była na monitorze znajdującym się na algometrze i była ona równoznaczna z progiem bólowym. Przyjęto, że im większa średnia wartość PPT, tym mniejszy jest poziom DOMS. Badaniom zostali poddani koszykarze.

Punkty pomiaru progu wrażliwości na ból zostały wyznaczone przed badaniem i zaznaczone permanentnym markerem. Na mięśniu czworogłowym były to odpowiednio punkty: 1-2 (mięsień prosty uda), 3-4 (mięsień obszerny boczny), 5 (mięsień obszerny przyśrodkowy). Na mięśniu trójgłowym łydki: 6-7 (głowa boczna mięśnia brzuchatego łydki), 9-10 (głowa przyśrodkowa mięśnia brzuchatego łydki) i 8 (mięsień płaszczkowaty).



Rycina 1 Schemat punktów badania progu wrażliwości na ból.

Źródło: Kawczyński i wsp., 2013.

Badanie zostało przeprowadzone na przełomie 3 dni.

Obserwacje dla każdej sesji eksperymentalnej były przeprowadzane przez okres dwóch meczów.

Wszystkie badania były przeprowadzane na tych samych zawodnikach, a spotkania były rozgrywane w roli gospodarza.

Czas odstępu pomiędzy poszczególnymi sesjami eksperymentalnymi wynosił cztery tygodnie.

Dobór kolejności zastosowanych metod odnowy był losowy i został przedstawiony chronologicznie.

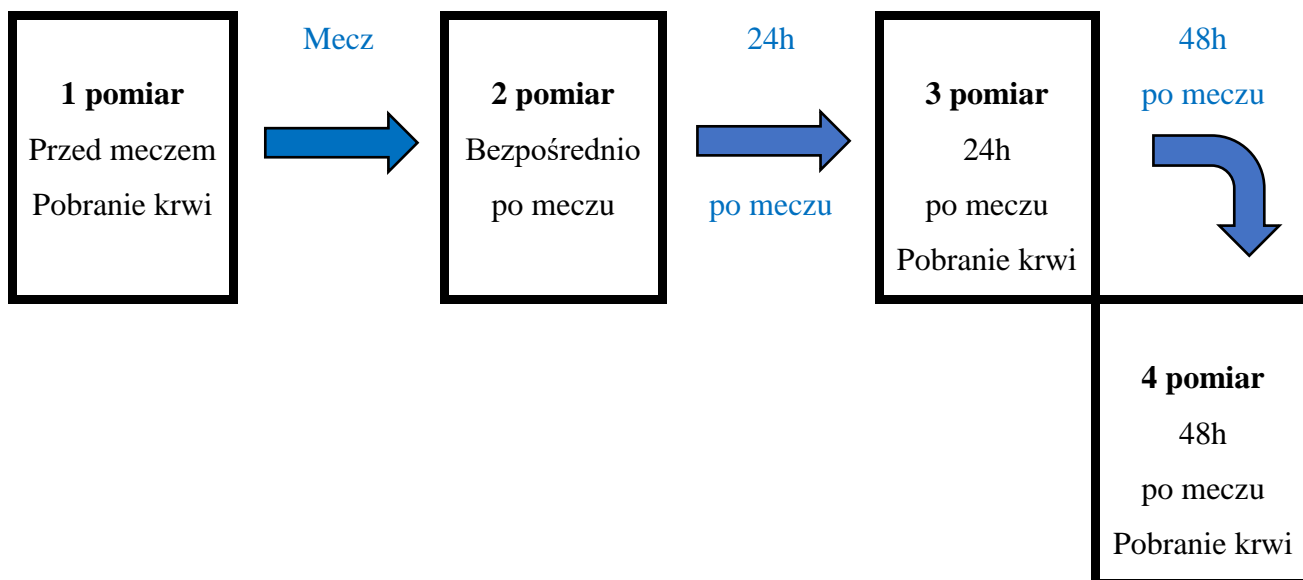
III 3. Opis sesji eksperymentalnych

I sesja eksperymentalna: 20 zawodników niepoddanych żadnej formie regeneracji (BT).

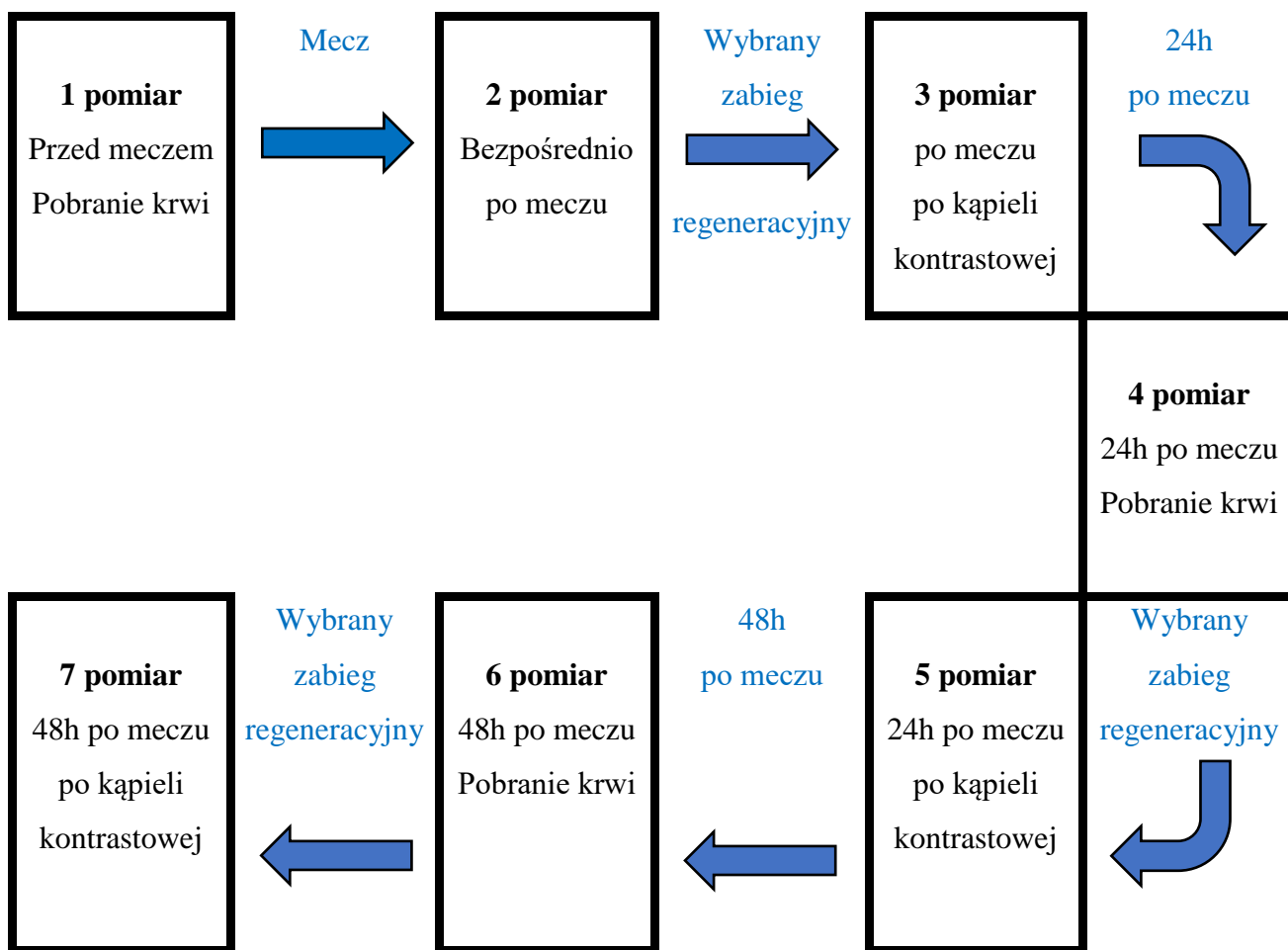
II sesja eksperymentalna: 20 zawodników poddanych kąpeli kontrastowej (KK).

III sesja eksperymentalna: 20 zawodników poddanych treningowi regeneracyjnemu (TR).

IV sesja eksperymentalna: 20 zawodników poddanych kąpeli lodowej (KL).



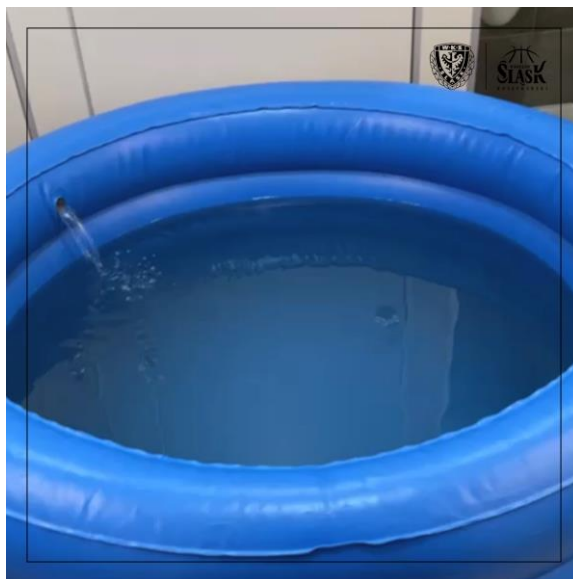
Rycina 2 Schemat interwencji dla grupy badawczej niepoddanej żadnej formie odnowy



Rycina 3 Schemat interwencji dla sesji eksperymentalnych z wybranym zabiegiem regeneracyjnym

III 4. Procedura kąpieli kontrastowej

Kąpiel kontrastowa przygotowana została w basenach „iTeam” firmy ICOOLSPORT (rycina 3). Zawodnik rozpoczął terapię od ciepłej wody, której stosunek czasu do zimnej wynosił 3min : 1min. Temperatura oscylowała na poziomie od 38°C do 40°C dla gorącej i od 10°C do 12°C dla zimnej. Każdy zawodnik poddany był pięciokrotnej serii naprzemiennej kąpieli w gorącej i zimnej wodzie (Stanton i wsp., 2008).



Rycina 4 Basen „iTeam” firmy ICOOLSPORT.
Źródło: Zdjęcie z prywatnej galerii.

Pilnowano, żeby całe kończyny dolne były pod wodą (grzebień biodrowy całkowicie zanurzony). Zabieg trwał 20 minut. Temperatura wody podczas badania była monitorowana za pomocą termometru kąpielowego. Poprzez dodawanie pokruszonego lodu (dla zimnej wody) i dolewanie wrzącej wody (dla gorącej) oraz wielokrotne mieszanie, unikano tworzenia się cieplejszej i zimniejszej warstwy granicznej.

III 5. Procedura treningu regeneracyjnego

Procedura treningu regeneracyjnego oparta była na istniejącej wiedzy o ochronnym działaniu powtórnego wysiłku (McHugh, 2002) i polegała na:

- 1) 20 minutowym joggingu natychmiast po meczu (HR poniżej 120 uderzeń/min);
- 2) 60 minutowym treningu redukcji DOMS w 24 i 48 godzin po meczu. Sesja ta składała się z:
 - 20 minutowego joggingu przeplatanego relaksacją mięśni (HR poniżej 120 uderzeń/min),
 - 20 minutowego biegania połączonego z koszykarskimi ćwiczeniami mającymi ekscentryczne działanie na mięśnie (np. rzucanie, skakanie, blokowanie) (120 - 140 half court up and downs – biegi do połowy parkietu) z intensywnością poniżej progu beztlenowego,
 - 20 minutowego treningu umiejętności kontrolowania piłki (ball handling) z małą intensywnością (HR od 120 do 140 uderzeń/min).



Rycina 5 Proces pomiaru progu wrażliwości na ból.
Źródło: Zdjęcie z prywatnej galerii.

III 6. Procedura kąpeli lodowej

Kąpiel lodowa przygotowana została w basenach „iTeam” firmy ICOOLSPORT (rycina 8).



Rycina 6 Kąpiel lodowa.
Źródło: Zdjęcie z prywatnej galerii.

Temperatura wody oscylowała na poziomie od 1°C do 5°C i była monitorowana za pomocą termometru kąpielowego. Poprzez dodanie pokruszonego lodu i wielokrotne mieszanie, unikano tworzenia się cieplejszej warstwy granicznej. Pilnowano, żeby całe kończyny dolne były pod wodą (grzebień biodrowy całkowicie zanurzony). Zabieg trwał

5 minut (van Asten 1980).

III 7. Analiza statystyczna

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytania badawcze i przetestowania postawionych hipotez przeprowadzono analizy statystyczne przy użyciu pakietu IBM SPSS Statistics w wersji 26. Do analizy porównawczej wartości PPT mięśnia czworogłowego uda i brzuchatego łydki w poszczególnych sesjach pomiarowych oraz w celu sprawdzenia różnic pomiędzy pomiarami mioglobiny i kinazy kreatynowej zastosowano analizę podstawowych statystyk opisowych oraz testy Friedmana. Następnie przeprowadzono testy *post hoc* z poprawką Dunn-Bonferroniego. Za poziom istotności statystycznej przyjęto klasyczny próg $\alpha = 0,05$.

IV WYNIKI

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytania badawcze i przetestowania postawionych hipotez przeprowadzono analizy statystyczne przy użyciu pakietu IBM SPSS Statistics w wersji 26. Za jego pomocą wykonano analizę podstawowych statystyk opisowych oraz testy Friedmana. Za poziom istotności statystycznej przyjęto klasyczny próg $\alpha = 0,05$.

IV 1. Podstawowe statystyki opisowe mierzonych zmiennych ilościowych wraz z testem normalności rozkładu.

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

Jak wynika z przeprowadzonych analiz, wyniki testu Shapiro-Wilka są istotne statystycznie dla następujących zmiennych:

W pierwszej sesji eksperymentalnej, w której zawodników nie poddawano żadnej formie regeneracji pomiar został wykonany na mięśniu czworogłowym uda bezpośrednio po meczu (pomiar 2) (tabela 1).

Wyniki z drugiej sesji eksperymentalnej, w której zawodnicy poddani zostali kąpielii kontrastowej przedstawia tabela 2.

W przypadku trzeciej sesji eksperymentalnej z przeprowadzonym treningiem regeneracyjnym pomiar został wykonany dla mięśnia czworogłowego uda 48h po meczu przed TR (tabela 3).

W sesji eksperymentalnej z kąpielą lodową dla mięśnia czworogłowego były to pomiary dokonane bezpośrednio po meczu (pomiar 2), 24h po meczu i przed zabiegiem (pomiar 4) oraz

48h po meczu i przed kąpielą (pomiar 6). Dla mięśnia trójgłowego łydki były to wszystkie wyniki zarejestrowane między pomiarem dokonany po meczu i po kąpeli lodowej (pomiar 3) a tym po 48h po meczu i po zabiegu (pomiar 7) (tabela 4).

Zatem rozkłady tych zmiennych są oddalone od rozkładu normalnego. Z tego względu analizy oparto na testach nieparametrycznych.

Tabela 1 Podstawowe statystyki opisowe wraz z wynikiem testu Shapiro-Wilka dla grupy bez terapii

Bez terapii	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Mięsień czworogłowy uda									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1089,80	1091,60	37,84	-0,62	0,40	996,20	1145,80	0,96	0,645
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	805,40	796,80	39,40	1,27	1,63	754,40	909,80	0,90	0,037
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	892,47	894,70	31,48	-0,37	-0,90	839,40	937,80	0,93	0,183
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	985,95	988,00	35,99	-0,08	-0,54	917,80	1051,80	0,98	0,951
Mięsień trójgłowy łydki									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1055,14	1065,40	47,61	-0,51	-0,57	952,20	1126,40	0,96	0,500
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	806,08	812,00	35,14	-0,23	-0,96	747,80	865,20	0,96	0,449
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	892,01	880,50	37,87	0,01	-0,67	816,80	956,60	0,96	0,585
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	990,35	985,90	39,92	-0,18	-0,78	916,00	1053,80	0,97	0,714

Skróty: *M* – średnia; *Me* – mediana; *SD* – odchylenie standardowe; *Sk.* – skośność; *Kurt.* – kurtoza; *Min* i *Maks.* – najniższa i najwyższa wartość rozkładu; *W* – wynik testu Shapiro-Wilka; *p* – istotność.

Tabela 2 Podstawowe statystyki opisowe wraz z wynikiem testu Shapiro-Wilka dla grupy z kąpielą kontrastową

Kąpiel kontrastowa	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Mięsień czworogłowy uda									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1031,95	1049,60	108,66	0,17	-1,20	877,80	1221,00	0,93	0,176
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	881,14	882,20	60,06	-0,22	-0,27	749,60	981,60	0,98	0,941
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	892,74	912,10	68,12	-0,53	-0,70	766,00	995,20	0,94	0,276
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	859,88	857,70	69,22	0,28	0,18	725,20	1009,40	0,99	0,991
Próg wrażliwości na ból – pomiar 5	931,90	934,80	77,58	-0,12	-1,17	805,80	1052,60	0,95	0,393
Próg wrażliwości na ból – pomiar 6	937,93	938,70	82,34	0,14	-0,40	793,20	1102,60	0,98	0,978
Próg wrażliwości na ból – pomiar 7	1031,13	1030,30	96,98	0,39	-0,34	868,60	1235,20	0,97	0,830
Mięsień trójgłowy łydki									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	989,43	968,65	104,03	0,37	-1,08	841,20	1162,00	0,93	0,136
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	834,91	846,50	69,85	-0,06	-0,89	731,80	963,40	0,94	0,257
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	852,55	844,40	63,04	0,37	-0,72	764,00	980,40	0,96	0,456
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	833,77	832,70	49,71	0,14	0,64	723,20	938,60	0,97	0,809
Próg wrażliwości na ból – pomiar 5	889,28	879,00	64,47	0,44	-0,60	789,60	1015,00	0,96	0,506
Próg wrażliwości na ból – pomiar 6	928,19	902,20	95,36	0,57	-0,48	802,60	1148,60	0,92	0,080
Próg wrażliwości na ból – pomiar 7	1035,50	1016,70	86,52	0,54	-0,89	924,80	1200,80	0,93	0,127

Skróty: *M* – średnia; *Me* – mediana; *SD* – odchylenie standardowe; *Sk.* – skośność; *Kurt.* – kurtoza; *Min* i *Maks.* – najniższa i najwyższa wartość rozkładu; *W* – wynik testu Shapiro-Wilka; *p* – istotność.

Tabela 3 Podstawowe statystyki opisowe wraz z wynikiem testu Shapiro-Wilka dla grupy z treningiem regeneracyjnym

Trening regeneracyjny	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Mięsień czworogłowy uda									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1021,05	1027,70	29,86	-0,25	-0,05	965,40	1078,80	0,95	0,378
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	890,19	894,20	25,89	-0,73	0,58	828,00	933,00	0,95	0,313
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	900,50	904,30	28,86	-0,62	-0,09	842,40	947,20	0,95	0,312
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	940,82	940,90	34,52	-0,46	-0,02	871,00	1004,20	0,96	0,630
Próg wrażliwości na ból – pomiar 5	992,67	987,70	31,51	-0,34	0,25	924,20	1046,60	0,96	0,496
Próg wrażliwości na ból – pomiar 6	1052,07	1059,50	40,40	-0,84	-0,12	974,80	1109,00	0,89	0,027
Próg wrażliwości na ból – pomiar 7	1077,47	1082,40	41,08	-0,41	-0,54	1003,20	1153,40	0,92	0,117
Mięsień trójgłowy łydki									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1031,96	1020,50	27,87	0,24	-1,43	990,00	1075,80	0,91	0,075
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	888,53	887,00	32,72	0,14	-1,24	841,00	948,40	0,94	0,225
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	910,26	907,00	29,50	-0,20	-1,21	852,00	952,60	0,91	0,073
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	965,21	960,50	30,49	0,12	-1,36	914,00	1017,00	0,93	0,181
Próg wrażliwości na ból – pomiar 5	998,62	1000,50	35,57	-0,09	-1,25	948,00	1058,40	0,93	0,172
Próg wrażliwości na ból – pomiar 6	1079,64	1079,50	27,67	0,63	0,26	1043,80	1148,20	0,94	0,236
Próg wrażliwości na ból – pomiar 7	1094,95	1097,20	31,36	-0,28	-1,10	1044,00	1141,80	0,93	0,191

Skróty: *M* – średnia; *Me* – mediana; *SD* – odchylenie standardowe; *Sk.* – skośność; *Kurt.* – kurtoza; *Min* i *Maks.* – najniższa i najwyższa wartość rozkładu; *W* – wynik testu Shapiro-Wilka; *p* – istotność.

Tabela 4 Podstawowe statystyki opisowe wraz z wynikiem testu Shapiro-Wilka dla grupy z kąpielą lodową

Kąpiel lodowa	<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>Sk.</i>	<i>Kurt.</i>	<i>Min.</i>	<i>Maks.</i>	<i>W</i>	<i>p</i>
Mięsień czworogłowy uda									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1105,62	1103,90	17,69	-0,43	0,69	1062,60	1139,40	0,97	0,781
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	835,07	826,90	26,93	0,84	-0,28	802,40	890,60	0,90	0,040
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	797,73	796,00	28,05	0,58	-0,42	756,60	852,80	0,94	0,246
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	793,16	784,80	21,52	1,04	0,24	768,20	844,20	0,89	0,026
Próg wrażliwości na ból – pomiar 5	848,24	838,60	28,56	0,62	-0,70	809,00	901,80	0,92	0,116
Próg wrażliwości na ból – pomiar 6	862,86	858,80	17,37	1,69	3,27	843,20	915,00	0,84	0,003
Próg wrażliwości na ból – pomiar 7	917,57	914,60	19,02	0,19	0,82	875,60	960,80	0,97	0,803
Mięsień trójgłowy łydki									
Próg wrażliwości na ból – pomiar 1	1086,52	1091,10	31,92	-0,47	0,58	1013,00	1150,80	0,97	0,669
Próg wrażliwości na ból – pomiar 2	841,51	842,00	23,52	0,25	-0,88	810,00	886,20	0,93	0,173
Próg wrażliwości na ból – pomiar 3	786,47	778,60	29,65	1,20	0,73	748,60	857,00	0,88	0,016
Próg wrażliwości na ból – pomiar 4	726,58	714,40	35,14	0,78	-0,63	683,80	795,20	0,89	0,027
Próg wrażliwości na ból – pomiar 5	771,29	764,20	27,93	1,10	0,21	734,20	826,60	0,85	0,005
Próg wrażliwości na ból – pomiar 6	836,17	829,00	29,46	1,32	1,21	795,20	903,00	0,84	0,004
Próg wrażliwości na ból – pomiar 7	847,98	839,70	25,31	1,10	0,23	820,40	907,20	0,87	0,009

Skróty: *M* – średnia; *Me* – mediana; *SD* – odchylenie standardowe; *Sk.* – skośność; *Kurt.* – kurtoza; *Min i Maks.* – najniższa i najwyższa wartość rozkładu; *W*– wynik testu Shapiro-Wilka; *p* – istotność.

IV 2. Różnice pomiędzy terapiami oraz warunkiem bez terapii w zakresie progu wrażliwości na ból dla mięśnia trójgłowego łydki oraz czworogłowego uda.

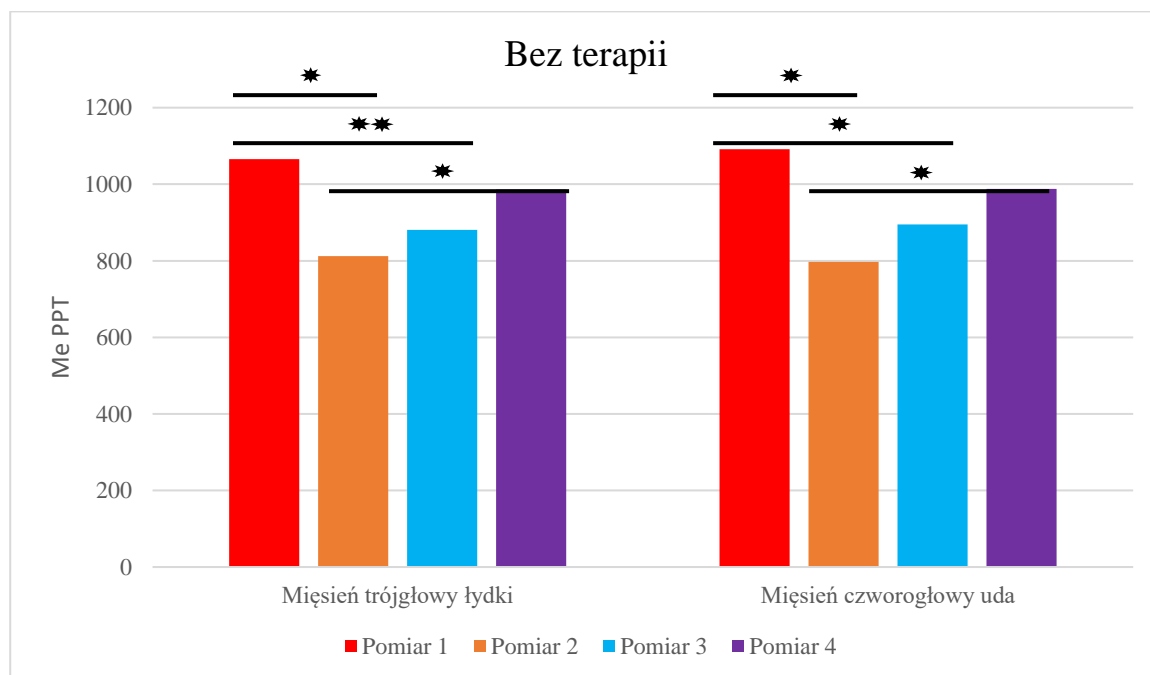
W następnym etapie analiz statystycznych postanowiono sprawdzić, czy istnieją różnice pomiędzy różnymi warunkami badawczymi w zakresie progu wrażliwości na ból, biorąc pod uwagę pomiary przed meczem i po meczu oraz po terapii. Analizy te przeprowadzono dla mięśnia trójgłowego łydki oraz czworogłowego uda. Wykonano w tym celu testy Friedmana, a jego wyniki zamieszczono w tabeli 5.

Tabela 5 Wyniki testu Friedmana dla porównań pomiędzy różnymi warunkami badawczymi na przestrzeni siedmiu pomiarów w zakresie mięśnia czworogłowego uda oraz mięśnie trójgłowego łydki

	χ^2	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>W</i>
Mięsień czworogłowy uda	407,52	24	<0,001	0,85
Mięsień trójgłowy łydki	421,22	24	<0,001	0,88

Skróty: χ^2 – test niezależności chi kwadrat; *df* - liczba stopni swobody; *W*– wynik testu Friedmana; *p* – istotność.

Wyniki testów Friedmana wskazują na różnice istotne statystycznie pomiędzy pomiarami w zależności od warunku badawczego dla obu mięśni. W celu ustalenia dokładnych różnic wykonano testy *post hoc*.



Rycina 7 Różnice w zakresie progu wrażliwości na ból w sesji bez terapii.

Oznaczenie:

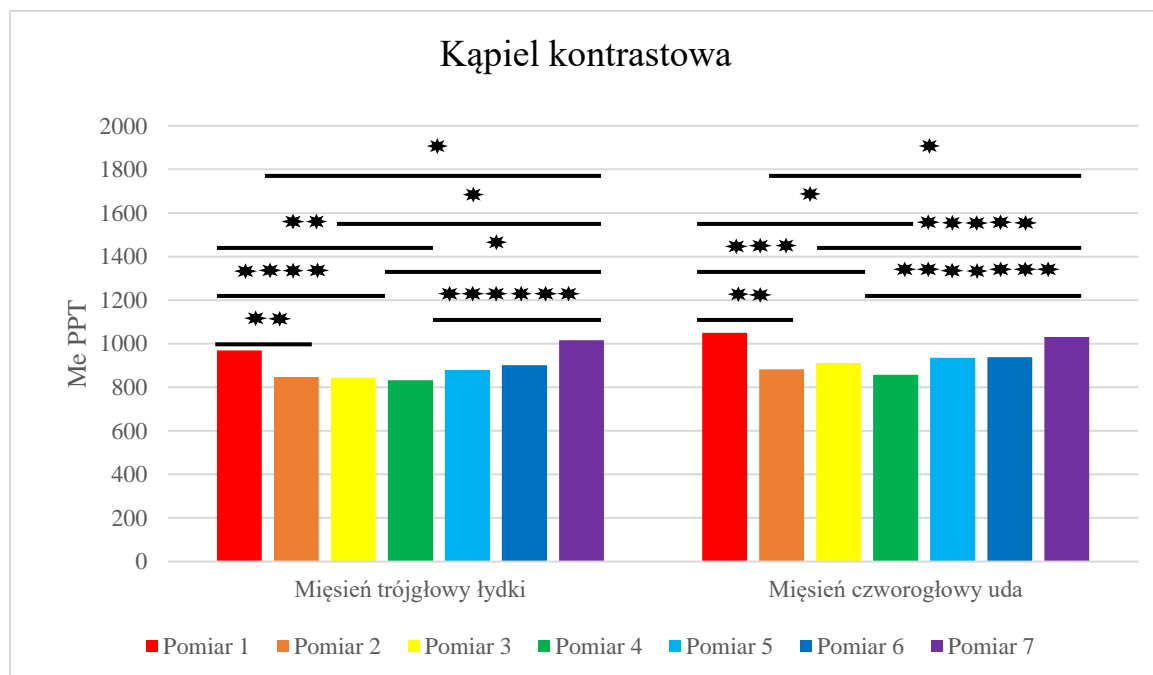
* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,002$.

Porównania parami wykazały następujące istotności statystyczne:

W przypadku pierwszej sesji eksperymentalnej, w której nie zastosowano żadnej formy regeneracji odnotowano istotny spadek progu bólowego, pomiędzy początkowym pomiarem dokonany na mięśniu trójgłowym łydki jak i mięśniu czworogłowym uda (pomiar 1) a pomiarem dokonany bezpośrednio po meczu (pomiar 2) i 24h po meczu (pomiar 3).

Ponownie w obrębie obu mięśni zarejestrowano istotny statystycznie wzrost wartości progu bolesności pomiędzy pomiarem przeprowadzonym bezpośrednio po meczu (pomiar 2) a tym wykonany 48h po meczu (pomiar 4). W sesji tej nie uzyskano powrotu do wartości początkowej podczas kolejnych pomiarów dla obu mięśni (rycina 7).

W drugiej sesji eksperymentalnej, w której przeprowadzono kąpiel kontrastową na obu mięśniach zarejestrowano istotny statystycznie spadek progu bólowego, pomiędzy początkowym pomiarem (pomiar 1) a pomiarem dokonany bezpośrednio po meczu (pomiar 2), po meczu i po zabiegu (pomiar 3) oraz 24h po meczu i przed terapią (pomiar 4).



Rycina 8 Różnice w zakresie progu wrażliwości na ból w sesji z kąpielą kontrastową.

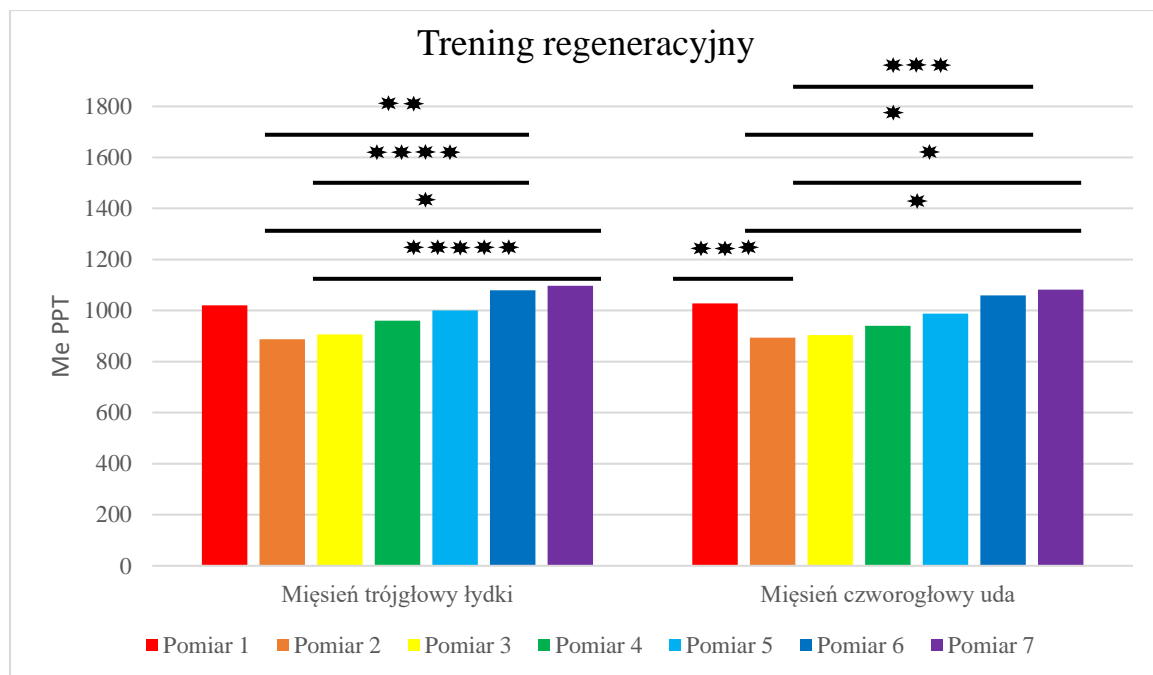
Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,002$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,012$; **** - różnica istotna na poziomie $p < 0,021$; ***** - różnica istotna na poziomie $p < 0,007$; ***** - różnica istotna na poziomie $p < 0,023$; ***** - różnica istotna na poziomie $p < 0,0$

W obrębie tej samej sesji i w przypadku obu mięśni dostrzeżono istotny statystycznie wzrost wartości PPT odnotowany 48h po meczu i po kąpeli kontrastowej (pomiar 7) a pomiarami zebranymi bezpośrednio po meczu (pomiar 2), po meczu i po zabiegu (pomiar 3)

oraz 24h po meczu i przed terapią (pomiar 4). Dodatkowo dla mięśnia trójgłowego łydki był to wzrost wartości progu wrażliwości na ból widoczny między pomiarem odnotowany 48h po meczu i po kąpielii kontrastowej (pomiar 7) a 24h po meczu i po regeneracji (pomiar 5). Powrót do początkowej wartości progu wrażliwości mięśnia na ból uzyskano tylko dla mięśnia trójgłowego łydki podczas ostatniego pomiaru dokonanego 48h po meczu i po kąpielii kontrastowej (pomiar 7) (rycina 8).

W przypadku trzeciej sesji eksperymentalnej z przeprowadzonym treningiem regeneracyjnym dostrzeżono u obu mięśni istotny statystycznie wzrost PPT podczas pomiarów zebranych 48h po meczu zarówno przed, jak i po regeneracji (pomiar 6 i 7) względem wyników zebranych bezpośrednio po meczu (pomiar 2) oraz po meczu i po treningu (pomiar 3). W przypadku mięśnia czworogłowego uda zarejestrowano również istotny statystycznie spadek wartości progu wrażliwości mięśnia na ból, który nastąpił pomiędzy pomiarem przeprowadzonym przed meczem (pomiar 1) a tym bezpośrednio po nim (pomiar 2). W grupie tej podczas dwóch ostatnich pomiarów (pomiar 6 i 7) w przypadku obu mięśni zarejestrowano powrót do wartości początkowej (pomiar 1) (rycina 9).



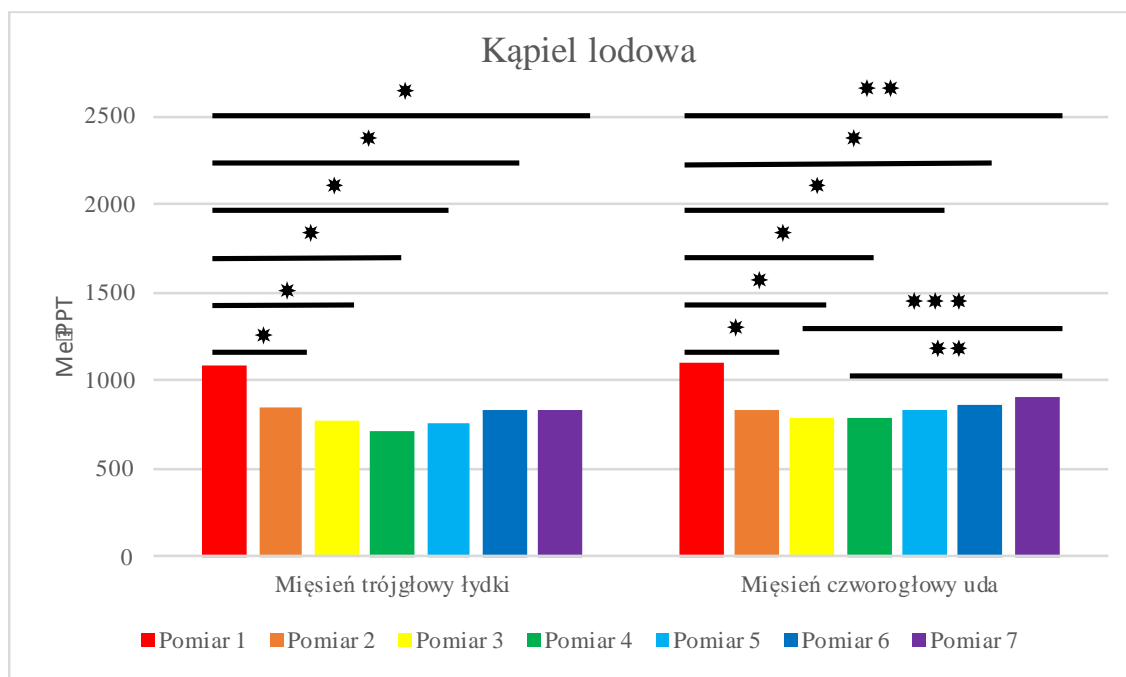
Rycina 9 Różnice w zakresie progu wrażliwości na ból w grupie z treningiem regeneracyjnym.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,007$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,008$; **** - różnica istotna na poziomie $p < 0,028$; ***** - różnica istotna na poziomie $p < 0,004$.

W czwartej sesji eksperymentalnej z kąpielą lodową zaobserwowano dla obu mięśni istotny statystycznie spadek wartości PPT zarejestrowany między pomiarem przeprowadzonym przed meczem (pomiar 1) a wszystkimi wynikami uzyskanymi po nim (pomiaru 2 do pomiaru

7). Analizy pomiarów zebranych 48h po meczu i po kąpeli lodowej (pomiar 7) na mięśni czworogłowym wykazały istotny statystycznie wzrost wartości progów wrażliwości mięśnia na ból względem pomiaru uzyskanego po meczu i po zabiegu (pomiar 3) oraz 24h po meczu, ale przed regeneracją (pomiar 4). W sesji tej w przypadku obu mięśni w żadnym pomiarze nie zarejestrowano powrotu do wartości początkowej PPT (rycina 10).



Rycina 11 Różnice w zakresie progów wrażliwości na ból w sesji z kąpielą lodową.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,002$.

Wartości średnich rang i median dla wszystkich porównań zaprezentowano w tabeli 6.

Tabela 6 Średnie rangi oraz mediany dla warunków badawczych na przestrzeni dokonywanych pomiarów dla mięśnia trójgłowego łydki i czworogłowego uda

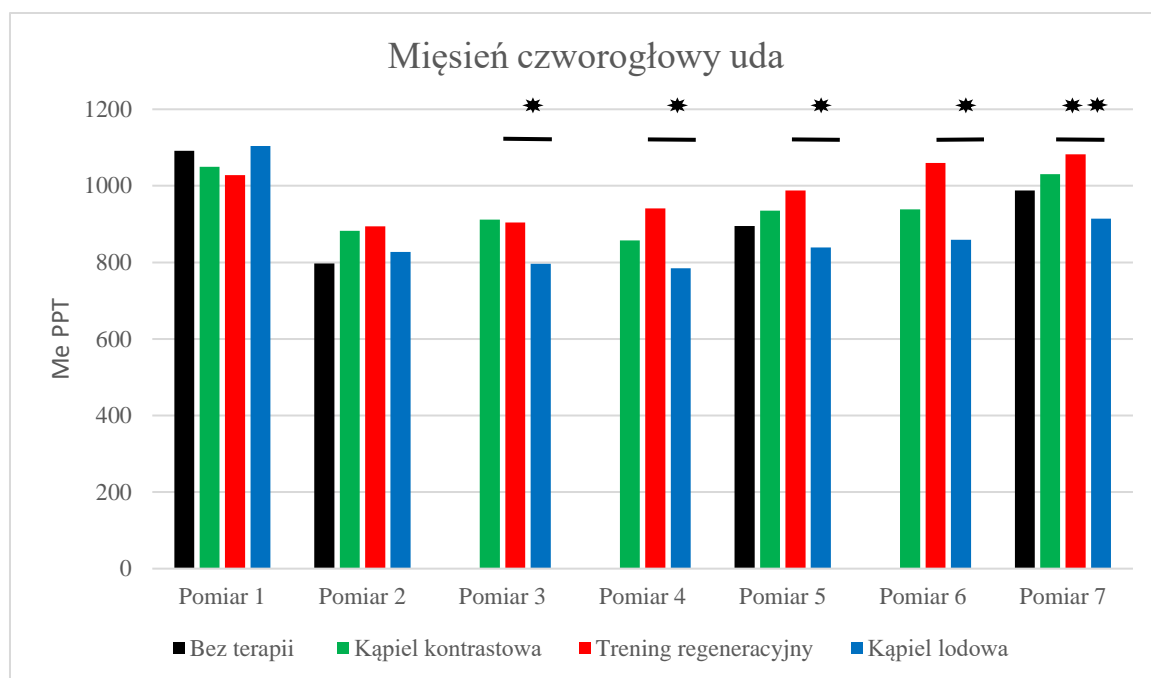
	Mięsień trójgłowy łydki		Mięsień czworogłowy uda	
	Średnia ranga	Me	Średnia ranga	Me
Bez terapii				
Pomiar 1	21,40	1065,40	22,95	1091,60
Pomiar 2	5,15	812,00	3,03	796,80
Pomiar 3	12,30	880,50	10,53	894,70
Pomiar 4	17,75	985,90	17,45	988,00
Kąpiel kontrastowa				
Pomiar 1	17,95	968,65	19,65	1049,60
Pomiar 2	7,50	846,50	9,25	882,20
Pomiar 3	8,70	844,40	10,10	912,10

Pomiar 4	7,40	832,70	7,45	857,70
Pomiar 5	11,30	879,00	13,60	934,80
Pomiar 6	13,55	902,20	13,25	938,70
Pomiar 7	20,50	1016,70	19,93	1030,30
Trening regeneracyjny				
Pomiar 1	20,20	1020,50	19,65	1027,70
Pomiar 2	11,75	887,00	9,85	894,20
Pomiar 3	13,60	907,00	11,40	904,30
Pomiar 4	16,40	960,50	14,53	940,90
Pomiar 5	18,55	1000,50	17,80	987,70
Pomiar 6	22,70	1079,50	21,15	1059,50
Pomiar 7	23,75	1097,20	22,90	1082,40
Kąpiel lodowa				
Pomiar 1	23,20	1091,10	24,00	1103,90
Pomiar 2	8,10	842,00	4,90	826,90
Pomiar 3	3,75	778,60	2,45	796,00
Pomiar 4	1,10	714,40	2,25	784,80
Pomiar 5	2,75	764,20	6,28	838,60
Pomiar 6	6,85	829,00	7,70	858,80
Pomiar 7	8,80	839,70	12,98	914,60

Skróty: *Me* – mediana.

Ponadto sprawdzono czy odnotowano różnice pomiędzy warunkami w tych samych pomiarach.

Dla obu mięśni zaobserwowano istotnie statystycznie wyższe wartości pomiarów dokonanych w analogicznych etapach badań pomiędzy treningiem regeneracyjnym a kąpielą lodową. Zmiany badanego parametru były zarejestrowane na wszystkich kolejnych poziomach począwszy od pomiarów zrobionych po meczu i po terapii (P3) a ostatnich spisanych 48h po meczu i po regeneracji (P7) (rycina 12).



Rycina 12 Różnice w zakresie progu wrażliwości na ból pomiędzy warunkami w tych samych pomiarach w mięśniu czworogłowym uda.

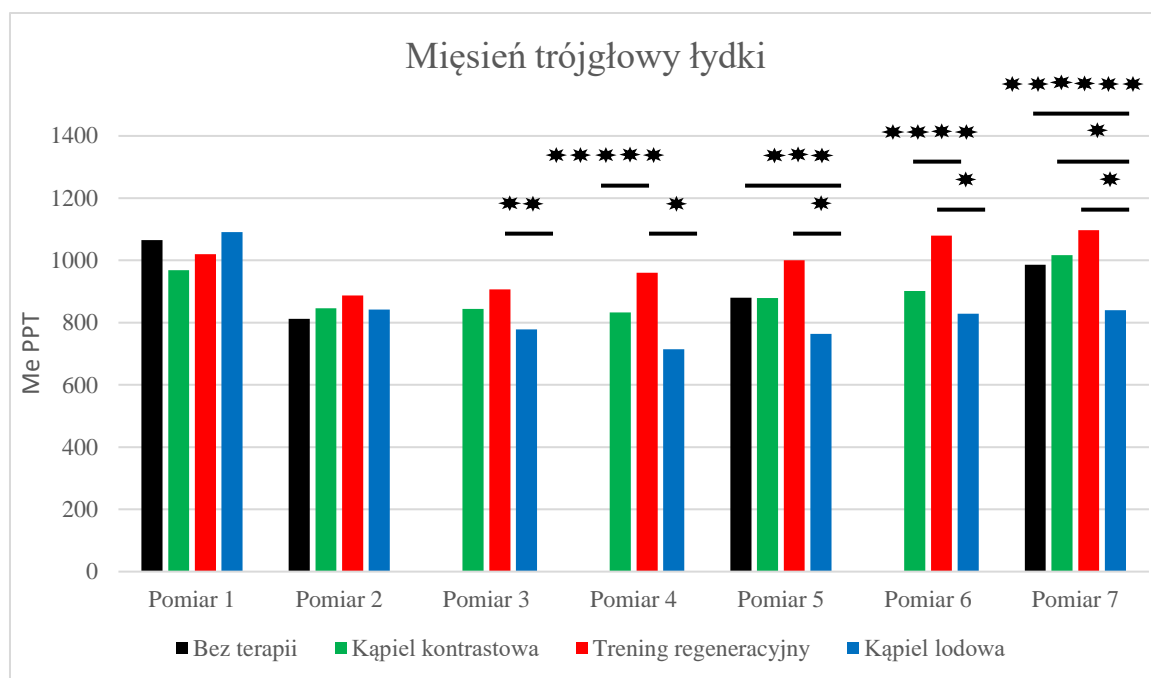
Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,0028$.

Dla mięśnia trójgłowego łydki istotne statystycznie różnice były również w zestawieniu warunku bez terapii i kąpeli lodowej, gdzie pomiary zebrane 24h po meczu (pomiar 3) i 48h po meczu (pomiar 4) w przypadku BT były wyższe od analogicznych w warunkach kąpeli lodowej (pomiar 5 i 7).

Dla tego samego mięśnia zarejestrowano istotną statystycznie różnicę wartości PPT pomiędzy warunkami kąpeli kontrastowej a lodowej. Pomiary zebrane podczas ostatniego pomiaru przeprowadzonego 48h po meczu i po terapii (pomiar 7) były w przypadku KK wyższe niż KL.

Również w mięśniu trójgłowym łydki pomiędzy pomiarami zarejestrowanymi 24h po meczu i przed regeneracją (pomiar 4) oraz 48h po meczu i przed terapią (pomiar 6) zaobserwowano istotną statystycznie wyższą wartość pomiarów zebranych w grupie z treningiem regeneracyjnym niż w grupie z kąpielą kontrastową (rycina 13).



Rycina 13 Różnice w zakresie progu wrażliwości na ból pomiędzy warunkami w tych samych pomiarach w mięśniu trójgłowym łydki.

Oznaczenie:

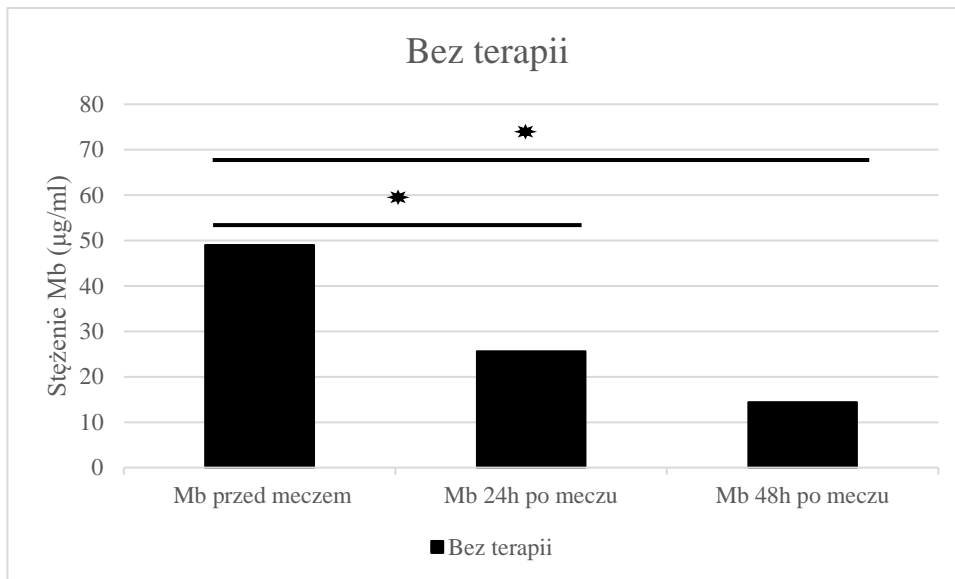
* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,007$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,012$; **** - różnica istotna na poziomie $p < 0,025$; ***** - różnica istotna na poziomie $p < 0,033$; ***** - różnica istotna na poziomie $p < 0,036$.

IV 3. Różnice w zakresie mioglobiny przed meczem i po meczu w zależności od warunku terapeutycznego.

W celu sprawdzenia różnic pomiędzy pomiarami mioglobiny przed meczem, 24 godziny po meczu oraz 48 godzin po meczu wśród osób po treningu regeneracyjnym, kąpiele lodowej, kąpiele kontrastowej oraz warunku bez terapii, wykonano test Friedmana.

Jak wskazują wyniki analizy, odnotowano istotne statystycznie różnice pomiędzy pomiarami: $\chi^2(11) = 169,77$; $p < 0,001$; $W = 0,77$. Następnie przeprowadzono testy *post hoc* z poprawką Dunn-Bonferroni.

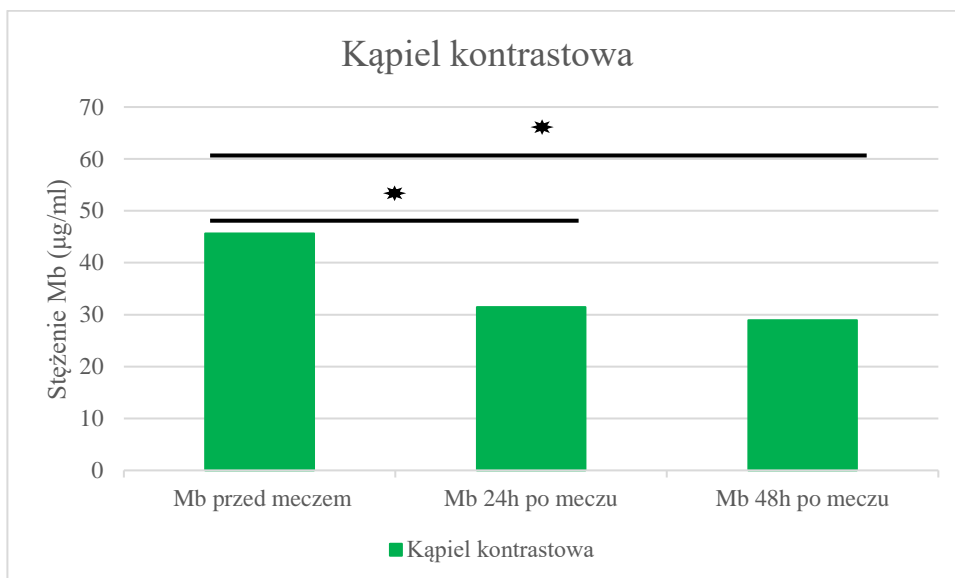
W pierwszej sesji eksperymentalnej niepoddanej żadnej formie regeneracji oraz w drugiej, w której wykonano kąpiel kontrastową zaobserwowano istotny spadek stężenia mioglobiny między pomiarem początkowym a pomiarami dokonanymi 24h po meczu i 48h po meczu w poszczególnych grupach badawczych.



Rycina 14 Wartości stężenia mioglobiny (Mb) w sesji bez terapii.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.

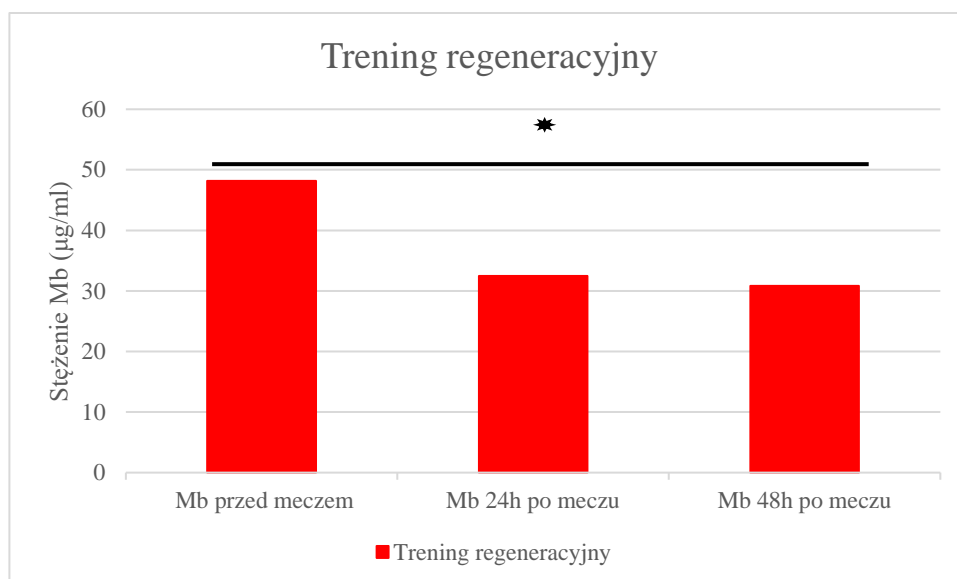


Rycina 15 Wartości stężenia mioglobiny (Mb) w sesji z kąpielą kontrastową.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,0014$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.

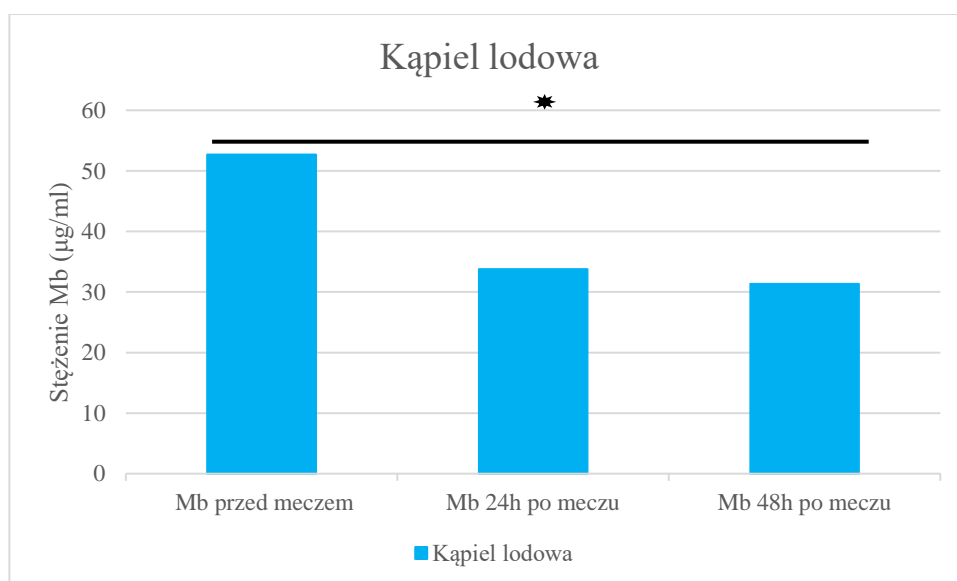
W trzeciej sesji eksperymentalnej z przeprowadzonym treningiem regeneracyjnym i czwartej, w której zrobiono kąpiel lodową zarejestrowano istotny spadek stężenia mioglobiny między pomiarem początkowym a pomiarem dokonany 48h po meczu dla poszczególnych grup.



Rycina 16 Wartości stężenia mioglobiny (Mb) w sesji z treningiem regeneracyjnym.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.



Rycina 17 Wartości stężenia mioglobiny (Mb) w sesji z kąpielą lodową.

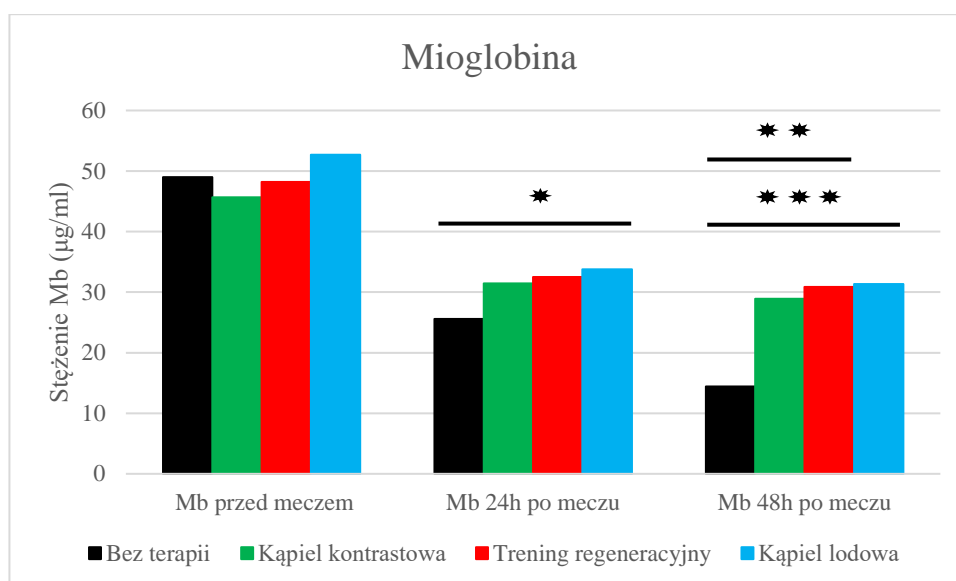
Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.

IV 4. Różnice w zakresie mioglobiny w obserwacjach pomiędzy grupami.

Ponadto porównując poziom mioglobiny we krwi między poszczególnymi sesjami zaobserwowano istotną statystycznie różnicę pomiędzy wartościami zarejestrowanymi 24h po meczu w sesji ekperymentalnej bez terapii a tą z kąpielą lodową. Natomiast 48h po meczu stężenie Mb w sesji bez terapii było istotnie niższe niż w przypadku sesji z kąpielą lodową

i treningiem regeneracyjnym.



Rycina 18 Zbiorcze zestawienie wartości stężenia mioglobiny (Mb) we wszystkich grupach.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,003$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,041$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,02$.

Wyniki analizy przedstawione zostały w tabeli 7.

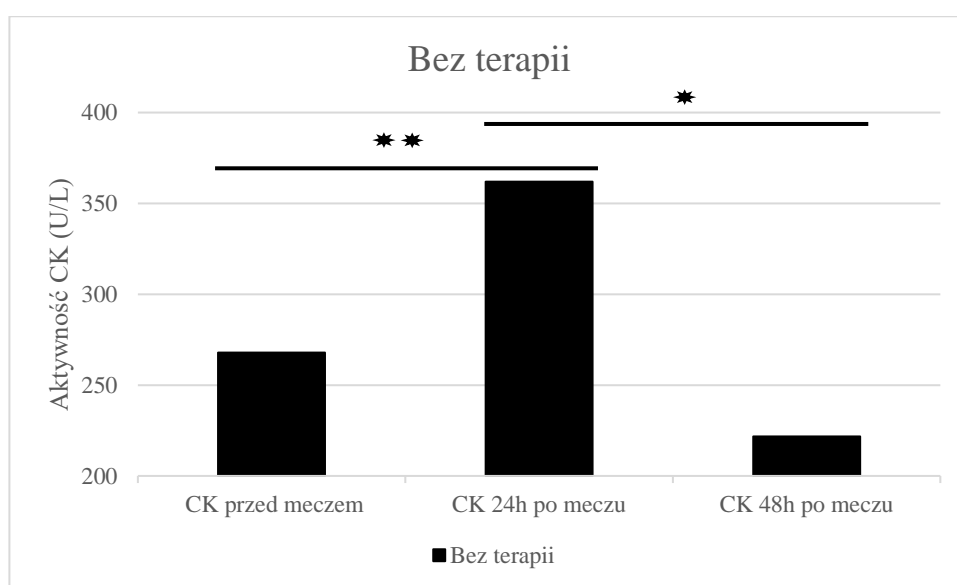
Tabela 7 Średnie rangi wraz z medianami dla poziomu mioglobiny w zależności od warunku dla pomiaru przed meczem, 24 godziny po meczu oraz 48 godzin po meczu

	Średnia ranga	Me
Bez terapii		
Mioglobina przed meczem	10,40	49,00
Mioglobina 24h po meczu	2,83	25,60
Mioglobina 48h po meczu	1,00	14,40
Kąpiel kontrastowa		
Mioglobina przed meczem	9,85	45,65
Mioglobina 24h po meczu	5,63	31,45
Mioglobina 48h po meczu	4,00	28,90
Trening regeneracyjny		
Mioglobina przed meczem	9,90	48,20
Mioglobina 24h po meczu	6,40	32,50
Mioglobina 48h po meczu	4,90	30,85
Kąpiel lodowa		
Mioglobina przed meczem	10,50	52,70
Mioglobina 24h po meczu	7,48	33,75
Mioglobina 48h po meczu	5,13	31,35

IV 5. Różnice w zakresie kinazy kreatynowej przed meczem i po meczu w zależności od warunku terapeutycznego.

Analogiczną analizę wykonano dla zbadania różnic poziomu kinazy kreatynowej w zależności od warunku badawczego dla trzech pomiarów. Odnotowano istotny statystycznie efekt: $\chi^2(11) = 141,19$; $p < 0,001$; $W = 0,64$.

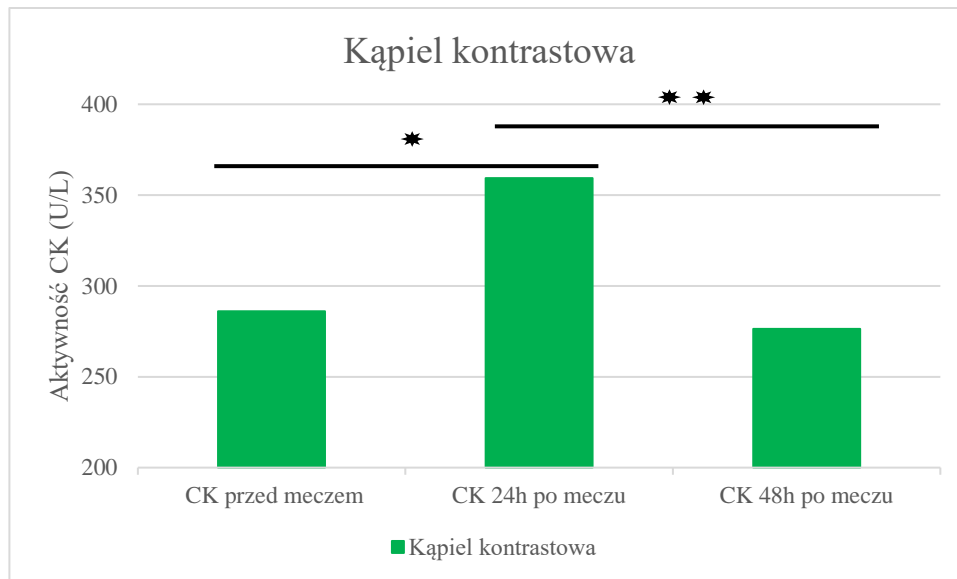
W pierwszej sesji eksperymentalnej niepoddanej żadnej formie regeneracji oraz w drugiej, w której wykonano kąpiel kontrastową zaobserwowano istotny wzrost aktywności kinazy kreatynowej w osoczu między pomiarem początkowym a pomiarem dokonany 24h po meczu oraz spadek między badaniem 24h po meczu a tym dokonany 48h po meczu w poszczególnych sesjach.



Rycina 19 Poziom aktywności kinazy kreatynowej (CK) w osoczu w sesji bez terapii.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,004$.

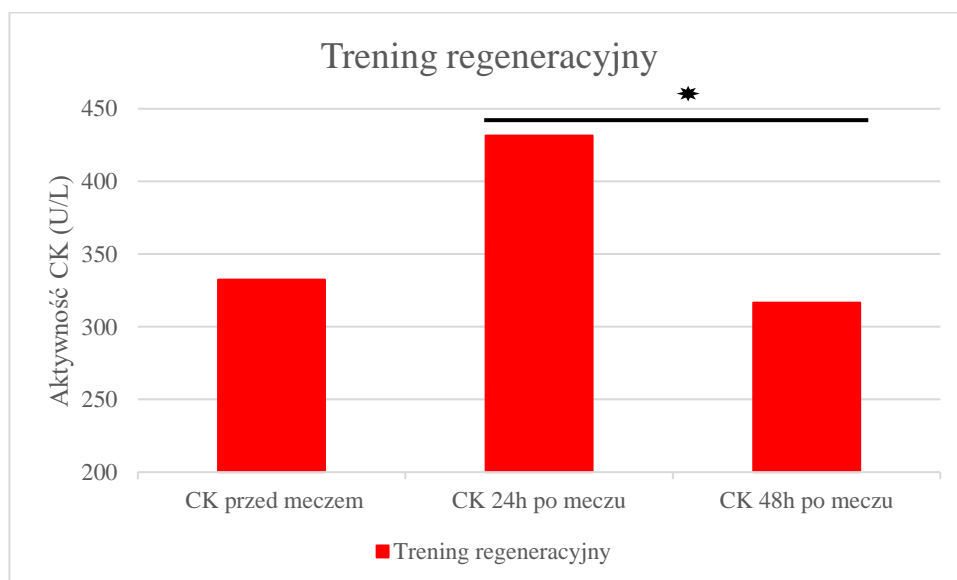


Rycina 20 Poziom aktywności kinazy kreatynowej (CK) w osoczu w sesji poddanej kąpeli kontrastowej.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,045$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.

W trzeciej sesji z przeprowadzonym treningiem regeneracyjnym zarejestrowano istotny spadek aktywności CK w osoczu między pomiarem dokonany 24h po meczu a pomiarem przeprowadzonym 48h po meczu.

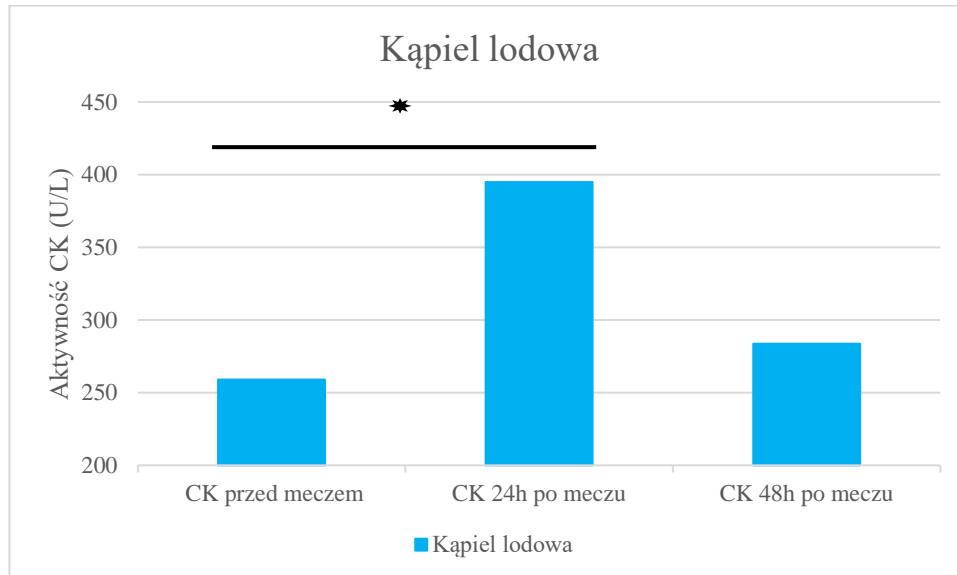


Rycina 21 Poziom aktywności kinazy kreatynowej (CK) w osoczu w sesji z treningiem regeneracyjnym.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.

W czwartej sesji, w której wykonano kąpiel lodową zaobserwowano istotny wzrost aktywności CK w osoczu między pomiarem przeprowadzonym przed meczem a tym dokonany 24h po meczu.



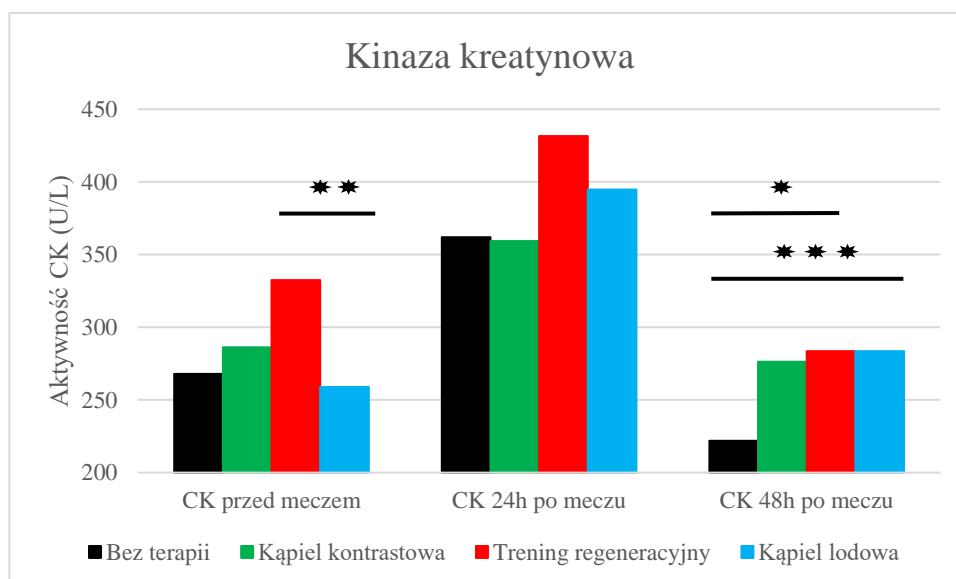
Rycina 22 Poziom aktywności kinazy kreatynowej (CK) w osoczu w sesji z kąpielą lodową.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,001$.

IV 6. Różnice w zakresie kinazy kreatynowej w obserwacjach pomiędzy grupami.

Dodatkowo, jak w przypadku analizy wyników poziomu mioglobiny we krwi porównano również aktywność CK w osoczu między poszczególnymi sesjami. Istotną statystycznie różnicę pomiędzy zarejestrowanymi wartościami zaobserwowano 48h po meczu w sesji bez terapii a sesją z kąpielą lodową oraz treningiem regeneracyjnym.



Rycina 23 Zbiorcze zestawienie poziomów aktywności kinazy kreatynowej (CK) w osoczu we wszystkich sesjach.

Oznaczenie:

* - różnica istotna na poziomie $p < 0,015$; ** - różnica istotna na poziomie $p < 0,008$; *** - różnica istotna na poziomie $p < 0,035$.

Wyniki omawianych analiz zostały zamieszczone w tabeli 8.

Tabela 8 Średnie rangi wraz z medianami dla poziomu kinazy kreatynowej w zależności od warunku dla pomiaru przed meczem, 24 godziny po meczu oraz 48 godzin po meczu

	Średnia ranga	Me
Trening regeneracyjny		
Kinaza kreatynowa przed meczem	7,70	332,47
Kinaza kreatynowa 24h po meczu	11,30	431,62
Kinaza kreatynowa 48h po meczu	6,15	316,59
Kąpiel lodowa		
Kinaza kreatynowa przed meczem	3,30	259,00
Kinaza kreatynowa 24h po meczu	9,38	394,80
Kinaza kreatynowa 48h po meczu	5,90	283,65
Kąpiel kontrastowa		
Kinaza kreatynowa przed meczem	5,40	286,10
Kinaza kreatynowa 24h po meczu	9,28	359,30
Kinaza kreatynowa 48h po meczu	3,75	276,30
Bez terapii		
Kinaza kreatynowa przed meczem	4,65	267,85
Kinaza kreatynowa 24h po meczu	9,25	361,95
Kinaza kreatynowa 48h po meczu	1,95	221,80

VI WNIOSKI

1. Meczowy wysiłek u koszykarzy powoduje istotne obniżenie wartości PPT.
2. Wysiłek meczowy powoduje istotny spadek stężenia mioglobiny, który utrzymuje się do 48h po meczu niezależnie od podjętych metod regeneracyjnych.
3. Obciążenie meczowe powoduje wzrost aktywności CK w osoczu, natomiast terapia kontrastowa i trening regeneracyjny powodują istotne obniżenie tego parametru względem pomiaru dokonanego 24h po meczu.
4. Żadna z podjętych interwencji regeneracyjnych nie sprawiła, że po upływie 24h od meczu wartość PPT wróciła do poziomu początkowego.
5. Po 48h od meczu tylko w przypadku treningu regeneracyjnego zaobserwowano powrót wartości PPT do wartości przedmeczowych dla obu mięśni. Natomiast w przypadku kąpieli kontrastowej uzyskano ten efekt tylko w mięśniu trójgłowym łydki.
6. Z zaprezentowanych form regeneracyjnych najskuteczniejszy okazał się trening regeneracyjny.
7. Najmniejszą skuteczność regeneracyjną zaobserwowano w przypadku kąpieli lodowej.

VII PIŚMIENNICTWO

1. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, et al. Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 2012; 56: 1–54.
2. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: A brief review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2008; 22: 1015-1024.
3. Cochrane DJ. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. *Physical Therapy in Sport* 5, 2004; 26-32.
4. Cormery B, Marcil M, Bouvard M. Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *British Journal of Sports Medicine*, 2008;42(1):25-30.
5. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 2001; 81: 1725–1789.
6. Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K and Beilby J. Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2009; 12, 417–421.
7. Jentjens R, Jeukendrup A. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Medicine*, 2003; 33: 117– 144.
8. Kawczyński A, Mroczek D, Chmura P, Kobiałka K, Madeleine P, Chmura J. Wpływ meczu piłki nożnej na ocenę uciążliwości wysiłku oznaczanej na podstawie prognozy wrażliwości mięśnia na ból. *Antropomotoryka*, 2012; 60:19-24.
9. Kawczyński A, Mroczek D, Chmura P, Madeleine P, Chmura J. Influence of a professional football game on delayed onset muscle soreness development in dominant and non dominant legs. *Polish Journal of Sports Medicine*, 2013; 29 (1): 55– 61.
10. Kellmann M. Underrecovery and overtraining: Different concepts – similar impact? In M. Kellmann (Ed.), *Enhancing recovery: preventing underperformance in athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2002b; 3-24.
11. Leeder J, Gissane C, van Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta – analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 2012; 46: 233-240.
12. Lehmann JF, Delateur BJ. Cryotherapy. In: Lehmann JF (ed). *Therapeutic Heat and Cold*. 4th ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1990; 656.
13. Martin NA, Zoeller RF, Robertson RJ, Lephart SM. The comparative effects of sports massage, active recovery, and rest in promoting blood lactate clearance after supramaximal leg exercise. *Journal of Athletic Training*, 1998; 33: 30-35.
14. McHugh MP. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2003; 13: 88-97.
15. Miles MP, Clarkson PM. Exercise – induced muscle pain, soreness, and cramps. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1994;34(3): 203-216.
16. Myrer JW, Draper DO, Durrant E. Contrast therapy and intramuscular temperature in the human leg. *Journal of Athletic Training*. 1994; 29(4), 318-322.
17. Reilly T, Ekblom B. The use of recovery methods post-exercise. *Journal of Sports Sciences*, 2005; 23: 619–627.
18. Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. Effects of cold water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 2009; 27: 565-73.
19. Stanton DE, Lazaro R, MacDermid JC. A systematic review of the effectiveness of contrast baths. *Journal of Hand Therapy*, 2009; 22: 1: 57-70.

20. Tessitore A, Meeusen R, Pagano R, Cbenvenuti I, Tiberi M, Capranica L. Effectiveness of active versus passive recovery strategies after futsal games. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2008; 22: 1402–1412.
21. Van Asten R. Complete conditioning for hokey. 1980; 9: 243.