

# Przydatność badań termograficznych w lecznictwie i użytkowaniu koni

MARIA SOROKO, EWA JODKOWSKA

Zakład Hodowli Koni i Jeździectwa Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Kozuchowska 7, 51-631 Wrocław

Soroko M., Jodkowska E.

## Usefulness of thermography applied to horse diagnosis and in the equine sports industry

### Summary

Thermography has a broad range of applications as it is able to measure surface temperatures. Thus it is acknowledged as a useful diagnostic tool in veterinary medicine. Detecting surface skin temperature allows it to monitor pathological conditions of a horse's limbs and spine. The main advantage of thermography is detection of pathologic conditions before they become evident, providing an extremely valuable diagnosis in veterinary medicine. Thermography is used in monitoring the influence of different medicines on surface skin temperature distribution. It has also found application in horse breeding and in the equine sports industry.

**Keywords:** thermography, horses, temperature, lameness

Początki stosowania termografii sięgają połowy ubiegłego wieku. Pierwsze użycie kamer termowizyjnych służyło wielu celom, przede wszystkim w wojsku, jako narzędzie badawcze przeznaczone do wykrywania i monitorowania tropu (6). Obecnie termografia jest szeroko stosowana w budownictwie, energetyce, ochronie środowiska, ratownictwie oraz w medycynie i weterynarii (34).

Termografia jest techniką, która ma zastosowanie w rejestracji i wizualizacji promieniowania emitowanego z powierzchni badanych obiektów. Odczytywana przez kamerę termowizyjną radiacja elektromagnetyczna, to promieniowanie cieplne emitowane z powierzchni ciała w postaci fal o długości od 780 nm do 1 mm. Według prawa Plancka, każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego ma zdolność do emisji promieniowania podczerwonego. Zatem promieniowanie to zależy od temperatury danego ciała, a w zasadzie od temperatury jego powierzchni. Wykorzystano to w aparaturze termowizyjnej, gdzie wynikiem pomiaru jest kolorowe zdjęcie (termogram). Poszczególne kolory odpowiadają temperatury powierzchni badanego obiektu (5, 30).

Wykorzystanie metody termograficznej w badaniach ludzi i zwierząt jest ściśle związane z wymianą ciepła pomiędzy organizmem a środowiskiem. Przebiega ona na drodze: radiacji, konwekcji, kondukcji oraz ewaporacji. Jedynie ewaporacja zachodzi w wyniku różnicy ciśnień cząsteczkowych pary wodnej między powierzchnią ciała a otoczeniem. Pozostałe procesy odbywają się na drodze różnicy temperatury pomiędzy skórą a środowiskiem zewnętrznym. Zatem zasadniczą rolę w procesie

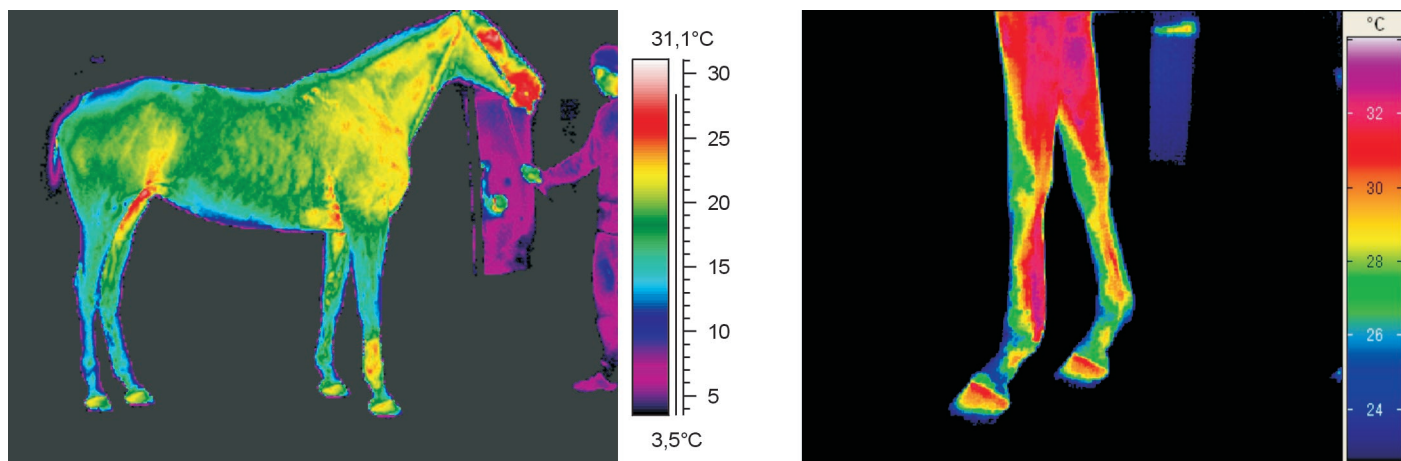
wymiany ciepła odgrywa skóra, jako organ odgraniczający i jednocześnie łączący organizm i środowisko. Temperatura jej powierzchni może być wskaźnikiem przemian zachodzących w organizmie i wpływu środowiska zewnętrznego (9). To wskazuje na możliwość kompleksownego kontrolowania stanu zdrowia w oparciu o pomiar temperatury powierzchni ciała.

Termografia, jako metoda diagnostyczna w medycynie ludzkiej, sięga początku lat 50. XX wieku. Praca Lawsona (24) była pionierską publikacją, opisującą przydatność metody podczerwieni w wykrywaniu raka piersi. W późniejszych latach opublikowano kolejne wyniki badań z tego zakresu (12, 16). Na podstawie badań termowizyjnych przedstawiono zależność pomiędzy działaniem układu współczulnego a zmniejszonym przepływem krwi i spadkiem temperatury w obszarze schorzenia (44). Obecnie technika termograficzna stosowana jest także w innych dziedzinach medycznych, między innymi w kardiochirurgii, podczas zabiegów pomostowych tętnic wieńcowych (33) oraz w chirurgii ogólnej, podczas przed- i pooperacyjnej diagnostyki żylaków (26).

Termografia znalazła szerokie zastosowanie również w medycynie weterynaryjnej, zwłaszcza w lecznictwie koni.

### Zastosowanie termografii w medycynie weterynaryjnej koni

Diagnostyka termograficzna jest obecnie wymieniana jako jedna z najnowocześniejszych metod w badaniach koni wyczynowych, obok medycyny nuklearnej, ultrasonografii i echokardiografii (23).



Ryc. 1. Przykłady podwyższonej temperatury powierzchni kończyn piersiowych: A – kończyna prawa (21), B – kończyna lewa (36)

**Diagnostyka i leczenie kończyn.** Zastosowanie termografii w diagnostyce weterynaryjnej sięga lat 60. XX wieku, kiedy to Delahanty i Georgi w 1965 r. (7) przedstawili pierwsze wyniki badań wykonywanych na koniach. Badania dotyczyły klinicznych przypadków: złamania III kości nadgarstkowej, szpātu oraz głębokiego ropnia szyi. Wyniki badań termograficznych zostały potwierdzone radiologicznie. W latach 70. opisano rezultaty stosowania termografii w wykrywaniu stanów podklinicznych urazów kończyn koni sportowych. Wskazano na możliwość obserwowania zmian patologicznych w okolicy ścięgien palca 14 dni przed ujawnieniem stanu klinicznego. Na termogramie, w miejscu zapalenia ścięgna była wyższa temperatura w porównaniu z drugą nogą, natomiast badania radiologiczne nie wykazały zmian w tkankach (38).

Podobne wyniki uzyskano w badaniu koni sportowych, u których termografia była przydatna w monitorowaniu stanu zdrowia dolnych części kończyn piersiowych i miednicznych. Na podstawie przeprowadzanych badań na 45 koni w intensywnym użytkowaniu sportowym 9 zostało wyeliminowanych ze sportu z powodu kontuzji stawu nadgarstkowego, pęcínowego oraz naderwania ścięgien. W każdym przypadku termografia rozpoznała oznaki podkliniczne kontuzji przed wystąpieniem oznak klinicznych. Wywnioskowano, że stałe badania w podczerwieni pozwolą uchronić konia przed wystąpieniem kulawizny – poprzez wcześniejsze leczenie lub poprzez zmianę sposobu treningu konia. Nadało to unikalną wartość termografii (40, 41). Podobne wyniki uzyskiwano w badaniach własnych (19). Potwierdzono, że termografia umożliwia śledzenie przeciążeń dolnych części kończyn, związanych z pracą fizyczną lub z przeszłymi kontuzjami, które mogą być predysponowanymi miejscami do wystąpienia kontuzji (36).

Podkreślano, że prawidłowe diagnozowanie stanów patologicznych stawów nóg koni może odbywać się w oparciu o komplementarne badania radiologiczne i termograficzne. Radiologia umożliwia bowiem wczesne rozpoznanie zmian kości, natomiast termografia – tkanek miękkich. Połączenie tych dwóch metod diagnostycznych było z powodzeniem użyte w wykrywaniu

podklinicznych oznak zwyrodnienia stawu stępu. Badanie opierało się na 20 koniach wyścigowych, z których u 5 koni wykazano zaburzenia pracy prawego stawu stępu. U jednego z tej grupy stwierdzono kliniczne oznaki kulawizny, które potwierdzono badaniem termograficznym i radiologicznym. Natomiast u pozostałych koni wykazano na podstawie badania w podczerwieni zaburzenia w ukrwieniu stawu stępu, bez potwierdzenia zmian patologicznych w radiologii. Uznano, że metoda termograficzna może być użyteczna w diagnozowaniu chronicznego i podklinicznego zapalenia stawu stępu (45).

Przydatność termografii jako pomocniczego narzędzia diagnostycznego wykazano również w określaniu przyczyn wystąpienia stanu patologicznego w wyżej położonych odcinkach kończyn, w okolicach mięśni: dwugłowego ramienia, półbłoniastego, półścięgnistego, dwugłowego uda oraz kolana. Zbadano 245 koni wykazujących oznaki kulawizny. Na podstawie pomiarów termograficznych określono dokładnie miejsca zmian patologicznych (42). W innym badaniu stwierdzono, że kulawizna miednicznej kończyny nie wynikała z jej urazu, ale z powodu stanu zapalnego okolicy moszny po stronie badanej nogi, co było widoczne na termogramie (47).

Termografia była wykorzystana także jako narzędzie do diagnozowania stanów patologicznych kopyt: ochwatu i ropnego zapalenia kopyta oraz w innych schorzeniach jego struktury (31). Przydatność jej należy podkreślić w diagnozowaniu urazów trzeszczki, związanych ze spadkiem przepływu krwi w okolicach doogonowej części kopyta. Zmniejszone ukrwienie skutkowało obniżeniem temperatury, co było widoczne na termogramach. Stan ten utrzymywał się również po wysiłku fizycznym, podczas gdy temperatura zdrowych kopyt podnosiła się. Wyniki badań termograficznych były skorelowane z badaniami radiologicznymi, które ujawniły zwiększony przekrój otworów naczyniowych w trzeszczkach kopytowych (1, 41, 46).

Jedną z najnowszych publikacji dotyczących zastosowania termografii wykazuje przydatność tej diagnostyki w monitorowaniu ran powstałych pod gipsem, w dolnej części kończyny. Termogram złamanej koń-

czynny był monitorowany pomiędzy 31. a 18. dniem od momentu zdjęcia gipsu. W wyniku badań wykryto głębokie rany na skórze. Otwiera to nowe możliwości tej diagnostyki w monitorowaniu komplikacji związanych z noszeniem gipsu (25).

**Diagnostyka kręgosłupa.** Charakterystyka i lokalizacja schorzeń kręgosłupa koni należy do jednych z trudniejszych w diagnostyce weterynaryjnej. Opisano przydatność termografii w badaniach mięśni lędźwi i okolicy krzyżowej, miopatii i kończyny miednicznej, oraz w charakteryzowaniu dysfunkcji nerwu odcinka piersiowo-lędźwiowego (35, 41). W wynikach innej pracy wykazano wzrost temperatury powierzchniowej tkanki miękkiej odcinka piersiowego i okolicy stawu krzyżowo-biodrowego wskutek stanu zapalnego kręgosłupa (22). Termogramy mogą być też przydatne w dokładnej lokalizacji miejsca bólu (39).

Okazało się, że w niektórych przypadkach termografia może być bardziej przydatna niż radiologia (39). Potwierdziły to badania zmian lokalizacji trzeciego kręgu odcinka lędźwiowego. Metoda radiologiczna nie była skuteczna z powodu dużej masy mięśniowej, natomiast termografia wskazała dokładnie miejsce schorzenia (31). Połączenie diagnostyki termograficznej z ultrasonografią dawało korzystne efekty w wykrywaniu urazów kręgosłupa w odcinku piersiowo-lędźwiowym. Termogramy wskazywały obszar urazu, natomiast USG było użyte do charakteryzowania tego urazu. Połączenie dwóch metod okazało się przydatne w charakteryzowaniu następujących schorzeń kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego: zapalenia wyrostków kolczystych (kissing spine); nadgrzebieniowego i międzykolcowego zapalenia więzadła oraz międzykręgowego zapalenia stawów (11).

### Wpływ leków na temperaturę powierzchni ciała konia

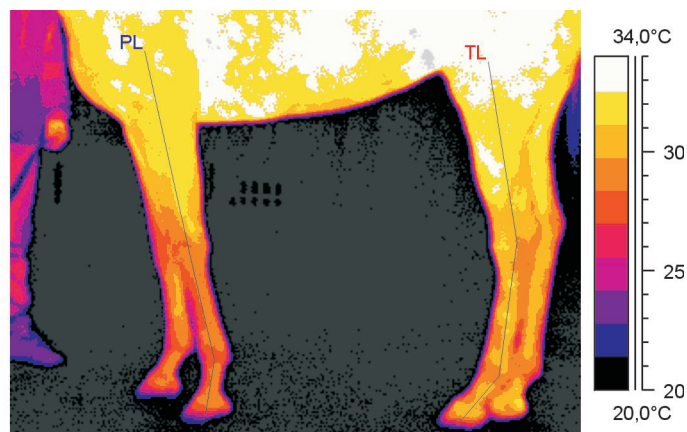
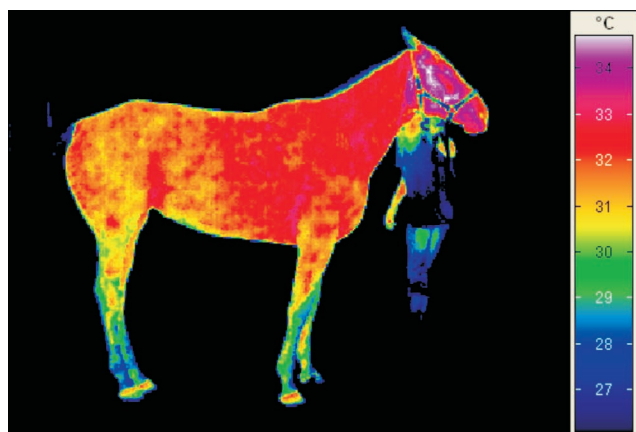
Na podstawie pomiarów termograficznych określano efektywność działania leków przeciwzapalnych. Przykładem były badania Purohita i McCoya (31). Koniom doświadczalnym z objawami stanu zapalnego w okolicach kości śródrezcza podano przez iniekcję lek przeciwzapalny. Termogramy sukcesywnie rejestrowały spadek temperatury na powierzchni chorej nogi. Po

wycofaniu się zmian klinicznych termogramy nadal wykazywały zwiększony przepływ krwi w kończynach. Pomiary termograficzne przeprowadzano do czasu całkowitego powrotu konia do zdrowia. W innych badaniach kontrolowano działanie kortykosterydów w leczeniu zapalenia stawów. Również w tym przypadku wykazano przydatność termografii w monitorowaniu procesu leczenia oraz w wykrywaniu oznak podklinicznych zapalenia stawów (3).

Kolejne badania wykazały, że termografia jest efektywnym narzędziem diagnostycznym w wykrywaniu skuteczności działania isoxsupryny. Lek ten jest tradycyjnie używany w leczeniu syndromu trzeszczki. Po podaniu chorym koniom isoxsupryny w iniekcji w ilości 0,9 mg/kg i 1,2 mg/kg termograficznie wykazano wzrost temperatury, a tym samym zwiększenie przepływu krwi w kończynach. Potwierdzono przydatność termografii w wykrywaniu skuteczności działania leku (8). Podobne wyniki uzyskano po doustnej aplikacji 0,6 g/kg pasty isoxsupryny (32). Przeciwnie wyniki przedstawił Harkins i in. (14), gdzie termograficzny obraz kończyn piersiowych wykazał znaczny spadek powierzchniowych temperatur po iniekcji isoxsupryny.

Celem badań przedstawionych przez Hoogmoed i Synder (18) było wykrycie środków przeciwbólowych podanych w okolicy lędźwiowego odcinka kręgosłupa i mięśnia międzykostnego. Przy użyciu kamery termowizyjnej wykryto w tych miejscach wzrost temperatury, który utrzymywał się przez 2 dni. W tym samym doświadczeniu przeprowadzono neuroktomię okolicy palców kończyny piersiowej. Skutki zabiegu były monitorowane termograficznie. Pierwszego dnia po zabiegu temperatura odnerwionej kończyny wykazywała znacząco podniesioną temperaturę w porównaniu do drugiej kończyny piersiowej. W 6. dniu po zabiegu nie wykryto żadnych różnic temperaturowych pomiędzy obiema kończynami, co świadczyło o powrocie do normalnego obiegu krwi.

Wiele badań naukowych wykonano z użyciem termografii w celu zbadania wpływu leków na funkcjonowanie układu nerwowego. Potwierdzają to badania, w których określano temperatury powierzchniowe na kończynach u koni poddanych ogólnemu znieczuleniu. Pomiary



Ryc. 2. Rozkład temperatury od wartości najniższych (ciemne kolory) do najwyższych (jasne kolory): A – na powierzchni prawej strony ciała konia (36), B – wzdłuż odcinków pomiarowych kończyny piersiowej i miednicznej (19)

były wykonywane przed i po znieczuleniu w 10 wyznaczonych punktach na kończynach piersiowych i miednicznych, uwzględniając: łopatkę, łokieć, staw ramienny, mięsień międzykostny, zginacz palca, staw pęciny, koronę kopyta, staw kolanowy i staw stępu. Termogramy wykazały wzrost powierzchniowej temperatury na kończynach po ogólnym znieczuleniu (29). W innych badaniach wykazano, że kończyny przed i po zastosowaniu znieczulenia nie wykazały zmian powierzchniowej temperatury do 45 minut po zastosowaniu znieczulenia (17).

W badaniu Ghafir i in., (13) dowiedziono efektywności leczenia zespołu Hornera, objawiającego się porażeniem nerwów twarzowych. Dwóm koniom wykazującym kliniczne oznaki choroby podano w iniekcji lek ( $\alpha$ -adrenergic agonist). Pomiary termograficzne były wykonane przed i 30 minut po podaniu leku. W obrazie termicznym głowy zaobserwowano zmniejszenie temperatury o  $2,81^{\circ}\text{C}$  i  $3,71^{\circ}\text{C}$  po stronie objętej odnerwieniem, potwierdzając efektywność działania leków.

### Zastosowanie termografii w hodowli i w użytkowaniu koni

Na podstawie badań termograficznych określono, że każdy koń ma swój indywidualny wzorzec termiczny, który jest zależny od unaczynienia, umięśnienia oraz od procesów metabolicznych tkanek w poszczególnych partiach ciała (31). Wykazano, że zdrowy koń sportowy posiada najwyższe temperatury w obszarach oczu, nozdrzy i szpary pyskowej. Natomiast najniższe temperatury wykazano w okolicy pęciny, stawu pęciny, kości śródreżca, stawie nadgarstkowym na kończynach piersiowych i miednicznych (10). Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych. Najwyższe wartości temperatury ( $27,5\text{--}32,3^{\circ}\text{C}$ ) występowały w okolicy oczu, nozdrzy, ramienia, przedramienia, łokcia, a także szyi, łopatki, lędźwi, słabizny, na udzie i podudziu. Natomiast najniższe wartości temperatur ( $24,0\text{--}26,2^{\circ}\text{C}$ ), były na pęcinie, stawie pęciny, z tyłu nadpęcia i nadgarstka (21). W ujęciu liniowym wykazano, że najcieplejsze obszary na powierzchni ciała konia występowały od barku do zadu, na szyi, od barku do kłębu, od mostka do kłębu, od barku do łokcia i od zadu do słabizny. Natomiast najniższe temperatury zmierzono w dolnych częściach kończyn: od kopyta do stawu nadgarstkowego i do stawu skokowego (20).

W badaniach własnych wykazano, że termogramy dokumentujące zmiany temperatur powierzchni ciała koni wskutek wysiłku mogą być przydatne w ocenie pracy poszczególnych partii ciała w użytkowaniu sportowym. W tym celu określono model rozkładu temperatur konia przed i po ćwiczeniach oraz podczas restytucji. Temperaturę mierzono w stałych punktach na ciele, były to: szyja, mostek, kończyny piersiowe i miedniczne na symetrycznych obszarach ciała. Wykazano, że temperatura powierzchniowa ciała jest zależna od ruchu, rodzaju wysiłku fizycznego, a także od temperatury otoczenia. Dodatkowo wywnioskowano, że optymalnym czasem dla pomiarów termowizyjnych jest czas przed wysiłkiem lub dzień po wysiłku fizycznym (19).

Inne możliwości zastosowania termografii w użytkowaniu i hodowli koni były związane z pastwiskowaniem tych zwierząt i narażeniem na ukąszenia owadów z rodziny kuczmanów – *Colcoides imicola* (4). U koni nadwrażliwych ukąszenia wywoływały tzw. „lipcówkę” objawiającą się nadżerkami i ranami wskutek uporczywego świądu. Te objawy poprzedzone były zaczerwienieniem skóry, zwłaszcza w okolicy brzucha, co było widoczne na termogramach. Natychmiastowe wprowadzenie leczenia mogło zapobiec rozwojowi choroby.

Wszelkie podrażnienia skóry, wywołujące wzrost temperatury powierzchni, mogą być diagnozowane termograficznie. Turner i Scroggins (43) wykrywali konie „imbirowate”, to znaczy takie, którym wkładano imbir do odbytu w celu uniesienia rzepu ogona, dla odpowiedniej prezentacji sylwetki konia startującego w pokazach. Pod wpływem środka drażniącego okolice odbytu wykazywały podwyższoną temperaturę, widoczną na termogramach. We wcześniejszych publikacjach Nelson i Osheim (27) oraz Stephana i Gorlach (37) stwierdzili również, że termograficznie można wykrywać środki chemiczne podawane koniom w celu zwiększenia lub zmniejszenia ich możliwości wysiłkowych. Dotyczy to niedozwolonych środków dopingujących, których użycie jest karalne.

W jednych z najnowszych publikacji wykazano przydatność termografii w diagnozowaniu zaawansowanej ciąży u klaczy. Żrebne klacze miały temperaturę okolic słabizny ( $36,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) wyższą w porównaniu do klaczy nieżrebnych ( $34,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ). Różnice w temperaturze słabizny ( $2,4^{\circ}\text{C}$ ) pomiędzy żrebnymi a nieżrebnymi zwierzętami były najwyższe w temperaturze otoczenia poniżej  $19^{\circ}\text{C}$ . Diagnostyka termograficzna wykazała i potwierdziła w sposób nieinwazyjny ciążę u klaczy od średnio- (7. miesiąc) do późno- (9. miesiąc) zaawansowanej (2).

Oprócz szerokiego wachlarza aplikacji termografii w medycynie, diagnostyka ta znalazła korzystne zastosowanie w ocenie stanu zdrowia koni sportowych przed zakupem. Badanie na podczerwień może wykryć potencjalne istnienie podklinicznych urazów i schorzeń, które mogą się ujawnić dopiero po zakupie konia. Dodatkowo termografia znalazła zastosowanie w dopasowywaniu siodła do końskiego grzbietu (41).

### Metodyka badań termograficznych

Temperatura powierzchni ciała koni jest wartością permanentnie zmienną, w zależności od fizjologicznego stanu organizmu i od szeroko rozumianych warunków środowiskowych. Z tego względu interpretacja wyników badań termograficznych powinna uwzględniać wszystkie cechy osobnicze, jak również zabiegi wykonywane na koniu. Na przykład strzyżenie wpływa na temperaturę powierzchni ciała.

Przy każdym badaniu termograficznym należy wykonywać pomiar temperatury rektalnej, jako jednego ze wskaźników stanu zdrowia. Podczas pomiarów koń powinien stać z dala od przegród konstrukcyjnych i urządzeń grzewczych, w miejscu zacienionym – ze względu na możliwość błędów pomiarowych wynikających

z wpływu promieniowania słonecznego. Odległość kamery termowizyjnej od konia należy ustalić adekwatnie do uzyskania wyników: od 1 m (dolne odcinki kończyn) do 6-7 m (cała sylwetka). Uwzględniając warunki środowiskowe, należy równocześnie wykonywać pomiary temperatury, wilgotności i ochładzania.

Ze względu na wspomnianą zmienność temperatury powierzchni ciała badania termograficzne mają szczególnie wysoką wartość porównawczą, jeżeli są powtarzane na tym samym koniu w różnych warunkach treningowych i mikroklimatycznych.

### Podsumowanie

Termografia jest metodą diagnostyczną, która zapewnia nieinwazyjny, szybki i bezpieczny pomiar temperatury powierzchni ciała konia (29). Możliwości zastosowania termowizji wzrastają wraz ze stopniowym udoskonalaniem jakości obrazu, dla wiarygodnej i łatwiejszej interpretacji zdjęć. Dostępne obecnie najnowsze generacje sprzętu termograficznego są wrażliwe na różnice temperatur do 0,1°C (1). Sprawia to, że kamera jest 10-krotnie bardziej czuła niż ręka człowieka w wykrywaniu różnic temperaturowych (41). Dodatkowym atutem tej diagnostyki jest możliwość wykonania badań w środowisku przyjaznym dla zwierzęcia. Pozwala to uniknąć stresującej dla konia sytuacji, gdy w celu wykonania badań musi zmienić otoczenie (28).

W Polsce badania termograficzne są stosunkowo mało rozpowszechnione ze względu na wysoki koszt sprzętu termowizyjnego. Rozwój technologii oraz większa dostępność tego typu techniki powinny wpłynąć na szersze zastosowanie tej diagnostyki nie tylko u koni, ale również u innych zwierząt domowych i gospodarczych.

### Piśmiennictwo

- Bathe P. A.: Thermography, [w:] Floyd A., Mansmann R.: Equine Podiatry. Saunders Elsevier Inc. 2007, 167-170.
- Bowers S., Gandy S., Anderson B., Ryan P., Willards S.: Assessment of pregnancy in the late-gestation mare using digital infrared thermography. Theriogenology 2009, 72, 372-377.
- 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.
- Braverman Y.: Potential of infra-red thermography for the detection of summer seasonal recurrent dermatitis (sweet itch) in horses. Vet. Rec. 1989, 125, 372-374.
- Cena K.: Radiative heat loss from Animal and Man, [w:] Monteih J. L., Mount L. E.: Heat loss from animals and man. London: Butterworths 1974, 34-57.
- Davy J. R.: Medical application of thermography. Physics in Technology 1977, 3, 54-61.
- Delahanty D. D., Georgi J. R.: Thermography in equine medicine. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1965, 147, 235-238.
- Deumer J., De Haan F., Tulp M. T. M., Van Den Hoven R.: Effect of an isoxsuprine-resin preparation on blood flow in the equine thoracic limb. Vet. Rec. 1991, 9, 427-429.
- Di Pramerio P. D.: La temperature corporea durante l'esercizio prolungato. Riv. Di Cult. Sport. 1995, 14, 6-13.
- Flores S. C.: Berührungslose Temperaturmessung an der Haut-Oberfläche beim Pferd. Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule, Vet. Med. Diss., Hannover 1978.
- 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. Sc. 2006, 26, 507-516.
- Gershon-Cohen J.: Medical Thermography. Scientific American 1967, 216, 94-102.
- Ghafir Y., Aat T., Lekeus P.: Thermography facial patterns following an  $\alpha 2$  – adrenergic agonist injection on two horses suffering from Horne's syndrome. Eq. Vet. J. 1996, 8, 192-195.
- Harkins J. D., Mundy G. D., Stanley S., Woods W. E., Sams R. A., Richardson D. R., Tobin T.: Character and duration of pharmacological effect of intravenous isoxsuprine. Eq. Vet. J. 1996, 28, 320-326.
- Head J., Dyson S.: Talking the temperature of equine thermography. Vet. J. 2001, 162, 166-167.
- Head J. F., Wang F., Lipari C. A., Elliot R. L.: The important role of infrared imaging in breast cancer: new technology improves applications in risk assessment, detection, diagnosis and prognosis. IEEE Eng. Med. Biol. Mag. 2000, 19, 52-57.
- Holmes L. C., Gaughan E. M., Gorondy D. A., Hogge S., Spire M.: The effect of perineural anesthesia on infrared images of the forelimb digits of normal horses. Can. Vet. J. 2003, 44, 392-396.
- Hoogmoed Van L. M., Synder J. R.: Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. Vet. J. 2002, 164, 129-141.
- Jodkowska E.: Temperatura powierzchni ciała jako kryterium predyspozycji wysiłkowych konia. Zeszyty Nauk. AR Wroc. Zootech. 2005, 511, 7-114.
- Jodkowska E., Dudek K.: Badania nad symetrią temperatury powierzchni ciała koni wyścigowych. Przegląd Nauk. Lit. Zootech. 2000, 50, 307-319.
- 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.
- Kold S. E., Chappell K. A.: Use of computerized thermographic image analysis (CTIA) in equine orthopedics: review and presentation of clinical cases. Eq. Vet. Ed. 1998, 10, 198-204.
- Kraft S. L., Roberts G. D.: Modern diagnostic imaging. Vet. Clin. North Am. Eq. Prac. 2001, 17, 193.
- Lawson R. N.: Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer. Can. Med. Ass. J. 1956, 75, 309-310.
- Levet T., Martens A., Devisscheer L., Duchateau L., Vlamink L.: Distal limb cast sores in horses: Risk factors and early detection using thermography. Eq. Vet. J. 2009, 41, 18-23.
- Merla A., Ledda A., Dodontol, Romandi D. L.: Infrared imaging assistance to diagnosis and treatment of varicocele. IEEE Eng. Med., Biol. Mag. 2003, 22, 1091-1093.
- Nelson H. A., Osheim D. L.: Soring in tennessee walking horses: detection by thermography. United States Department of Agriculture – APHIS, Vet. Ser. Lab. Ames, Iowa 1975, 1-14.
- Otilia C., Tanase A., Miclaus I.: Digital thermography in assessing soft tissue injuries on sport equines. Buletin Informativ USAMV-CN 2006, 63, 228-233.
- 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.
- Polakowski H.: Zastosowanie termografii w badaniach nieniszczących, metoda fali cieplnej, termografia impulsowa. IV Konferencja Krajowa „Termografia i termometria w podczuwaniu” i Szkoła Termograficzna, Łódź 2000.
- Purohit R. C., McCoy M. D.: Thermography in diagnosis of inflammatory process in the horse. Am. J. Vet. Res. 1980, 41, 1167-1174.
- Rose R. J., Allen J. R., Hodgson D. R., Kohnke J. R.: Studies on isoxsuprine hydrochloride for the treatment of navicular disease. Eq. Vet. J. 1983, 15, 238-243.
- Rozsak K., Graczyński M., Jagielak D., Rogowski J.: Termowizja w kardiologii. [w:] Modura H. (red.): Pomiary termowizyjne w praktyce: praca zbiorowa. Agenda Wydaw. PAKu Warszawa 2004, 133-136.
- Rudowski G.: Termowizja i jej zastosowanie. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1978.
- Schweinitz Von D. G.: Thermographic diagnosis in equine back pain. Vet. Clin. North Am. Eq. Pra. 1999, 15, 161-177.
- Soroko M.: Możliwości zastosowania termografii w monitorowaniu lub kontrolowaniu kulawizny u koni sportowych. Praca magisterska, Uniwersytet Aberystwyth, Wielka Brytania 2010.
- Stephana E., Grolach A.: Measuring of surface temperatures using infrared thermography in veterinary medicine. Preliminary report Dtsch Tierarztl Wochenschr 1971, 1, 78, 330-333.
- Strömberg B.: The use of the thermography in equine orthopedics. J. Am. Vet. Radio. Assoc. 1974, 5, 94-97.
- Turner T. A.: Back Problems in Horses. 49<sup>th</sup> Annual Convention of the Proc Am. Assoc. Eq. Pract., New Orleans, Louisiana 2003.
- Turner T. A.: Diagnostic thermography. Vet. Clin. North Am. Eq. Pra. 2001, 17, 95-113.
- Turner T. A.: Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. Vet. Clin. North Am. Eq. Pra. 1991, 7, 311-338.
- Turner T. A., Pansch J., Wilson J. H.: Thermographic Assessment of Racing Thoroughbreds. Proc. Am. Assoc. Eq. Pract. 2001, 47, 344-346.
- Turner T. A., Scroggins R. D.: Thermographic detection of gingering in horses. J. Eq. Vet. Sc. 1989, 5, 8-10.
- Uematsu S.: Medical Thermography, Theory and Clinical Application, Los Angeles 1976.
- 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, 1175-1180.
- Verschooten F., Desmet P., Verbeeck J.: Skin surface temperature measurements in horses by electronic thermometry. Eq. Pra. 1997, 19, 16-23.
- Waldsmith J. K.: Diagnostic thermography in Atlanta. Seventeenth Meeting of the Assoc. for Equine Sport Med. Lessburg, Virginia 1998, 3, 74-79.

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