

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki

Marta Liss

Hydroterapia w relaksacji i odprowadzaniu ciepła z organizmu koni

*Autoreferat pracy doktorskiej*

Lublin, 2019

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki

Marta Liss

Hydroterapia w relaksacji i odprowadzaniu ciepła z organizmu koni

*Autoreferat pracy doktorskiej*

**Promotor**

Dr hab. Iwona Janczarek prof. nadzw. UP

**Recenzenci**

Prof. dr hab. Zbigniew Jaworski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Dr hab. Jarosław Łuszczyński

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Lublin, 2019

## Spis treści

1. Wstęp i cel pracy.....	4
2. Materiał i metody.....	6
2.1. Konie.....	6
2.2. Opis doświadczenia.....	6
2.2.1. Wysiłek.....	6
2.2.2. Odpoczynek: zastosowane warianty badawcze.....	7
2.3.1. Pomiary z zakresu odprowadzania ciepła.....	8
2.3.2. Pomiary z zakresu relaksacji.....	8
2.4. Sposób oceny skuteczności metody odprowadzania ciepła i relaksacji.....	9
2.5. Metody statystyczne.....	13
3. Wyniki.....	13
3.1. Odprowadzanie ciepła.....	13
3.1.1. Temperatura wewnętrzna.....	13
3.1.2. Temperatura powierzchniowa.....	14
3.1.3. Przebieg procesu odprowadzania ciepła.....	15
3.1.4. Ranking testowanych metod odprowadzania ciepła.....	17
3.2. Relaksacja.....	19
3.2.1. Parametry częstości i zmienności rytmu serca.....	19
3.2.2. Przebieg procesu relaksacji.....	21
3.2.3. Ranking testowanych metod relaksacji.....	25
4. Stwierdzenia i wnioski.....	27
5. Piśmiennictwo.....	28

## 1. Wstęp i cel pracy

Stałocieplność jest cechą charakterystyczną ptaków i ssaków [Przeworski i Głodek, 2016]. Polega ona na utrzymywaniu stałej temperatury ciała pomimo zmieniających się warunków zewnętrznych. Dzięki niej w jednakowy sposób zachodzą w organizmie wszystkie biochemiczne procesy wewnątrzkomórkowe. Wszelkie wahania temperatury wewnętrznej nawet o jeden stopień powodują szereg reakcji organizmu wywołanych przez ośrodek termoregulacji, który znajduje się w podwzgórze. Wzrost temperatury ciała nosi nazwę hipertermii, a spadek hipotermii [Guthrie i Lund, 1998].

Konie mają dużą skłonność do hipertermii, co powoduje, że może do niej dojść nawet w trakcie codziennego użytkowania [Alberghina i in., 2015]. Wpływ na jej powstanie mają czynniki zewnętrzne, do których należy m.in. wysoka temperatura powietrza, wilgotność i duże nasłonecznienie połączone z brakiem dostępu do wody. Istotne są również czynniki wewnętrzne, a wśród nich wywołane intensywnym wysiłkiem fizycznym generowanie ciepła z szeregiem utrudnień związanych z jego oddawaniem lub też choroby układu sercowo-naczyniowego, otyłość i wiele innych. Najpoważniejsze przypadki przegrzania mają miejsce, gdy dochodzi do połączenia wspomnianych czynników wewnętrznych i zewnętrznych [Lindinger, 1999]. Do objawów przegrzania należy osłabienie organizmu, bóle i zawroty głowy, zaburzenia widzenia i świadomości, przyspieszenie akcji serca, zaburzenie oddychania, utrata przytomności, co w konsekwencji może prowadzić do udaru cieplnego, ze śmiercią zwierzęcia włącznie [Jardine, 2007].

W związku z tak poważnymi skutkami hipertermii konieczne jest poznanie jak najprostszych i zarazem najskuteczniejszych metod odprowadzania ciepła z organizmu koni. Jedną z takich metod jest hydroterapia, która w zależności od zimnego lub ciepłego wariantu jest powszechnie stosowana w efektywnym chłodzeniu i nagrzewaniu organizmu celem doprowadzenia do komfortu cieplnego [Vaile i in., 2008; Kato i in., 2003]. Warto podkreślić, że jej ciepły wariant znajduje również zastosowanie w szeroko rozumianej rehabilitacji, jak również podczas wspomagania procesów relaksacji [Saracyn, 2014].

Wykorzystując natomiast zimną hydroterapię, która w trakcie zabiegu prowadzi do natychmiastowego, ale krótkotrwałego obkurczania naczyń krwionośnych, doprowadza się w początkowej fazie do wzrostu temperatury wewnętrznej [Vaile i in., 2008]. Dopiero w kolejnym kroku, gdy dochodzi do długotrwałego rozkurczenia naczyń krwionośnych, możliwe jest właściwe inicjowanie procesów odprowadzania nadmiaru ciepła z organizmu [Przeworski i Głodek, 2016; Demicka, 1990]. Stąd też, w celu oceny skuteczności odprowadzania ciepła z

organizmu analizie poddaje się zarówno temperaturę wewnętrzną, jak i zewnętrzną, czyli mierzoną na powierzchni ciała [Kasprzak, 2011]. Jeżeli temperatura wewnętrzna i zewnętrzna jest zbliżona do spoczynkowej, wówczas proces odprowadzania ciepła został już zakończony. W momencie, gdy temperatura wewnętrzna jest zbliżona do spoczynkowej, a temperatura zewnętrzna jest podwyższona lub zarówno temperatura wewnętrzna, jak i zewnętrzna jest podwyższona, to proces odprowadzanie ciepła nie został jeszcze ukończony. Niepokojąca jest natomiast sytuacja, w której temperatura wewnętrzna jest podwyższona, a temperatura zewnętrzna zbliżona do spoczynkowej lub poniżej spoczynkowej, co wskazuje na zaburzenia procesu odprowadzania ciepła.

W związku z brakiem alternatywnej metody wspomagającej odprowadzanie ciepła z organizmu, powszechnie stosowana jest ogólna zimna hydroterapia polegająca na oblewaniu ciała konia zimną wodą lub okładaniu go lodem [Yamasaki i in., 2001]. Działania te mogą generalnie prowadzić do polepszenia komfortu cieplnego. Niestety, niekiedy przyczyniają się one również do załamania funkcjonowania organizmu powodując pojawienie się wielu skutków ubocznych typu przeziębienie, zapalenie płuc, mięśniochwat, a w konsekwencji nawet śmierć zwierzęcia [Williamson i in., 1995]. Dlatego też wspomaganie odprowadzania ciepła z organizmu koni musi odbywać się w sposób ostrożny i bardzo przemyślany.

Ważnym aspektem wspomagania prawidłowych funkcji życiowych organizmu jest wspomniane wcześniej zastosowanie hydroterapii w relaksacji po wysiłku fizycznym [Monkiewicz i Mroczkowski, 2012]. Zmiany powysiłkowe polegają na generowaniu wielu reakcji adaptacyjnych organizmu, takich jak wzrost częstości uderzeń serca i oddechów, wzrost temperatury ciała, dehydratacja, czy też zmiany składu krwi. Zauważono, że procesy odpoczynkowe i regeneracyjne zachodzą w bardziej efektywny sposób, gdy organizm jest zrelaksowany. Wśród wielu praktykowanych metod relaksacji prym wiedzie właśnie ciepła hydroterapia, której pozytywny wpływ został potwierdzony badaniami naukowymi, zarówno na ludziach jak i zwierzętach [Dragone, 2011; Vaile i in. 2008; Kato i in., 2003]. Zimna hydroterapia dotychczas nie została w tym zakresie przebadana.

W związku ze wskazanym wielopłaszczyznowym pozytywnym działaniem hydroterapii, które może być niekiedy zaburzone możliwością wystąpienia skutków ubocznych stosowania tej metody, w pracy przyjęto następujące hipotezy badawcze:

- 1) działanie zimnej hydroterapii na ograniczonej powierzchni jest wystarczająco skuteczne we wspomaganiu odprowadzania ciepła;
- 2) zimna hydroterapia ma pozytywny wpływ relaksujący podczas działania na organizm poddany wcześniej wysiłkowi fizycznemu.

Postawione hipotezy przyczyniły się do sformułowania celu pracy, którym była analiza porównawcza efektów stosowania zimnej hydroterapii w postaci chłodzenia wodą różnych partii ciała koni jako wariantów metody odprowadzania ciepła i relaksacji po wysiłku fizycznym.

## **2. Materiał i metody**

### **2.1. Konie**

Badania przeprowadzono na 15 wałachach gorącokrwistych i dwóch kucach w typie wierzchowym. Wiek koni zamykał się w przedziale od 10 do 15 lat. Stwierdzono zbliżony udział masy mięśni w stosunku do całkowitej masy ciała koni, co daje możliwość wykonania analizy porównawczej wyników z zakresu temperatury powierzchniowej zwierząt o różnej wielkości [Vaile i in., 2008].

W trakcie przeprowadzania badań wszystkie osobniki były klinicznie zdrowe. Zwierzęta nie przejawiały również jakichkolwiek anomalii behawioralnych. Wszystkie konie utrzymywane były od przynajmniej 12 miesięcy w tym samym budynku stajennym typu boksowego. Ich sposób obsługi i użytkowania był zbliżony.

### **2.2. Opis doświadczenia**

Badania przeprowadzono w porze letniej, tj. w okresie od 23 czerwca do 23 września w porównywalnych warunkach atmosferycznych (temperatura powietrza:  $26 \pm 3,4^{\circ}\text{C}$ , ciśnienie atmosferyczne:  $989 \pm 17,0\text{hPa}$ , prędkość wiatru:  $0 \pm 0,0\text{ m/s}$ , wilgotność względna powietrza  $30 \pm 18\%$ ), co zostało zapewnione dzięki warunkom krytej ujeżdżalni o wymiarach  $17 \times 55\text{ m}$  o podłożu piaskowym.

Doświadczenie składało się z dwóch etapów (I i II etap) różniących się natężeniem wysiłku koni podczas pracy pod siodłem [Becker-Birck i in., 2013].

#### **2.2.1. Wysilek**

W pierwszym z powtarzanych czterokrotnie (w interwałach dwudniowych) etapów doświadczenia konie poddane zostały pracy na lonży pod siodłem bez jeźdźcy, co miało odpowiadać wysiłkowi o małym natężeniu. W drugim etapie, również powtarzanym czterokrotnie w odstępach dwudniowych, odpowiadającym wysiłkowi o średnim natężeniu, konie pracowały natomiast pod jeźdźcem. Jeźdźcy biorący udział w doświadczeniu byli wyrównani pod względem masy ciała i umiejętności.

### 2.2.2. Odpoczynek: zastosowane warianty badawcze

Bezpośrednio po zakończeniu kolejno powtarzanego wysiłku o małym i średnim natężeniu konie poddano różnym wariantom odpoczynku (warianty badawcze) (tab. 1).

Tabela 1. Warianty odpoczynku (warianty badawcze) koni po czterokrotnie powtarzanym wysiłku o małym i średnim natężeniu

Powtórzenie wysiłku o małym i średnim natężeniu	Wariant badawczy	Wykonane czynności	Czas trwania (min.) odpoczynku	Powtórzenie zimnej hydroterapii (czas w min. od zakończenia wysiłku)		
				Pierwsze	Drugie	Trzecie
Pierwsze	Kontrolny	Oprowadzanie	30	-	-	-
Drugie	Hydroterapia obszaru dolnych partii ciała	Oprowadzanie połączone z trzykrotnie powtarzanym chłodzeniem wodą (zimna hydroterapia) dolnych partii kończyn wraz ze stawami nadgarstkowymi i skokowymi	30	0	10	20
Trzecie	Hydroterapia obszaru górnych partii ciała	Oprowadzanie połączone z trzykrotnie powtarzanym chłodzeniem wodą (zimna hydroterapia) górnych partii ciała: potylicy i słabizn	30	0	10	20
Czwarte	Hydroterapia obszaru całego ciała	Oprowadzanie połączone z trzykrotnie powtarzanym chłodzeniem wodą (zimna hydroterapia) dolnych i górnych partii ciała	30	0	10	20

Czas działania hydroterapii w każdym powtórzeniu wynosił 30 sekund. Hydroterapia na dolnych partiach ciała przeprowadzona została przy użyciu węża ogrodowego, natomiast na górne partie ciała przy pomocy ociekającej gąbki i wiadra. Temperatura wody wynosiła około 19°C.

## **2.3. Metody badawcze**

### **2.3.1. Pomiary z zakresu odprowadzania ciepła**

Celem oceny skuteczności odprowadzania ciepła wykonano następujące pomiary:

1. temperatura wewnętrzna - doodbytniczo za pomocą termometru weterynaryjnego Veterinär – Thermometer SC 12 (czas pomiaru: 60s),
2. temperatura powierzchniowa (zewnętrzna) - przy użyciu kamery termowizyjnej Thermal Imagers Ti9 FLUKE (niechłodzona matryca mikrobolometryczna pracująca w płaszczyźnie ogniskowej, rozdzielczość 120/160 pixeli, zakres widma podczerwieni od 7,5  $\mu\text{m}$  do 14  $\mu\text{m}$ ) umieszczonej w odległości 250 cm od ciała konia. W kolejnym kroku dane z kamery zostały zgrane do pamięci komputera, a następnie analizowane w programie SmartView 4.1.

Analizie poddano średnią temperaturę powierzchniową całego ciała konia oraz siedmiu części lewej i prawej strony ciała koni – widok boczny.

Wszystkie pomiary wykonano w stadium: spoczynku (badanie spoczynkowe), bezpośrednio po wysiłku, przed pierwszym powtórzeniem hydroterapii (badanie powysiłkowe), przed drugim powtórzeniem hydroterapii, czyli 10 minut po zakończeniu wysiłku (początkowa restytucja), przed trzecim powtórzeniem hydroterapii, czyli 20 minut po zakończeniu wysiłku (średkowa restytucja), 30 minut po zakończeniu wysiłku (końcowa restytucja).

### **2.3.2. Pomiary z zakresu relaksacji**

Celem oceny wpływu różnych wariantów odpoczynku (wariantów badawczych) na relaksację organizmu wykonano pomiary częstości i zmienności rytmu serca (HR i HRV) [Tarvainen i in., 2014]. Pomiarów dokonano za pomocą mierników firmy Polar ELECTRO OY - typ RS800CX [Essner i in., 2013]. Wszystkie pomiary z zapisem ciągłym wykonano w stadium: spoczynku: w godzinach porannych przed użytkowaniem - we własnych boksach koni, z zachowaniem ciszy w stajni (badanie spoczynkowe), bezpośrednio po wysiłku - przed pierwszym powtórzeniem hydroterapii (badanie powysiłkowe), przed drugim powtórzeniem hydroterapii, czyli 10 minut po zakończeniu wysiłku (początkowa restytucja), przed trzecim powtórzeniem hydroterapii, czyli 20 minut po zakończeniu wysiłku (średkowa restytucja), 30 minut po zakończeniu wysiłku (końcowa restytucja).

W celu pozyskania wymienionym danych (każdorazowo z okresu 60 s), mierniki umieszczano na ciele konia dwukrotnie: pierwszy raz na okres 5 minut w spoczynku, z czego do analizy wykorzystano zapis między czwartą a piątą minutą oraz drugi raz bezpośrednio po



wysiłku – przez okres 30 minut, z czego do analizy użyto zapis między 9. a 10. minutą, następnie między 19. a 20. minutą i kolejno między 29. a 30. minutą.

Uzyskane dane transportowano następnie do pamięci komputera za pomocą urządzenia peryferyjnego typu IrDA USB 2.0 Adapter, a w kolejnym kroku analizowano w programie Polar ProTrainer 5.0 i Kubios HRV software version 2.0 [Tarvainen i in., 2014; Von Borell i in., 2007]. Wybór każdego stadium był możliwy dzięki analizie osi czasu na wykresach prezentowanych automatycznie przez program Polar ProTrainer 5.0.

Analizie poddano następujące parametry rytmu serca:

- a. HR – częstość rytmu serca, czyli liczba uderzeń serca w trakcie jednej minuty (ud/min),
- b. RR – długość trwania następujących po sobie odstępów między kolejnymi szczytami zespołów R-R krzywej EKG (ms),
- c. rMSSD – pierwiastek kwadratowy ze średniej sumy kwadratów różnic pomiędzy kolejnymi dwoma interwałami RR (ms),
- d. LF – moc widma w zakresie niskich częstotliwości w przedziale 0,04-0,15 Hz ( $\text{ms}^2$ ),
- e. HF – moc widma w zakresie wysokich częstotliwości w przedziale 0,15-0,4 Hz ( $\text{ms}^2$ ) (*high frequency*), co wskazuje na działanie układu przywspółczulnego, a jest często korelowane ze zmiennością oddechową.
- f. LF/HF – stosunek mocy widma w zakresie niskich częstotliwości do mocy widma w zakresie wysokich częstotliwości (%) [Von Borell i in., 2007].

#### **2.4. Sposób oceny skuteczności metody odprowadzania ciepła i relaksacji**

W celu oceny skuteczności metody odprowadzania ciepła i relaksacji organizmu z wykorzystaniem różnych wariantów badawczych po wysiłku o małym, a następnie o średnim natężeniu ustalono następujące procedury:

I. Metody odprowadzania ciepła na podstawie temperatury wewnętrznej i powierzchniowej:

1) Punkt odniesienia – wartości spoczynkowe

- a. Spoczynkową wartość temperatury wewnętrznej i powierzchniowej uznano za 100%;

- b. Ustalono procentowy udział wartości temperatury wewnętrznej i powierzchniowej odnotowanej po wysiłku oraz podczas początkowej, środkowej i końcowej restytucji w analogicznych wartościach spoczynkowych;
    - c. Uzyskane procentowe udziały uśredniono, a następnie zsumowano w obrębie kolejnych wariantów badawczych: cztery (powysiłkowy, z początkowej, środkowej i końcowej restytucji) z zakresu temperatury wewnętrznej i cztery analogiczne z zakresu temperatury powierzchniowej – co określono jako dwie sumy procentowych udziałów);
- 2) Punkt odniesienia – wartości powysiłkowe
  - a. Powysiłkową wartość temperatury wewnętrznej i powierzchniowej uznano za 100%;
  - b. Ustalono procentowy udział wartości temperatury wewnętrznej i powierzchniowej odnotowanej podczas początkowej, środkowej i końcowej restytucji w analogicznych wartościach powysiłkowych;
  - c. Uzyskane procentowe udziały uśredniono, a następnie zsumowano w obrębie kolejnych wariantów badawczych: trzy (z początkowej, środkowej i końcowej restytucji) z zakresu temperatury wewnętrznej i trzy analogiczne z zakresu temperatury powierzchniowej – co określono jako dwie sumy procentowych udziałów);
- 3) Ustalono punktację (w skali 1-4) na podstawie sumy procentowych udziałów temperatury wewnętrznej i powierzchniowej w obrębie wariantów badawczych zakładając, że o wyższej liczbie punktów decyduje: 1) niższa średnia wartość uzyskanych sum procentowych udziałów oraz 2) istotne różnice między tymi średnimi. W przypadku braku istotnych różnic przydzielono jednakową punktację, np. wartość najniższa uzyskiwała 4 punkty, wartość wyższa od niej, czyli druga w kolejności uzyskiwała 3 punkty, pod warunkiem, że różniła się istotnie od wartości najniższej. Jeżeli takiej różnicy nie było otrzymywała również 4 punkty. Trzecia w kolejności wartość uzyskiwała wówczas 2 punkty, bez względu, czy wartość ją poprzedzająca była wyceniona na 3, czy też na 4 punkty, itd. W konsekwencji, konkretna cecha opisana za pomocą sumy różnic mogła uzyskać po 4 punkty w przypadku każdego wariantu badawczego, gdy nie było istotnych różnic między średnimi lub też punktację od 1 do 4 w przypadku wystąpienia istotnych różnic między każdą z czterech średnich.
- 4) Końcowy ranking ustalono sumując punkty uzyskane za sumę procentowych udziałów analizowanych cech w ramach kolejnych wariantów badawczych z uwzględnieniem wartości spoczynkowej jako pierwszego punktu odniesienia i wartości powysiłkowej jako

drugiego punktu odniesienia. O wyższym miejscu rankingowym decydowała większa liczba punktów.

## II. Metody relaksacji organizmu na podstawie parametrów częstości i zmienności rytmu serca:

- 1) Za punkt odniesienia uznano jedynie wartości spoczynkowe. Decyzja podyktowana była faktem niekontrolowanych zmian parametrów HRV związanych z wysiłkiem [Munsters i in., 2012], co mogłoby zakłócić rzetelność wyników związanych docelowo z oceną procesu relaksacji;
- 2) Analizowane parametry częstości i zmienności rytmu serca pogrupowano uwzględniając pożądaną w procesie relaksacji wysoki lub niski poziom parametru. Do grupy parametrów o oczekiwanym niskim poziomie zakwalifikowano HR, LF i LF/HF, natomiast parametry RR, rMSSD i HF znalazły się w grupie parametrów o pożądanym wysokim poziomie [Janczarek i in. 2016b; Von Borell i in., 2007];
- 3) Procedury ustalono w zależności od punktu odniesienia, który stanowił pożądaną poziom parametrów;

### A) Punkt wyjściowy – parametry o pożądanym niskim poziomie

- a. Spoczynkową wartość parametrów HR, LF i LF/HF uznano za 100%;
- b. Ustalono procentowy udział wartości HR, LF i LF/HF odnotowanej po wysiłku oraz podczas początkowej, środkowej i końcowej restytucji w analogicznych wartościach spoczynkowych;
- c. Uzyskane procentowe udziały uśredniono, a następnie zsumowano w obrębie kolejnych wariantów badawczych: po cztery (powysiłkowy, z początkowej, środkowej i końcowej restytucji) z zakresu każdego z trzech parametrów – co określono jako trzy sumy procentowych udziałów);
- d. Ustalono punktację (w skali 1-4) na podstawie sumy procentowych udziałów parametrów HR, LF i LF/HF w obrębie wariantów badawczych zakładając, że o wyższej liczbie punktów decyduje: 1) niższa średnia wartość uzyskanych sum procentowych udziałów oraz 2) istotne różnice między tymi średnimi. W przypadku braku istotnych różnic przydzielono jednakową punktację, np. wartość najniższa uzyskiwała 4 punkty, wartość wyższa od niej, czyli druga w kolejności uzyskiwała 3 punkty, pod warunkiem, że różniła się istotnie od wartości najniższej. Jeżeli takiej różnicy nie było, otrzymywała również 4 punkty. Trzecia w kolejności wartość uzyskiwała natomiast 2 punkty, bez względu, czy wartość ją poprzedzająca była wyceniona na 3, czy też na 4 punkty, itd. W konsekwencji konkretna cecha opisana za pomocą sumy procentowych udziałów

mogła uzyskać po 4 punkty w przypadku każdego wariantu badawczego, gdy nie było istotnych różnic między średnimi lub też punktację od 1 do 4 w przypadku wystąpienia istotnych różnic między każdą z czterech średnich.

B) Punkt wyjściowy – parametry o pożądanym wysokim poziomie

- a. Spoczynkową wartość parametrów RR, rMSSD i HF uznano za 100%;
- b. Ustalono procentowy udział wartości RR, rMSSD i HF odnotowanej po wysiłku oraz podczas początkowej, środkowej i końcowej restytucji w analogicznych wartościach spoczynkowych;
- c. Uzyskane procentowe udziały uśredniono, a następnie zsumowano w obrębie kolejnych wariantów badawczych: po cztery (powysiłkowy, z początkowej, środkowej i końcowej restytucji) z zakresu każdego z trzech parametrów – co określono jako trzy sumy procentowych udziałów;
- d. Ustalono punktację (w skali 1-4) na podstawie sumy procentowych udziałów parametrów RR, rMSSD i HF w obrębie wariantów badawczych zakładając, że o wyższej liczbie punktów decyduje: 1) wyższa średnia wartość uzyskanych sum procentowych udziałów oraz 2) istotne różnice między tymi średnimi. W przypadku braku istotnych różnic przydzielono jednakową punktację, np. wartość najwyższa uzyskiwała 4 punkty, wartość niższa od niej, czyli druga w kolejności uzyskiwała 3 punkty, pod warunkiem, że różniła się istotnie od wartości najniższej. Jeżeli takiej różnicy nie było otrzymywała również 4 punkty. Trzecia w kolejności wartość uzyskiwała natomiast 2 punkty, bez względu, czy wartość ją poprzedzająca była wyceniona na 3, czy też na 4 punkty, itd. W konsekwencji konkretna cecha opisana za pomocą sumy procentowych udziałów mogła uzyskać po 4 punkty w przypadku każdego wariantu badawczego, gdy nie było istotnych różnic między średnimi lub też punktację od 1 do 4 w przypadku wystąpienia istotnych różnic między każdą z czterech średnich.

- 4) Końcowy ranking ustalono sumując punkty uzyskane za sumę procentowych udziałów analizowanych cech w ramach kolejnych testowanych metod z uwzględnieniem parametrów o pożądanej niskiej wartości jako pierwszego punktu odniesienia i parametrów o pożądanej wysokiej wartości jako drugiego punktu odniesienia. O wyższym miejscu rankingowym decydowała większa liczba punktów.

## **2.5. Metody statystyczne**

Zgromadzone dane poddano testowaniu w kierunku normalności rozkładu. Zastosowano cztery różne metody testowania: test chi kwadrat, test Kołmogorowa-Smirnowa, test Lillieforsa, test Shapiro-Wilka. Nie odnotowano ani jednego przypadku, by wszystkie metody testowania odrzuciły normalność rozkładu danych. Analizy statystyczne oparte zostały o modele wieloczynnikowej analizy wariancji (*Repeated Measures Analysis of Variance*) dla danych z powtarzanymi pomiarami (dane zależne – wielokrotne pomiary na tej samej grupie koni) oraz wielokrotne testy T – Tukey’a, przy przyjętym poziomie istotności  $\alpha = 0.05$  [Tarvainen, 2014]. Zastosowane modele analizy wariancji objęły efekty główne badanych czynników (etap doświadczenia - natężenie wysiłku, wariant badawczy po powtarzonym czterokrotnie wysiłku w każdym z etapów doświadczenia, stadium pomiarowe - powtórzenie konkretnego wariantu badawczego podczas restytucji) i ich interakcje [SAS Institute Inc, 2003]. Istotność różnic między średnimi wyrażonymi w procentach określono testem Parkera [Parker, 1978].

## **3. Wyniki**

### **3.1. Odprowadzanie ciepła**

#### **3.1.1. Temperatura wewnętrzna**

W przypadku interakcji czynnika wariantu badawczego i natężenia wysiłku nie odnotowano istotnych różnic w obrębie spoczynkowej temperatury wewnętrznej badanych koni. W każdym z analizowanych przypadków jej wartość nieznacznie przewyższała 37° C.

W obrębie powysiłkowej temperatury wewnętrznej badanych koni, która utrzymywała się na poziomie 38,04 – 38,65° C odnotowano dwa przypadki istotnych różnic między średnimi. Dotyczyły one istotnie wyższej (o 0,46° C) od pozostałych wartości omawianej cechy przed wariantem hydroterapii obszaru dolnych partii ciała podczas wysiłku o średnim natężeniu. Wartość ta była równocześnie wyższa o 0,50° C od odnotowanej podczas wysiłku o małym natężeniu.

W obrębie początkowej restytucyjnej temperatury wewnętrznej koni (od 37,83 do 38,09° C) istotne różnice między średnimi dotyczyły hydroterapii obszaru całego ciała podczas wysiłku o średnim natężeniu. Wskazana wartość była istotnie niższa od uzyskanej w wariancie kontrolnym oraz podczas hydroterapii obszaru dolnych partii ciała o odpowiednio 0,18 i 0,26° C.

W przypadku środkowej restytucyjnej temperatury wewnętrznej koni, utrzymującej się w granicach: 37,25 – 37,89 °C wystąpił jeden przypadek istotnych różnic między średnimi. Dotyczył on wariantu kontrolnego podczas wysiłku o średnim natężeniu, w obrębie którego odnotowana temperatura była istotnie niższa o 0,64° C od uzyskanej w pozostałych wariantach i niższa o 0,53° C w porównaniu z wartością odnotowaną przy małym natężeniu wysiłku.

W zakresie końcowej temperatury wewnętrznej (37,21 – 37,78° C) istotna różnica wystąpiła jedynie w obrębie czynnika wariantu badawczego. W przypadku stosowania hydroterapii obszaru całego ciała zarówno po wysiłku o małym jak i średnim natężeniu omawiana cecha była istotnie niższa o 0,36° C w przypadku wysiłku o małym natężeniu od uzyskanej w pozostałych wariantach badawczych.

### **3.1.2. Temperatura powierzchniowa**

W przypadku spoczynkowej temperatury powierzchniowej, która utrzymywała się na poziomie 31,81° C nie odnotowano istotnych różnic między analizowanymi średnimi zarówno w obrębie czynnika wariantu badawczego jak i natężenia wysiłku.

Powysiłkowa temperatura powierzchniowa (od 34,08 do 35,83° C) nie różniła się w obrębie kolejnych wariantów badawczych, co dotyczyło zarówno wysiłku o małym jak i średnim natężeniu. Istotne różnice rzędu 1,47° C pojawiły się natomiast podczas porównania różnego natężenia wysiłku. Dotyczyły one wszystkich wariantów badawczych.

Początkowa restytucyjna temperatura powierzchniowa (32,59 – 34,07° C) różniła się po zastosowaniu testowanych wariantów badawczych, ale jedynie po wysiłku o średnim natężeniu. Podczas hydroterapii obszaru górnych partii ciała i obszaru całego ciała omawiana cecha była istotnie niższa o 1,13° C od odnotowanej w pozostałych dwóch wariantach. Różnice w zakresie czynnika natężenia wysiłku pojawiły się również podczas stosowania hydroterapii górnych części, jak i całego ciała. W obydwu przypadkach niższe wartości o 1,16° C uzyskano po wysiłku o średnim natężeniu.

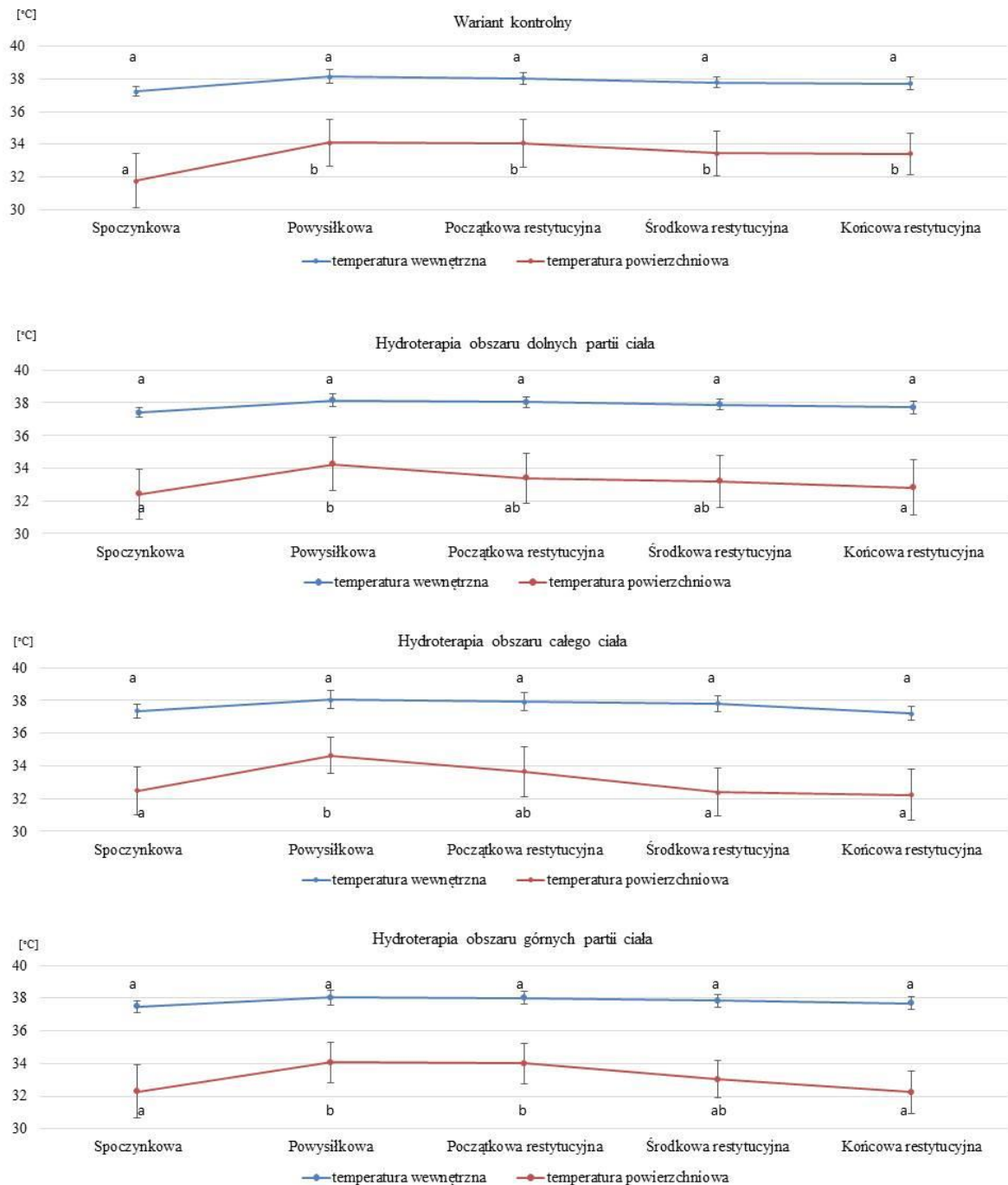
W zakresie środkowej restytucyjnej temperatury powierzchniowej (32,01 – 33,64° C) istotne różnice między średnimi charakteryzującymi różne warianty badawcze wystąpiły po małym jak i średnim natężeniu wysiłku. Podczas wariantu hydroterapii obszaru całego ciała po wysiłku o małym natężeniu cecha przyjmowała wartość istotnie niższą o 1,09° C od uzyskanej w przypadku wariantu kontrolnego. W momencie stosowania różnych wariantów hydroterapii po wysiłku o średnim natężeniu, cecha przyjmowała za każdym razem wartość istotnie niższą o około 1,50° C od wartości charakteryzującej wariant kontrolny. W obrębie czynnika natężenia

wysiłku istotne różnice wystąpiły natomiast podczas stosowania hydroterapii dolnych partii ciała. Wartość istotnie niższa o 1,02° C wystąpiła po wysiłku o średnim natężeniu.

Końcowa restytucyjna temperatura powierzchniowa w zakresie wariantu hydroterapii obszaru górnych partii (32,34° C) i całego ciała (32,23° C) po wysiłku o małym natężeniu była istotnie niższa od wariantu kontrolnego (33,42° C). Omawiana cecha podczas hydroterapii obszaru dolnych partii ciała (32,81° C) nie różniła się natomiast istotnie od pozostałych wariantów. We wszystkich wariantach hydroterapii po wysiłku o średnim natężeniu omawiana cecha była natomiast istotnie niższa o 1,46° C od odnotowanej w wariacie kontrolnym. W obrębie czynnika natężenia wysiłku istotne różnice między średnimi nie wystąpiły.

### **3.1.3. Przebieg procesu odprowadzania ciepła**

Nie odnotowano istotnych różnic między średnią wartością temperatury wewnętrznej w kolejnych stadiach pomiarowych podczas testowania wszystkich wariantów badawczych po wysiłku o małym natężeniu (ryc. 1). Różnice takowe pojawiły się natomiast w obrębie temperatury powierzchniowej. W wariacie kontrolnym wszystkie wartości były istotnie wyższe od spoczynkowej i zarazem zbliżone do siebie. Podczas stosowania hydroterapii obszaru dolnych partii ciała wartości odnotowane w spoczynku i w stadium końcowej restytucji były zbliżone i równocześnie niższe od wartości powysiłkowej. Podobna sytuacja miała miejsce podczas hydroterapii górnych partii ciała, z tym że wartość spoczynkowa i ze stadium końcowej restytucji była istotnie niższa nie tylko od wartości powysiłkowej, ale i wartości ze stadium początkowej restytucji. W wariacie hydroterapii obszaru całego ciała zbliżone do siebie wartości charakteryzowały natomiast stadium spoczynkowe oraz środkowej i końcowej restytucji. Były one istotnie niższe w porównaniu do stadium powysiłkowego.



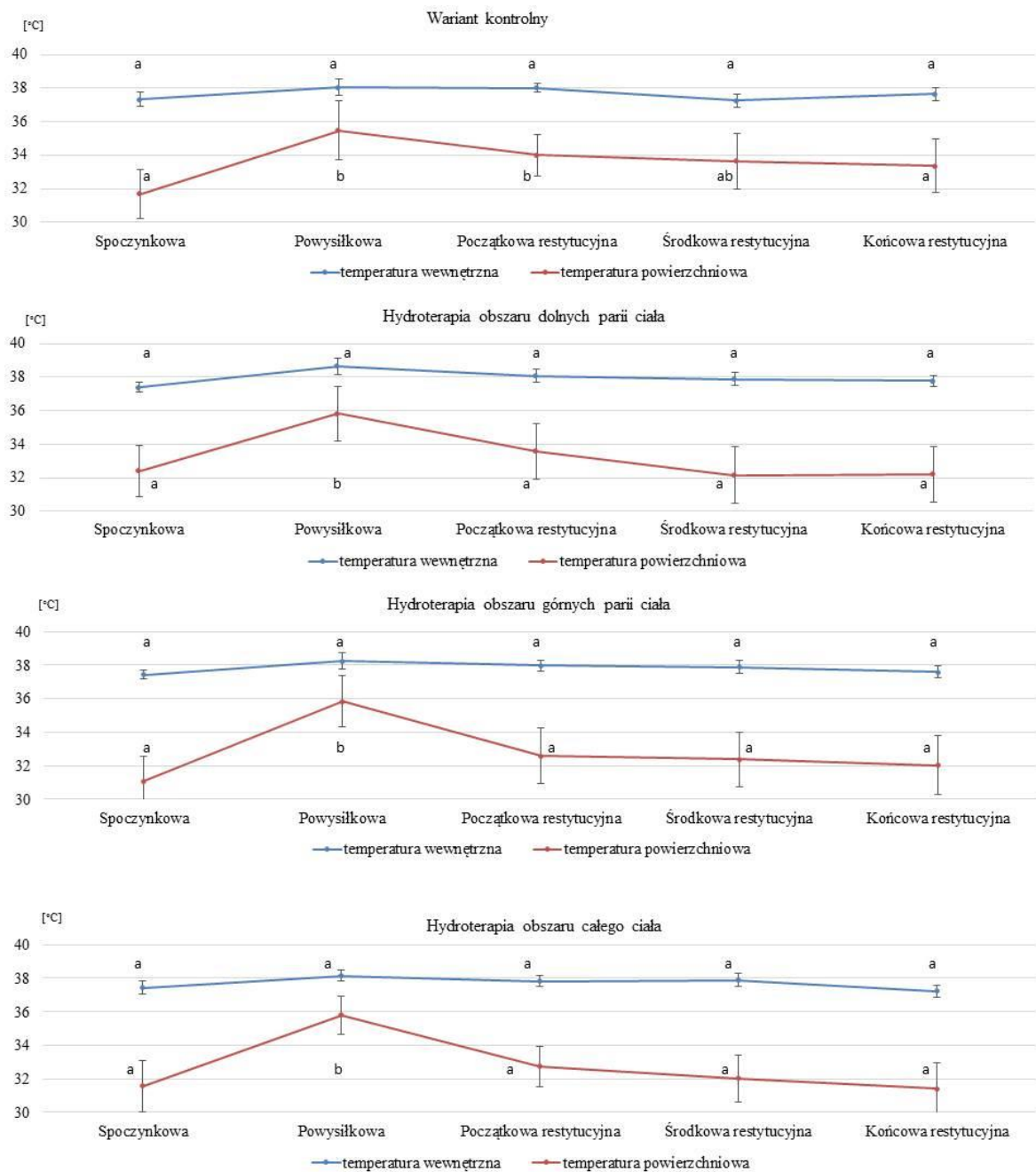
Średnie opisujące kolejne stadia badań oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$ .

Rycina 1. Przebieg procesu odprowadzania ciepła w kolejnych stadiach pomiarowych: różne warianty badawcze po wysiłku o małym natężeniu

Istotne różnice między średnią wartością temperatury wewnętrznej w kolejnych stadiach pomiarowych podczas testowania każdego z wariantów badawczych po wysiłku o średnim natężeniu nie wystąpiły (ryc. 2). W przypadku temperatury powierzchniowej wartość spoczynkowa nie różniła się istotnie od wartości ze stadium końcowej restytucji. Wartości te były natomiast istotnie niższe od wartości powysiłkowej i ze stadium początkowej restytucji w wariantach kontrolnym. Wyniki środkowej restytucji były natomiast podobne do



wyników uzyskanych we wszystkich wariantach. Podczas wszystkich wariantów hydroterapii jedynie wartość w stadium powysiłkowym była istotnie wyższa od pozostałych stadiów.



Średnie opisujące kolejne stadia badań oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$ .

Rycina 2. Przebieg procesu odprowadzania ciepła w kolejnych stadiach pomiarowych: różne warianty badawcze po wysiłku o średnim natężeniu

### 3.1.4. Ranking testowanych metod odprowadzania ciepła

Suma procentowych udziałów za temperaturę wewnętrzną po wysiłku o małym natężeniu (z wykorzystaniem wartości spoczynkowej jako punktu odniesienia) różniła

się istotnie w obrębie kolejnych wariantów badawczych. Najwyższa punktacja (4 punkty) została przyznana za wariant hydroterapii obszaru górnych partii ciała, zaś najniższa (1 punkt) za wariant kontrolny. W przypadku temperatury powierzchniowej istotnych różnic między średnimi było mniej, gdyż wariant hydroterapii dolnych i hydroterapii górnych partii ciała charakteryzował się zbliżonymi do siebie wynikami, które wyniosły odpowiednio 219,54 i 218,45%. Najwyższa punktacja (4) dotyczyła wariantu hydroterapii obszaru całego ciała. Najniższa (1) natomiast objęła wariant kontrolny.

Średnie sumy procentowych udziałów (od 266,94 do 293,73) za temperaturę wewnętrzną podczas wysiłku o małym natężeniu (z wykorzystaniem wartości powysiłkowej jako punktu odniesienia) nie różniły się istotnie jedynie w obrębie wariantu hydroterapii obszaru dolnych i górnych partii ciała. Najwyższa punktacja (4 punkty) dotyczyła wariantu hydroterapii obszaru całego ciała, zaś najniższa (1 punkt) wariantu kontrolnego. W przypadku temperatury powierzchniowej jedynie średnia suma procentowych udziałów w wariacie hydroterapii obszaru całego ciała (269,27%) okazała się istotnie niższa od pozostałych. Wartość ta uzyskała najwyższą punktację (4 punkty).

Suma procentowych udziałów za temperaturę wewnętrzną i powierzchniową po wysiłku o średnim natężeniu (z wykorzystaniem wartości spoczynkowej jako punktu odniesienia) nie różniła się istotnie w obrębie wariantu hydroterapii obszaru górnych partii ciała i hydroterapii obszaru całego ciała wynosząc odpowiednio 337,84 i 331,32%. Równocześnie te dwa warianty uzyskały najwyższą punktację (po 4 punkty) w zakresie temperatury wewnętrznej. Najwyższa punktacja (4 punkty) za temperaturę powierzchniową dotyczyła natomiast wariantu hydroterapii obszaru całego ciała. Najniższa punktacja (1 punkt) objęła temperaturę wewnętrzną w wariacie kontrolnym. Wariantom hydroterapii obszaru dolnych partii ciała i górnych partii ciała za temperaturę powierzchniową przyznano taką samą punktację, która wyniosła 3.

Suma procentowych udziałów za temperaturę wewnętrzną po wysiłku o średnim natężeniu (z wykorzystaniem wartości powysiłkowej jako punktu odniesienia) była zbliżona do siebie w wariacie kontrolnym i wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała (285,30 i 283,23%), zaś w dwóch kolejnych wariantach hydroterapii była istotnie niższa od pozostałych o 14,43%. Dwa ostatnie warianty uzyskały najwyższą punktację (4 punkty). W przypadku temperatury powierzchniowej, jedynie suma procentowych udziałów w wariacie hydroterapii obszaru całego ciała (275,95%) różniła się istotnie od pozostałych. Uzyskała ona najwyższą punktację wynoszącą 4.

W tabeli 2 zaprezentowano końcowe miejsca rankingowe kolejnych wariantów badawczych przyznane na podstawie sumy punktów za temperaturę wewnętrzną i powierzchnię uzyskanych z uwzględnieniem wartości spoczynkowych i powysiłkowych jako punktów odniesienia. Zarówno w przypadku małego jak i średniego natężenia wysiłku pierwsze miejsca rankingowe zajął wariant hydroterapii obszaru całego ciała. Ostatnie miejsce zostało natomiast przydzielone wariantowi kontrolnemu.

Tabela 2. Końcowe miejsca rankingowe kolejnych wariantów badawczych przyznane na podstawie sumy punktów za temperaturę wewnętrzną i powierzchnię uzyskanych z uwzględnieniem wartości spoczynkowych i powysiłkowych jako punktów odniesienia

Wariant badawczy	Małe natężenie wysiłku		Średnie natężenie wysiłku	
	Suma punktów	Miejsce rankingowe	Suma punktów	Miejsce rankingowe
Kontrolny	6	IV	9	IV
Hydroterapia obszaru dolnych partii ciała	11	III	10	III
Hydroterapia obszaru górnych partii ciała	13	II	14	II
Hydroterapia obszaru całego ciała	15	I	16	I

## 3.2. Relaksacja

### 3.2.1. Parametry częstości i zmienności rytmu serca

W obrębie czynnika wariantu badawczego nie odnotowano istotnych różnic między średnimi spoczynkowymi parametrami HRV, które wyniosły odpowiednio: HR – 37,64 ud/min.; RR – 1541,46 ms; rMSSD – 91,20 ms; LF – 3549,99 ms<sup>2</sup>; HF – 2196,89 ms<sup>2</sup>; LF/HF – 196,48%. Jedyna istotna różnica dotyczyła porównania parametrów LF, HF i LF/HF przed wysiłkiem o małym natężeniu (odpowiednio: 4250,53 ms<sup>2</sup>, 2600,83 ms<sup>2</sup> i 218,97%) w zestawieniu z wysiłkiem o średnim natężeniu (odpowiednio: 2472,83 ms<sup>2</sup>, 1625,44 ms<sup>2</sup> i 199,92%) w wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała.

Powysiłkowe parametry częstości i zmienności rytmu serca koni poddawanych wysiłkowi o małym i średnim natężeniu nie różniły się w obrębie analizowanych wariantów badawczych. Wyniosły one odpowiednio: HR – 64,98 ud/min.; RR – 925,28 ms; rMSSD – 38,27 ms; LF – 1297,59 ms<sup>2</sup>; HF – 460,55 ms<sup>2</sup>; LF/HF – 371,56%. Takowe różnice wystąpiły natomiast podczas porównania wartości parametrów odnotowanych po różnym natężeniu wysiłku, ale w tym samym wariacie badawczym. Dotyczyły one HR (od 59,59 ud/min. w

wariancie hydroterapii górnych partii ciała po wysiłku o małym natężeniu do 71,18 ud/min. w wariancie hydroterapii obszaru górnych partii ciała po wysiłku o średnim natężeniu) i RR (od 816,94 ms w wariancie kontrolnym po wysiłku o średnim natężeniu do 1046,06 ms w wariancie hydroterapii obszaru górnych partii ciała po wysiłku o średnim natężeniu), HF (od 269,94 ms<sup>2</sup> w wariancie kontrolnym po wysiłku o średnim natężeniu do 681,04 ms<sup>2</sup> w wariancie hydroterapii dolnych partii ciała po wysiłku o małym natężeniu), LF/HF (od 221,35% w wariancie kontrolnym po wysiłku o małym natężeniu do 455,21 % w wariancie kontrolnym po wysiłku o średnim natężeniu) oraz rMSSD (od 31,34 ms w wariancie kontrolnym po wysiłku o średnim natężeniu do 44,86 ms w wariancie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała po wysiłku o małym natężeniu) i LF (od 1016,71 ms<sup>2</sup> w wariacie kontrolnym po wysiłku o średnim natężeniu do 1390,83 ms<sup>2</sup> w pozostałych wariantach).

Biorąc pod uwagę początkową restytucję w obrębie czynnika wariantu badawczego istotne różnice między średnimi charakteryzowały rMSSD (od 46,94 do 61,05 ms) i LF (od 1455,86 do 2614,50 ms<sup>2</sup>) po wysiłku o małym natężeniu oraz HF po obydwu rodzajach wysiłku (od 679,25 do 1308,05 ms<sup>2</sup> podczas wysiłku o małym natężeniu oraz od 436,03 do 796,21 ms<sup>2</sup> podczas wysiłku o średnim natężeniu). Najczęściej odróżniały one wariant hydroterapii górnych partii ciała (1051,25 ms<sup>2</sup>) od pozostałych wariantów badawczych (ca 694,51 ms<sup>2</sup>). Różnice wystąpiły także podczas porównania wartości parametrów odnotowanych w tych samych wariantach po różnym natężeniu wysiłku. Dotyczyły one HF w wariancie kontrolnym (679,25 i 436,03 ms<sup>2</sup>), hydroterapii dolnych partii ciała (754,50 i 585,22 ms<sup>2</sup>) i górnych partii ciała (1308,05 i 794,44 ms<sup>2</sup>), rMSSD w dwóch wariantach badawczych (61,05 i 46,08 ms w wariancie hydroterapii górnych partii ciała oraz 49,65 i 47,36 ms w wariancie hydroterapii obszaru całego ciała) oraz HR, RR i LF w jednym wariancie badawczym (odpowiednio: 55,94 i 55,41 ud/min. w wariancie hydroterapii obszaru całego ciała, 1081,76 i 1097,06 ms w wariancie hydroterapii obszaru całego ciała oraz 2614,50 i 1277,18 ms<sup>2</sup> w wariancie hydroterapii obszaru górnych partii ciała).

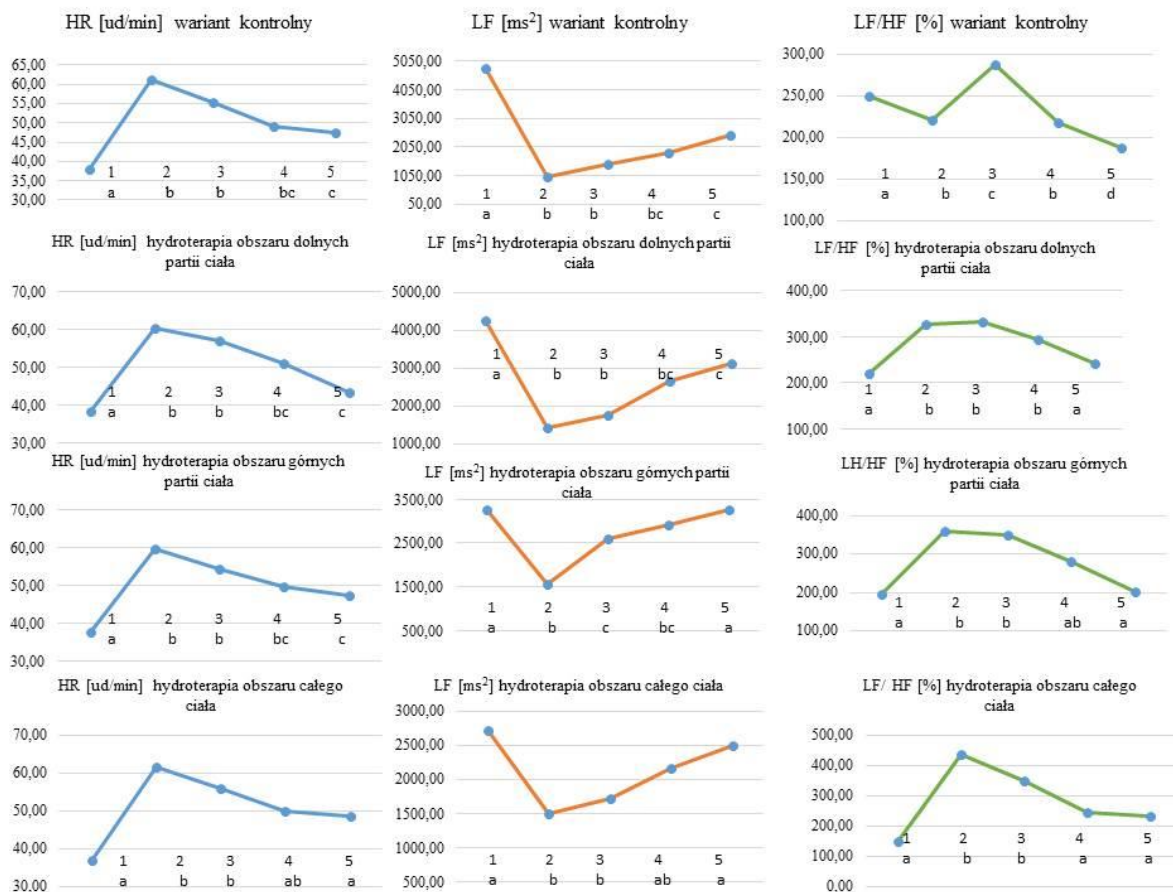
Różnice między średnimi wartościami parametrów rytmu serca w obrębie kolejnych wariantów badawczych podczas środkowej restytucji dotyczyły rMSSD (od 59,83 do 78,10 ms podczas wysiłku o małym natężeniu; od 50,56 do 98,55 ms podczas wysiłku o średnim natężeniu) i LF (od 1858,31 do 1925,12 ms<sup>2</sup> podczas wysiłku o małym natężeniu; od 1535,77 do 2606,63 ms<sup>2</sup> podczas wysiłku o średnim natężeniu) oraz dodatkowo HF (od 985,60 do 2208,22 ms<sup>2</sup>) po wysiłku o małym natężeniu. Odróżniały one wariant hydroterapii górnych partii ciała (wysiłek o małym natężeniu) i częściowo wariant hydroterapii dolnych partii ciała oraz całego ciała (wysiłek o średnim natężeniu) od pozostałych wariantów. Istotne różnice

między średnimi opisującymi ten sam wariant badawczy po różnym natężeniu wysiłku pojawiły się natomiast w przypadku rMSSD w trzech wariantach badawczych (w wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała 70,74 – 97,08 ms, w wariacie hydroterapii obszaru górnych partii ciała 60,75 – 78,10 ms i w wariacie hydroterapii obszaru całego ciała 98,55 – 60,53 ms) i HF w dwóch wariantach badawczych (w wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała 1047,03 – 1545,70 ms<sup>2</sup> i w wariacie hydroterapii obszaru górnych partii ciała 1184,91 – 2208,22 ms<sup>2</sup>).

Końcowe restytucyjne parametry częstości i zmienności rytmu serca różniły się istotnie między wariantami badawczymi w obrębie HF po wysiłku o małym natężeniu (od 1251,65 do 2582,77 ms<sup>2</sup>) oraz rMSSD i LF/HF po wysiłku o średnim natężeniu (odpowiednio: 60,66 – 70,86 ms; 166,46 - 263,73 %). Wyniki odmienne od pozostałych dotyczyły głównie wariantu hydroterapii górnych partii ciała. Istotne różnice w obrębie tego samego wariantu, ale po wysiłku o różnym natężeniu dotyczyły rMSSD w trzech wariantach badawczych (12,81 ms w wariacie kontrolnym, 14,82 ms w wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała, 10,3 ms w wariacie hydroterapii obszaru górnych partii ciała), LF i HF w dwóch wariantach (566,6 i 881,72 ms<sup>2</sup> w wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała, 1229,44 i 932,49 ms<sup>2</sup> w wariacie hydroterapii obszaru górnych partii ciała) i LF/HF (76,82% w wariacie kontrolnym).

### **3.2.2. Przebieg procesu relaksacji**

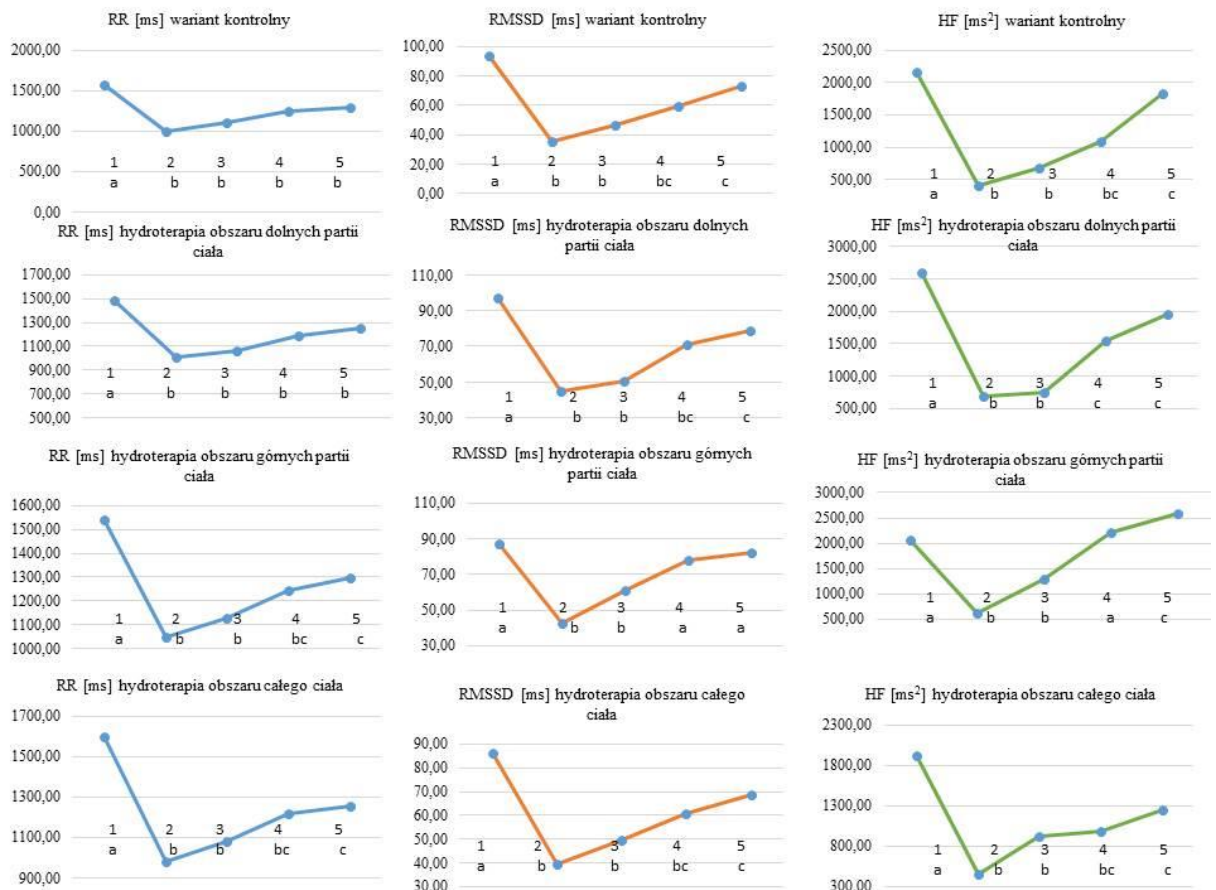
Bezpośrednio po wysiłku o małym natężeniu odnotowano istotne zróżnicowanie poziomu parametrów pracy serca o pożądanej niskiej wartości w stosunku do poziomu spoczynkowego (ryc. 3). Sytuacja ta była widoczna we wszystkich wariantach badawczych. Istotny wzrost charakteryzował HR i LF/HF (z wyjątkiem wariantu kontrolnego), zaś spadek wystąpił w przypadku LF. W kolejnych fazach restytucji sytuacja była odwrotna, gdyż parametry HR i LF/HF stopniowo spadały, a LF wzrastał. W ostatniej fazie restytucji parametr LF uzyskał wartość zbliżoną do spoczynkowej, co dotyczyło wariantu hydroterapii górnych partii ciała i hydroterapii całego ciała. Parametr LF/HF we wszystkich wariantach hydroterapii w fazie końcowej restytucji uzyskał natomiast wartości zbliżone do spoczynkowych. Parametr HR był istotnie wyższy od spoczynkowego w każdym stadium, oprócz końcowej restytucji hydroterapii obszaru całego ciała. Parametr LF/HF okazał się natomiast istotnie niższy od spoczynkowego w kontrolnym wariacie badań.



Stadium - 1: spoczynkowe, 2: powysiłkowe, 3: początkowej restytucji, 4: środkowej restytucji, 5: końcowej restytucji  
 Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$ .

Rycina 3. Przebieg procesu relaksacji w kolejnych stadiach pomiarowych na podstawie parametrów o pożądanej niskiej wartości: różne warianty badawcze po wysiłku o małym natężeniu

W stadium bezpośrednio po wysiłku o małym natężeniu odnotowano istotny spadek poziomu wszystkich parametrów o pożądanej wysokiej wartości w stosunku do wartości spoczynkowej (ryc. 4). W kolejnych stadiach restytucji następował stopniowy wzrost tych parametrów. Tylko w jednym przypadku (rMSSD podczas hydroterapii górnych partii ciała) parametr osiągnął wartość zbliżoną do spoczynkowej. W pozostałych wariantach parametry były najczęściej istotnie niższe od spoczynkowych i równocześnie istotnie wyższe od powysiłkowych. Wyjątek w tym zakresie stanowił parametr RR w wariantcie kontrolnym i wariantcie hydroterapii dolnych partii ciała.

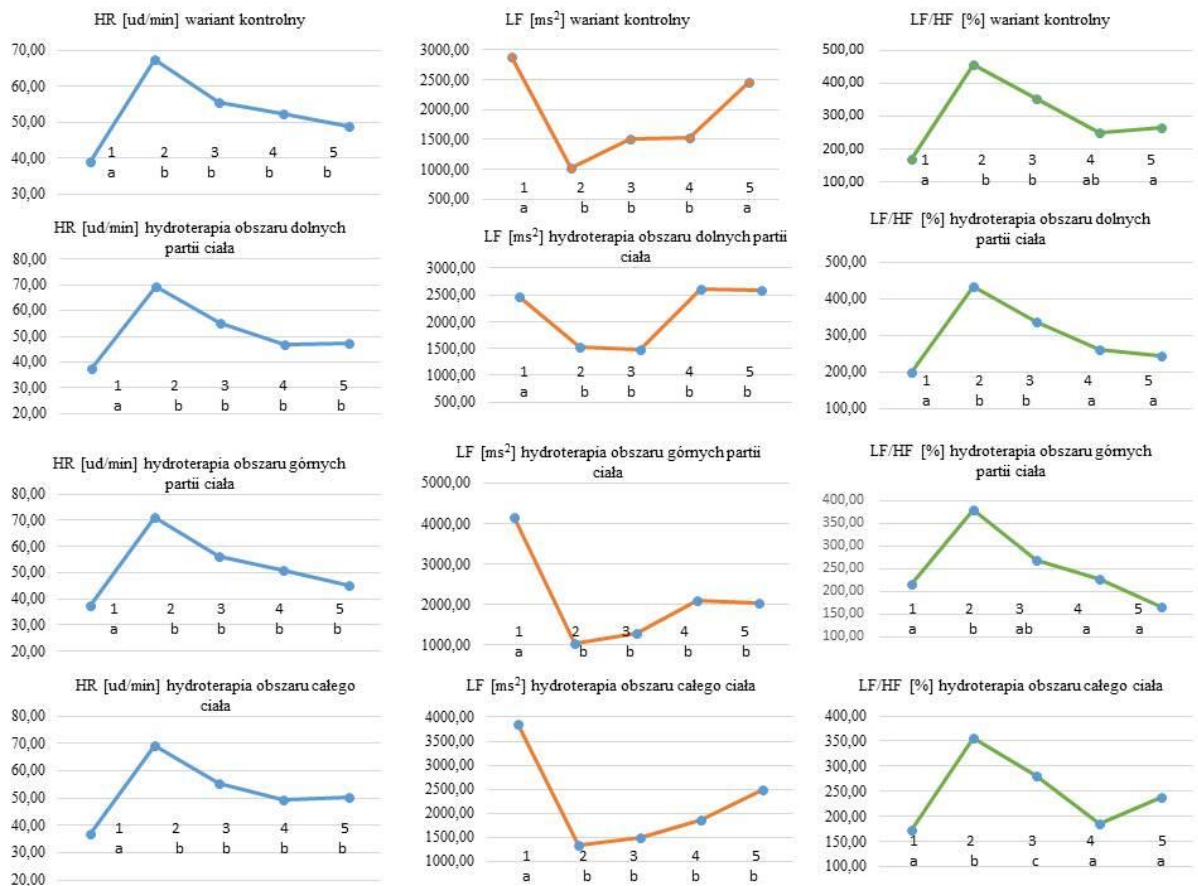


Stadium - 1: spoczynkowe, 2: powysiłkowe, 3: początkowej restytucji, 4: środkowej restytucji, 5: końcowej restytucji  
 Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$ .

Rycina 4. Przebieg procesu relaksacji w kolejnych stadiach pomiarowych na podstawie parametrów o pożądanej wysokiej wartości: różne warianty badawcze po wysiłku o małym natężeniu

Po wysiłku o średnim natężeniu odnotowano istotne różnice w poziomie wszystkich parametrów o pożądanej niskiej wartości w stosunku do ich poziomu spoczynkowego (ryc. 5). Powysiłkowe parametry HR i LF/HF charakteryzowały się istotnie wyższą wartością od spoczynkowej, zaś parametr LF okazał się istotnie niższy. Podczas kolejnych stadiów restytucji parametr LF najczęściej nie zbliżał się do wartości spoczynkowej utrzymując równocześnie wartość zbliżoną do powysiłkowej. W przypadku LF/HF wartość ta była zbliżona do spoczynkowej, co podczas hydroterapii górnych partii ciała nastąpiło już w stadium początkowej restytucji.



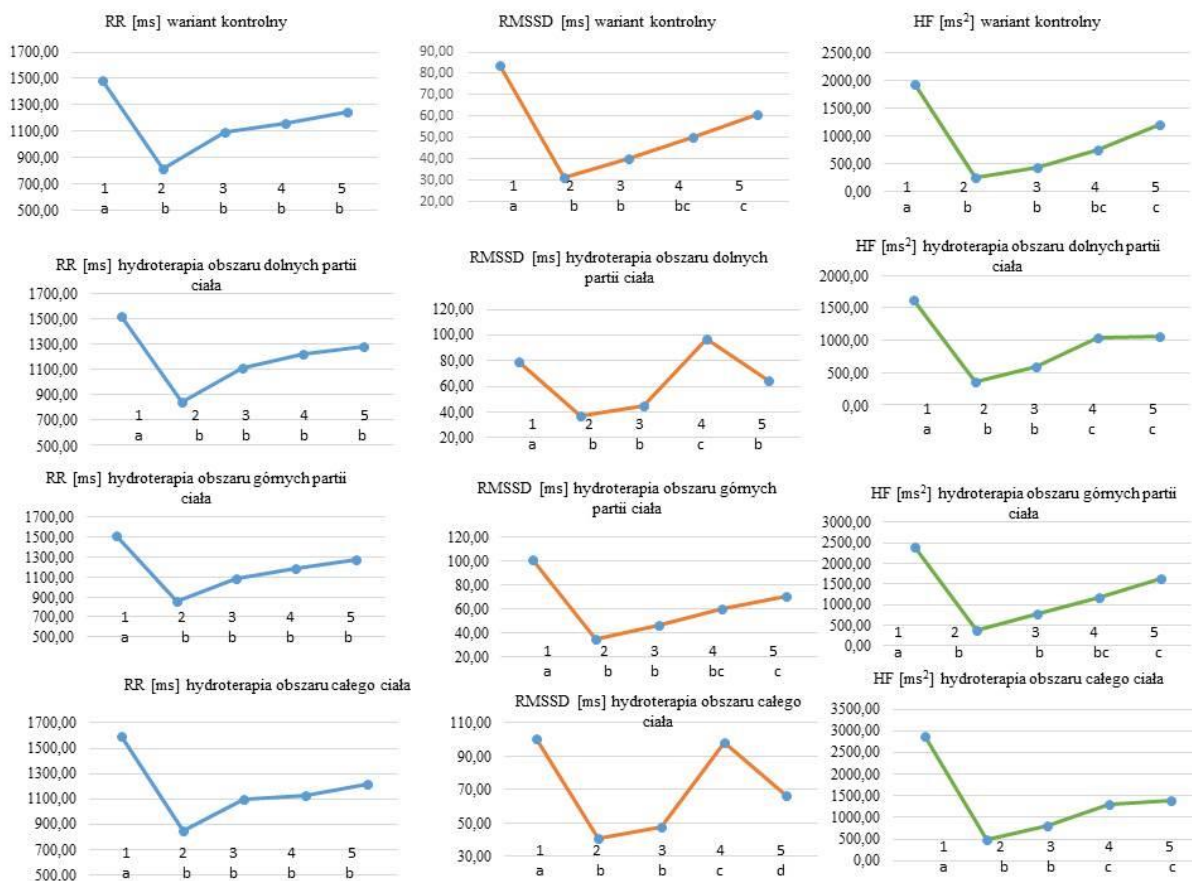


Stadium - 1: spoczynkowe, 2: powysiłkowe, 3: początkowej restytucji, 4: środkowej restytucji, 5: końcowej restytucji  
 Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$ .

Rycina 5. Przebieg procesu relaksacji w kolejnych stadiach pomiarowych na podstawie parametrów o pożądanej niskiej wartości: różne warianty badawcze po wysiłku o średnim natężeniu

W przypadku wysiłku o średnim natężeniu, wartości parametrów pracy serca o pożądanym wysokim poziomie były istotnie niższe po wysiłku w stosunku do odnotowanych w spoczynku (ryc. 6). W kolejnych stadiach restytucji sytuacja była natomiast zróżnicowana. W przypadku RR wszystkie trzy wartości restytucyjne nie różniły się istotnie w porównaniu do wartości powysiłkowej. Parametr rMSSD wzrastał w wariantach kontrolnym i podczas hydroterapii górnych partii ciała lub wahał się przyjmując wówczas najwyższą wartość w stadium środkowej restytucji w pozostałych wariantach. Wartości HF w stadium końcowej restytucji były natomiast najczęściej istotnie wyższe od uzyskanych bezpośrednio po wysiłku.





Stadium - 1: spoczynkowe, 2: powysiłkowe, 3: początkowej restytucji, 4: środkowej restytucji, 5: końcowej restytucji

Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $P \leq 0.05$

Rycina 6. Przebieg procesu relaksacji w kolejnych stadiach pomiarowych na podstawie parametrów o pożądanej wysokiej wartości: różne warianty badawcze po wysiłku o średnim natężeniu

### 3.2.3. Ranking testowanych metod relaksacji

Sumy procentowych udziałów w obrębie parametrów o pożądanej niskiej wartości, analizowane po wysiłku o małym natężeniu różniły się istotnie między kolejnymi wariantami badawczymi w obrębie LF (od 190,36 do 1621,92%) i LF/HF (od 553,49 do 1490,48%). W przypadku LF wartości zbliżone do siebie (190,36 – 272,36%) i równocześnie istotnie niższe od pozostałych odnotowano w wariacie kontrolnym i wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała. Najniższa (553,49%) i zarazem najwyższej punktowana (4 punkty) wartość LF/HF wystąpiła natomiast w kontrolnym wariacie doświadczenia.

Różnice w sumach procentowych udziałów w zakresie parametrów o pożądanej wysokiej wartości, analizowanych po wysiłku o małym natężeniu, dotyczyły rMSSD (od 239,19 do 452,94%) i HF (od 223,44 do 964,14%). W pierwszym z wymienionych przypadków średnia w wariacie hydroterapii obszaru górnych partii ciała (452,94%) była

istotnie wyższa od pozostałych. W przypadku HF najniższe wartości objęły natomiast wariant kontrolny (223,44%) i wariant hydroterapii obszaru dolnych partii ciała (292,58%).

Istotne różnice między kolejnymi wariantami badawczymi w obrębie parametrów HRV o pożądanej niskiej wartości po wysiłku o średnim natężeniu występowały sporadycznie. Wartości te wyniosły odpowiednio: HR 549,63; LF 453,66; LF/HF 868,62 (%). Odnotowano jedynie istotnie niższą od pozostałych wartość LF (235,25%) i LF/HF (660,35%) w wariacie hydroterapii obszaru górnych partii ciała.

Różnice sumy procentowych udziałów w przypadku parametrów o pożądanej wysokiej wartości, analizowanych po wysiłku o średnim natężeniu, dotyczyły rMSSD (314,37%) i HF (299,42%). W obydwu przypadkach odnotowano wartość istotnie wyższą od pozostałych w wariacie hydroterapii obszaru dolnych partii ciała. Wyniosła ona dla rMSSD 463,96 i HF 462,66 (%). Pozostałe średnie były do siebie zbliżone.

W tabeli 3 zaprezentowano końcowe miejsca rankingowe kolejnych wariantów badawczych przyznane na podstawie sumy punktów za parametry HRV uzyskanych z uwzględnieniem pożądanych niskich i wysokich wartości jako punktów odniesienia. W przypadku małego natężenia wysiłku dwa równoległe pierwsze miejsca zajął wariant kontrolny i wariant hydroterapii obszaru górnych partii ciała. Na ostatnim miejscu znalazł się natomiast wariant hydroterapii obszaru całego ciała. W obrębie wysiłku o średnim natężeniu dwa pierwsze miejsca zajęły warianty hydroterapii obszaru dolnych i górnych partii ciała. Kolejne dwa równoległe miejsca dotyczyły dwóch pozostałych wariantów.

Tabela 3. Końcowe miejsca rankingowe kolejnych wariantów badawczych przyznane na podstawie sumy punktów za parametry HRV uzyskanych z uwzględnieniem pożądanych niskich i wysokich wartości jako punktów odniesienia

Wariant badawczy	Małe natężenie wysiłku		Średnie natężenie wysiłku	
	Suma punktów	Miejsce rankingowe	Suma punktów	Miejsce rankingowe
Kontrolny	21	I-II	20	III-IV
Hydroterapia obszaru dolnych partii ciała	20	III	22	I-II
Hydroterapia obszaru górnych partii ciała	21	I-II	22	I-II
Hydroterapia obszaru całego ciała	17	IV	20	III-IV

#### **4. Stwierdzenia i wnioski**

Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujące stwierdzenia i wnioski:

- 1) Przebieg odprowadzania ciepła po wysiłku o małym lub średnim natężeniu może być analizowany jedynie na podstawie zmian temperatury powierzchniowej. Temperatura wewnętrzna jest w tym przypadku parametrem niewystarczająco czułym, co jest związane ze stabilizacją procesów fizjologicznych organizmów stałocieplnych.
- 2) Stosowanie metod wspomagania procesu odprowadzania ciepła w formie zimnej hydroterapii po wysiłku o małym natężeniu jest niewskazane ze względu na obronę organizmu przed wychłodzeniem.
- 3) Przyspieszenie procesu odprowadzania ciepła jest możliwe dzięki stosowaniu szerokiego zakresu zimnej hydroterapii, czyli obejmującego jak największy obszar ciała. Podczas wspomagania procesu przebiegającego w dłuższym czasie wystarczające jest chłodzenie górnych części ciała, tj. potylicy i szyi.
- 4) Zimna hydroterapia nie powinna być stosowana w procesach relaksacyjnych koni po wysiłku o małym i średnim natężeniu. Najbardziej niepożądanych skutków, występujących zarówno w pierwszych minutach po wysiłku jak i w okresie kolejnych 30 minut, można spodziewać się po zastosowaniu hydroterapii całego ciała. Korzystna może się natomiast okazać hydroterapia obszaru górnych partii ciała, ale jedynie po wysiłku o małym natężeniu.

## 5. Piśmiennictwo

1. Alberghina D., Piccione G., Amorini A. M., Lazzarino G., Congiu F., Lazzarino G., Tavazzi B.: Body Temperature and Plasma Nitric Oxide Metabolites in Response to Standardized Exercise Test in the Athletic Horse. *Journal of Veterinary Science* 35: 709-713, 2015.
2. Becker-Birck M., Schmidt A., Lasarzik J., Aurich J., Mosl E., Aurich Ch.: Cortisol release and heart rate variability in sport horses participating in equestrian competitions. *Journal of Veterinary Behavior* 8: 87-94, 2013.
3. Demicka A.: Integrująca rola układu krążenia w termoregulacji u zwierząt stałocieplnych. *Przeгляд Zoologiczny* 34 (1): 57-72, 1990.
4. Dragone L.: Rehabilitacja psów. Cz. III. Hydroterapia. *Magazyn Weterynaryjny* 6: 682-686, 2011.
5. Essner A., Sjöström R., Ahlgren E., Lindmark B.: Validity and reliability of Polar® RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. *Physiology & Behavior*, 114-115: 1-5, 2013.
6. Guthrie A. J., Lund R. J.: Thermoregulation: Base Mechanisms and Hyperthermia. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 14 (1): 45-59, 1998.
7. Janczarek I., Kędziński W., Stachurska A., Wilk I.: Can releasing racehorses to paddocks be beneficial? Heart rate analysis—preliminary study. *Annals of Animal Science* 16(1): 87-97, 2016.
8. Jardine D. S.: Heat Illness and Heat Stroke. *Pediatrics in Review* 28 (7): 249-260, 2007.
9. Kasprzak W.: Fizjoterapia kliniczna. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa, 2011.
10. Kato T., Ohmura H., Hiraga A., Wada S., Kuwahara M., Tsubone H.: Changes in heart rate variability in horses during immersion in warm springwater. *American Journal of Veterinary Research* 64 (12): 1482-1485, 2003.
11. Lindinger M.: Exercise in the heat: thermoregulatory limitations to performance in humans and horses. *Canadian Journal of Applied Physiology* 24 (2): 152-163, 1999.
12. Monkiewicz M., Mroczkowski S.: Wpływ intensywności użytkowania na podstawowe parametry fizjologiczne koni. *Przeгляд Hodowlany* 80 (1): 25-27, 2012.
13. Munsters C., Visser K., Broek J., Oldruitenborgh-Oosterbaan M. S.: The influence of challenging objects and horse-rider matching on heart rate, heart rate variability and behavioural score in riding horses. *The Veterinary Journal* 192: 75-80, 2012.
14. Parker R.: Wprowadzenie do statystyki dla biologów. PWN Warszawa, 133-136, 1978.

15. Przeworski A., Głodek J.: Udar cieplny u psów i kotów - patogeneza, patofizjologia i leczenie. *Życie weterynaryjne* 91 (3): 190-193, 2016.
16. Saracyn M.: Rehabilitacja najczęstszych kontuzji u koni. *VetPersonel* 3: 36-39, 2014.
17. SAS Institute Inc. CNU SAS user's guide statistics: version 9.1.3. Cary NC; 2003.
18. Tarvainen M. P., Niskanen J. P., Lipponen J. A., Ranta-Aho P. O., Karjalainen, P. A.: Kubios HRV—heart rate variability analysis software. *Computer methods and programs in biomedicine* 113 (1): 210-220, 2014.
19. Vaile J., Halson S., Gill N., Dawson B.: Effect of Hydrotherapy on Recovery from Fatigue. *International Journal of Sports Medicine* 29: 539-544, 2008.
20. Von Borell E., Langbein J., Després G., Hansen S., Leterrier C., Marchant-Forde J., Valance D.: Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—a review. *Physiology & Behavior* 92 (3): 293-316, 2007.
21. Williamson L., White S., Maykuth P., Andrews F., Sommerdahl C., Green E.: Comparison between two post exercise cooling methods. *Equine Veterinary Journal Suppl.* 18: 337-340, 1995.
22. Yamasaki H., Goto M., Yoshihara T., Sekiguchi M., Konno K., Momoi Y., Iwasaki T.: Exercise-Induced Superficial Digital Flexor Tendon Hyperthermia and the Effect of Cooling Sheets on Thoroughbreds. *Journal of Equine Sciences* 12 (3): 85-91, 2001.