

Maria SOROKO

UNIwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Zakład Hodowli Koni i Jeździectwa
ul. Kozuchowska 5A, 51-631 Wrocław

Analiza powierzchniowego rozkładu temperatur dolnych partii kończyn u młodych koni wyścigowych

Mgr inż. Maria SOROKO

Absolwent Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu na Wydziale Biologii i Hodowli Zwierząt w roku 2007. W tym samym roku rozpoczęła studia magisterskie na Uniwersytecie Aberystwyth w Walii, na Wydziale IBERS, kierunku Equine Science, które zakończyła z tytułem naukowym Magister. Praca magisterska dotyczyła możliwości zastosowania termografii w przewidywaniu lub kontrolowaniu kulawizny u koni wyścigowych. W roku 2010 rozpoczęła studia doktoranckie na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.



e-mail: marysia@cieplej.pl

Streszczenie

Celem pracy było wykrycie wczesnych zmian patologicznych związanych z intensywnym treningiem koni rasy półkrwi oraz arabów z zastosowaniem badań termograficznych. Badania obejmowały 20 koni wyścigowych w wieku 3 lat przez okres 4-6 miesięcy w odstępach 3 tygodniowych. Wyniki pomiarów analizowano za pomocą testu t-Studenta. Rozpatrywane poziomy istotności to: $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$. Zastosowana metoda porównywania średnich wartości temperatur mierzonych w czasie badawczym pozwoliła na wykrycie schorzeń w przypadku ich obustronnego wystąpienia w symetrycznych obszarach ciała. i przyspieszyła około 4 tygodni identyfikację potencjalnych stanów patologicznych, przed wystąpieniem oznak klinicznych.

Słowa kluczowe: termografia, analiza temperatur, zapalenie, konie.

Analysis of superficial temperature distribution of lower part of young race horse limbs

Abstract

Objective: The objective of the study was to predict subclinical signs of pathology inflammation associated with intensive training of young Polish Halfbred and Arabian race horses during training cycle applying temperature analysis of lower part of front limbs. **Materials and Methods:** The study was based on 20 flat race horses at age of 3 years. Thermographic images of lower part of front limbs from cranial view were taken every third week for 4-6 months. The symmetrical areas of the lower part of the limb were identified and analyzed for average temperature differences for each horse during the research cycle. The results were analyzed using the Student's t-test. The level of significance was determined as (0,05), great significant (0,01), most significant (0,001). **Results:** In case of 1 horse area of the right metacarpal bone had statistically increased temperature, indicating subclinical stages of inflammation. The remaining 3 horses demonstrated subclinical signs of inflammation in the area of the right and left metacarpal bone indicating early stages of inflammation process. **Summary:** The applied method of comparing the average temperature values of symmetrical areas, monitored during the research cycle allowed detection abnormalities also in case of their bilateral accrue of symmetrical areas. Thermography assessment accelerated identification of subclinical signs of inflammation, about 4 weeks before clinical signs occurred. This study proved that infrared diagnosis was useful in detection of pathology when images were taken regularly within a specified period of time and that they were properly interpreted. It will help in protection and identification of lower limb pathology.

Keywords: thermography, temperature analysis, inflammation, horses.

1. Wstęp

Narzędziem odczytującym mapę rozkładu temperatur badanej powierzchni ciała jest termografia. Jest to bezinwazyjna i bezdotykowa metoda diagnostyczna, bazująca na odczytywaniu promieniowania podczerwonego z jego powierzchni. Ponieważ po-

wierzchniowa temperatura ciała jest ściśle związana z charakterem podskórnego przepływu krwi i z procesami metabolicznymi tkanek, oddawane promienie podczerwone mogą odzwierciedlać zwiększony lub zmniejszony przepływ krwi w danym obszarze. Pozwala to na łatwo dostrzegalne zmiany ukrwienia związane z urazami lub innymi schorzeniami wywołującymi stany podkliniczne w organizmie. Pomiar promieniowania przedstawiony jest w termogramie, gdzie poszczególne kolory odnoszą się do odpowiedniej wartości temperatur.

W medycynie weterynaryjnej koni podkreślono przydatność wykorzystania podczerwieni w diagnozowaniu jednostronnego schorzenia dolnych partii kończyn, związanych z ropnym zapaleniem kopyta; ochwatu; syndromu trzeszczki, zapalenia ścięgna, zapalenia stawu kolanowego i stępu [1, 2, 3, 4].

Wykazano, że diagnostyka ta może być przydatna w wykrywaniu podklinicznych stanów zapalnych u koni sportowych. Ma to duże znaczenie w doborze ich treningu, ponieważ intensywny trening predysponuje do częstych kontuzji aparatu ruchu, z powodu urazu układu mięśniowo-szkieletowego, przyczyniając się do eliminacji koni ze sportu. W wyścigach najczęstszym kontuzjom ulegają struktury kończyn piersiowych co prowadzi do wystąpienia kulawizny uniemożliwiającej dalszy trening [5]. Kulawizna jest następstwem objawów stanu chorobowego poszczególnych elementów kończyny takich jak kopyta, stawy, kości, ścięgna, wiązadła. W wielu doniesieniach naukowych wykazano, że odgrywa ona główną rolę w zagrożeniu stanu zdrowia konia i jego przyszłości w sporcie [6-14].

W pracach Stromberga [15-16]; za pomocą termografii zdiagnozowano wczesne stany zapalne ścięgna mięśnia zginacza głębokiego palca, do 14 dni przed ujawnieniem się stanu klinicznego urazu. Taki sam czas w diagnozie stanu podklinicznego zapalenia potwierdził Turner [4]. W innej pracy, dzięki wykryciu wczesnych stadiów zapalnych stawów stępu i nadgarstka, ochroniono konie sportowe przed wystąpieniem kulawizny [17].

W pracy Turnara i in. [18] wykazano, że stałe monitorowanie dolnych partii kończyn piersiowych za pomocą termografii jest przydatne w przewidywaniu zapalenia i ocenie stanu zdrowia kończyn. W najnowszych publikacjach podkreślono, że metoda ta może być przydatna w wykrywaniu i przewidywaniu potencjalnego stanu patologicznego oraz przeciążeń kończyny [19].

W badaniach termograficznych ocenia się zmiany chorobowe, w przypadku jednostronnego schorzenia, poprzez porównywanie ukrwienia symetrycznych obszarów ciała. Problem pojawia się, gdy schorzenie występuje w obu tych obszarach. Celem pracy było wykrycie wczesnych zmian patologicznych, związanych z intensywnym treningiem u koni rasy półkrwi oraz arabów, z zastosowaniem analizy rozkładu temperatur dolnych partii kończyn piersiowych, w czasie cyklu treningowego dla obustronnego schorzenia.

2. Materiały i metodyka

2.1. Metody pomiarowe

Badanie opierało się na losowo wybranych 20 koniach wyścigowych: 12 koniach rasy szlachetna półkrwi (sp) i 8 koniach arabach (oo) w wieku 3 lat biegających w gonitwach płaskich. Konie były trzymane w Ośrodku Treningowym we Wrocławiu gdzie były poddane regularnym treningom na jednakowym podłożu.

Wykonano 9 badań termograficznych dolnych partii kończyn piersiowych regularnie co trzy tygodnie od stycznia do czerwca 2011 roku w stajniach A i B. W stajni C wykonano 7 pomiarów od marca do czerwca 2011 roku. Mierzono średnie wartości temperatury symetrycznych odcinków (obszarów) stawu nadgarstkowego (X1-prawy, X2-lewy), kości śródreżca (X3-prawy, X4-lewy), kości pięcynowej i koronowej (X5-prawy, X6-lewy) oraz puszek kopytowej (X5-prawy, X6-lewy) prawej i lewej kończyny piersiowej. Ujęcia dolnych partii kończyn były wykonywane od strony grzbietowej. Na wyznaczonych konturach powierzchniach badanego obszaru na termogramie wyznaczano wartość średnią temperatury. Powierzchnia pomiaru temperatury miała nie mniej niż 120 pikseli. Założono, że średni rozkład temperatur z badanego obszaru podlega rozkładowi Gaussa.

Zdjęcia termograficzne były wykonywane w stałych ustalonych dniach tygodnia, we wczesnych godzinach porannych, kiedy zwierzęta były po nocnym spoczynku w stajni. W celu zminimalizowania czynników środowiskowych, zdjęcia były wykonywane w korytarzu stajennym, przed wejściem do boksu badanego konia. Podczas wykonywania pomiarów temperatura i wilgotność otoczenia były rejestrowane. Zdjęcia termograficzne dolnych partii kończyn piersiowych badano: grzbietowo w stałej odległości 1m od zwierzęcia. Zdjęcie obejmowało struktury od stawu nadgarstkowego do kopyta. Wyniki badań termograficznych był konsultowane z lekarzem weterynarii.

2.2. Analiza statystyczna

Wartości temperatur poddano analizie statystycznej stosując uogólniony test t – Studenta, który umożliwia porównywanie grup w przypadku gdy wariancja mierzonych temperatur w obu grupach różni się istotnie statystycznie. Testem tym posłużono się do weryfikacji hipotezy zerowej (H_0) mówiącej o tym, że dwie próby losowe pochodzą z tej samej populacji wobec hipotezy alternatywnej, mówiącej, że tak nie jest. Dokładniej, $H_0: \mu_1 = \mu_2$ vs $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, gdzie μ_1 i μ_2 są wartościami oczekiwanymi rozkładów populacji reprezentowanych przez grupę 1 i 2. W pracy porównywano średnie wartości temperatur dwóch symetrycznych obszarów dolnych partii kończyn. Rozpatrywane poziomy istotności to: $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$. Gdy poziom $p > 0,05$ wówczas nie ma podstaw do odrzucenia H_0 i mówimy że nie ma istotnych różnic statystycznych co zapisujemy skrótem NS (non significant). Analizowano średnie wartości temperatur tego samego odcinka kończyny od I do VII sesji osobno dla prawej i lewej kończyny.

2.3. Aparatura

Badania wykonano za pomocą certyfikowanej kamery termograficznej VarioCAM rozdzielczości 640x480 firmy InfraTec. Użyto kamery o zakresie spektralnym (7,5...14) μm ; temperaturowym zakresie pomiarowym (-40...1.200) $^{\circ}\text{C}$, dokładności pomiaru $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ z detektorem typu: niechłodzony mikrobolometr. Analizy termogramów dokonano za pomocą licencjonowanego programu komputerowego IRBIS wersja: 3 Professional firmy InfaTec. Oprogramowanie IRBIS jest programem graficznym. Praca z programem jest możliwa od rozdzielczości 800x600 (rozdzielczość VGA), przy głębi kolorów 16 bitów. Do pomiaru temperatury oraz wilgotności użyto termohigrometru firmy Luft o zakresie pomiarowym 9...95%RH; -20...+50 $^{\circ}\text{C}$.

3. Wyniki

Z spośród grupy 12 koni sp stałe monitorowanych co trzy tygodnie przez okres 6 miesięcy i grupy 8 koni oo monitorowanych przez 4 miesiące, 4 konie zakulały, natomiast pozostałe 16 koni nie wykazało oznak klinicznych kulawizny. Głównym powodem kulawizny było zapalenie okostnej w obszarze kości śródreżca (X3, X4) u 4 koni A, B, C i D.

Koń A (termogramy 1-7)

W I sesji zaobserwowano bardzo znaczący ($p < 0,001$) wzrost temperatury prawej kości śródreżca. W II sesji nie wykazano różnicy temperatur pomiędzy prawą a lewą kości śródreżca. Od III do VII sesji wykazano statystycznie bardzo znaczący ($p < 0,001$) wzrost temperatur prawej kości śródreżca (tab. 1).

Stan zapalny obu obszarów kości śródreżca został potwierdzony weterynaryjnie pomiędzy IV a V sesją. W III sesji zlokalizowano obszary zwiększonego ukrwienia prawej i lewej kości śródreżca, wskazujące na prawdopodobny stan podkliniczny zapalenia okostnej. Pomimo wystąpienia podklinicznego stanu zapalnego w obu mierzonych obszarach, prawa kość śródreżca wykazywała statystyczny wzrost temperatury w porównaniu do VI sesji.

W ciągu cyklu badawczego od III do VI sesji zanotowano stały wzrost temperatury w prawej (od 30,35 do 28,81 $^{\circ}\text{C}$) i lewej (od 19,59 do 28,33 $^{\circ}\text{C}$) kości śródreżca, (tab. 1). W VII sesji zanotowano spadek temperatur w prawej (26,68 $^{\circ}\text{C}$) i lewej (25,90 $^{\circ}\text{C}$) kości śródreżca wskazujący na wycofywanie się stanu zapalnego, co również wykazało badanie weterynaryjne.

Tab. 1. Koń A. Średnie wartości temperatury prawej i lewej kości śródreżca z uwzględnieniem ich różnic, poziomu istotności p oraz temperatury otoczenia

Tab. 1. Horse A. Average temperature value of the right and left metacarpal bone including differences, between average temperature of the right and left metacarpal bone, significance level p and surrounding air temperature

Nr sesji	Śr temp., st. $^{\circ}\text{C}$ prawa kość śródreżca X2	Śr temp., st. $^{\circ}\text{C}$ lewa kość śródreżca X3	Różnica st. $^{\circ}\text{C}$	Poziom istotności p	Temp. otoczenia st. $^{\circ}\text{C}$
I	13,04	11,51	1,53	$p < 0,001$	2,00
II	17,25	17,37	-0,12	NS	7,02
III	20,35	19,59	0,76	$p < 0,001$	9,90
IV	22,72	21,98	0,74	$p < 0,001$	12,30
V	25,19	24,82	0,37	$p < 0,001$	18,36
VI	28,81	28,33	0,48	$p < 0,001$	20,70
VII	26,68	25,90	0,78	$p < 0,001$	16,91
[%] wzrost	104,60	125,00			

Koń B (termogramy 8-14)

W I-iej, III-iej i VI-iej sesji zaobserwowano statystycznie bardzo znaczący ($p < 0,001$) wzrost temperatury prawej kości śródreżca. Natomiast w II-iej sesji bardzo znaczący ($p < 0,001$) wzrost temperatury wykazała lewa kość śródreżca. W IV sesji wykazano istotny ($p < 0,05$) wzrost temperatur prawej kości śródreżca. W V sesji nie wykazano statystycznych różnic pomiędzy średnimi wartościami temperatur prawej i lewej kości śródreżca. Ostatnia VII sesja nie wykazała statystycznych różnic pomiędzy prawą a lewą kością śródreżca (tab. 2). Stan zapalny okostnej obu obszarów kości śródreżca został potwierdzony pomiędzy IV a V sesją. W III sesji zlokalizowano obszary zwiększonego ukrwienia prawej i lewej kości śródreżca, wskazujące na prawdopodobny początek stanu zapalenia okostnej, pomimo tego, że prawa kość śródreżca wykazywała statystycznie istotny wzrost temperatury. Wystąpienie stanu zapalnego w obu mierzonych obszarach spowodowało brak statystycznego wzrostu temperatur w V i VII sesji.

W ciągu cyklu badawczego od III do VI sesji zanotowano stały wzrost średniej wartości temperatury w prawej (od 18,32 do 29,96 $^{\circ}\text{C}$) i lewej (od 16,98 do 29,58 $^{\circ}\text{C}$), kości śródreżca (tab. 2). W VII sesji zanotowano spadek temperatur w prawej (27,69 $^{\circ}\text{C}$) i lewej (27,84 $^{\circ}\text{C}$) kości śródreżca i tym samym potwierdzono wycofywanie się stanu zapalnego co wykazano również w badaniu weterynaryjnym.

Tab. 2. Koń B. Średnie wartości temperatury prawej i lewej kości śródreżca z uwzględnieniem ich różnic, poziomu istotności p oraz temperatury otoczenia

Tab. 2. Horse B. Average temperature value of the right and left metacarpal bone including differences, between average temperature of the right and left metacarpal bone, significance level p and surrounding air temperature

Nr sesji	Śr temp., st.°C prawa kość śródreżca X2	Śr temp., st.°C lewa kość śródreżca X3	Różnica st.°C	Poziom istotności p	Temp. otoczenia st.°C
I	16,24	15,26	0,98	p<0,001	2,00
II	21,86	22,80	-0,94	p<0,001	7,02
III	18,32	16,98	1,34	p<0,001	9,90
IV	23,97	23,63	0,34	p<0,05	12,30
V	27,46	27,58	-0,12	NS	18,36
VI	29,96	29,58	0,38	p<0,001	20,70
VII	27,69	27,84	-0,15	NS	16,91
[%] wzrost	70,50	82,40			

Koń C (termogramy 15-21)

W I sesji nie wykazano statystycznych różnic pomiędzy mierzonymi obszarami kości śródreżca. W II sesji lewa kość śródreżca wykazał bardzo znaczący ($p<0,001$) wzrost temperatury. W III, IV sesji prawa kość śródreżca wykazała bardzo znaczący ($p<0,001$) wzrost temperatury. W V, VI, VII sesji nie wykazano statystycznych różnic pomiędzy mierzonymi obszarami kości śródreżca (tab. 3)

Stan zapalny okostnej obu obszarów kości śródreżca został potwierdzony pomiędzy IV a V sesją. W III sesji zlokalizowano obszary zwiększonego ukrwienia prawej i lewej kości śródreżca, wskazujące na prawdopodobny początek stanu zapalenia okostnej. Wystąpienie stanu zapalnego w obu mierzonych obszarach spowodowało brak statystycznego wzrostu temperatur w V, VI i VII sesji.

W ciągu cyklu badawczego w sesjach III-VI zanotowano stały wzrost temperatury w prawej (od 21,33 do 29,51°C) i w lewej (od 20,94 do 29,43°C) kości śródreżca. W VII sesji zanotowano spadek temperatur w prawej (24,36°C) i lewej (23,29°C) kości śródreżca potwierdzając wycofywanie się stanu zapalnego co również wykazano w badaniu weterynaryjnym.

Tab. 3. Koń C. Średnie wartości temperatury prawej i lewej kości śródreżca z uwzględnieniem ich różnic, poziomu istotności p oraz temperatury otoczenia

Tab. 3. Horse C. Average temperature value of the right and left metacarpal bone including differences, between average temperature of the right and left metacarpal bone, significance level p and surrounding air temperature

Nr sesji	Śr. temp., st.°C prawa kość śródreżca X2	Śr. temp. st.°C lewa kość śródreżca X3	Różnica st.°C	Poziom istotności, p	Temp. otoczenia, st.°C
I	13,72	13,48	0,24	NS	2,00
II	17,65	18,42	-0,77	p<0,001	7,02
III	21,33	20,94	0,39	p<0,001	9,90
IV	21,69	20,67	1,02	p<0,001	12,30
V	24,54	24,54	0,00	NS	18,36
VI	29,51	29,43	0,08	NS	20,70
VII	24,36	23,29	0,07	NS	16,91
[%] wzrost	77,60	80,20			

Koń D (termogram 22-28)

W I, V i VII sesji prawa kość śródreżca wykazała bardzo znaczący ($p<0,001$) wzrost temperatury. W II, VI sesji wykazano

istotne ($p<0,05$) zwiększone ukrwienie lewej kości śródreżca. W III sesji nie wykazano statystycznych różnic pomiędzy prawą, a lewą kość śródreżca. Czwarta sesja wykazała: istotny ($p<0,05$) wzrost temperatury prawej kości śródreżca.

Stan zapalny prawej kości śródreżca został potwierdzony pomiędzy IV a V sesją. W IV sesji zlokalizowano obszary zwiększonego ukrwienia prawej kości śródreżca wskazując na prawdopodobny początek stanu zapalenia okostnej. Wystąpienie stanu zapalnego prawej kości śródreżca spowodowało statystyczny wzrost temperatur od V do VI sesji.

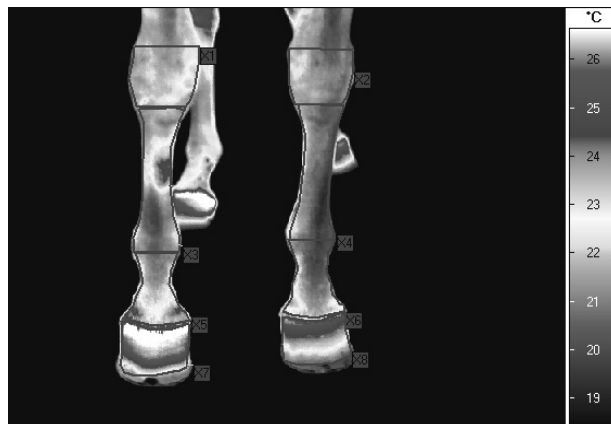
W ciągu cyklu badawczego w sesjach III-VI zanotowano stały wzrost temperatury w prawym (od 14,09 do 26,08°C) i lewym (od 14,25 do 27,01°C) obszarze kości śródreżca (tab. 4). W VII sesji zanotowano spadek temperatur (26,08°C) w prawej kości śródreżca i tym samym potwierdzono wycofywanie się stanu zapalnego, wykazane również w badaniu weterynaryjnym.

Tab. 4. Koń D. Średnie wartości temperatury prawej i lewej kości śródreżca z uwzględnieniem ich różnic, poziomu istotności p oraz temperatury otoczenia

Tab. 4. Horse D. Average temperature value of the right and left metacarpal bone including differences, between average temperature of the right and left metacarpal bone, significance level p and air temperature of surrounding

Nr sesji	Śr temp., st.°C prawa kość śródreżca X2	Śr temp., st.°C lewa kość śródreżca X3	Różnica st.°C	Poziom istotności p	Temp. otoczenia st.°C
I	17,81	17,13	0,68	p<0,001	2,00
II	22,33	22,55	-0,22	p<0,05	7,02
III	14,09	14,25	-0,16	NS	9,90
IV	22,27	22,07	0,20	p<0,001	12,30
V	25,09	24,06	1,03	p<0,001	18,36
VI	27,18	27,01	0,17	(p<0,05)	20,70
VII	26,08	24,95	1,13	p<0,001	16,91
[%] wzrost	46,40%	45,70%			

W I sesji u koni A,B,D, prawa kość śródreżca wykazywała statystycznie zwiększone ukrwienie. W drugiej sesji u koni B, C, D lewa kość śródreżca wykazała znaczący wzrost temperatury. Od III sesji dla konia A,B,C i od IV sesji dla konia D wykazano stany podkliniczne, które objawiały się stałym zwiększeniem temperatury pojedynczej (koń A,D) lub obu kości śródreżca (koń B,C). Zapalenie okostnej zostało potwierdzone pomiędzy IV a V sesją i utrzymywało się ono do VI-tej sesji we wszystkich przypadkach. Od VII-ej sesji u wszystkich koni nastąpił spadek temperatur, co może wskazywać na wycofanie się stanu zapalnego.



Rys. 1. Grzbietowy odcinek dolnej partii kończyn, kość C, IV sesja
Fig. 1. Cranial view of lower part of forelimbs of C horse, IV session

4. Wnioski

Zastosowana analiza termograficzna okazała się przydatna w lokalizowaniu podklinicznych stanów zapalnych do około 4 tygodni przed wystąpieniem klinicznych oznak zapalenia. Potwierdza to przykład koni A, B i C gdzie statystyczne zwiększenie ukrwienia kości śródreżca wykazano w III sesji. Zapalenie potwierdzono weterynaryjnie pomiędzy IV a V sesją.

Wcześniej publikacje podkreślały, że stan zapalny można przewidzieć do dwóch tygodni wcześniej [4, 15, 16, 18]. Wykrycie stanów podklinicznych do 4 tygodni może być spowodowane postępowaniem zwiększania rozdzielczości stosowanej aparatury. Zwiększana czułość kamery pozwala na coraz bardziej precyzyjną identyfikację wzrostów temperatury, a przez to umożliwia wcześniejszą rozpoznanie stanu patologicznego. Otwiera to nowe możliwości nad zastosowaniem termografii w diagnostyce koni.

W przypadku pojawienia się stanu zapalnego w obu kościach śródreżca u tego samego konia B i C gdzie wystąpił statystyczny brak różnic temperatur, analiza średniej wartości temperatur kości śródreżca, odrębnie dla prawej i lewej kończyny w cyklu badawczym pozwoliła na wykrycie wystąpienia schorzenia w symetrycznych obszarach ciała. Potwierdza to przykład koni B i C, gdzie w V sesji nie wykazano statystycznych różnic temperatur, ponieważ stan zapalny pojawił się obu kościach śródreżca. W metodzie porównywania średnich wartości temperatur nie wykazano stanu patologicznego, a jedynie poczynione obserwacje w czasie, które umożliwiły zdiagnozowanie zapalenia w obu kończynach.

We wcześniejszych pracach wskazano, że termografia zwiększa dokładność diagnostyki, poprzez dokładne lokalizowanie obszarów zapalnych, dostarczając dokładnych informacji który obszar wymaga dokładnej diagnostyki w dalszym badaniu konia [20, 21].

W badaniach autora wykazano, że pomiary termograficzne są przydatne w wykrywaniu wczesnych stanów patologicznych obu kończyn, gdy są wykonywane regularnie, w określonym przedziale czasowym oraz prawidłowo interpretowane. Mogą wtedy ułatwić i przyspieszyć identyfikację wystąpienia tam stanów patologicznych.

5. Literatura

- [1] Purohit R.C., McCoy M.D.: Thermography in diagnosis of inflammatory process in the horse, *American Journal Veterinary Research*, 1980, 41 (8), 1167-1174.
- [2] Vaden M.F., Purohit R.C., McCoy M.D., Vaughan J.T.: Thermography: A Technique for Subclinical Diagnosis of Osteoarthritis, *American Journal of Veterinary Research*, 1980, 41(8), 1175-1180.
- [3] Turner T.A., Fessler J.F., Lamp M., Pearce J.A., Geddes L.A.: Thermographic evaluations of podotrochlosis in horses, *American Journal Veterinary Research*, 1983, 44(4), 535-539.
- [4] Turner T.A.: Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Veterinary Clinical of North America: Equine Practice*, 1991, 7(2), 311-338
- [5] Williams R.B., Harkins L.S., Hammond C.J., Wood J.L.: Racehorses injuries, clinical problems and fatalities recorded on British racecourses from flat racing and National Hunt racing during 1996, 1997 and 1998, *Equine Veterinary Journal*, 2001, 33(5), 478-486.
- [6] Jeffcott L.B., Rosedale P.D., Freestone J., Frank C.J., Towers-Clark P.F.: An assessment of wastage in Thoroughbred racing from conception to 4 years of age, *Equine Veterinary*, 1982, 14(3), 185-198.
- [7] Rosedale P.D., Hopes R., Wingfield-Digby N.J., Offord K.: Epidemiological study of wastage among racehorses 1982 and 1983, *Veterinary Record*, 1985, 116(3), 66-69.
- [8] Johnson B.J., Stover M.S., Daft B.M., Kinde H., Read D.H., Barr B.C., Anderson M., Moore J., Woods L., Stoltz J., Blanchard P.: Causes of death in racehorses over a 2 year. *Equine Veterinary Journal*, 1994, 24(4), 327-330.
- [9] Buchner H.H.F., Savelbergh H.H., Schamhardt H.C., Barneveld A.: Head and trunk movement adaptations in horses with experimentally induced fore or hind limb lameness, *Equine Veterinary Journal*, 1996, 28, 71-76.
- [10] Jeffcott L.B.: Historical perspective and clinical indications, *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 1999, 15(1), 1-12.
- [11] Kane A.J., Trau J., Dargatz B., Losinger W.C., Carber L.P.: The occurrence and causes of lameness and laminitis in the US horse population, *Proceedure of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*, 2000, 46, 277-280.
- [12] Keegan K.G., Wilson D.A., Smith B.K., Wilson D.J.: Changes in kinematic variables observed during pressure induced fore limb lameness in adult horses trotting on a treadmill, *American Journal Veterinary Research*, 2006, 1(6), 612-619.
- [13] Stashak T.S.: Examination of lameness. In: Stashak, T.K. *Adam's Lameness in Horses*. 5th ed. Philadelphia Lippincott Williams and Wilkins, 2001, 113-183.
- [14] Parkin T.D.H., Clegg P.D., French N.P., Proudman C.J., Riggs C.M., Singer E.R., Webbon P.M., Morgan K.L.: Risk of fatal distal limb fractures among Thoroughbreds involved in the five types of racing in the United Kingdom, *Veterinary Record*, 2004, 154 (16), 493-497.
- [15] Stromberg B.: Morphologic, thermographic and Xe clearance studies on normal and diseased flexor tendons in race horses, *Equine Veterinary Journal*; 1973;5:156-161.
- [16] Stromberg B.: The use of the thermography in equine orthopedics, *Journal of the American Veterinary Radiology Association*, 1974;5: 94-97.
- [17] Bowman K.F., Purohit R.C., Ganjam V.K., Pechman R.D., Vaughan J.T.: Thermographic evaluation in corticosteroid efficacy in amphotericin B- induced arthritis in ponies, *American Journal of Veterinary Research*, 1983; 44 (1), 51-56.
- [18] Turner T.A., Pansch J., Wilson J.H.: Thermographic Assessment of Racing Thoroughbreds: In *Proceeding of the American Association of Equine Practitioners*, 2001, 47,344- 346.
- [19] Soroko M.: Badania kończyn koni sportowych metodą termograficzną, *Inżynieria Biomedyczna* vol. 17, nr 2/2011, 104-109.
- [20] Kold S.E., Chappell K.A.: Use of computerized thermographic image analysis (CTIA) in equine orthopedics: review and presentation of clinical cases, *Equine Veterinary Education*, 1998 10(4), 198-204.
- [21] Turner T.A.: The use of thermography in lameness evaluation, In *Proceeding of the American Association of Equine Practitioners*, 1998, 44, 224-226.

otrzymano / received: 06.08.2011

przyjęto do druku / accepted: 05.09.2011

artykuł recenzowany

INFORMACJE

**Zapraszamy do publikacji artykułów promocyjnych
w miesięczniku naukowo-technicznym PAK**

Redakcja czasopisma POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 10, pok. 30b,
tel./fax: 32 237 19 45, e-mail: wydawnictwo@pak.info.pl