



## Kompendium badań nad wykorzystaniem termografii w diagnostyce i użytkowaniu koni

### Streszczenie

**Termografia jest bezinwazyjną metodą diagnostyczną polegającą na rejestracji i wizualizacji promieniowania podczerwonego emitowanego z powierzchni badanego ciała. Początki jej zastosowania w medycynie weterynaryjnej sięgają połowy lat 60 ubiegłego stulecia. Na przestrzeni 50 lat termografia została uznana jako przydatne narzędzie diagnostyczne w kontrolowaniu zdrowia koni. Wiele publikacji naukowych dotyczyło wykorzystania podczerwieni w diagnozowaniu, przewidywaniu lub kontrolowaniu stanu zapalnego. Zwrócono też uwagę na przydatność termografii w monitorowaniu efektywności działania leków przeciwzapalnych. Współcześnie technika ta jest wykorzystywana coraz częściej w użytkowaniu i hodowli koni.**

### Wstęp

Termografia jest bezinwazyjną metodą diagnostyczną stosowaną w medycynie weterynaryjnej. Jej działanie opiera się na odczytywaniu emitowanego promieniowania podczerwonego z badanej powierzchni ciała. W wyniku badań powstaje kolorowy termogram, na którym poszczególne kolory odnoszą się do odpowiedniej wartości temperatur. Ponieważ temperatura powierzchni ciała jest ściśle związana z charakterem podskórnego przepływu krwi i z procesami metabolicznymi tkanek emitowane promienie podczerwone może odzwierciedlać zwiększony lub zmniejszony przepływ krwi w danym obszarze ciała. Pozwala to na lokalizację zmian ukrwienia związane z wystąpieniem schorzeń w organizmie.

Początki zastosowania termografii związane są z odkryciem w roku 1800 promieniowania podczerwonego przez angielskiego astronoma Friedricha Wilhelma Herschela. Pierwsze stacjonarne detektory podczerwieni powstały 30 lat później. Natomiast przenośne kamery termograficzne skonstruowano dopiero w latach 40 XX wieku. W praktyce wykorzystywano je w przemyśle oraz na cele militarne (Davy 1977). Lata 60 XX w. były początkiem zastosowania termografii jako narzędzia diagnostycznego w medycynie ludzkiej. W pierwszych pracach naukowych opublikowano zastosowanie podczerwieni w onkologii (Lawson 1956). Obecnie diagnostyka ta znalazła szerokie zastosowanie w diagnozowaniu chorób związanych z zaburzeniami krążenia, reumatyzmem (Ring i wsp. 1974), oparzeniami (Newman i wsp. 1981), a także chorobami skóry (Zalewska i wsp. 2005).

Zastosowanie tej techniki w medycynie weterynaryjnej uważa się połowę lat 60 XX wieku. Pierwsze znaczące publikacje naukowe na arenie międzynarodowej ukazały się w Stanach Zjednoczonych. Autorami najczęściej publikowanych prac są: T. Turner; L. Hoogmoed; J. Snyder; K. Bowman ; R. Purohit. Ich prace stworzyły fundamenty dla zastosowania termografii w aspekcie weterynaryjnym w literaturze naukowej i dały podstawy do prowadzenia dalszych badań nad zastosowaniem tej diagnostyki u koni.

W Polsce pierwsze publikacje dotyczące zastosowania termografii koni miały miejsce w raz z początkiem lat 80 w Katedrze Zoohigieny Wyższej Szkoły Rolniczej



# EQUINE MASSAGE

SZKOŁA REHABILITACJI · TERMOGRAFIA KONI

we Wrocławiu. Badania dotyczyły między innymi określenia różnic temperatury powierzchni ciała pomiędzy końmi półkrwi a prymitywnymi (Jodkowska i wsp. 1982a). Analizowano rozkład temperatur lokalizując stałe i zmienne punkty termiczne na powierzchni ciała konia (Jodkowska i wsp. 1982b)

## Zarys wybranych publikacji od roku 1965 do roku 2009

### Lata 1965 - 1970

Wyniki pierwszych badań z wykorzystaniem techniki termograficznej w diagnozowaniu stanu zdrowia koni zostały opisane w roku 1965 przez Delahanty i Georgi. Amerykańscy naukowcy, w oparciu o zdobytą wiedzę w termografii medycznej, wykazali przydatność tej metody w wykrywaniu stanów zapalnych u koni. Badania dotyczyły zdiagnozowania komórek rakowych (rak płasko-komórkowy) oraz zlokalizowania klinicznych przypadków złamania III kości nadgarstka, uszkodzenia stawu skokowego i głębokiego ropnia szyjnego. Termogramy we wszystkich czterech przypadkach potwierdziły stany patologiczne równocześnie z diagnozą radiologiczną.

### Lata 1970 - 1980

Od początku lat 70 XX wieku, termografia zaczęła znajdować coraz większe uznanie w medycynie weterynaryjnej.

Publikacje w tamtym okresie były głównie dziełem Strömberga (1971, 1972, 1974). Opisano w nich wyniki pierwszych badań z wykorzystaniem termografii w wykrywaniu i monitorowaniu urazów kończyn u koni wyścigowych. Dowiedziono, że można przewidzieć zmiany patologiczne ścięgna mięśnia zginacza powierzchownego palców do 14 dni przed ujawnieniem stanu klinicznego urazu. Obraz termograficzny wykazał zwiększoną ciepłotę kontuzjowanej kończyny, mimo że badania radiograficzne nie wykazywały patologicznych zmian. Stwierdzono, że termografia może być przydatna w diagnozowaniu stanów podklinicznych.

### Lata 1980 - 1990

Praca Purohita i McCoya (1980) wykazała przydatność zastosowania podczerwieni w diagnozowaniu: zwichnięcia trzeciego kręgu odcinka lędźwiowego; ropnego zapalenia kopyta; ochwatu; zapalenia ścięgna oraz stawu kolanowego. Potwierdzono również, że metoda ta jest przydatna w kontrolowaniu skuteczności działania leków przeciwzapalnych. Kolejne badania tych samych autorów dotyczyły możliwości zastosowania termografii w diagnozowaniu Zespołu Hornera - choroby neurologicznej, polegającej na porażeniu nerwów układu współczulnego okolic głowy i szyi. Na termogramie obszar porażenia nerwów wykazał lokalny wzrost powierzchniowej temperatury o 2-3°C. Wykrycie choroby poprzez badania termograficzne ma kluczowe znaczenie dla możliwości jej wyleczenia (Purohit i wsp. 1980).

W pracy Vadena i wsp. (1980) wykazano, że analiza promieniowania podczerwonego jest przydatna w diagnozowaniu stanu zapalnego stawu stępu. Badanie przeprowadzono na 20 koniach wyścigowych. U pięciu koni wykazano zaburzenia pracy stawu. Natomiast u jednego konia z grupy stwierdzono kliniczne



# EQUINE MASSAGE

SZKOŁA REHABILITACJI · TERMOGRAFIA KONI

oznaki kulawizny, które potwierdzono badaniem termograficznym i radiologicznym. Natomiast u pozostałych koni, w oparciu o analizę promieniowania podczerwonego wykazano zmiany patologiczne w ukrwieniu stawu stępu, nie potwierdzając zmian w badaniu radiologicznym. Dowiedziono, że diagnostyka termograficzna może być użyteczna w diagnozowaniu podklinicznych, a także chronicznych zmian związanych z zapaleniem stawu stępu.

Podobne wyniki zostały przedstawione w pracy Bowmana i wsp. (1983), w której autorzy przedstawili przydatność termografii w wykrywaniu obszarów zapalenia stawu stępu i stawu nadgarstkowego przed wystąpieniem objawów klinicznych. Tym samym dowiedziono skuteczność stosowania termografii w monitorowaniu procesów leczenia stanów zapalnych stawów. Na podstawie pomiarów wykazano, że podany w iniekcji kortykosteroid skrócił istotnie czas procesów leczenia u koni wykazujących zapalenie stawu stępu. Natomiast iniekcja leku do stawu nadgarstkowego, nie przyspieszyła istotnie szybkości procesów leczenia w porównaniu do koni kontrolnych.

Turner i wsp. (1983) przy użyciu obrazów termograficznych diagnozowali syndrom trzeszczki. Wykazano, że konie dotknięte tym syndromem nie wykazywały wzrostu temperatury kopyt po treningu. Wyniki termograficzne pokrywały się z badaniami radiologicznymi, gdzie zdiagnozowano powiększone otwory odżywcze w trzeszczkach kopytowych.

Praca Bravermana (1989) przedstawiła możliwości stosowania termografii w wykrywaniu okolic zapalenia skóry koni zaatakowanych przez owada gatunku *Culicoides imicola*. U koni nadwrażliwych na ukąszenia występują objawy tzw. „lipcówki”, co charakteryzowało się nadżerkami i ranami wskutek uporczywego świądu. Objawy te poprzedzone były zaczerwienieniem skóry, zwłaszcza w okolicy brzucha, co potwierdzono w badaniu termograficznym.

## Lata 1990 – 1999

W latach tych badania dotyczyły m.in. możliwości zastosowania termografii w kontrolowaniu skuteczności działania leków.

Turner (1991) przy pomocy termografii lokalizował obszary kończyny zagrożone wystąpieniem stanu zapalnego. Autor przedstawił możliwość zastosowania podczerwieni w przewidywaniu stanu podklinicznego zapalenia na dwa tygodnie przed ujawnieniem klinicznych oznak kulawizny. W opracowaniu zwrócono również uwagę na możliwość diagnozowania ochwatu oraz syndromu trzeszczki.

W badaniach Ghafir i wsp. (1996), podobnie jak w poprzedniej pracy Purohita i wsp. (1980) wykazano przydatność termografii w monitorowaniu zespołu Hornera. Badanie przeprowadzono na dwóch koniach, wykazujących kliniczne oznaki choroby. Pomiary temperatury powierzchni ciała wykonywano przed i 30 min po podaniu w iniekcji  $\alpha$ 2- adrenergicznego agonisty. Po podaniu leku, pomiary powierzchniowego rozkładu temperatury okolic głowy wykazały spadek temperatury, potwierdzając tym samym efektywność działania leku.

Turner (1998) przedstawił możliwości zastosowania termografii w diagnozowaniu przyczyn kulawizny górnych partii kończyn (powyżej stawu nadgarstkowego i stępu) lokalizując obszary podklinicznego zapalenia, podlegającej dalszej diagnostyce.

Publikacja Schweinitz (1999) dotyczyła zastosowania podczerwieni w diagnozowaniu schorzeń grzbietu. Wykazano że termografia jest najbardziej czułą metodą diagnostyczną w wykrywaniu podklinicznych i chronicznych kontuzji grzbietu.



# EQUINE MASSAGE

SZKOŁA REHABILITACJI · TERMOGRAFIA KONI

Autor zbadał również przydatność termografii w diagnozowaniu choroby nerwowo mięśniowej okolicy piersiowo - lędźwiowej kręgosłupa. Dotknięte obszary miały zmniejszoną temperaturę ciała, z powodu zmian tonusu współczulnego układu nerwowego.

## Lata 2000 - 2009

Hoogmoed i wsp. (2000) wykorzystali termografię jako potencjalne narzędzie do wykrywania użycia niedozwolonych środków u koni sportowych. Środki te zastosowano na kończynach piersiowych, powodując terapeutyczny odczyn zapalny. Czas, w jakim można było wykryć zwiększoną ciepłotę, zależał od sposobu podania środków w okolicach kończyn. Powierzchniowe podanie irytantów w okolicach kości pęciniowej, spowodowało utrzymywanie się podwyższonej temperatury przez 6 dni. Natomiast podanie irytantów w iniekcji, spowodowało wzrost powierzchniowej temperatury przez 8 dni. W badaniu wykazano, że termografia może być stosowana w wykrywaniu dopingu u koni sportowych.

Turner i wsp. (2001) wykazali możliwość zastosowania termografii w wykrywaniu kulawizny u koni wyścigowych. W ciągu roku 45 koni było poddanych regularnym badaniom termograficznym. Grupa 9 koni w trakcie trwania badań została wyeliminowana z treningu z powodu kontuzji lub przewlekłych stanów patologicznych. Natomiast pięć koni, miało przewidziany podkliniczny stan zapalny na 2 tygodnie przed wystąpieniem stanu klinicznego zapalenia. Badania wykazały, że termografia może być przydatna w kontrolowaniu stanu zdrowia dolnych partii kończyn oraz w wykrywaniu stanów zapalnych.

W roku 2002 Hoogmoed i Snyder przeprowadzili badania z wykorzystaniem termografii w neurologii. Dowiedziono, że obszary odnerwione mają zwiększone ukrwienie, które po krótkim czasie wraca do normy. Reakcja ta była prawdopodobnie skutkiem kompensacji krążenia okolicy odnerwionej.

W publikacji Fonseca i wsp. (2006), opisano efektywność działania termografii jako narzędzia pomocniczego w diagnozowaniu urazów odcinka piersiowo - lędźwiowego kręgosłupa. Podczerwień użyto jako narzędzie lokalizujące obszar urazów, natomiast ultrasonografia była użyta do opisu rodzaju tego urazu. Dzięki obu badaniom, zdiagnozowano zapalenie wyrostków kolczystych, nadgrzebieniowe i międzykolcowe zapalenie więzadła, międzykręgowe zapalenie stawów. Zależność obu urządzeń znalazła wysoką przydatność w diagnozowaniu urazów piersiowo - lędźwiowego odcinka kręgosłupa.

Jedno z najnowszych publikacji wykazuje przydatność diagnostyki podczerwonej w monitorowaniu ran powstałych pod gipsem. Stwierdzono przydatność techniki w wykrywaniu powierzchniowych i głębokich ran skórnych powstałych pod gipsem w dolnej partii kończyny. Nadaje to nowe możliwości wykorzystania podczerwieni w monitorowaniu urazów związanych z noszeniem gipsu (Levet i wsp. 2009).

W publikacji Bowers (2009), wykorzystano termografię w diagnozowaniu zaawansowanej ciąży u kłaczy. Żrebne kłaczki miały temperaturę okolic słabizny ( $36,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ), wyższą w porównaniu do kłaczy nieżrebnych ( $34,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ). Różnice w temperaturze słabizn ( $2,4^{\circ}\text{C}$ ) pomiędzy żrebnymi, a nie żrebnymi zwierzętami były najwyższe, w temperaturze otoczenia poniżej  $19^{\circ}\text{C}$ . Diagnostyka termograficzna w sposób nieinwazyjny wykazała i potwierdziła ciążę u kłaczy od średnio (7 miesiąc) do późno (9 miesiąc) zaawansowanej.



# EQUINE MASSAGE

SZKOŁA REHABILITACJI · TERMOGRAFIA KONI

Obecnie w Polsce prowadzony jest szereg badań nad rozwinięciem możliwości zastosowania termografii w użytkowaniu sportowym koni. Publikacje Jodkowskiej (2005) z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu dotyczyły ustalenie modelu temperatury ciała konia przed wysiłkiem, po wysiłku i w spoczynku. Wykazano, że temperatura powierzchni ciała jest zależna od ruchu, rodzaju wysiłku fizycznego, a także od temperatury otoczenia. Dodatkowo wywnioskowano, że termogramy dokumentujące zmiany temperatur powierzchni ciała koni wskutek wysiłku, mogą być przydatne w ocenie pracy poszczególnych partii ciała w użytkowaniu sportowym koni. Natomiast badania na koniach wyścigowych potwierdziły, że stała kontrola rozkładu temperatur dolnych partii kończyn umożliwia wykrywanie przeciążeń, związanych z pracą fizyczną lub z przeszłymi kontuzjami (Soroko 2011).

## Podsumowanie

Badania nad możliwościami zastosowania termografii w medycynie weterynaryjnej koni trwają już od ponad 50 lat. Rozwój aparatury na podczerwień powoduje, że współczesna termografia staje się coraz częściej stosowanym narzędziem w pracy nie tylko weterynarzy, ale także trenerów i jeźdźców.

Głównym ograniczeniem tej metody, jest brak możliwości porównywania ze sobą termogramów, wykonywanych w różnych warunkach środowiskowych. Dlatego obecne badania zmagają się w kierunku ustalenia standardów wykonywania pomiarów termograficznych. Trudność standaryzacji polega na tym, że wiele czynników środowiskowych oraz fizjologicznych organizmu ma wpływ na wyniki badań.

Przestrzeganie jednak określonych zaleceń w wykonywaniu badań może przyczynić się do zobiektywizowania procesów analizy badań termograficznych i znacznego zmniejszenia ilości błędnych diagnoz. Określenie standardów wykonywania badań umożliwi rozprzestrzenienie i rozwinięcie tej diagnostyki.

## Piśmiennictwo

1. Bowers S., Gandy S., Anderson B., Ryan P., Willards S. 2009. Assessment of pregnancy in the late-gestation mare using digital infrared thermography. *Theriogenology*. 72, 372–377;
2. Bowman K.F., Purohit R.C., Ganjam V.K., Pechman R.D., Vaughan J.T. 1983. Thermographic evaluation in corticosteroid efficacy in amphotericin b- induced arthritis in ponies. *Am. J. Vet. Res.* 44 (1), 51-56;
3. Braverman Y. 1989. Potential of infra-red thermography for the detection of summer seasonal recurrent dermatitis (sweet itch) in horses. *Vet. Rec.* 125, 372-374;
4. Delahanty D.D., Georgi J.R. 1965. Thermography in equine medicine. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 147, 235-238;
5. Davy J. R. 1977. Medical application of thermography. *Tech. Phys.* 3, 54- 61;
6. Fonseca B.P.A., Alves A.L.G., Nicoletti J.L.M., Thomassian A., Hussini C. A., Mikaik S. 2006. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *J. Eq. Vet. Sci.* 26(11), 507-516;
7. Ghafir Y., Art T., Lekeus P. 1996. Thermography facial patterns following an alpha2 – adrenergic agonist injection on two horses suffering from Horner's syndrome. *Equine Vet Educ.* 8(4), 192-195;



# EQUINE MASSAGE

SZKOŁA REHABILITACJI · TERMOGRAFIA KONI

8. Hoogmoed van L.,M., Snyder, J.R., Allen, A.K., Waldsmith, J.D. 2000. Use of infrared thermography to detect performance - enhancing techniques in horses. *Equine Vet. Edu.*12,102-107;
9. Hoogmoed van L.M., Snyder J.R. 2002. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *Vet. J.* 164(2), 129-141;
10. Jodkowska E. Rojkowski A., Sobczak Z., Andrzejewski A. 1982a. Skin temperature differences of halfbred and primitive horses. *Book of Abstracts of the 33th Annual Meeting of the EAAP, Leningrad*;
11. Jodkowska E., Rojkowski A., Sobczak Z., Andrzejewski A. 1982b. Characteristics of thermostabile and thermolabile points on the horses skin. *Book of Abstracts of the 33th Annual Meeting of the EAAP, Leningrad*;
12. Jodkowska E. 2005. Temperatura powierzchni ciała jako kryterium predyspozycji wysiłkowych konia. *Zesz. Nauk AR we Wrocławiu*, nr 511;
13. Lawson R.N.1956. Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer. *Can. Med. Assoc. J.* 75, 309-310;
14. Levet T., Martens A., Devisscheer L., Duchateau L., Bogaert L., Vlamink L. 2009. Distal Limb Cast Sores In horses: risk factors and early detection using thermography. *Equine Vet. J.* 41(1), 18-23;
15. Newman P.,Pollock M., Reid W.H., James W.B. 1981. A practical technique for the thermographic estimation of burn depth: A preliminary report. *Burns*, 8, 59-63;
16. Purohit R. C., McCoy M.D. 1980. Thermography in diagnosis of inflammatory process in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 41, 1167-1174;
17. Purohit R. C., McCoy M.D, Bergfeld W.A. 1980. Thermographic diagnosis of horner's syndrome in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 41 (8), 1180-1182;
18. Ring E.F., Collins A.J., Bacon P.A., Cosh J.A. 1974. Quantitation of thermography in arthritis using multi-isothermal analysis. II. Effect of non-steroidal anti-inflammatory therapy on the thermographic index. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 33, 353-356.
19. Schweinitz von D.G. 1999. Thermographic diagnosis in equine back pain. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.* 15, 161-177;
20. Soroko M. 2011. Badania kończyn koni sportowych metodą termograficzną. *Inż. Bio.*17(2), 104-109;
21. Stromberg B. 1971. The normal and diseased superficial flexor tendon in racehorses. a morphologic and physiologic investigation. *Acta Radiol. Supp.* 305, 7-94;
22. Stromberg, B. 1972. Thermography of the superficial flexor tendon in racehorses. *Acta Radiol. Supp.* 319, 295-297;
23. Stromberg B. 1974. The use of the thermography in equine orthopedics. *J. Am. Vet. Radiol. Assoc.* 5, 94-97;
24. Turner T.A., Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. 1991. *Vet. Clin. North Am. Eq. Pra.* 7, 311-338
25. Turner T.A. 1998. The use of thermography in lameness evaluation. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 44, 224-226;
26. Turner T.A., Fessler J.F., Lamp M., Pearce J.A., Geddes L.A. 1983. Thermographic evaluations of podotrochlosis in horses. *Am. J. Vet. Res.* 44(4), 535 -539;
27. Turner T.A., Pansch J., Wilson J.H. 2001. Thermographic assessment of racing Thoroughbreds. *Proc. Am. Assoc. Eq. Pract.* 47, 344- 346;



# EQUINE MASSAGE

SZKOŁA REHABILITACJI · TERMOGRAFIA KONI

28. Vaden M.F., Purohit R.C., McCoy M.D., Vaughan J.T. 1980. Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.* 41, 1175-1180;
29. Zalewska A., Gralewicz G., Owczarek G., Więcek B., Narbutt J. 2005. Próba jakościowej oceny łuszczycy za pomocą termografii. *Postępy Dermatologii i Alergologii*, XXII, 3, 124–128;