

Znaczenie badań termograficznych w użytkowaniu koni i diagnostyce weterynaryjnej

Ewa Jodkowska, Maria Soroko

z Zakładu Hodowli Koni i Jeździectwa Instytutu Hodowli Zwierząt Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Termografia jest techniką, która ma zastosowanie w wizualizacji promieniowania podczerwonego emitowanego z powierzchni badanych obiektów. Radiacja elektromagnetyczna jest rejestrowana przez kamerę termowizyjną i przekształcana na wartość temperatury. Wynikiem pomiaru jest termogram (ryc. 1), na którym poszczególnym kolorom odpowiadają temperatury powierzchni badanego ciała (1).

Do uzyskania prawidłowego obrazu termograficznego odległość kamery termowizyjnej od konia powinna wynosić około 1 m – pomiary dystalnych odcinków kończyn i około 7 m – pomiary całej sylwetki (2). Przy każdym badaniu należy wykonywać pomiar temperatury rektalnej konia, jako jednego ze wskaźników stanu zdrowia. Koń powinien stać w pomieszczeniu o ustabilizowanej temperaturze otoczenia, z dala od przegród konstrukcyjnych i urządzeń grzewczych, a także okien przepuszczających promieniowanie słoneczne (3). Uwzględniając warunki środowiskowe, należy wykonywać pomiary temperatury, wilgotności i ochładzania. Optymalnym okresem dla pomiarów termograficznych konia jest czas przed wysiłkiem lub na drugi dzień po nim (4).

Zainteresowanie temperaturą powierzchni ciała koni wynikało z potrzeby poznania zmian zachodzących w organizmie wskutek oddziaływania warunków mikroklimatycznych, wpływu obciążeń wysiłkowych oraz występowania chorób.

Temperatura powierzchni ciała zdrowego konia

Badania temperatury powierzchni ciała koni są prowadzone w Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu od lat 80. ubiegłego wieku. Pierwsze wyniki badań określiły znaczenie wpływu intensywności termoregulacyjnej poszczególnych partii ciała. W pomiarach punktowych temperatury powierzchniowej ciała najcieplejsze miejsca (27,5–32,3°C) znaleziono w okolicy oczu, nozdrzy, chrap, ramienia, przedramienia, łokcia, a także szyi, łopatki, słabizny, łędźwi, uda i podudzia. Natomiast najniższe temperatury (24,0–26,2°C) wykazano w okolicy pęciny, stawu pęciny, kości śródreżca, stawie nadgarstkowym kończyn

piersiowych oraz kości śródstopia i w stawie stępu kończyn miednicznych (5, 6).

W ujęciu liniowym pomiarów temperatury wykazano, że najcieplejsze obszary na powierzchni ciała konia występowały od barku do zadu, na szyi, od barku do kłębku, od mostka do kłębku, od barku do łokcia i od zadu do słabizny. Natomiast najniższe temperatury zmierzono w dystalnych odcinkach kończyn od kopyta do stawu nadgarstkowego i do stawu stępu. Przy porównaniu średnich temperatur poszczególnych odcinków potwierdzono hipotezę o symetrii rozkładu temperatur po obu stronach ciała konia. Wykazano powtarzalność wartości temperatur na tej samej powierzchni u różnych koni (4, 7, 8).

Po wielokrotnych powtórzeniach badań na koniach różnych typów użytkowych wnioskowano o podziale powierzchni ciała koni na miejsca termostabilne i termolabilne. Celowość takiego działania polegała na określeniu fizjologicznego zakresu zmian temperatury pod wpływem czynników zewnętrznych.

Powierzchniowy rozkład temperatury ciała konia charakteryzuje się dużą zmiennością osobniczą i zależy od indywidualnego ukrwienia tkanek (9,10). Z tego względu ustalanie normatywnych wartości

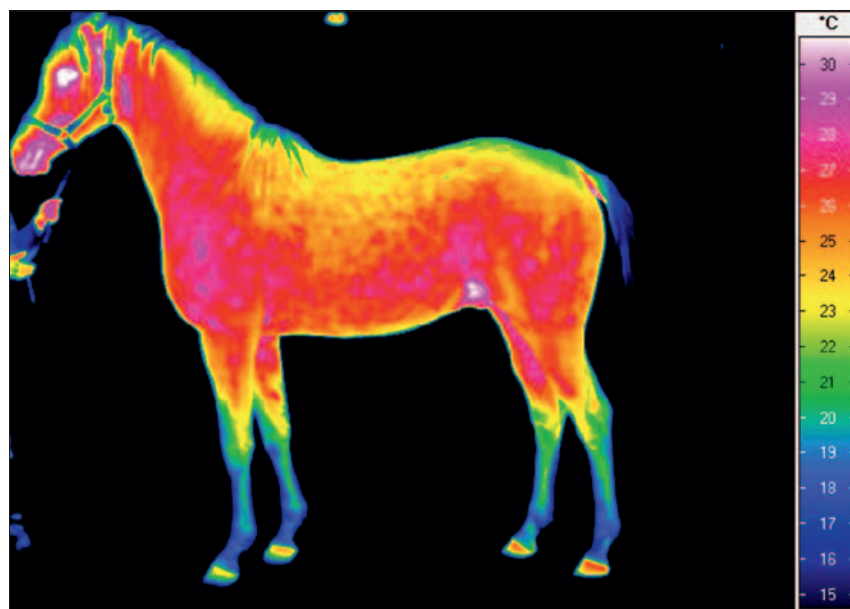
Thermography in equine management and medicine

Jodkowska E., Soroko M., Division of Horse Breeding and Horse-Riding, Institute of Animal Breeding, Faculty of Biology and Animal Science, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

Thermal imaging is a non-contact, non-invasive diagnostic method for study animal and human body temperature. The aim of this paper was to present and discuss the possible applications of thermal imaging in equine medicine. Evaluation of equine body superficial temperature distribution is useful in understanding the fundamental physiological changes in response to the environmental factors, training overloads and pathological conditions. Usefulness of equine thermography has been proved in the aspect of training, management and veterinary diagnostics, including conditions associated mainly with inflammatory processes. Thermal images distribute the map of body superficial temperature determining the warmest and the coldest area on the horse's body. Equine body superficial temperature is changing in response to environmental factors and physiological exercise and left to right body symmetry of temperature distribution has been noted. It may thus facilitate the diagnostics of unilateral pathological conditions associated mainly with orthopedic diseases. It has been also found that the major benefit of equine thermography is the increased detection of subclinical inflammatory processes.

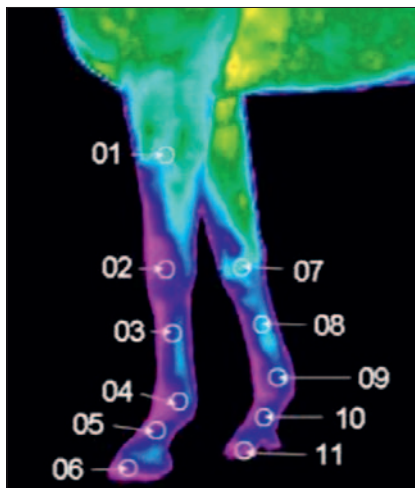
Keywords: body superficial temperature, pathological conditions.

temperatury powierzchni ciała nie jest możliwe. Przydatne natomiast są kontrolne badania porównawcze tego samego konia, pozwalające na zauważenie zmian wynikających z użytkowania lub schorzeń.

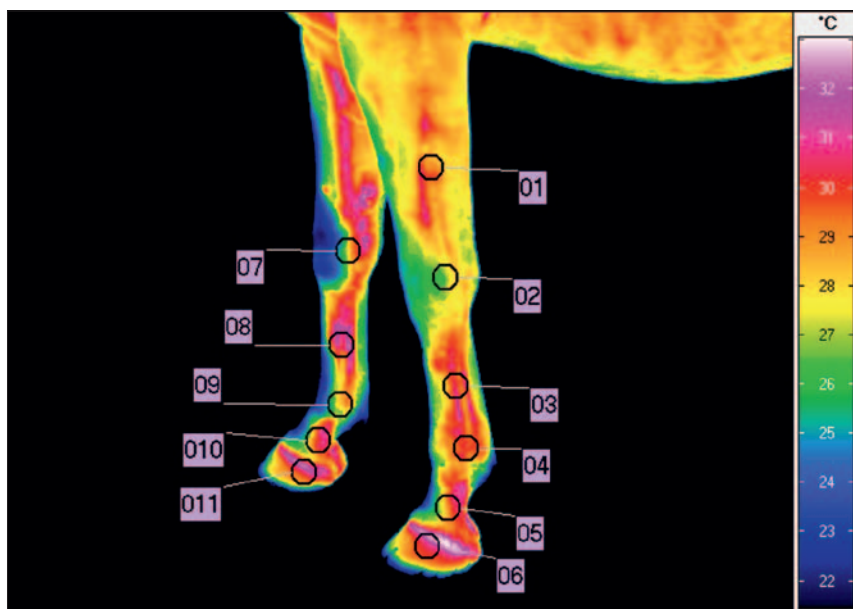


Ryc. 1. Termogram sylwetki lewego boku ciała konia

W badaniach własnych wykazano, że termogramy dokumentujące zmiany temperatury powierzchni ciała koni mogą być przydatne w ocenie pracy poszczególnych partii ciała w użytkowaniu wyścigowym (11). W tym celu opracowano model rozkładu temperatury konia przed i po treningu oraz podczas restytucji. Temperaturę mierzono w stałych punktach na ciele: szyi, mostku, kończynach piersiowej i miednicznej na symetrycznych obszarach ciała. Wykazano, że temperatura powierzchniowa ciała jest zależna od rodzaju wysiłku fizycznego (ryc. 2, 3), a także od temperatury otoczenia. Temperatura kończyn piersiowych była istotnie statystycznie mniej podatna na wahania temperatury otoczenia niż temperatura kończyn miednicznych. Po wykluczeniu wpływu temperatury otoczenia temperatura na powierzchni ciała koni istotnie wzrastała po treningu. W większym stopniu dotyczyło to kończyn piersiowych niż miednicznych.



Ryc. 2. Termogram kończyn piersiowych w spoczynku



Ryc. 3. Termogram kończyn piersiowych po wysiłku

Zastosowanie termografii w medycynie weterynaryjnej

Diagnostyka dystalnych odcinków kończyn

W badaniach porównawczych uwzględniana jest symetryczność analogicznych partii ciała konia. Stanowi to podstawę do diagnozowania stanów patologicznych, zaburzających symetrię rozkładu temperatury (12). W medycynie weterynaryjnej podkreślana jest przydatność termografii w diagnozowaniu chorób ortopedycznych dystalnych odcinków kończyn koni sportowych. Kontrola temperatury tych okolic jest istotna ze względu na przeciążenia treningowe, które są najczęstszą przyczyną kulawizni i eliminacji koni z czynnego użytkowania treningowego (13). Diagnozowano schorzenia związane z ropnym zapaleniem kopyta, ochwatem, zespołem trzeszczki oraz zapaleniem ścięgna (ryc. 4), stawu nadgarstkowego i stępu (9, 14, 15).

W innych pracach zwrócono szczególną uwagę na przydatność termografii w wykrywaniu stanów podklinicznych zapalenia (ryc. 5). Już w latach 70. Stromberg (16, 17) diagnozował stany zapalne ścięgna mięśnia zginacza głębokiego palców na 14 dni przed ujawnieniem się stanu klinicznego. Takie same wyniki badań termograficznych uzyskał Turner (12). Analiza promieniowania podczerwonego okazała się też przydatna w diagnozowaniu wczesnych stanów zapalnych stawu stępu kończyny miednicznej (18).

Na podstawie badań przeprowadzanych na 45 koniach w intensywnym użytkowaniu sportowym, 9 zostało zakwalifikowanych do wyeliminowania z treningu z powodu kontuzji stawów nadgarstkowego, pęcinoowego oraz naderwania ścięgien. W każdym

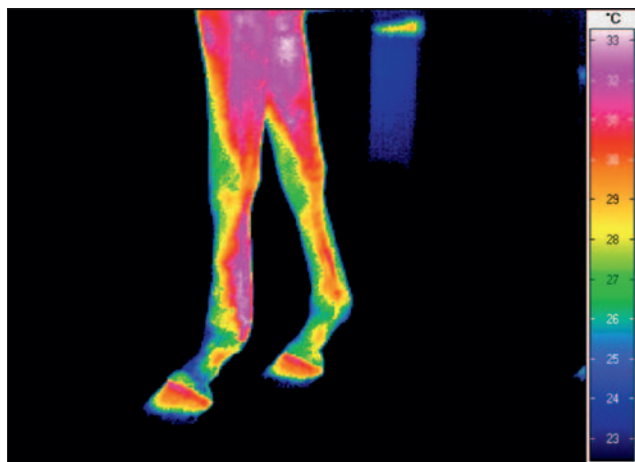
przypadku termografia uwidoczniła oznaki podkliniczne kontuzji na 2 tygodnie przed wystąpieniem oznak klinicznych zapalenia (19). Stałe monitorowanie dystalnych odcinków kończyn piersiowych i miednicznych za pomocą termografii jest zatem przydatne w przewidywaniu zapalenia oraz ocenie stanu zdrowia kończyn.

Podobne wyniki uzyskiwano w badaniach własnych prowadzonych na koniach wyścigowych. Diagnoza termograficzna okazała się przydatna w lokalizowaniu podklinicznych stanów zapalenia okostnej III kości śródreżca na około 4 tygodnie przed wystąpieniem klinicznych oznak schorzenia (ryc. 6; 20). Podczas cyklicznych pomiarów termograficznych zdiagnozowano również zmiany w dystalnych odcinkach kończyn, wskazujące na przeciążenia treningowe lub przebyte kontuzje, które mogły być predysponowanymi miejscami do wystąpienia chorób ortopedycznych (21). Cykliczne pomiary temperatury okazały się przydatne w podejmowaniu decyzji o podjęciu konieczności leczenia zapobiegawczego lub zmianie treningu konia.

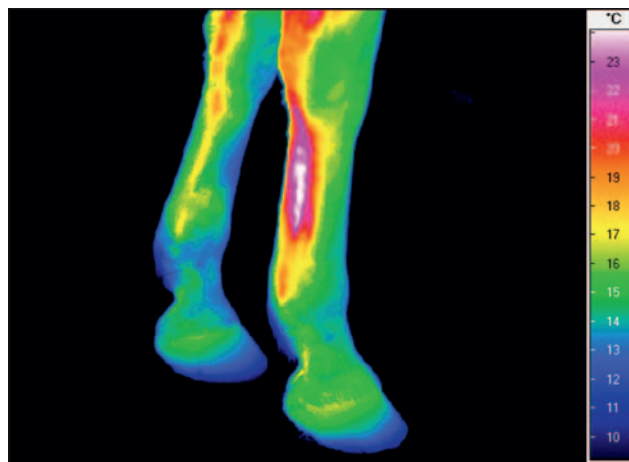
W ostatnich badaniach własnych podjęto próbę zwiększenia skuteczności metody termowizyjnej w rozpoznawaniu stanów podklinicznych zapalenia. W oparciu o wyniki badań termograficznych, rentgenowskich, ultrasonograficznych i palpacyjnych określono wielkość progową zmian temperatury o wartości 1,25°C dla wyznaczenia jednostronnego podklinicznego stanu zapalenia dystalnych odcinków kończyn piersiowych u koni wyścigowych. Ograniczeniem w stosowaniu wyznaczonej wartości progowej jest diagnoza obustronnego zapalenia. W tym przypadku stosuje się analizę średnich wartości temperatur tego samego odcinka kończyny w czasie, osobno dla prawej i lewej kończyny (20). Względny pomiar różnicy temperatur można odnieść do obszaru klinicznie zdrowego tej samej kończyny, co będzie uwzględnione w kolejnych badaniach własnych.

Diagnostyka kręgosłupa

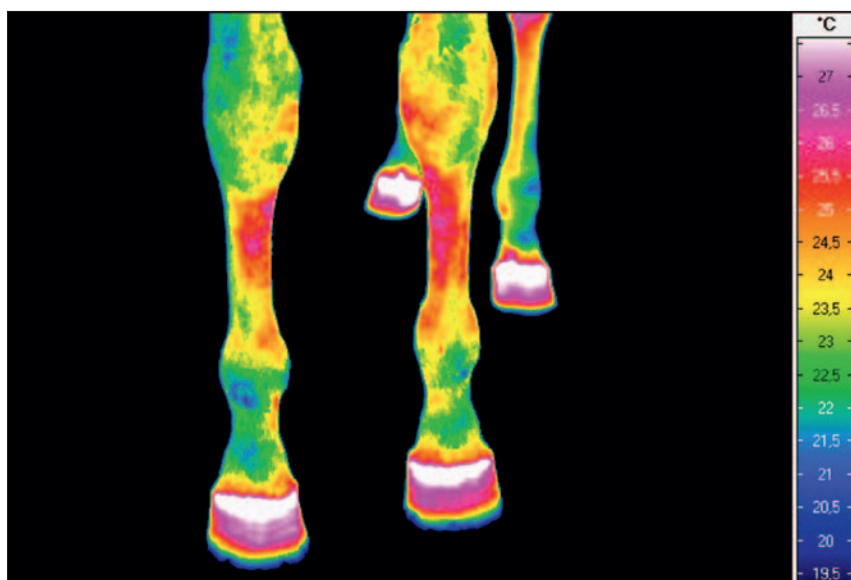
Wykrywanie chorób kręgosłupa koni należy do jednych z trudniejszych w diagnostyce weterynaryjnej. Purohit i wsp. (22) i oraz Schweinitz (23) podjęli badania nad przydatnością wykorzystania termografii w identyfikowaniu i lokalizowaniu chorób kręgosłupa. Zastosowanie tej diagnozy zostało opisane przez Turnera i wsp. (12) oraz Turnera (24), którzy opisali m.in. kliniczne przypadki lędźwiowo-krzyżowego napięcia mięśniowego. Natomiast w pracy Schweintiz (23) zdiagnozowano chorobę nerwowo-mięśniową odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa. W innych pracach podkreślono efektywność termografii w wykrywaniu stanów zapalnych



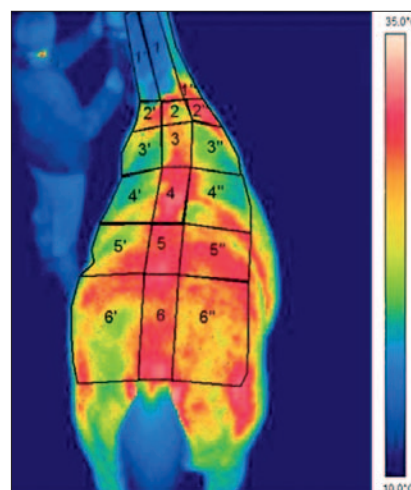
Ryc. 4. Zapalenie ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców lewej kończyny piersiowej



Ryc. 5. Podkliniczny stan zapalenia ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców prawej kończyny piersiowej



Ryc. 6. Zapalenie okostnej prawej i lewej kości trzeciej śródreźca, od strony grzbietowej



Ryc. 7. Powierzchniowy rozkład temperatury ciała na odcinkach: 1 - szyjnym, 2 - kłębie, 3 - piersiowym przednim, 4 - piersiowym tylnym, 5 - lędźwiowym, 6 - krzyżowym

wzdłuż wyrostków kolczystych kręgosłupa. Badanie termograficzne zdiagnozowało zwiększone ukrwienie powierzchniowej tkanki w obszarze odcinka piersiowego kręgosłupa oraz okolic stawów krzyżowo-biodrowych (25). Istotne okazało się zastosowanie badania w zakresie podczerwieni, gdy diagnostyki ultrasonograficzna i radiologiczna kręgosłupa okazała się ograniczone (26). Potwierdzają to badania zmian lokalizacji trzeciego kręgu odcinka lędźwiowego. Metoda radiologiczna, z powodu dużej masy mięśniowej, nie była skuteczna w zlokalizowaniu kontuzji, natomiast badanie termograficzne wskazało dokładnie miejsce schorzenia (9). W pracy Fonseca i wsp. (27) wykazano przydatność termografii w lokalizowaniu takich chorób, jak: zapalenia wyrostków kolczystych, nadgrzebieniowe i międzykolcowe zapalenie więzadła oraz międzykręgowo zapalenie stawów odcinka piersiowo-lędźwiowego.

W pracy Tunleya i Hensona (28) opracowano termograficzną mapę rozkładu

temperatury odcinka piersiowego kręgosłupa. Analiza termograficzna polegała na podziale grzbietu na horyzontalne linie, wzdłuż których mierzono temperatury na wysokości kręgów Th9 oraz Th12. Wykazano, że u koni użytkowanych oraz nieużytkowanych sportowo temperatura linii kręgosłupa odcinka piersiowego była wyższa o 3°C od temperatury stron bocznych. Podobne wyniki badań otrzymano w innej pracy, w której wykazano, że zdrowy grzbiet był o 2°C cieplejszy od bocznych stron ciała (23).

W badaniach własnych udowodniono statystycznie istotne różnice w zakresie temperatury powierzchni dogrzbietowej pomiędzy najniższym kłębem a odcinkami piersiowym przednim i tylnym, lędźwiowym oraz krzyżowym kręgosłupa (ryc. 7). Najwyższe temperatury odnotowano na odcinku piersiowym tylnym i krzyżowym. Zwiększone ukrwienie powierzchniowej temperatury na odcinku piersiowym mogło być związane z największą w tej okolicy mobilnością kręgosłupa:

prostowaniem i zginaniem dogrzbietowo-dobrzusznym (29). Natomiast wysoka temperatura powierzchni odcinka krzyżowego kręgosłupa jest związana z zaangażowaniem kończyn miednicznych w motorykę ciała konia. Wyniki badań mogą być wykorzystane w wykrywaniu niekorzystnej stymulacji jeźdźca i siodła na okolicie odcinka piersiowego kręgosłupa, a także w diagnozowaniu tych chorób, które skutkują podwyższeniem temperatury ciała na powierzchni dogrzbietowej.

W Zakładzie Hodowli Koni i Jeździectwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu prowadzone są obecnie badania nad określeniem procedur diagnozy stanów podklinicznych oraz opracowaniem charakterystyki fizjologicznych zmian adaptacyjnych aparatu ruchu koni wyścigowych. W oparciu o dokumentację termograficzną, poprzez modyfikację treningu, profilaktyczne zabiegi fizyoterapeutyczne lub okresowe wyłączenie koni z wyścigów będzie można skuteczniej zapobiegać urazom i schorzeniom koni.

Podsumowanie

Termografia jest metodą diagnostyczną, która zapewnia nieinwazyjny, szybki i bezpieczny pomiar temperatury powierzchni ciała konia (30). Możliwości zastosowania termografii wzrastają wraz ze stopniowym udoskonalaniem jakości obrazu, co bardziej uwiarygodnia i ułatwia interpretację zdjęć. Dostępne obecnie najnowsze generacje sprzętu termograficznego są wrzliwie na różnicę temperatur do 0,1°C (31). Sprawia to, że kamera jest 10-krotnie bardziej czuła niż ręka człowieka w wykrywaniu różnic temperatury (12). Dodatkowym atutem tej diagnostyki jest możliwość wykonania badań w środowisku przyjaznym dla zwierzęcia, co pozwala uniknąć stresującej sytuacji dla konia (32).

W oparciu o dane z piśmiennictwa i wyniki badań własnych można zalecać zastosowania aparatury termowizyjnej w szeroko rozumianej diagnostyce i monitorowaniu stanu zdrowia koni:

- wskazanie podklinicznych stanów zapalnych,
- potwierdzenie klinicznych stanów zapalnych,
- diagnozowanie urazów,
- monitorowanie skuteczności leczenia,
- wpływ długotrwałego treningu na organizm konia,
- oddziaływanie warunków mikroklimatycznych,
- określenie adaptacji konia do wysiłku na podstawie porównania stanów spoczynkowych przed wyścigiem i na drugi dzień po wyścigu,
- określenie stopnia obciążenia organizmu na podstawie badań przed i po wyścigu,
- wskazanie czasu restytucji temperatury powierzchni ciała po 30 minutach odpoczynku,

- przeznaczenie odpowiedniej ilości czasu na regenerację organizmu konia,
- monitorowanie intensywności codziennych ćwiczeń dla osiągnięcia długotrwałego efektu treningowego.

Piśmiennictwo

1. Polakowski H.: Zastosowanie termografii w badaniach nieniszczących, metoda fali ciepłej, termografia impulsowa. IV Konferencja Krajowa Termografia i termometria w podczewieni i Szkoła Termograficzna, Łódź 2000.
2. Purohit R.: Standards for thermal imaging in veterinary medicine. 11th European Congress of Thermology, Thermology International. 2009, 19, 99.
3. Turner TA.: Diagnostic thermography. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 2001, 17, 95–113.
4. Jodkowska E.: Temperatura powierzchni ciała jako kryterium predyspozycji wysiłkowych konia. *Zeszyty Nauk. AR Wroc. Zootech.* 2005, 511, 7–114.
5. Flores S.C.: Beruhrungslose Temperaturmessung an der Haut Oberfläche beim Pferd. Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule. *Vet. Med. Diss.*, 1978.
6. Jodkowska E., Rojkowski A., Sobczak Z.: Wpływ niektórych czynników meteorologicznych na temperaturę powierzchni ciała koni półkrwi i prymitywnych. *Zeszyty Nauk. AR Wroc. Zootech.* 1990, 33, 161–170.
7. Palmer S.E.: Effect of ambient temperature upon the surface temperature of the equine limb. *Am. J. Vet. Res.* 1983, 44, 1098–1101.
8. Jodkowska E., Dudek K.: Badania nad symetrią temperatury powierzchni ciała koni wyścigowych. *Przegląd Nauk. Lit. Zootech.* 2000, 50, 307–319.
9. Purohit R.C., McCoy M.D.: Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 1980, 41, 1167–1174.
10. Waldsmith J.K., Oltman J.L.: Thermography: subclinical inflammation, diagnosis, rehabilitation, and athletic evaluation. *J. Equine Vet. Sci.* 1994, 14, 8–10.
11. Jodkowska E., Dudek K., Bek-Kaczkowska I.: Wpływ treningu wyścigowego na temperaturę powierzchni ciała koni różnych ras (Effect of training on body surface temperature of racehorses). *Rocz. Nauk. Zoot.* 2001, 14, 63–72.
12. Turner TA.: Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 1991, 7, 311–338.
13. 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.
14. 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. *Am. J. Vet. Res.* 1983, 44, 51–56.
15. Turner T. A., Fessler J. F., Lamp M., Pearce J. A., Geddes L. A.: Thermographic evaluation of horses with pododermatitis. *Am. J. Vet. Res.* 1983, 44, 535–539.
16. Stromberg B.: 1973. Morphologic, thermographic and X-ray clearance studies on normal and diseased flexor tendons in race horses. *Equine Vet. J.* 1973, 5, 156–161.
17. Stromberg B.: The use of the thermography in equine orthopedics. *J. Am. Vet. Radiol. Assoc.* 1974, 5, 94–97.
18. Vaden M.F., Purohit R.C., McCoy D., Vaughan J.T.: Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.* 1980, 41, 1175–1179.
19. Turner TA, Pansch J, Wilson JH.: Thermographic assessment of racing thoroughbreds. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 2001, 47, 344–346.
20. Soroko M.: Analiza powierzchniowego rozkładu temperatury dolnych partii kończyn u młodych koni wyścigowych. *Pomiar, Automatyka, Kontrola.* 2011, 57, 1157–1160.
21. Soroko M.: Badania kończyn koni sportowych metodą termograficzną. *Inż. Biomed.* 2011, 17, 104–109.
22. Purohit R. C., Bergfeld, W.A., McCoy, M.D., Thomson, W.M., Sharman, R.S.: Value of clinical thermography in veterinary medicine. *Auburn Vet.* 1977, 33, 104–108.
23. Schweinitz Von D.G.: Thermographic diagnosis in equine back pain. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 1999, 15, 161–177.
24. Turner, T.A., Purohit R.C., Fessler, J.: Thermography: a review in equine medicine. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.* 1986, 8, 855–860.
25. Kold S.E., Chappell, K.A.: Use of computerized thermographic image analysis (CTIA) in equine orthopedics: review and presentation of clinical cases. *Equine Vet. Ed.* 1998, 10, 198–204.
26. Turner T.A.: Back problems in horses. *49th Annual Convention of the Proc. Am. Assoc. Equine Pract.*, New Orleans, Louisiana, 2003.
27. Fonseca B.P.A., Alves A.L.G., Nicoletti J.L.M., Thomasian A., Hussini C. A., Mikaik S.: Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *J. Equine Vet. Sc.* 2006, 26, 507–516.
28. 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.
29. Faber M., Johnston C., Schamhardt H.C., Van Weeren P.R., Roepstorff L., Barneveld A.: Three-dimensional kinematics of the equine spine during canter. *Equine Vet. J. Suppl.* 2001, 33, 145–149.
30. Palmer S.: Use of portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 1981, 42, 105–108.
31. Bathe P.A.: Thermography. W: Floyd A., Mansmann R.: *Equine Podiatry.* Saunders Elsevier Inc., 2007, s. 167–170.
32. Otilia C., Tanase A., Miclaus I.: Digital thermography in assessing soft tissue injuries on sport equines. *Buletin Informativ.* 2006, 63, 228–233.