

## **STRESZCZENIE**

Tytuł: Wpływ kriostymulacji ogólnoustrojowej na czynność mięśni prostowników stawu kolanowego w treningu sportowym piłkarek nożnych.

Słowa kluczowe: kriostymulacja ogólnoustrojowa, trening sportowy, parametry prędkościowo-siłowe, parametry miometryczne.

Celem pracy była ocena wpływu kriostymulacji ogólnoustrojowej na czynność mięśni prostowników stawu kolanowego w procesie treningu sportowego piłkarek nożnych. Ocenione zostały parametry prędkościowo-siłowe prostowników stawu kolanowego oraz właściwości elastyczne mięśnia prostego uda u piłkarek nożnych poddanych kriostymulacji ogólnoustrojowej.

W badaniach wzięły udział 24 zdrowe kobiety w wieku 21,66 lat ( $\pm 3,37$ ) o średniej masie 60,89 kg ( $\pm 7,46$ ) i wysokości 164,47 cm ( $\pm 5,79$ ). Były to zawodniczki klubu sportowego AZS Środowisko Wrocław, uprawiające piłkę nożną. Osoby poddane eksperymentowi zostały podzielone losowo na dwie grupy badawcze: eksperymentalną oraz kontrolną. Obie grupy uczestniczyły w jednakowym treningu piłki nożnej. Był to okres przygotowawczy, mezocykl intensyfikacji. Grupa eksperymentalna poddana została dodatkowo jeden raz dziennie zabiegom kriostymulacji ogólnoustrojowej przez okres dziesięciu dni. Do oceny parametrów prędkościowo-siłowych wykorzystano urządzenie Biodex System 3. Zapis pomiarów odbywał się w statyce w ustawieniu stawu kolanowego pod kątem 75° oraz dynamice przy prędkościach 60°/s, 180°/s, 240°/s przy pięciu powtórzeniach oraz 240°/s przy trzydziestu powtórzeniach. Do oceny właściwości elastycznych mięśnia prostego uda użyto metody miometrycznej z wykorzystaniem urządzenia Myoton-3. Pomiar odbywał się w spoczynku.

Analizę statystyczną przeprowadzono następująco: sprawdzenie normalności rozkładu wykonano testem Shapiro-Wilka, do charakterystyki opisowej analizowanych parametrów użyto średnich, odchyleń standardowych i 95% przedziałów ufności. Do oceny zróżnicowania wartości średnich między grupami oraz między czynnikami „dzień” i „komora” wykorzystano wieloczynnikową analizę wariancji z powtarzanymi pomiarami. Porównania post-hoc wykonano testem NIR. Do oceny związków między parametrami biomechanicznymi a miometrycznymi wykorzystana została metoda korelacji Pearsona.

Do określenia różnic między grupami w pomiarze antropometrycznym użyto testu t-Studenta. Za istotny przyjęto poziom  $p \leq 0,05$  i zaznaczono tłustym drukiem.

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że w statyce, wartości maksymalnego, względnego momentu oraz średniej momentów siły mięśni prostowników stawu kolanowego uległy poprawie. Porównywano wartości początkowe, z pierwszego dnia przed wejściem do kriokomory z dziesiątym dniem, po wyjściu z kriokomory. Cały cykl dziesięciu zabiegów kriostymulacji okazał się skuteczny. W grupie kontrolnej opisane parametry w tym samym okresie uległy istotnemu statystycznie pogorszeniu. Dodatkowo wykazano, że w pierwszym dniu pomiarów wszystkie badane parametry w warunkach statycznych w grupie eksperymentalnej uległy istotnemu statystycznie pogorszeniu bezpośrednio po kriostymulacji.

W warunkach dynamicznych, cykl zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej wpłynął na poprawę wszystkich momentów siły mięśniowej oraz pracy i mocy mięśni, w większości istotnie statystycznie. Biorąc pod uwagę badanie przed kriostymulacją w pierwszym i dziesiątym dniu zmian istotnym statystycznie uległy całkowita praca i średnia moc (wszystkie prędkości), maksymalny, względny moment i średnia momentów siły mięśniowej ( $180^{\circ}/s$  oraz  $240^{\circ}/s$ ) oraz moment siły przy 0,18 sekundach maksymalnego powtórzenia ( $240^{\circ}/s$ ). Porównując uzyskane wyniki pierwszego z dziesiątym dniem po wyjściu z kriokomory istotnie statystycznie zmieniły się parametry całkowitej pracy i średniej mocy przy wszystkich prędkościach, maksymalnego, względnego momentu i średniej momentów siły mięśniowej ( $180^{\circ}/s$  oraz  $240^{\circ}/s$ ), czasu osiągnięcia maksymalnego momentu siły mięśniowej ( $240^{\circ}/s$ ) oraz momentu siły przy 0,18 sekundach maksymalnego powtórzenia ( $60^{\circ}/s$  oraz  $240^{\circ}/s$ ). Wartości parametrów z pierwszego dnia przed przystąpieniem do kriostymulacji z wartościami z dnia dziesiątego po zakończonej kriostymulacji ogólnoustrojowej istotnie statystycznie zmieniły się w zakresie: całkowitej pracy i średniej mocy przy każdej z zastosowanych prędkości, maksymalnego, względnego momentu i średniej momentów siły mięśniowej ( $180^{\circ}/s$  oraz  $240^{\circ}/s$ ) oraz czasu osiągnięcia maksymalnego momentu siły i momentu siły przy 0,18 sekundach maksymalnego powtórzenia ( $60^{\circ}/s$  oraz  $240^{\circ}/s$ ).

Efekt bezpośredni po pierwszym zabiegu kriostymulacji nie wywołuje istotnych statystycznie zmian w wartościach 20 z 21 parametrów, a po dziesiątym zabiegu żaden z parametrów prędkościowo-siłowych nie uległ istotnym zmianom. Analizując parametr „wskaźnik zmęczenia” w grupie eksperymentalnej, okazało się, że w procesie stosowania kriostymulacji ogólnoustrojowej zwiększył on swoją wartość istotnie statystycznie. Zmiany obejmowały pierwszy i dziesiąty dzień po wyjściu z kriokomory.

W badaniu miometrycznym, w grupie poddanej kriostymulacji wykazano brak zmian istotnych statystycznie, porównując pierwszy z dziesiątym dniem przed wejściem do kriokomory.

W tym samym okresie zanotowano istotne statystycznie zwiększenie się sztywności mięśniowej miometrycznej w grupie kontrolnej. Ponadto w dziesiątym dniu badań wystąpił istotny statystycznie wzrost napięcia oraz zmniejszenie się elastyczności mięśnia prostego uda w pomiarze „przed-po”.

W dziesięciodniowym eksperymencie nie wykazano istotnych związków pomiędzy parametrami biomechanicznymi w statyce i dynamice a parametrami miometrycznymi. Jedynie w grupie kontrolnej wystąpiły istotne statystycznie ujemne korelacje pomiędzy sztywnością mięśniową a parametrami względnego oraz średniego momentu siły w statyce.

W niniejszej pracy wyciągnięto kilka wniosków.

1. Zabiegi kriostymulacji ogólnoustrojowej wpłynęły na wzrost siły mięśniowej w warunkach izometrycznych w procesie treningu sportowego.
2. W pierwszym dniu stosowania kriostymulacji ogólnoustrojowej bezpośrednio po wykonanym zabiegu, wystąpiło pogorszenie się zdolności siłowych w warunkach izometrycznych.
3. Cykl zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej wpłynął na poprawę wszystkich momentów siły mięśniowej oraz pracy i mocy mięśni, mierzonych w warunkach dynamicznych, w większości istotnie statystycznie.
4. Natychmiastowy efekt kriostymulacji ogólnoustrojowej w pierwszym i dziesiątym dniu badań, nie spowodował pogorszenia żadnego parametru prędkościowo-siłowego w warunkach dynamicznych.
5. Wykorzystanie serii zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej w procesie treningu sportowego, spowodowało zwiększenie zmęczenia mięśni prostowników stawu kolanowego podczas wykonywania wysiłku o charakterze wytrzymałości siłowej.
6. Cykl zabiegów kriostymulacji ogólnoustrojowej nie wpłynął istotnie na zmiany parametrów miometrycznych. Pozwolił jednak na zachowanie optymalnej sztywności mięśniowej spoczynkowej. W tym samym procesie treningu sportowego sztywność mięśniowa w grupie kontrolnej zwiększyła się.
7. Zwiększona sztywność mięśniowa w grupie kontrolnej, wykazana po 10 dniach treningu bez kriostymulacji ogólnoustrojowej, prawdopodobnie wpłynęła na zmniejszenie wartości względnego momentu oraz średniej momentów siły w statyce.
8. Nie wykazano istotnych związków pomiędzy parametrami biomechanicznymi a parametrami miometrycznymi, w grupie eksperymentalnej.

9. Stosowanie kriostymulacji ogólnoustrojowej może być skuteczną metodą wspomaganą procesu treningowego piłkarzy nożnych.