

Diagnoza termograficzna w monitorowaniu rocznego treningu koni wyścigowych

MARIA SOROKO, EWA JODKOWSKA, KRZYSZTOF DUDEK*

Zakład Hodowli Koni i Jeździectwa, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
ul. Kożuchowska 7, 51-631 Wrocław

*Wydział Przyrodniczo-Techniczny, Karkonoska Państwowa Szkoła Wyższa w Jeleniej Górze,
ul. Lwówecka 18, 58-503 Jelenia Góra

Otrzymano 12.12.2013

Zaakceptowano 20.06.2014

Soroko M., Jodkowska E., Dudek K.

Thermography diagnosis in monitoring the annual training cycle of racehorses

Summary

The results of previous studies indicate the possibility of determining the impact of training on the body surface temperature of horses. The study was aimed at identifying the usefulness of thermography in monitoring the annual training cycle of racehorses. The study involved 64 clinically healthy racehorses trained for flat racing in seasons 2011 and 2012. The study was based on the measurements of the body surface temperature of the lower parts of forelimbs and back in 13 sessions in each training season of 10 months. On 3,328 thermographic images, 24 regions of interest (ROI) were selected. In each ROI the average temperature was calculated (T_{avg} °C). The surface temperature of the distal parts of forelimbs and the back measured at rest increased with each session, which was related to the duration of the training cycle. The thermographic diagnosis was useful in monitoring the changes in the body surface temperature during a training cycle and in detecting injuries caused by training overloads.

Keywords: horses, racing, thermography, training

Termografia jest metodą diagnostyczną rejestrującą promieniowanie podczerwone emitowane z powierzchni ciała. Na tej podstawie wyznaczana jest mapa temperatur na obszarze badanej powierzchni, związana z charakterem podskórnego przepływu krwi i z procesami metabolicznymi tkanek. Wykazano, że różnice temperatur pomiędzy symetrycznymi obszarami ciała powyżej 1°C wynikają ze zmian patologicznych (17, 20). Termograficznie diagnozowano kliniczne przypadki ropnego zapalenia kopyta, ochwatu, syndromu trzeszczki, zapalenia ścięgna, zapalenia stawu kolanowego i stępu, a także schorzenia kręgosłupa (3, 16, 21, 23, 24).

Wyniki badań termograficznych wskazują na przemiany energetyczne zachodzące pod wpływem czynników mikroklimatycznych i treningu (6, 13). Obciążenia treningowe powodują wzrost temperatury powierzchni ciała. Pomiar termograficzny wykonany na koniach w spoczynku i po wysiłku pozwalają uzyskać istotne dla trenerów informacje o zmieniających się obciążeniach wysiłkowych. Daje to możliwość oceny jednorazowego treningu i przygotowania konia do intensywnego wysiłku (7, 21). Badania te, wskazujące na zmiany temperaturowe zachodzące w poszczególnych partiach aparatu ruchu, były również przydatne dla opracowa-

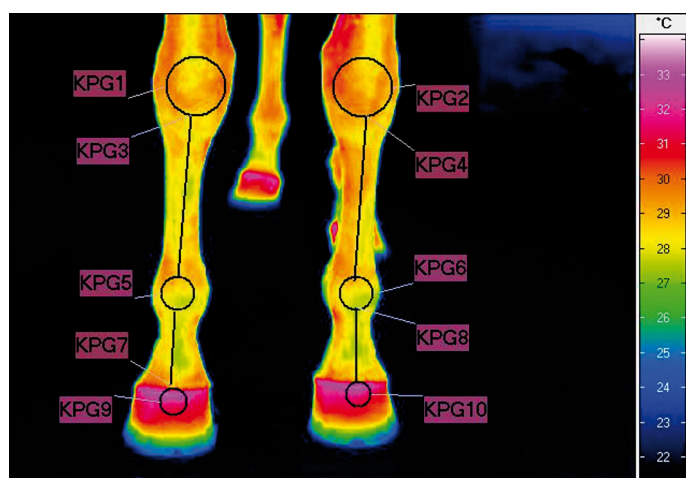
nia modelu rozkładu temperatury powierzchni ciała konia (16, 19, 20). Wykazano, że optymalną porą dla pomiarów temperatury powierzchni ciała konia jest czas przed wysiłkiem lub dzień po treningu (7).

Celem badań było określenie przydatności okresowych badań termograficznych koni wyścigowych w rocznym cyklu treningowym.

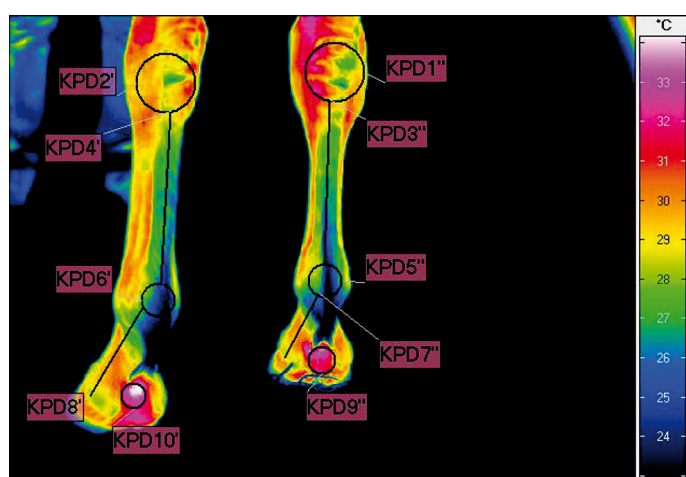
Materiał i metody

Badaniami termograficznymi objęto 64 klinicznie zdrowe konie wyścigowe trenowane na Wrocławskim Torze Wyścigów Konnych (WTWK) – Partynice. W 2011 r. zbadano 20 koni, a w 2012 r. – 44 konie. Wykonywano pomiary temperatury powierzchni ciała dolnych partii kończyn piersiowych oraz powierzchni dogrzbietowej jako obszarów najczęściej ulegających kontuzjom u koni wyścigowych (25). W obu latach badano konie w spoczynku, regularnie co 3 tygodnie, podczas 13 sesji pomiarowych, w 10-miesięcznym cyklu treningowym od momentu jego rozpoczęcia, poprzez okres startów w gonitwach, aż do zakończenia sezonu wyścigowego. Pomiar termograficzny kończyn piersiowych były wykonywane ze stałej odległości 1 m, a powierzchni dogrzbietowej z odległości 1,5 m. Przygotowanie koni do badań było zgodne z ustalonymi standardami pomiarów termograficznych w medycynie weterynaryjnej (5, 15).

Na uzyskanych termogramach określono temperaturę średnią (T_{avg} °C) w wyznaczonych miejscach pomiarowych (regionach zainteresowania, ROI – region of interest), na dolnych partiach obu kończyn piersiowych, od strony grzbietowej (ryc. 1), na dolnych partiach obu kończyn piersiowych od strony dłoniowej (ryc. 2, 3) oraz na powierzchni dogrzbietowej (ryc. 4). Określono temperaturę powierzchni ciała każdego konia w 24 ROI, analizując łącznie 3328 termogramów. Do badań użyto certyfikowanej kamery termowizyjnej (VarioCam hr Resolution, InfraTec, Dresden, Niemcy). Analizę termogramów przeprowadzono przy zastosowaniu licencjonowanego programu komputerowego IRBIS, wersja 3 Professional (InfraTec, Dresden, Niemcy).



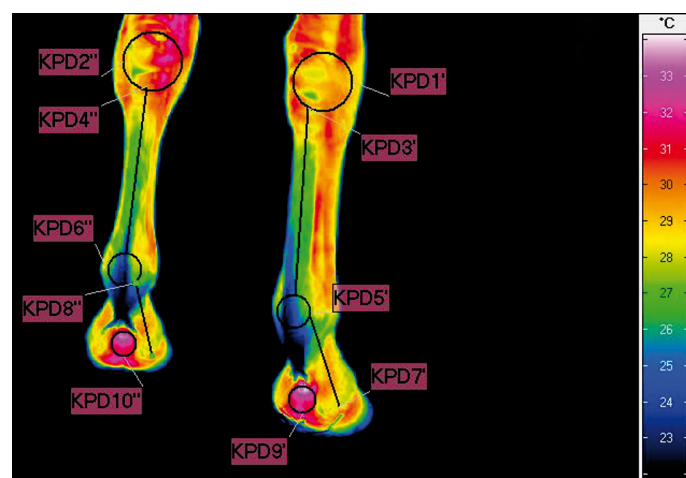
Ryc. 1. Termogram dolnych partii prawej i lewej kończyny piersiowej od strony grzbietowej: staw nadgarstkowy prawy (KPG1), staw nadgarstkowy lewy (KPG2), śródreżce prawe (KPG3), śródreżce lewe (KPG4), staw pięcynowy prawy (KPG5), staw pięcynowy lewy (KPG6), kość koronowa prawa (KPG7), kość koronowa lewa (KPG8), kopyto prawe (KPG9), kopyto lewe (KPG10)



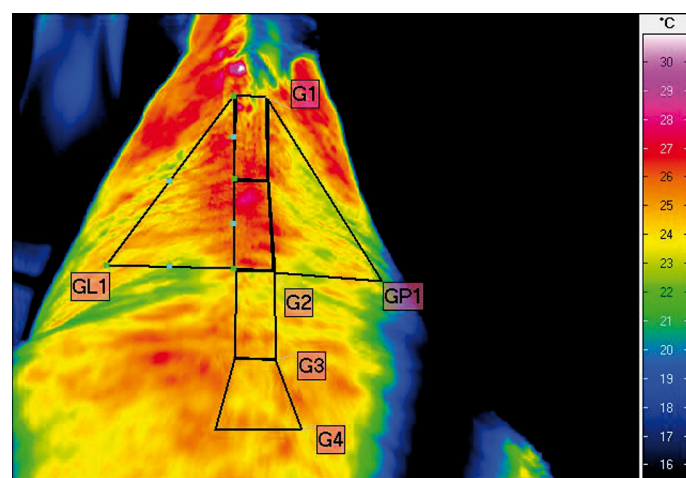
Ryc. 3. Termogram dolnych partii lewej i prawej kończyny piersiowej od strony dłoniowej z zaznaczonymi ROI: staw nadgarstkowy prawy od strony przyśrodkowej (KPD1'') i lewy od strony bocznej (KPD2''), śródreżce prawe od strony przyśrodkowej (KPD3'') i lewe od strony bocznej (KPD4''), staw pięcynowy prawy od strony przyśrodkowej (KPD5'') i lewy od strony bocznej (KPD6''), kość koronowa prawa (KPD7'') i lewa od strony przyśrodkowej (KPD8''), piętka prawa od strony przyśrodkowej (KPD9'') i lewa od strony bocznej (KPD10'')

W każdej sesji pomiarowej odnotowywano temperaturę otoczenia. W analizie termogramów uwzględniano kolejność sesji badawczych związanych ze wzrostem obciążenia treningowego. Na podstawie różnicy temperatury miejsc symetrycznych wskazano na możliwość wystąpienia kontuzji: zapalenia okostnej kości śródreżca III, zapalenia ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców oraz przeciążenia tkanki, bez charakterystycznych objawów dla określonego schorzenia, które konsultowano z lekarzem medycyny weterynaryjnej.

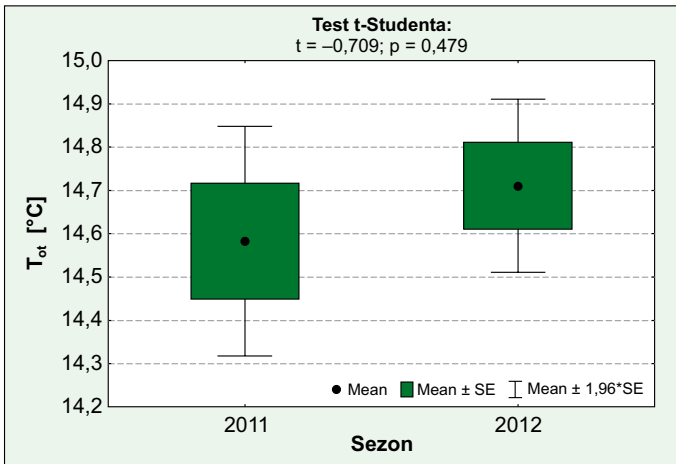
Wyniki badań opracowano statystycznie, określając istotną współzależność pomiędzy temperaturą powierzchni ciała koni a temperaturą otoczenia. Dla wyeksponowania znaczenia cyklu treningowego w ocenie zmian temperatury



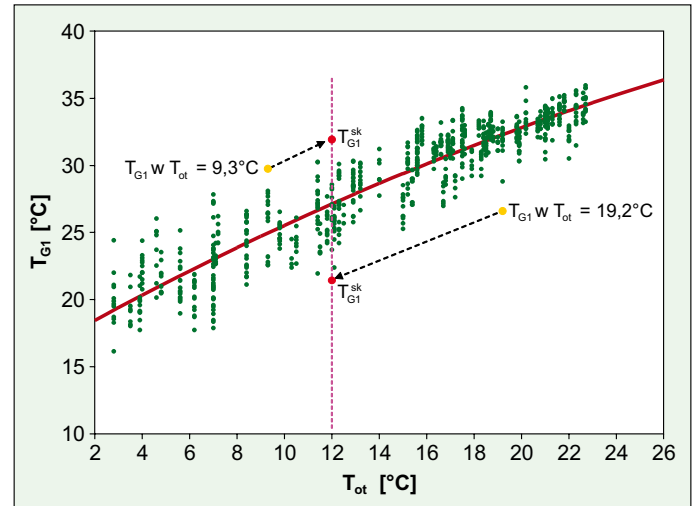
Ryc. 2. Termogram dolnych partii prawej i lewej kończyny piersiowej od strony dłoniowej z zaznaczonymi ROI: staw nadgarstkowy prawy od strony bocznej (KPD1'') i lewy od strony przyśrodkowej (KPD2''), śródreżce prawe od strony bocznej (KPD3'') i lewe od strony przyśrodkowej (KPD4''), staw pięcynowy prawy od strony bocznej (KPD5'') i lewy od strony przyśrodkowej (KPD6''), kość koronowa prawa od strony bocznej (KPD7'') i lewa od strony przyśrodkowej (KPD8''), piętka prawa od strony bocznej (KPD9'') i lewa od strony przyśrodkowej (KPD10'')



Ryc. 4. Termogram powierzchni dogrzbietowej konia z zaznaczonymi ROI: odcinek piersiowy doczaszkowy (G1), odcinek piersiowy doogonowy (G2), lewa strona odcinka piersiowego (GL1), prawa strona odcinka piersiowego (GP1), odcinek lędźwiowy (G3), stawy biodrowo-krzyżowe (G4)



Ryc. 5. Temperatura otoczenia w sezonach 2011 i 2012 r.



Ryc. 6. Diagram korelacyjny temperatury G1 z temperaturą otoczenia T_{oi} oraz schemat ilustrujący zasadę korekcji temperatury G1 do temperatury otoczenia $T_{oi} = 12^{\circ}$

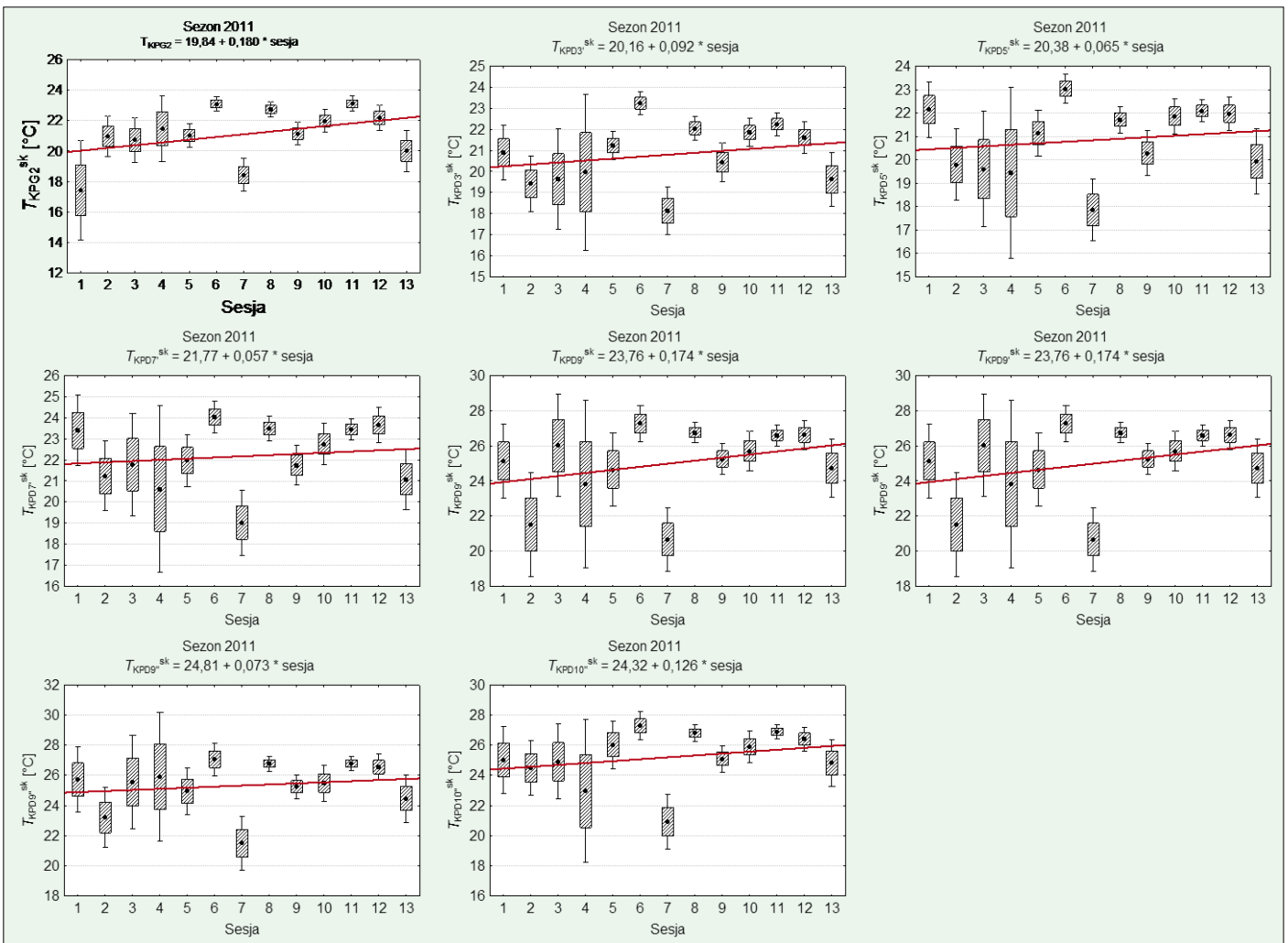
w wybranych ROI (T_{ROI}) oszacowano wartości skorygowanej temperatury otoczenia równej 12°C (T_{ROI}^{sk}), korzystając z zależności:

$$T_{ROI}^{sk} = T_{ROI} + b_1 \cdot (12 - T_{oi}) + b_2 \cdot (144 - T_{oi}^2),$$

gdzie parametry b_1 i b_2 modelu estymowano dla każdego regionu oddzielnie. W obliczeniach statystycznych wykorzystano pakiet Statistica v. 10.

Wyniki i omówienie

W pierwszym sezonie wyścigowym, w 2011 r., temperatura otoczenia mieściła się w zakresie od $+4,5^{\circ}\text{C}$ do $+21,0^{\circ}\text{C}$, a w drugim sezonie, w 2012 r., wahała się od $+2,8^{\circ}\text{C}$ do $+22,7^{\circ}\text{C}$. Nie stwierdzono istotności róż-



Ryc. 7. Diagramy korelacyjne ($p < 0,001$) temperatury ROI kończyn piersiowych i kolejności sesji w sezonie 2011 r.

nic pod względem przeciętnej temperatury otoczenia ($p > 0,05$) pomiędzy dwoma sezonami (ryc. 5).

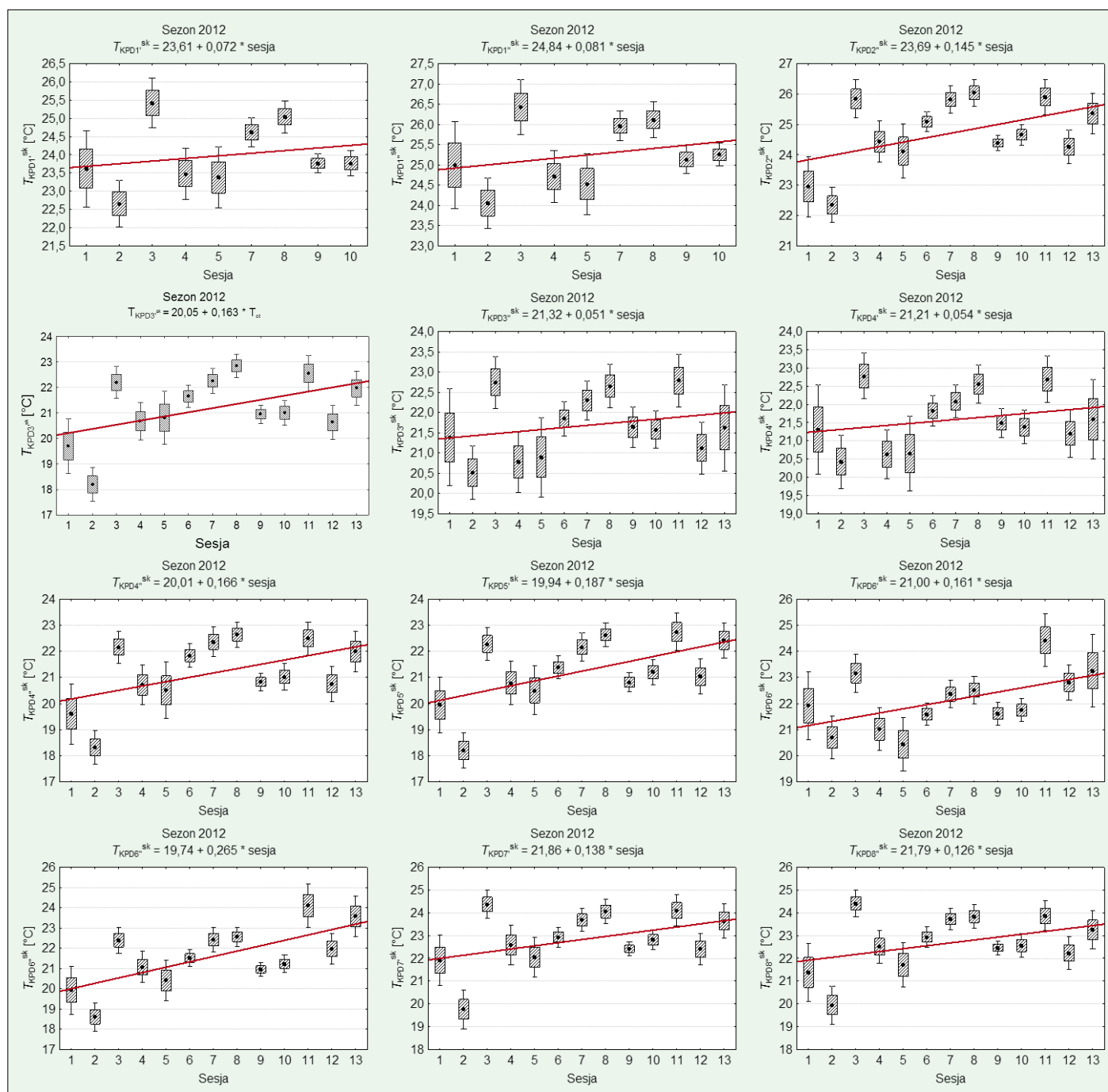
W obu sezonach temperatura otoczenia istotnie wpływała na zmianę temperatury powierzchni ciała we wszystkich ROI, co wykazano na przykładzie odcinka piersiowego doczaszkowego (G1), uwzględniając równocześnie temperaturę skorygowaną 12°C ($T_{\text{ROI}}^{\text{sk}}$) (ryc. 6).

Skorygowanie temperatury otoczenia umożliwiło wyeksponowanie wpływu cyklu treningowego na temperaturę powierzchni ciała koni. Wykazano dodatnie korelacje ($p < 0,001$) pomiędzy kolejnością sesji w sezonie 2011 r. a temperaturą następujących ROI kończyny piersiowej: od strony grzbietowej staw nadgarstkowy (KPD2) i od strony dłoniowej: staw

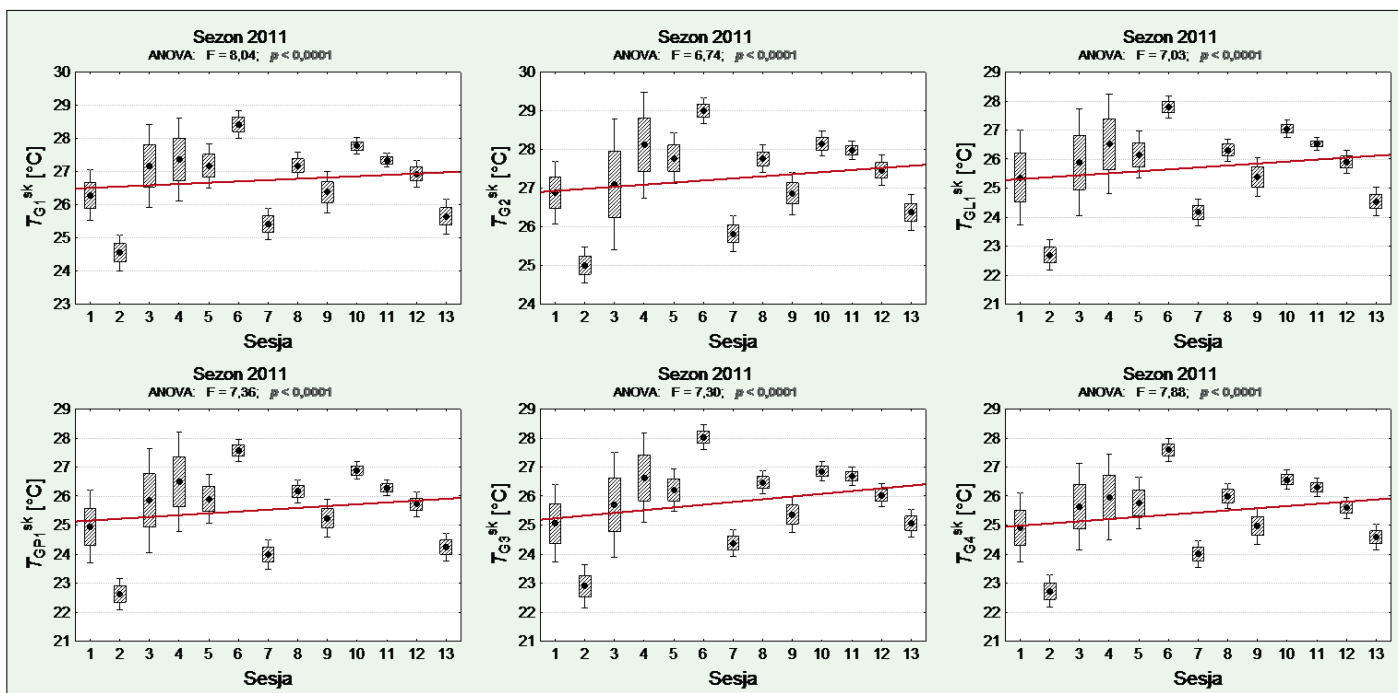
nadgarstkowy (KPD1', KPD2''), śródreżce (KPD3', KPD4''), staw pięciny (KPD5', KPD6''), kość koronowa (KPD7', KPD8''), pięćka (KPD9', KPD10'') (ryc. 7).

W sezonie 2012 r. wykazano dodatnie korelacje ($p < 0,001$) pomiędzy kolejnością sesji a temperaturą kończyn piersiowych od strony dłoniowej: staw nadgarstkowy (KPD1', KPD1'' KPD2''), śródreżce prawe (KPD3' KPD3'' KPD4' KPD4''), staw pięciny (KPD5' KPD6' KPD6''), kość koronowa (KPD7' KPD8''), pięćka (KPD9' KPD9'' KPD10'') (ryc. 8).

Na podstawie wyników z obu sezonów wykazano najwyższy wzrost temperatury kończyn piersiowych od strony dłoniowej, co związane jest z ich budową anatomiczną i przebiegiem naczyń krwionośnych.



Ryc. 8. Diagramy korelacyjne ($p < 0,001$) temperatury ROI na kończynach piersiowych i kolejności sesji w sezonie 2012 r.



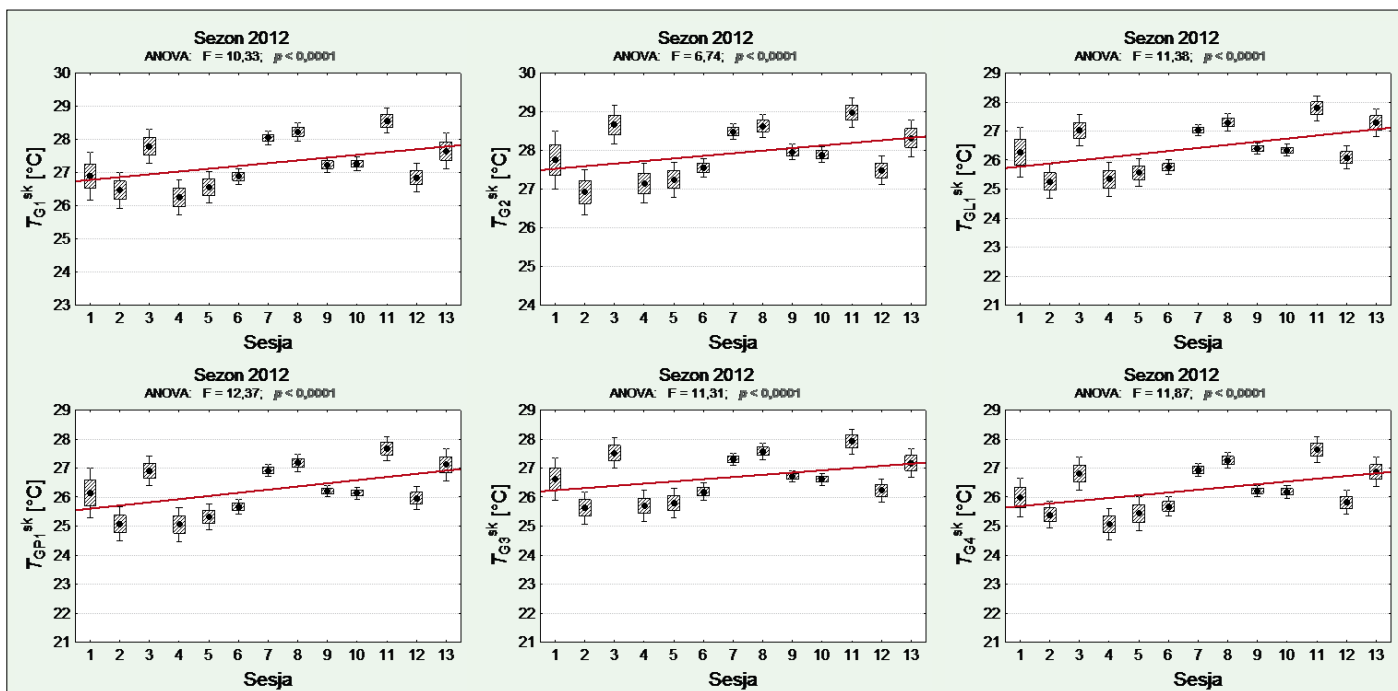
Ryc. 9. Diagramy korelacyjne ($p < 0,001$) temperatury ROI na powierzchni dogrzbietowej i kolejności sesji w sezonie 2011 r.

Temperatura powierzchni dogrzbietowej istotnie ($p < 0,001$) zwiększała się wraz z kolejnością sesji w sezonie 2011 (ryc. 9) i 2012 r. (ryc. 10). Dotyczyło to wszystkich ROI: G1, G2, GL1, GP1, G3, G4. Oznacza to, że temperatura powierzchni dogrzbietowej jest obiektywnym wskaźnikiem wpływu treningu na organizm konia.

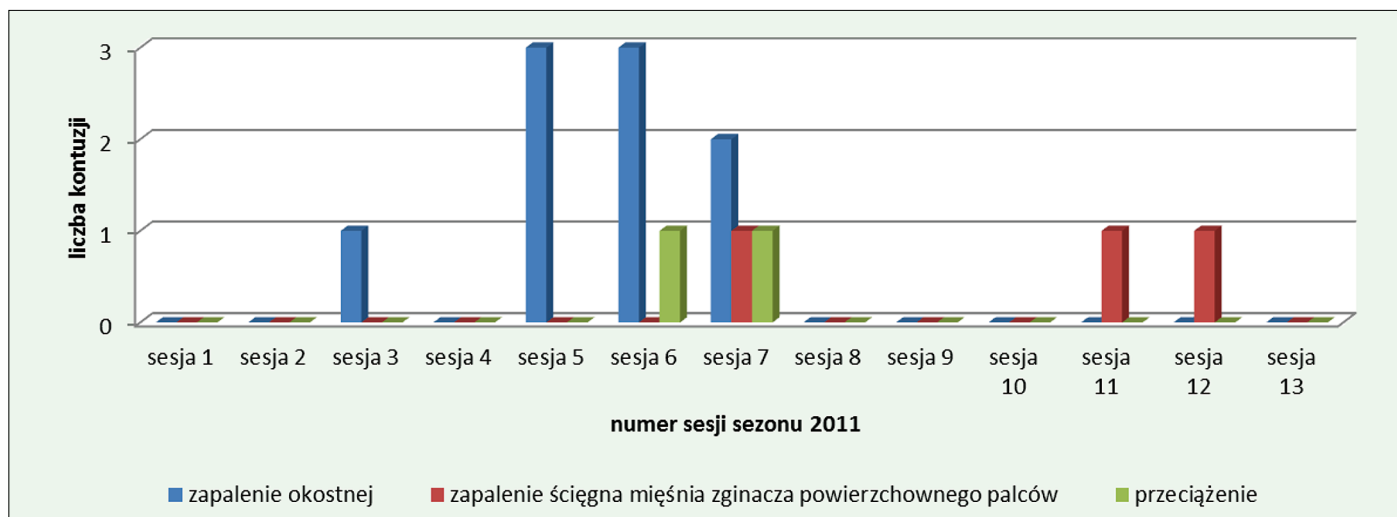
Na podstawie badań termograficznych wykryto schorzenia kończyn u 11 koni w sezonie 2011 r. i 20 koni w sezonie 2012 r., które potwierdzono diagnozą lekarza medycyny weterynaryjnej. W pierwszym roku zdiagnozowano zapalenie okostnej kości śródreżca III

u 6 koni, zapalenie ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców u 3 koni oraz przeciążenie tkanki miękkiej u 2 koni (ryc. 11). Natomiast w kolejnym roku zdiagnozowano zapalenie okostnej kości śródreżca III u 11 koni, zapalenie ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców u 2 koni oraz przeciążenie tkanki miękkiej u 7 koni (ryc. 12). Zapalenie okostnej kości III śródreżca wystąpiło pomiędzy 5. a 7. sesją w obu sezonach.

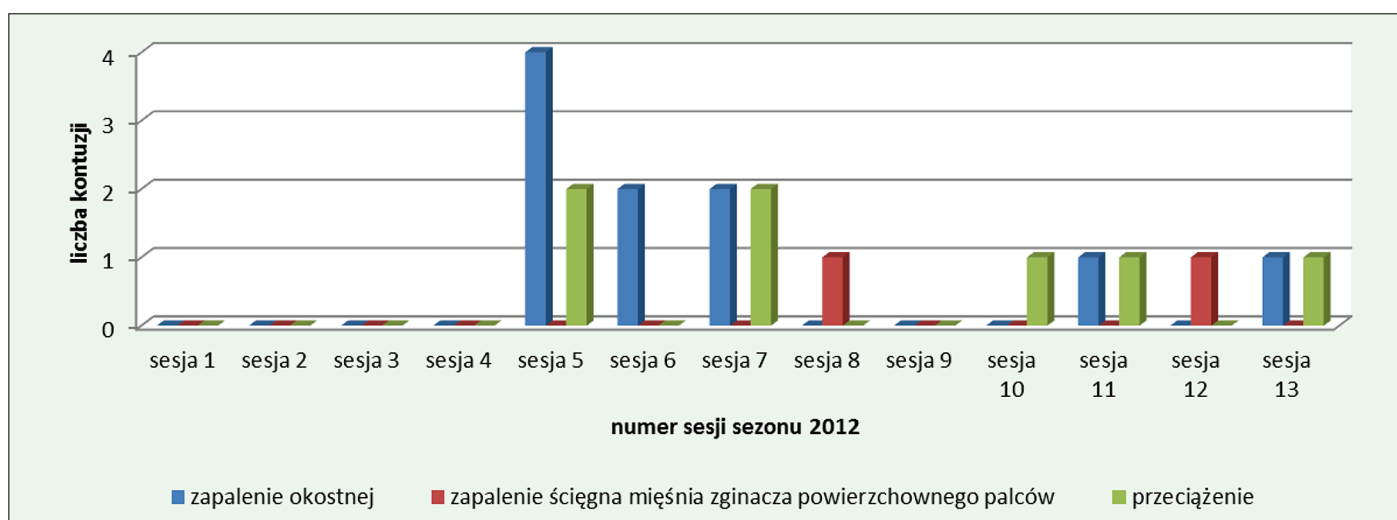
Badania rozkładu temperatury na powierzchni ciała koni wyścigowych umożliwiły analizę jego zmian w cyklu treningowym, od momentu rozpoczęcia, po-



Ryc. 10. Diagramy korelacyjne ($p < 0,001$) pomiędzy temperaturą ROI na powierzchni dogrzbietowej i kolejnością sesji w sezonie 2012 r.



Ryc. 11. Występowanie kontuzji w poszczególnych sesjach badawczych w sezonie 2011 r.



Ryc. 12. Występowanie kontuzji w poszczególnych sesjach badawczych w sezonie 2012 r.

przez okres startów w gonitwach, aż do zakończenia sezonu wyścigowego. We wcześniejszych badaniach analizowano wpływ jednorazowego wysiłku na zmiany temperatury powierzchni ciała (7, 8, 11). Wykazano również istotny wzrost temperatury powierzchni ciała w czasie trwania sześciotygodniowego okresu treningowego (4). Obecne badania dotyczyły rocznego cyklu treningowego, gdzie diagramy korelacyjne pokazały wzrost temperatury spoczynkowej powierzchni do-grzbietowej ciała oraz wybranych regionów pomiarowych kończyn piersiowych od strony dłoniowej.

Badania temperatury powierzchni do-grzbietowej przeprowadzone na koniach wyścigowych, wykazały najwyższe temperatury na odcinku piersiowym kręgosłupa (18, 12). Potwierdzono to również w obecnych badaniach. Zwiększona ciepłota tej części kręgosłupa była związana z treningiem koni. Jak wykazał Peham i wsp. (14), największe obciążenie grzbietu ma miejsce w klusie, w pełnym dosiady (2112 N), mniejsze w klusie anglezowanej (2056 N), a najniższe w półsiady (1688 N). Dowiedziono, że w tym regionie ma miejsce największy zakres mobilności kręgosłupa: prostowania i zginania do-grzbietowo-dobrzusznego.

Dodatkowo odcinek piersiowy najczęściej ulegał zmianom patologicznym u koni użytkowanych wierzchowo (2).

W innych badaniach własnych na koniach w spoczynku mierzono zależność różnic temperatur pomiędzy odcinkiem piersiowym i lędźwiowym kręgosłupa oraz stawami biodrowo-krzyżowymi od wzrastającej intensywności wysiłkowej. Dowiedziono, że wraz z długością okresu treningowego malała różnica temperatur pomiędzy analizowanymi obszarami. Regularny wysiłek fizyczny spowodował zmiany adaptacyjne kręgosłupa w odpowiedzi na stałe obciążenia treningowe (18). Potwierdzają to wyniki Jodkowskiej i wsp. (9), w których badania termograficzne koni po intensywnym treningu wykazały najwyższe wartości temperatur w okolicy grzbietu. Stałe obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego kręgosłupa podczas intensywnego treningu zwiększały jego ukrwienie (1).

Kontrola temperatury powierzchni ciała koni przed i po wysiłku była przydatna w ocenie pracy kończyn piersiowych (6, 10), których temperatura powierzchni istotnie wzrastała po treningu, co udowodniono również w obecnych badaniach. Przyczyną tego mogły być

większe obciążenia treningowe kończyn piersiowych niż w miedniczych.

Stopniowy i trwały wzrost temperatury spoczynkowej mierzonej w wybranych regionach kończyn piersiowych i powierzchni dogrzebtywowej koni wyścigowych, w czasie rocznego cyklu treningowego wskazał na zmiany adaptacyjne zachodzące w organizmie. W regularnym treningu doszło do optymalizacji funkcji ustroju i rozwinięcia adaptacji wysiłkowej w reakcji na zwiększające się obciążenia treningowe. Większe obciążenia wysiłkowe mogą doprowadzić do pojawiania się kontuzji aparatu ruchu, określanych na podstawie różnic temperatur pomiędzy symetrycznymi obszarami ciała. Według badań Turnera (21) i Soroko i wsp. (17), różnica temperatur przekraczając wartość progową 1°C, wskazuje na możliwość wystąpienia stanu zapalnego.

Wykazano, że urazy i przeciążenia dolnych partii kończyn piersiowych są przyczyną występowania kulawizni i eliminacji koni z użytkowania treningowego (25). Szczególnie dotyczy to zapalenia ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców i zapalenia okostnej kości śródrcza III, które należą do chorób zawodowych koni wyścigowych (22). Również w obecnych badaniach najczęściej występującym schorzeniem w obu sezonach było zapalenie okostnej kości śródrcza III. Najczęściej występowało ono pomiędzy 5. a 7. sesją. Konie w tym czasie były pod dużym obciążeniem wysiłkowym z powodu rozpoczynającego się okresu startów w gonitwach.

Podsumowanie

Kontrolne pomiary termograficzne wykonywane w czasie cyklu treningowego koni wyścigowych wykazały przydatność monitorowania wzrostu temperatury spoczynkowej mierzonej w wybranych regionach kończyn piersiowych i powierzchni dogrzebtywowej. Pozwalają one na analizę zmian adaptacyjnych zachodzących w organizmie oraz na wykrywanie kontuzji wynikających z obciążenia treningowego koni.

Piśmiennictwo

1. Evans G. P., Behiri J. C., Vaughan L. C., Vaughan L. C., Bonfield W.: The response of equine cortical bone to loading at strains rates experienced in vivo by the galloping horse. *Equine Vet. J.* 1992, 24, 125-128.
2. Faber M., Schamhardt H., Weeren van P. R., Johnston C., Roepstorff L., Barneveld A.: Basic three-dimensional kinematics of the vertebral column of horses walking on a treadmill. *Am. J. Vet. Res.* 2000, 61, 399-406.
3. Fonseca B. P. A., Alves A. L. G., Nicoletti J. L. M., Thomassian A., Hussini C. A., Mikaik S.: Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *J. Eq. Vet. Sci.* 2006, 26, 507-516.
4. Ghafir Y., Art T., Lekeus P.: Thermography facial patterns following an alpha2 – adrenergic agonist injection on two horses suffering from Horner's syndrome. *Equine Vet. Educ.* 1996, 8, 192-195.
5. Head J., Dyson S.: Talking the temperature of equine thermography. *Vet. J.* 2001, 162, 166-167.
6. Jodkowska E.: Analiza zmian temperatury na powierzchni nóg koni podczas treningu wyścigowego. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Zootechnica* 2000, 40, 277-284.
7. Jodkowska E.: Temperatura powierzchni ciała jako kryterium predyspozycji wysiłkowych konia. *Zesz. Nauk AR we Wroc.* 2005, nr 511.
8. Jodkowska E., Dudek K.: Badania nad symetrią temperatury powierzchni ciała koni wyścigowych. *Przegl. Nauk. Lit. Zoot.* 2000, 50, 307-319.
9. Jodkowska E., Dudek K., Bek-Kaczowska I.: Wpływ treningu wyścigowego na temperaturę powierzchni ciała koni różnych ras. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2001, 14, 63-72.
10. Jodkowska E., Dudek K., Przewoźny M.: The maximum temperatures (T_{max}) distribution on the body surface of sport horses. *Life Sci. J.* 2011, 5, 35-38.
11. Jodkowska E., Rojkowski A., Sobczak Z.: Wpływ niektórych czynników meteorologicznych na temperaturę powierzchni ciała koni półkrwi i prymitywnych. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 1990, 33, 161-170.
12. Jodkowska E., Soroko M.: Badanie termograficzne koni wyścigowych. *Mat. konf. Koń wyścigowy i jego problemy.* Wrocław 2012, 32.
13. Palmer S. E.: Use of portable infrared thermometer as a means of means of measuring limb surface temperature in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 1981, 42, 105-108.
14. Peham C., Kotschwar A. B., Borkenhagen B., Kuhnke S., Molsner J., Baltacis A.: A comparison of forces acting on the horse's back and the stability of the rider's seat in different positions at the trot. *Vet. J.* 2010, 184, 56-59.
15. Purohit R.: Standards for thermal imaging in veterinary medicine. 11th European Congress of Thermology, Mannheim, Germany 2009, 99.
16. Purohit R. C., McCoy M. D.: Thermography in the diagnosis of inflammatory process in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 1980, 41, 1167-1174.
17. Soroko M., Henklewski R., Filipowski H., Jodkowska E.: The effectiveness of thermographic analysis in equine orthopedics. *J. Equine Vet. Sci.* 2013, 33.
18. Soroko M., Jodkowska E., Zablocka M.: The use of thermography to evaluate back musculoskeletal responses of young racehorses to training. *Thermology International* 2012, 22, 152-156.
19. Tunley B. V., Henson F. M.: Reliability and repeatability of thermographic examination and the normal thermographic image of the thoracolumbar region in the horse. *Equine Vet. J.* 2004, 36, 306-312.
20. Turner T. A.: Diagnostic Thermography. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.* 2001, 17, 95-113.
21. Turner T. A.: Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.* 1991, 7, 311-338.
22. Turner T. A., Pansch J., Wilson J. H.: Thermographic assessment of racing Thoroughbreds. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 2001, 47, 344-346.
23. Turner T. A., Rantanen N. W., Hauser M. L.: Alternate methods of soft tissue imaging. 1st Proc. Dubai Internat. Equine Symposium 1996, s. 165-176.
24. Vaden M. F., Purohit R. C., McCoy M. D., Vaughan J. T.: Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.* 1980, 41, 1175-1179.
25. 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 Vet. J.* 2001, 33, 478-486.

Adres autora: dr inż. Maria Soroko, ul. Kożuchowska 7, 51-631 Wrocław;
e-mail: marysia@cieplej.pl