



VF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Veterinarska fakulteta

Peter Kruljc

Splošna termografija konj



Učbenik za študente veterinarske medicine

Ljubljana, 2024

Splošna termografija konj

Avtor: izr. prof. dr. Peter Kruljc, dr.vet.med.

Recenzenti: prof. dr. Andrej Pengov, dr.vet.med.
prof. dr. Jože Starič, dr.vet.med.
prof. dr. Vladimir Mrljak, dr.vet.med.

Jezikovni pregled: Vlasta Mlakar

Oblikovanje: izr. prof. dr. Peter Kruljc, dr.vet.med.

Izdajatelj: Univerza v Ljubljani, Veterinarska
fakulteta

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2024

Cena: Publikacija je brezplačna

Spletna lokacija publikacije: <http://knjiznica.vf.uni-lj.si/PortalGenerator/Document.aspx?id=428>

© 2024 Vse pravice pridržane. Nobenega dela te publikacije se ne sme reproducirati ali posredovati v kakršni koli obliki brez predhodnega pisnega soglasja avtorja.

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID 199310851](#)

ISBN 978-961-95242-7-5 (PDF)

KAZALO

	Stran
1. UVOD	6
2. TERMOGRAFIJA	7
2.1 Elektromagnetni spekter	9
3. TERMOGRAFIJA KOT DIAGNOSTIČNA METODA	12
3.1 Medicinski termogram	13
3.2 Termografska kamera in termogram	14
3.3 Termogram	15
4. TERMOGRAFSKI PREGLED KONJA	17
4.1 Razporeditev temperature po površini telesa	26
4.2 Spreminjanje temperature telesne površine med počitkom in delom	31
4.3 Termografija kot orodje za klinični pregled konja	35
5. DIAGNOSTIKA POŠKODB IN OBOLENJ	36
6. TERMOGRAFIJA ŠPORTNIH POŠKODB	40
6.1 Termografija kože	40
6.2 Termografija okončin	42
6.2.1 Termografija kopita	43
6.2.2 Termografija svitkovega roba	43
6.2.3 Diagnostika laminitisa	43
6.2.4 Diagnostika podotrohloze	44

6.3	Termografija kosti in sklepov	45
6.4	Termografija tetiv in ligamentov	48
6.4.1	Tendinitis	48
6.4.2	Poškodbe ligamentov	49
6.5	Termografija mišic	50
6.6	Termografija hrbta	51
6.6.1	Torakalna in sakralna vretenca	52
6.6.2	Nevromišične bolezni	53
6.6.3	Mišice torakolumbalnega območja	53
6.6.4	Poškodbe supraspinalnih in sakroiliakalnih ligamentov	54
6.6.5	Poškodbe kot posledice neprimerne in neprilagojenega sedla	54
7.	MEDSEBOJNO DOPOLNJEVANJE DIAGNOSTIČNIH SLIKOVNIH TEHNIK	57
8.	TERMOGRAFSKI PREGLED KONJA-tabela	59
9.	STVARNO KAZALO	61
10.	LITERATURA	71

1. UVOD

Termografija je diagnostična slikovna tehnika, posneta s termografsko kamero. Prve kamere so bile izdelane v štiridesetih letih prejšnjega stoletja in so bile sprva namenjene vojaški in industrijski rabi, sredi 20. stoletja pa so se začele uporabljati v medicinski diagnostiki. Ena prvih objavljenih študij na področju humane medicine je bila študija o raku dojke, ki so ji v naslednjih letih sledile številne druge. V veterinarski medicini je bila termografija prvič uporabljena med šestdesetimi in zgodnjimi sedemdesetimi leti prejšnjega stoletja in je postala pomembno diagnostično orodje, zlasti za uporabo pri konjih.

Od takrat so bile objavljene druge študije o uporabi termografije na različnih področjih medicine konj, zlasti v fiziologiji, patofiziologiji, klinični diagnozi, poškodbah, zdravljenju in fizioterapiji.

V veterinarski medicini je termografija postopoma postala primarno in dopolnilno diagnostično orodje, predvsem kot pomoč pri kliničnem pregledu konj. Posebno vlogo ima v športni medicini konj, kjer lahko spremlja delo in odkriva športne poškodbe konj. Poleg številnih prednosti ima termografija pri praktični uporabi tudi nekatere omejitve. Metoda ni specifična in ne more določiti etiologije patoloških sprememb. Zato se pogosto uporablja skupaj z drugimi sodobnimi diagnostičnimi metodami (rentgen,

ultrazvok, računalniška tomografija in magnetna resonanca) in ne kot nadomestek zanje.

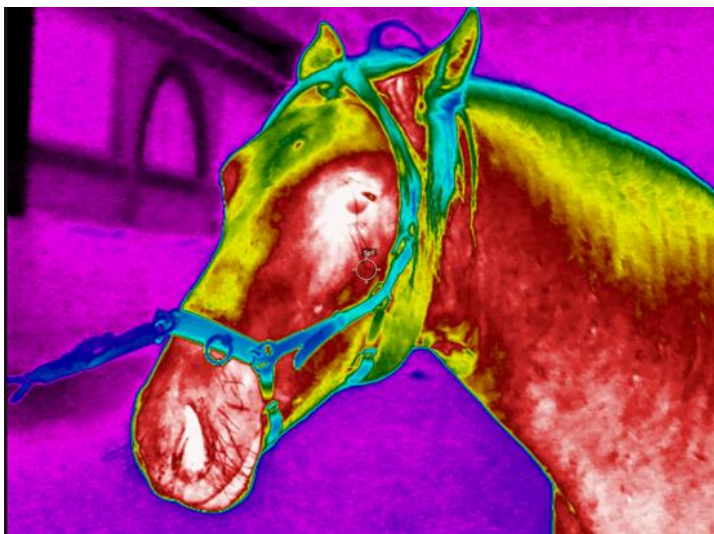
2. TERMOGRAFIJA

Termografija je neinvazivna diagnostična metoda (Slika 1), ki zaznava telesna območja s povečano (ali zmanjšano) temperaturo z merjenjem infrardečega sevanja. Odkriva fiziološke in patohistološke spremembe, ki so primarno povezane s krvnim pretokom in hitrostjo metabolizma v pregledovanih delih konjevega telesa, kot posledice nastajanja sprememb v nastajanju toplote. Sem sodijo telesne obremenitve, različne telesne poškodbe, bolezenska stanja in vplivi okolja. V medicini konj je termografija lahko uporabljena za zgodnje ugotavljanje temperaturnih sprememb v tkivih, kar omogoča zgodnje zdravljenje v zgodnjih stadijih poslabšanja zdravstvenega stanja. Termografski pregled se lahko uporablja za ugotavljanje tkivnih okvar na vseh telesnih območjih. Še posebej je uporabna za ugotavljanje mišično skeletnih okvar.

Vnetni procesi so prisotni pri številnih boleznih in poškodbah, ki jih je mogoče uspešno odkriti s termografijo, kar omogoča tudi uspešno terapijo. Pogosto se pri živali termografsko vidne bolezenske spremembe

odkrijejo, preden se pojavijo vidni klinični znaki obolenja ali radiološke spremembe.

Pri fizikalni terapiji prispeva pri iskanju telesnih območij, ki potrebujejo zdravljenje ter zaseda pomembno mesto pri odkrivanju nezakonitih postopkov (dajanje lokalnih anestetikov) za izboljševanje tekmovalne uspešnosti na konjeniških tekmovanjih.



Slika 1. Termografija kot neinvazivna diagnostična metoda

V veterinarski medicini termografija, kot dopolnilno diagnostično orodje, pomaga potrditi ugotovitve

veterinarskega kliničnega pregleda. Vendar pa ima v praksi določene omejitve. Metoda ni specifična in ne more ugotoviti etiologije patoloških sprememb. Metoda se uspešno uporablja ob rutinskih radioloških in ultrazvočnih pregledih, pri čemer odkriva mesta poškodb, njihovo naravo pa potrdi radiološki in ultrazvočni pregled. Termografija se lahko uspešno uporablja skupaj z drugimi diagnostičnimi metodami (kot so rentgenski in ultrazvočni pregled, računalniška tomografija in magnetna resonanca), vendar ne kot njihovo nadomestilo.

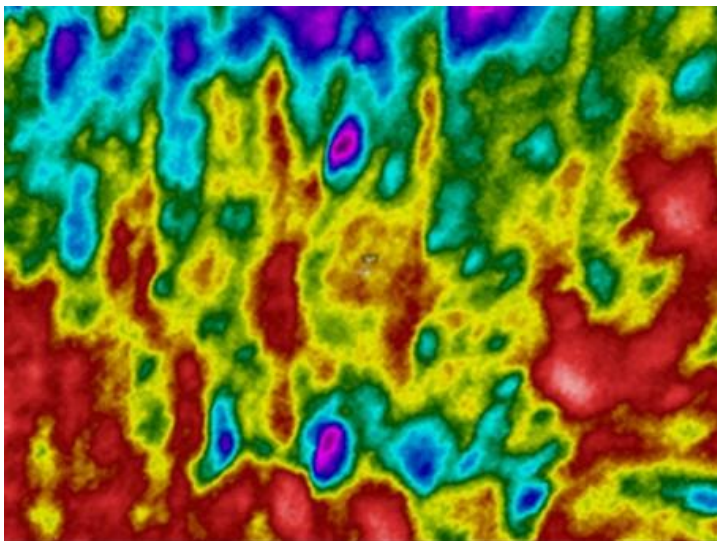
2.1 Elektromagnetni spekter

Elektromagnetni spekter je sestavljen od najkrajših (gama) žarkov, X-žarkov, vidne in infrardeče svetlobe, do najdaljših radijskih valov. Valovna dolžina infrardečega sevanja je človeku nevidna in jo dojemamo kot toploto. Infrardeče sevanje oddajajo vsi predmeti (sorazmerno z njegovo temperaturo) kot elektromagnetne valove različnih valovnih dolžin (0,7-1000 μm). Energijo, ki se oddaja v infrardečem valovnem pasu, lahko zaznajo termografske kamere, ki pokažejo temperaturne razlike telesne površine živali in njene okolice ter slednjič ustvarijo slike, ki temeljijo na količini ustvarjene in ne odbite toplote. V korelaciji s temperaturo telesne površine (TTP-temperatura telesne površine; ang. body surface temperature-BST) se nato prikaže barvna slika, ki prikazuje ustrezne temperaturne vrednosti. Z uporabo tega

postopka se TTP meri brez fizičnega stika s pregledovano živaljo. Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na vrh oddane valovne dolžine, je temperatura okolja. Višja kot je, višji je TTP, kar ima za posledico sevanje krajših valovnih dolžin.

Pri nižjih temperaturah okolja se nizka TTP odraža v oddajanju dolgo valovnega sevanja, medtem ko je sevanje kratke valovne dolžine značilno za visoko TTP. Zaradi razpona temperature okolja, kot ga je običajno mogoče zaznati, so dolgo valovne termalne kamere primerne za uporabo pri živalih.

Glavna značilnost toplokrvnih živali je njihova skoraj konstantna telesna temperatura. Da bi med delovno obremenitvijo preprečile hipertermijo, morajo odvečno toploto, ki nastane predvsem v aktivnih mišicah med njihovim delovanjem, odstraniti iz telesa. Glavni mehanizmi za prenos toplote iz organizma v okolico so kondukcija, konvekcija in sevanje. Pomemben del prekomerne toplote se pri konju odstrani z izhlapevanjem znoja (Slika 2). Nasprotno se v hladnem okolju termogeneza aktivira in skrbi za ohranjanje stabilne telesne temperature.



Slika 2. Termogram vratnega predela lipicanskega konja po intenzivnem fizičnem delu, na katerem je vidna posledica močnega izhlapevanja potu (intenzivno potenje)

Nasprotno pa se v hladnem okolju aktivira termogeneza in vzdržuje stabilno telesno temperaturo. Površina živalskega telesa izgublja toploto zaradi oddajanja infrardečega sevanja in absorbira toploto zaradi prejetega infrardečega sevanja, ki se oddaja ali odbija iz zunanjih virov, kot so neposredna ali posredna insolacija (osončenost) in druge živali ali predmeti, ki oddajajo toploto. Ta pojav vpliva na posneti TTP in je lahko glavni razlog za napačne meritve TTP. Zato je pri termografskem

pregledu živali potrebno upoštevati sposobnost telesa, da sočasno absorbira in odbija infrardeče sevanje.

Izmenjava toplote med telesno površino in okoljem z infrardečim sevanjem je bistveno za toplotno ravnovesje živali, ki poteka med temperaturo površine živali in njenim okoljem. Na količino oddane energije s telesne površine v obliki infrardečega sevanja, vplivajo fiziološki procesi v telesu živali in okoljski faktorji, ki vplivajo na cirkulacijo krvi pod kožo. Meritev infrardečega sevanja je zato pomembna za spremljanje fizioloških sprememb pri živalih, ki se kažejo v spremembah proizvodnje toplote, kot so delovna obremenitev, poškodbe, bolezni in vplivi okolja.

3. TERMOGRAFIJA KOT DIAGNOSTIČNA METODA

Telo stalno proizvaja toploto, ki se s kože v okolje oddaja z radiacijo, konvekcijo, kondukcijo in evaporacijo. Temperatura kože je povprečno 5 °C nižja kot temperatura telesnega jedra (37 °C) in je posledica območje cirkulacije in tkivnega metabolizma. Navadno je konstantna, spremembe pa nastanejo zaradi sprememb v lokalni tkivni perfuziji. Vene so običajno toplejše od arterij, saj odvajajo kri iz presnovno bogatih aktivnih predelov. Tiste, ki ležijo neposredno pod kožo, jo tudi bolj segrevajo. Kri, ki je

odvedena iz tkiv ali organov z veliko stopnjo presnove, je tudi toplejša od tiste, ki prihaja iz drugih običajnih tkiv.

Termografija je neinvazivna, brezkontaktna slikovna metoda, ki zazna in prikaže površinsko temperaturo, ki jo kot infrardeče sevanje oddaja površina telesa. Povišanje temperature je običajna posledica sprememb več dejavnikov, zlasti pretoka krvi, nastali spremenjeni termalni vzorci pa nakazujejo na območja vnetja.

Termografija temelji na dejstvu, da je povišana TTP oziroma posameznega telesnega dela, eden glavnih znakov vnetja. Zato lahko povišanje TTP kaže na vnetje struktur v bližini mesta termalnega snemanja. Kot že rečeno, je temperatura na posameznih delih telesa produkt celičnega metabolizma in lokalnega pretoka krvi. Povišanje te temperature je navadno posledica povečanja teh dejavnikov, čeprav je pri tem najbolj pomemben pretok krvi. Pri nekaterih bolezenskih procesih pa je pretok krvi do prizadetih tkiv zmanjšan, kar se tudi odraža v znižanju TTP.

3.1 Medicinski termogram

Medicinski termogram je slika površinske temperature kože. Neinvazivno ocenjevanje in merjenje vnetnih sprememb naredi termografijo za idealno slikovno orodje in pomoč pri diagnostiki različnih obolenj konj. Hkrati predstavlja element fiziološkega slikanja, ki omogoča

grafični portret vnetja, spremlja njegovo napredovanje in/ali razrešitev ter zgodnje odkrivanje vnetnih odzivov. Krvna cirkulacija in relativni krvni pretok določajo termalni vzorec, ki je osnova za interpretacijo termograma. Normalni termalni vzorec katerega koli območja je lahko predvidljiv na podlagi njegove ožiljenosti in površinskih telesnih kontur. To velja tudi za kožo, ki pokriva mišice in se med mišičnim delom prav tako segreva.

3.2 Termografska kamera in termogram

Termografska kamera zazna infrardeče sevanje in ga izmeri. Njena uporaba v veterinarski diagnostiki se je razširila zlasti pri ekvidih.

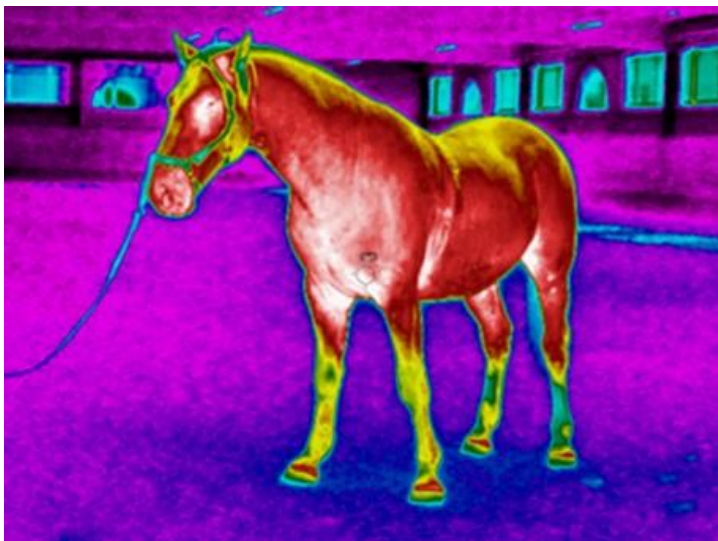


Slika 3. Termografska kamera

Kamere z dovolj visoko prostorsko in toplotno občutljivostjo, ki sega pod 0,05 °C, lahko hkrati zajemajo infrardeče slike in klasične fotografije istega slikanega predmeta. Ker tako slikanje omogoča le osnovno vrednotenje termografskih slik (termogramov), je za interpretacijo potrebna posebna programska oprema, ki omogoča natančno analizo posnetkov.

3.3 Termogram

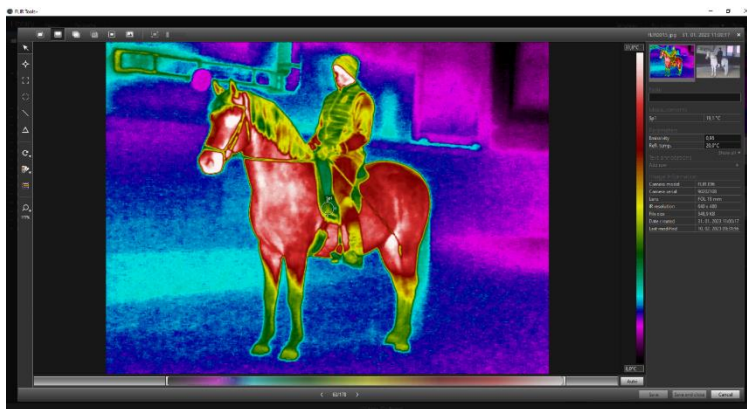
Termogram nastane s pretvorbo infrardečih signalov v barvno paleto vidne svetlobne. Različni odtenki barvne palete ustrezajo določenim temperaturam. S tem se ustvari zemljevid temperaturne porazdelitve na pregledovanih predelih. Najpogostejše termogrami predstavljajo najtoplejša območja v beli ali rdeči barvi, območja z vmesno temperaturo v zeleni in rumeni ter najhladnejša območja v modri in črni barvi (Slika 4).



Slika 4. Termogram lipicanskega konja z različnimi termalnimi vzorci na različnih telesnih območjih (najtoplejša območja v beli ($31,9^{\circ}\text{C}$ - $33,7^{\circ}\text{C}$) ali rdeči barvi ($26,2^{\circ}\text{C}$ - $30,7^{\circ}\text{C}$), s srednjo temperaturo v rumeni (21°C - $21,6^{\circ}\text{C}$) in zeleni ($14,9^{\circ}\text{C}$ - $20,3^{\circ}\text{C}$) ter najhladnejša območja v modri ($12,1^{\circ}\text{C}$ - $12,3^{\circ}\text{C}$) in črni barvi.

Ob vizualnem pregledu lahko termograme obdelamo s programsko opremo, ki iz slike izloči uporabne temperaturne podatke kot so točkovne, povprečne, najvišje in najnižje temperaturne vrednosti znotraj različnih pregledovanih območij. Hkrati je termogram

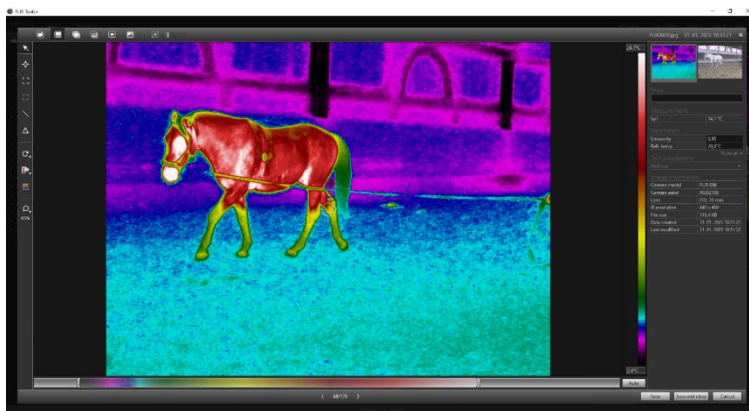
močno občutljiv na zunanje temperaturne spremembe, ki kažejo vnetja, žilne ali nevrološke motnje in fiziološke spremembe okoljskih pogojev (Slika 5).



Slika 5. Računalniška obdelava termografske slike

4. TERMOGRAFSKI PREGLED KONJA

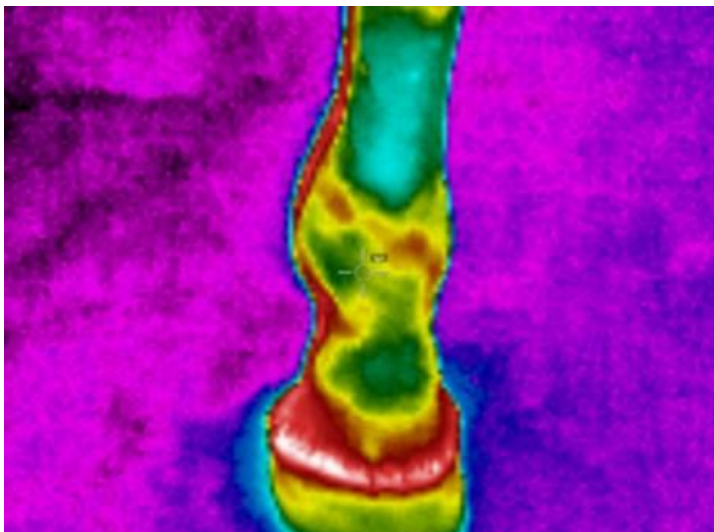
Za termografski pregled in izdelavo termograma je potrebno popolno mirovanje konja, primerna temperatura okolja, onemogočen vpliv zunanjega sevanja energije in vpliv različnih artefaktov. Vedno je potrebno sistematično posneti več slik, iz vsaj dveh smeri, ki sta približno 90° narazen, s čemer se zajame tudi prisotne vroče točke (ang. hot spots). Na isti način se posname tudi vse okončine z vseh štirih strani. Termografski pregled poteka med počitkom ali pred treningom.



Slika 6. Termogram (termografski pregled pred delom)

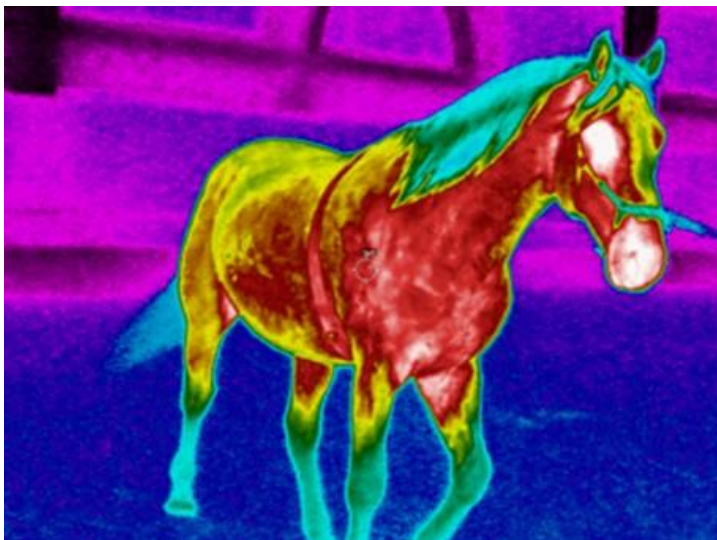
S tem se izogne spremembi telesne temperature in povečanju cirkulacije krvi v mišicah. V posebnih primerih, ko to zahteva namen preiskave, pa se pregled lahko opravi tudi po treningu. Termografski pregled poteka v prostoru s stabilno temperaturo in primerno pripravljenem konju. Ker temperatura prostora pomembno vpliva na razporeditev telesne temperature, lahko velike temperaturne razlike povzročijo njeno asimetrijo (Slika 6). Najprimernejša temperatura prostora je okoli 20 °C. Lahko je višja, vendar pri konju ne sme sprožiti potenja, ki nastane nad 30 °C, ker sta za izgubo toplote pod to vrednostjo odgovorna radiacija in konvekcija. Preveč hladno okolje lahko povzroči vazokonstrikcijo distalnih

delov nog (Slika 6 in 7) in nastanek barvnih sprememb na termogramih.

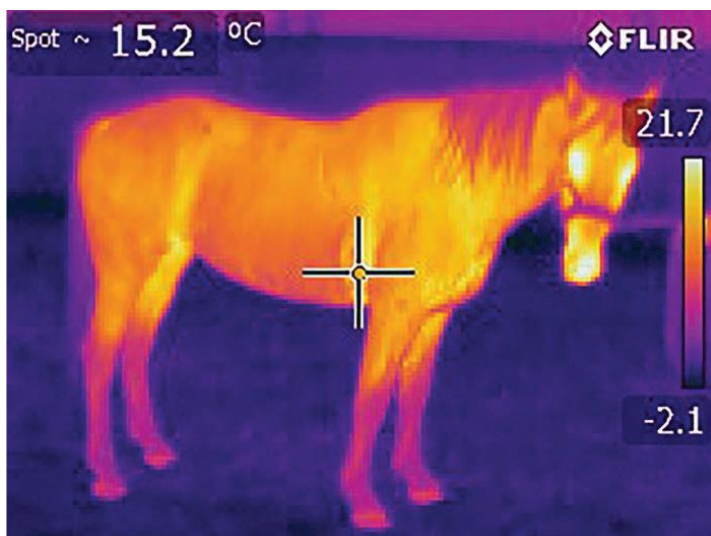


Slika 7. Termogram distalnega dela noge lipicanskega konja s območno vazokonstrikcijo (zelena barva)

V takih primerih je potrebno s konjem opraviti kratko delovno obremenitev (npr. lonžiranje), s čemer se vzpostavi primerna vazodilatacija (Slika 7). Območje slikanja mora obdajati enakomeren pretok zraka, s čemer se prepreči pojav napak na termogramih, ki nastanejo zaradi posledičnega hlajenja. Prav tako konj ne sme stati na prepihu.



Slika 8. Termogram lipicanskega konja z hladnimi distalnimi deli nog na začetku lonžiranja v hladnem okolju



Slika 9. Termogram lipicanskega konja po lonžiranju-
vazodilatacija distalnih delov nog (rdeča barva)

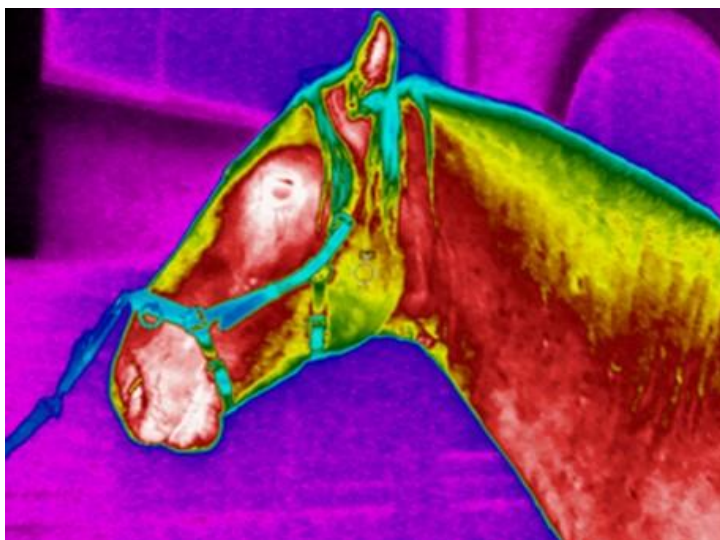
Višja temperatura prostora (do 25 °C) lahko povzroči motnje pri razlikovanju TTP in na telesu zakrije lokalna vnetja. Temperatura prostora od 18 °C do 20 °C lahko zaradi vazodilatacije povzroči povečano in neenakomerno razporeditev krvnega pretoka na distalnih delih okončin. Ob prenizki temperaturi prostora (pod 15 °C) lahko nastopi vazokonstrikcija, ki pri temperaturi pod 12 °C povzroči splošno zmanjšanje cirkulacije krvi in zmanjšanje TTP, kar je še posebej opazno na distalnih delih okončin. TTP na distalnih delih okončin je pri nizki temperaturah okolja nestabilna, kar je verjetno posledica

periodičnih vazodilatacij. Asimetrija v TTP distalnih delov okončin je lahko pri nizkih temperaturah okolice normalna in ne nujno patološka. Nekatere študije kažejo, da je ta razlika, brez da bi konj kazal znake vnetja ali šepanja, lahko večja kot 5,5 °C. Vendar pa pri tem ni mogoče izključiti subkliničnih vnetij. Danes se v praksi termografski pregled, kljub idealni temperaturi prostora pri 20 °C, izvaja tudi pri stabilni temperaturi med 12 °C do 25 °C.

Pred termografskim pregledom je potrebna konju zagotoviti 10 do 20 minutno aklimatizacijo na prostor, v katerem bo potekalo slikanje. Prav tako zadostuje 10 do 15 minut za prilagoditev pri prehodu iz toplejšega v hladnejši prostor oziroma daljša (več kot 2 uri) pri prihodu iz izjemno hladnega ali vročega prostora. Termalni vzorci se med aklimatizacijo ne spremenijo, vendar je konju za stabilizacijo absolutne TTP potrebnih od 39 do 60 minut. Najpomembnejši faktor, ki vpliva na ta čas, je temperaturna razlika med okoljem, v katerem je konj bival pred slikanjem in okoljem, v katerem bo slikanje potekalo. Običajno za stabilizacijo te temperature zadostuje obdobje ene ure, pri čemer dolgodlaki konji za to potrebujejo daljši čas kot postrizeni ali kratkodlaki.

Mirovanje konja je med termografskim pregledom zelo pomembno. Zagotovi se ga s fiksacijo živali v boksu ali s pomočjo usposobljenega vodnika. Ker pregled poteka v

realnem času, navadno žival ne potrebuje pomirjeval. Sedativi, tudi v kombinaciji z analgetiki (Slika 10), lahko vplivajo na periferno cirkulacijo in kardio-vaskularni sistem ter lahko na termogramu povzročijo spremenjene termalne vzorce.



Slika 10. Termogram pomirjenega lipicanskega konja kaže termalne vzorce predela glave in vratu med termografskim pregledom (najtoplejša območja v beli ali rdeči, območja s srednjo temperaturo v rumeni in zeleni ter najhladnejša območja v modri in črni barvi)

Da na termogramih ne nastanejo napačni termografski vzorci, je potrebno s konjevega telesa odstraniti

nameščene povoje ali jahalno opremo vsak 2 uri pred pregledom. Tudi predolga dlaka blokira infrardeče sevanje, zato mora biti kratka in enakomerna, saj se lahko zaradi tega na termogramu pojavijo napačne vroče točke. Na koži ne sme biti artefaktov, kot je raznovrsten drobir, brazgotine, predolga dlaka, nanešena mazila, bandaže, odeje in druga oprema ter v okolici nameščeni viri sončne toplote, luči in grelcev. Preprečen mora biti zračni prepih, ki lahko zlasti na nogah zniža TTP. Infrardeče sevanje lahko zmoti že majhen delež prašnih delcev v zraku, ki zmanjšajo kvantiteto in kvaliteto energije elektromagnetnih valov, ki jih zaznava termografska kamera.

Za zmanjšanje zunanjega sevanja je potrebno termografsko slikanje izvesti v prostoru zaščitenem pred soncem, v temi ali pri šibki svetlobi, v dobro prezračenem prostoru ali v zasenčenem hodniku s čistim in ravnim podom. Termografski pregled se zaradi zunanjih vplivov ne izvaja izven prostora, saj lahko to posledično povzroči napake na termogramih. Zunanji in notranji faktorji imajo zelo pomemben vpliv na TTP. Pravilna uporaba termografije in ugotavljanje termalnih vzorcev na površini telesa, zahteva nadzorovano okolje in upoštevanje fiziološkega stanja konja, kar zmanjša raznolikost in odpravi napake pri interpretaciji termogramov.

Tudi gosta zimska dlaka lahko na termogramih povzroči napačne termalne vzorce. Pri postriženih konjih se razporeditev temperature ne spremeni, poveča pa se temperatura celotne telesne površine, zato striženje pred termografskim slikanjem ni primerno. Dlaka mora biti primerne dolžine in prilegajoča, s čemer se omogoča normalna termalna kondukcija. Telesna površina konja mora biti tudi suha, saj mokra ali vlažna dlaka znižujeta njeno temperaturo. Okončine, kopita in telo morajo biti pred pregledom očiščeni. Pred termografskim slikanjem konji ne smejo prejeti sistemskih ali topikalnih zdravil. Ostanki mazil morajo biti s kože odstranjeni vsaj dan prej. To velja tudi za pokrivala in oblačila (ščitniki ali bandaže), ki zaradi stika z distalnimi deli okončin na teh delih povzročijo dalj časa trajajočo povišano temperaturo. Debele odeje in druga pokrivala morajo biti odstranjena vsaj pol ure pred slikanjem. Zaradi vpliva na TTP morajo biti dan prej odstranjene tudi vse elastične tkanine pod odejo, prilepljene na telo. Griva glave in repa morata biti spleteni in zaščiteni. Na TTP vpliva tudi po poškodbah spremenjena dlaka, raztrganine, brazgotine in druge posledice zdravljenja ter kožne oznake povzročene z zamrzovanjem in posredno poškodovanimi območnimi kožnimi živci.

Prav tako preiskovana žival 24 ur pred termografskim pregledom ne sme prejeti fizikalne terapije. Terapija s toplimi (40 °C) ali hladnimi (4 °C) oblogami na distalnih

delih okončin pomembno vpliva na TTS. Hladila terapija lahko med zdravljenimi in nezdravljenimi okončinami še 2 uri po uporabi povzroči temperaturno razliko 2,5 °C. Tople obloge učinkujejo še 30 minut po odstranitvi in povečajo temperaturno razliko za 2,8 °C. Ta se lahko po 75 minutah poveča še za 3,7 °C. Tudi 10-minutna uporaba terapevtskega ultrazvoka na fleksorni tetivi za več kot eno uro poveča temperaturo zdravljene noge. Enako velja tudi za akupunkturno terapijo. Termografski pregled je potrebno opraviti tudi pred načrtovanim sistemskim zdravljenjem, saj lahko dana zdravila vplivajo na cirkulacijo krvi in spremenijo TTP. Tudi lokalno striženje dlak na delu telesa ob pripravi na ultrazvočni pregleda lahko vpliva na termogram. Podobno velja tudi za blokade živcev, neurektomijo, poškodbe kože, brazgotine, nanešena dražeca zdravila ali kirurško obdelana mesta.

4.1 Razporeditev temperature po površini telesa

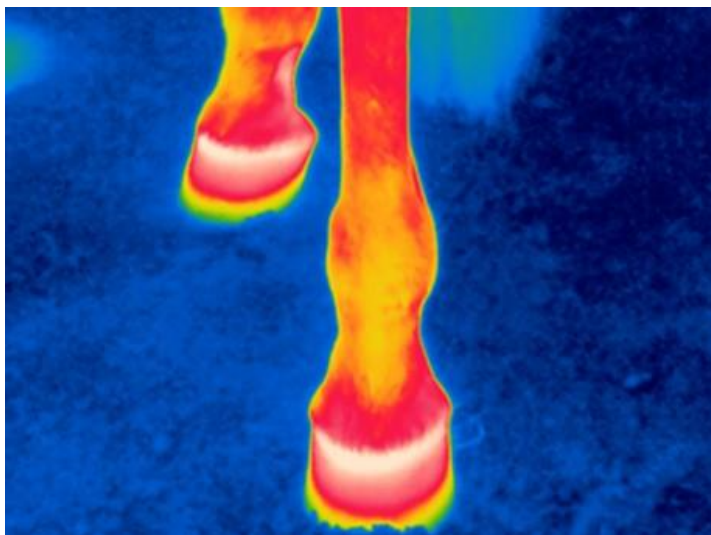
Normalen termografski vzorec se lahko preslika tako, da ustreza ožiljenosti konja in ima visoko stopnjo simetrije med levo in desno stranjo telesa. Večinoma velika simetrija med sosednjima deloma telesa pri zdravem konju pomembno prispeva pri diagnozi patološkega stanja, kot posledici različnih vnetnih motenj na eni izmed obeh strani. Vsaka taka termalna asimetrija lahko kaže na take motnje. Nanje kažejo temperaturna nihanja med primerjalnimi deli telesa, ki so večja kot 1 °C.

TTP neposredno odraža cirkulacijo in presnovo v tkivih. Termografski vzorci TTP ustrezajo tako površinski ožiljenosti kakor tudi konjevim telesnim konturam. Za razlago termograma je ključno razumevanje normalnih sprememb toplotnih vzorcev. Na spremembe TTP vplivajo tudi različni notranji dejavniki, kot so anatomske strukture, gostota in obseg podkožnih in mišičnih tkiv ter značilnosti dlačnega plašča. Hkrati je potrebno upoštevati tudi vplive okolja (letni čas), vrsto treninga in raven prilagoditve živali na delovno obremenitev.

Oblika telesne površine konja je neenakomerna. Nekateri deli so konveksni, drugi skoraj ploski ali konkavni. Posledica tega je neenakomerno oddajanje energije infrardečega sevanja po površini telesa. Konkavni deli telesa (npr. vrat) in zaščiteni deli (komolčni sklep) so pod majhnim vplivom okoljskih dejavnikov in imajo zato v normalnih pogojih višjo TTP. Nižje TTP pa so okoli bolj konveksnih območij (križni del), ki so bolj neposredno izpostavljeni okoljskim vplivom. Telesna območja z višjo metabolno aktivnostjo (prsi in križ), imajo višjo površinsko temperaturo. Pomembno vlogo ima tudi lokalna perfuzija, ki vpliva na spremembe TTP.

TTP predelov, preko katerimi tečejo vene, je zaradi bolj površinske lege žil (npr. vratne žile) običajno višja kot pri arterijah (npr. vena jugularis). Koža, ki pokriva ali je v bližini glavnih ven (npr. vena cefalika and velika vena

safena) je običajno toplejša od kože, ki pokriva območja slabše ožiljene distalne dele okončin (kot je metakarpus/metatarzus) in so zato hladnejša. Najtoplejše območje distalnih delov nog je svitek oziroma svitkov rob, ki leži proksimalno nad kopitno steno in ob arteriovenskem pleksusu (Slika 11).



Slika 11. Termogram leve prednje noge z normalni termalnim vzorcem lipicanskega konja (najbolj tople svitkov rob v beli barvi)

Najtoplejše območje na prednjih okončinah je vzdolž glavnih krvnih žil; palmarne in digitalne arterije in prav tako palmarne vene iz lateralne in medialne strani.

Podobno so najbolj topla mesta na zadnjih okončinah vzdolž plantarnih in digitalnih arterij in prav tako plantarnih ven lateralne in medialne strani.

Podkožna tkiva, kjer je pogosto večja količina maščobnega tkiva, absorbirajo toploto iz pod njo ležečih žil in notranjih organov. Zato tudi razporeditev in količina podkožnih tkiv vplivata na porazdelitev TTP

Tudi skeletne mišice pomembno vplivajo na TTP. Deli telesa z obsežno skeletno mišičnino in bogato oskrbo s krvjo (okolica vratu, zgornja področja prednjih in zadnjih nog), imajo višjo TTP v primerjavi s predeli z manj mišicami (okolica prednje noge in stegna) ali predeli brez mišic (distalni del prednjih nog, prednji del karpalnega sklepa do kopita). Spremembe TTP so lahko tudi posledica aktivnosti pod kožo ležečih aktivnih mišic in z njimi povezanih sprememb v krvnem pretoku.

Dlaka je pomemben dejavnik vpliva na TTP. V okolju z nizko temperaturo (zimsko sezona) postane daljša in gostejša. Gosta dlaka močno absorbira infrardeče sevanje, oddano s površine kože. Učinkovito izolacijo pred prekomerno izgubo toplote ima ujeti zrak v dlačnem plašču, ki je slab prevodnik toplote z nizko toplotno zmogljivostjo (kapaciteto), zato gostota dlake, dolžina in prileganje, pomembno vplivajo na porazdelitev TTP.

Predeli telesa s tanjšo, manj gosto ali krajšo dlako (okolica glave in boka) imajo višji TTP v primerjavi s predeli z debelejšo, gostejšo ali daljšo dlako, kot je v okolici križa in bicljev.

Na TTP v jesenskih in zimskih mesecih vpliva striženje konj, pri čemer je temperatura na postrizjenih delih telesa višja kot na nepostrizjenih, kar vpliva na termoregulacijo. Zaradi učinkovite izmenjave toplote s sevanjem, prevajanjem in konvekcijo, to preprečuje potenje, kar v hladnem okolju zmanjšuje tveganje za podhladitev konja. Postrizeni konji med delom tudi lažje odvajajo toploto, saj pot z gole kože hitro shlapi in s tem preprečuje pregrevanje. To lahko pojasni tudi ob tem nespremenjena rektalna temperatura in nižja frekvenca dihanja. Glede na dolžino dlake, se razporeditev TTP razlikuje tudi med poletjem in zimo. Poleti so na termogramu jasno vidne vroče točke (ang. hot spots) nad predelom zgoščenih površinskih krvnih žil, ki povečujejo pretok krvi in izmenjavo toplote med telesom in okoljem ter tako pomagajo pri hlajenju. Vazokonstrikcija, ki zmanjšuje pretok krvi v površinskih krvnih žilah, je dodatna prilagoditev na hladno okolje. Posledica tega je zmanjšana razlika med TTP in temperaturo okolja, kar tudi vodi do ustreznega zmanjšanja izgube toplote.

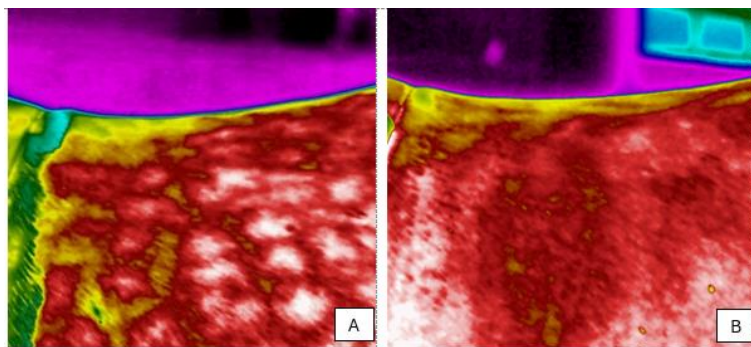
4.2 Spreminjanje temperature telesne površine med počitkom in delom

Med počitkom je vzorec porazdelitve TTP odvisen od posamezne živali, čeprav nanj vplivajo številni okoljski dejavniki. TTP, merjena s termografijo, je večinoma dvostransko simetrična. Pri posameznem konju se med počitkom temperatura lahko giblje od 19 °C do 32 °C. Najvišja TTP (od 27 °C do 32 °C) je bila ugotovljena na glavi, vratu, plečetu, nadlahti, podlahti in bokih ter najnižja (od 24 °C do 26 °C) na distalnih delih okončin. O podobnih vrednostih so poročali tudi drugi avtorji. Izmerili so najvišjih temperaturni razpon (od 25 °C do 28 °C) na predelu glave, srednjega dela vratu, prsnega koša in bokov ter najnižje temperature (od 19 °C do 23 °C) na distalnih delih okončin. Podobne vrednosti in porazdelitev TTP so odkrili tudi v študijah na lipicanskih konjih, kjer se je v temperatura v mesecu maju gibala od 26,5 °C do 30,4 °C in v mesecu oktobru od 22,7 °C do 28,7 °C. Preostale vrednosti TTP med počitkom so bile meseca oktobra bistveno nižje kot meseca maja, razlike med temperaturami različnih območij pa so bile za oba meseca značilne, kar kaže na različno oskrbo krvi na različnih področjih kože in različne deleže teh območij v termoregulacijskem delovanju konja.

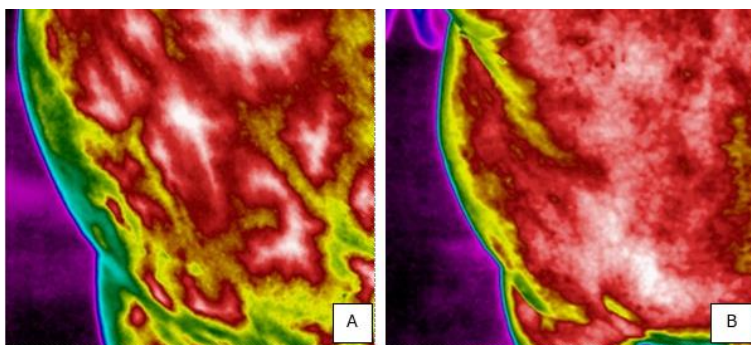
Poleg tega so bile meseca maja izmerjene višje temperature okolja kot oktobra vpliv temperatur iz okolja na vrednosti TTP lipicanskih konj pa je zmanjšalo

učinkovitost konvekcije. Te razlike v temperaturnih razponih med študijami poudarjajo učinek in pomen različnih temperatur okolja.

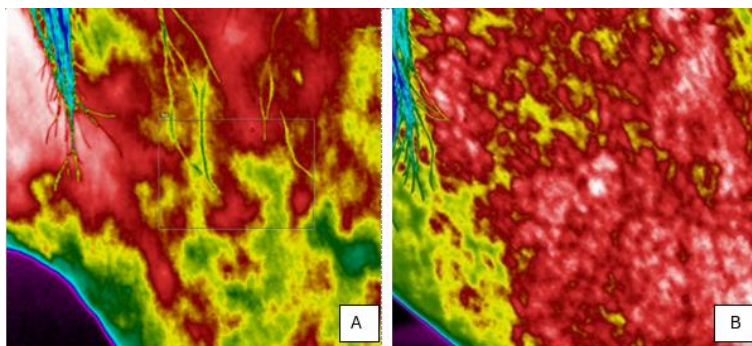
Bazalna presnovna aktivnost konja med počitkom proizvaja stabilen delež toplote. Med mišično aktivnostjo se njegova izhodna toplota z delovno aktivnostjo sorazmerno poveča. Med delom se skoraj 75% energije, ki jo uporablja lokomotorni aparat, razprši kot toplota. Konj za ohranjanje telesne temperature v fiziološkem območju od 37 °C do 40 °C konj mobilizira termoregulacijske mehanizme, vključno s konvekcijo in izhlapevanjem. Največjo temperaturo telesnih območij pri skakalnih konjih (parkuraši) so po tekmovanju izmerili od 25,2 °C do 34,2 °C, z največjim povišanjem na predelu prsi, komolca, podlahti in goleni, kar kaže na pomembno vlogo teh območij pri oddajanju toplote iz telesa med ekstremno delovno obremenitvijo. Podobne odzive vrednosti TTP na delovno obremenitev so ugotovili tudi pri čistokrvnih konjih na tredmilu in pri lipicanskih konjih po opravljeni delovni obremenitvi z lonžiranjem (Slike 12-15).



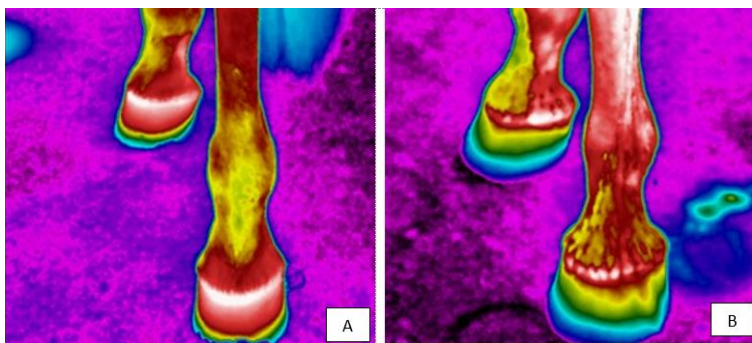
Slika 12. Temperatura telesne površine (TTP) na območju hrbta (leva stran) lipicanskega konja (z vročimi točkami v beli barvi) pred (A) in takoj po delovni obremenitvi (B)



Slika 13. Temperatura telesne površine (TTP) na območju prsi lipicanskega konja (z vročimi točkami v beli barvi) pred (A) in takoj po delovni obremenitvi (B)



Slika 14. Temperatura telesne površine (TTP) na območju vratu (leva stran) lipicanskega konja pred (A) in takoj po delovni obremenitvi (B)



Slika 15. Temperatura telesne površine TTP na področju distalnih delov nog lipicanskega konja pred (A) in takoj po delovni obremenitvi (B) (med intenzivnim potenjem)

4.3 Termografija kot orodje za klinični pregled konja

Termografija v športni medicini konj danes predstavlja pomembno diagnostično orodje kot pripomoček za boljši fizični pregled živali, za rutinske periodične preglede in posega tudi na pomembna področja zdravstva športnih konj.

Termografija z uporabo infrardeče kamere snema razporeditve TTP na konju. Termografski pregled tako znatno prispeva k natančnemu kliničnemu pregledu in ugotavlja temperaturne razlike na temperaturno sumljivih območjih, kjer nadaljnjo diagnostiko dopolnjujejo druge diagnostične metode (radiografija, ultrazvok itd.).

Pri kliničnem pregledu je termografija pri določanju temperaturnih razlik 10-krat bolj občutljiva kot človeška roka s palpacijo pregledovanega mesta. Na ta način se lahko ugotovijo temperaturne asimetrije, kar veterinar uporabi pri diagnostiki dejanskega vzroka in pomena temperaturnih razlik. Termografska kamera lahko med dvema anatomsko simetričnima območjem zazna temperaturno razliko celo manjšo od 1 °C. Poleg vnetnega območja lahko zazna tudi območja z nižano temperaturo, kar ima prav tako pomemben diagnostični pomen. Rutinski tedenski termografski pregledi konja med treningom lahko na telesnem delu pokažejo termografske spremembe, ki se razvijejo in so vidne dva tedna pred pojavom vidnih kliničnih sprememb. S tem termografija

ugotavlja subklinične motnje, kar omogoči prilagoditev treninga in prepreči nastanek in razvoj večjih poškodb. Druga pomembna strokovna področja uporabe termografije je ocena dobrobiti in akutnega stresa pri športnih konjih ter ocena njihove uspešnosti med delom, treningom in tekmovanji v posebnih okoljskih pogojih.

5. DIAGNOSTIKA POŠKODB IN OBOLENJ

V zadnjih desetletjih se termografija, ki se tehnično zelo razvija, v športni medicini konj najpogosteje uporablja pri diagnostiki, prognozi in oceni različnih poškodb udov, vključno z ognojki v kopitih, laminitisa, tendonitisov, vnetij bicljevih sklepov ter vnetij karpalnih in tarzalnih sklepov. Pomembno prispeva pri diagnostiki nepravilnosti in zgodnjih znakih obolenj mišično-skeletnega sistema pri spremljanju učinkovitosti nekaterih zdravil, okrevanju po nevroloških boleznih, diagnostiki bolezni hrbta in udov. Poleg diagnostike bolezni pomembno prispeva pri oceni učinkov različnih topikalnih načinov zdravljenja (npr. mraz, biomagnetni in ultrazvok) na temperaturo kože.

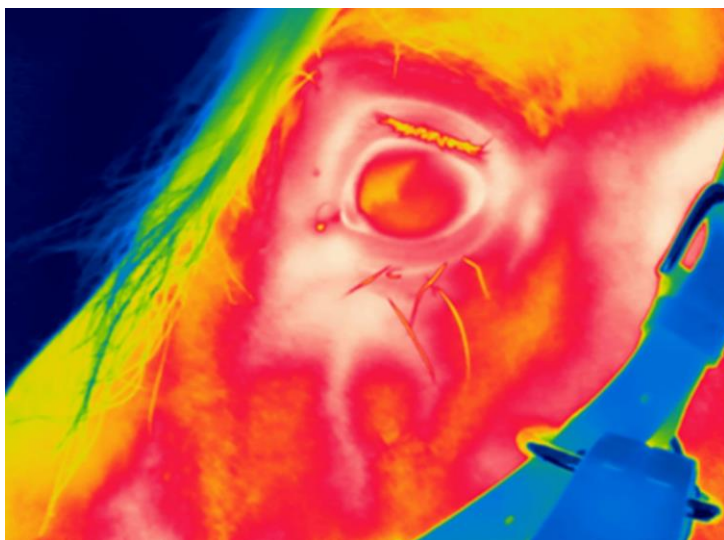
Pri tekmovalnih konjih se lahko termografija uporablja tudi za ugotavljanje nedovoljenih postopkov na konjeniških tekmovanjih, zlasti ob dajanju nekaterih zdravil, topikalnih in podkožnih iritantov, pod povoji nameščenih dražljivih snovi in infiltriranih poškodovanih

območij z močnimi analgetiki. Slednji naj bi povzročili spremembo termalnega vzorca in povišan TTP, kar bi termografska kamera lahko odkrila še dva dni po dajanju, vendar to zmožnost nekateri avtorji s tega področja v svoji študiji zanikajo.

Tudi digitalna palmarna nevrektomija lahko povzroči različne termalne vzorce, pri čemer poškodovani živci povzročijo znižanje TTP. Kljub temu, da pomaga pri ugotavljanju pri tekmovanjih nedovoljenih dopinških postopkov, ima metoda zaradi pomanjkanja specifičnosti svoje omejitve, saj je povišana temperatura na delu telesa lahko posledica delovne obremenitve, izvedene tik pred samim pregledom, prav tako pa lahko neodkrita subklinična poškodba povzroči vnetni vzorec, ki je podobno tistemu, kot ga je povzročila nedovoljena snov. Tako lahko termografija služi kot presejalna metoda pri ugotavljanju nenormalnih termalnih vzorcev, ki so posledica takih dejanj. Kljub dobrim lastnostim in prednostim termografija ni dovolj specifična metoda in ne more razlikovati med vnetjem, kot posledico samega nedovoljenega postopka ali pa zaradi drugih nastalih poškodb.

Za potrebe športnih konj so bile pomočjo termografije razvite tudi neinvazivne metode za spremljanje notranje temperature, ki temeljijo na merjenju površinske temperature robov konjevih **oči** (Slika 16). V eni izmed

študij so ugotovili, da je termografija primerno praktično orodje na konjeniških tekmovanjih za predhodno merjenje temperature oči, pri čemer le ta pomaga izbrati tiste živali z očesno temperaturo višjo od mejnih vrednosti, ki so nato napoteni na nadaljnji veterinarski pregled.



Slika 16. Termogram očesnega roba lipicanskega konja

V drugi študiji so avtorji ugotovili, da si očesna temperatura in srčna frekvenca lahko delita podobno fiziološko osnovo. Čim nižja je temperatura očesa pred in po delu, boljše rezultate konj doseže. Konji z akutnim zvišanjem temperature oči in/ali srčne frekvence, so v večjem stresu in s tem bolj nagnjeni napakam, ki se pojavijo med tekmovanji. Žal pa se ta metoda ni pokazala

kot zanesljiva za ugotavljanje uveitisa, saj se nekoliko višja izmerjena temperatura bolnega očesa značilno ne razlikuje od temperature zdravega očesa.

Tako je bilo na področju raziskovanja oči objavljenih več študij, ki so problematiko obravnavale iz več zornih kotov, bodisi zaradi ugotavljanja temperature, vnetja, ali kot indikator fiziološkega stresa, vendar je trenutno premalo dokazov, ki bi povezali temperaturo oči in druge sprejete meritve temperature konjevega telesnega jedra.

V eni izmed študij so raziskovali najvišje temperaturne vrednosti očesne površine kot pokazatelja telesne pripravljenosti jahalnih konj in dognali, da je povišanje temperature očesne površine verjetno posledica fizioloških sprememb in delovne obremenitve, kar kaže korelacija med najvišjo temperaturo očesne površine in CK. Ta ugotovitev pomeni, da je najvišja temperatura očesne površine možen pokazatelj fizične pripravljenosti športnih konj, vendar pa so v drugi študiji ugotovili, da so glavni dejavniki, ki vplivajo na temperaturo očesnih robov, endogeni (spol in pasma), faktorji okolja in razlike med letnimi obdobji. Nanjo ne vplivata velikost in starost konja. Med najvišjo temperaturo očesnih robov in rektalno temperaturo v mirovanju ni linearne povezave kar kaže, da temperatura oči ni primeren pokazatelj za oceno telesne temperature živali.

6. TERMOGRAFIJA ŠPORTNIH POŠKODB

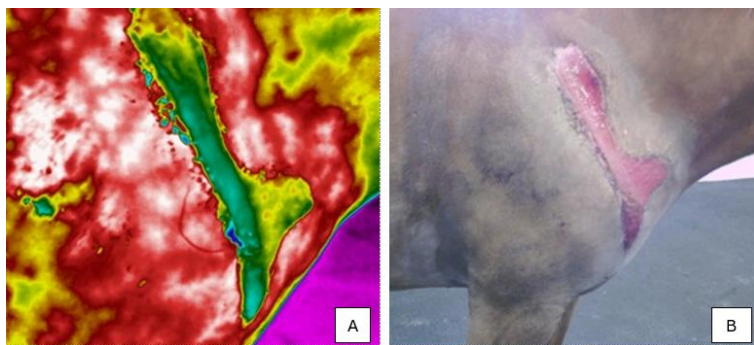
Intenziven trening konj je povezan z velikimi fizičnimi obremenitvami mišično -skeletnega sistema in pogostimi poškodbami, ki jih spremlja povečan pretok krvi in povišana TTP. Te spremembe lahko termografija prepozna, veterinar pa jih uporabi pri diagnostiki in spremljanju zdravljenja poškodb, boleznih in delovni preobremenitvi mišično-skeletnega sistema. Med zdravljenjem poškodb lahko termografija oceni potek in umirjanje procesa vnetja ter učinkovitost protivnetne terapije.

Športne poškodbe najbolj pogosto nastanejo na okončinah, hrbtu in sklepih. Zdravljenje takih poškodb zahteva dajanje zdravil (proti vnetna zdravila, analgetiki) ali celo kirurško zdravljenje. Pri tem je termografija uspešna tudi pri ocenjevanju tkivnih poškodb in površinskih poškodb kosti ter dopolnjuje nadaljnji ultrazvočni in radiografski pregled.

6.1 Termografija kože

Vneta in poškodovana tkiva imajo vedno spremenjen pretok krvi. Eden najpomembnejših znakov vnetja je toplota, ki je posledica povečane cirkulacije na vnetem območju. Termografska sprememba je vroča točka, ki je posledica lokaliziranega vnetja in je vidna na koži neposredno nad poškodbo. Poškodovana in obolela tkiva

imajo pravzaprav zmanjšan krvni pretok zaradi otekanja, žilne tromboze in tkivnih infarkcij. Predeli takih lezij imajo zmanjšano temperaturo in so navadno obdani s povečanim termalnim sevanjem, ki nastane kot posledica krvnega obkroga (Slika 17).



Slika 17. Termogram obežne kožne lezije (desno preskapularno območje) z zmanjšano temperaturo (zelene lisa) in obdana s povečanim termalnim sevanjem (bela in rdeča lisa) (A) in fotografija iste lezije (B)

Termografija lahko uspešno spremlja zdravljenje povitih ran in poškodb, ki so najbolj pogoste na distalnih delih okončin, kakor tudi poškodb, nastalih zaradi predolgo nameščenih povojev in posledičnem nastanku globokih kožnih ran. Zaradi teh zmožnosti lahko sodeluje pri določanju optimalnega časa za zamenjavo povojev in v

izogib komplikacijam, ki lahko privedejo do nepopravljivih posledic za zdravje in življenje poškodovane živali. Ena izmed raziskav kožnih ran je potrdila da se ne glede na mesto poškodbe, njihova temperatura povečuje od nastanka, pa do tedna dni po poškodbi. Temperatura ran na okončinah je med celjenjem nižja, kot pri ranah na drugih delih telesa. Tudi temperatura povitih ran na okončinah, pokritih z granulacijskim tkivom, je bistveno nižja od nepokritih ran brez granulacijskega tkiva. To velja tudi za temperaturo nepokritih kožnih ran z granulacijskim tkivom, ki je nižja od temperature ran brez granulacijskega tkiva.

6.2 Termografija okončin

Termografija je učinkovita metoda tudi pri diagnostiki obolenj nog in svežih ter starih poškodb okončin, pri katerih klinični pregled in radiološko slikanje niso podali potrebnih diagnostičnih rezultatov. S to metodo pogosto ni mogoče postaviti kočne diagnoze obolenj, pomaga pa določiti mesto obolenja in stopnjo vnetja, kar znatno prispeva pri izbiri pravega načina zdravljenja. Najpogostejša obolenja in poškodbe na okončinah, ki jih termografija prepozna in opredeli so laminitis, podotrohloza in abscesi v kopitu, tendinopatije, vnetja kolena, karpalnih ter tarzalnih sklepov pri tekmovalnih konjih.

6.2.1 Termografija kopita

S termografijo kopita je mogoče oceniti tudi asimetričnost obremenitve okončine. Po kasu na trdi podlagi lahko povišana temperatura kopita pokaže na katero od strani konj prenaša večjo težo, medio-lateralno kopitno neravnovesje pa lahko dodatno potrdi še rentgenska diagnostika.

6.2.2 Termografija svitkovega roba

Svitkov rob na kopitu izstopa kot najtoplejši del okončine, zato je njegovo vnetje težko prepoznavno. Pri pregledu je potrebno primerjati vsa kopita med seboj s prednje in zadnje strani, njihova temperaturna razlika večja kot 1 °C pa opozarja, katero od kopit je prizadeto. V kolikor so prizadeta vsa kopita, je ključna primerjava temperature med podplati vseh kopit in ugotovljena temperaturna razlika, ki je večja od 1 °C.

6.2.3 Diagnostika laminitisa

Pri diagnostiki laminitisa je ključnega pomena spremenjen toplotni vzorec kopitne stene. V zgodnjem obdobju laminitisa je mogoče povišano temperaturo svitkovega roba primerjati z distalnim delom kopita in podplatom. Svтков rob je v tem obdobju navadno za 1-2 °C toplejši od preostalega dela kopita. Ko se temperatura kopitne

stene prične približevati temperaturi svitkovega roba, je to znak njegovega vnetja. Zaradi stresa in bolečin, ki spremljajo laminitis, konji svojo težo pogosto prenašajo na sosednjo zdravo nogo in jo s tem prekomerno obremenijo, kar lahko povzroči šepanje in dalj časa trajajočo povišanje temperature okončine. V takem primeru termografija potrdi vnetje sosednje okončine veliko prej, preden se pojavi šepanje, kar omogoča, da se terapija lahko prične dovolj zgodaj, preden se razvije kronični laminitis. V eni izmed študij so ugotovili znižano temperaturo kopitne stene v prodromalnem obdobju laminitisa, kar postavlja pod vprašaj oceno temperature kopitne stene, kot bolj zanesljivega pokazatelja laminitisa od svitkovega roba. Hkrati pa nekateri strokovnjaki menijo, da se temperatura svitkovega roba med dnevom spreminja, kar lahko omejuje natančnost ugotavljanja zgodnjega laminitisa.

6.2.4 Diagnostika podotrohloze

Termografija ima posebno vlogo pri pacientu, ki občuti bolečino kot posledico podotrohloze. Omogoči lahko vpogled v vnetni proces, ki vpliva na prekrvavitev okončine. Podotrohloza se ne izkazuje s površinskim vnetjem. Termalni vzorci so videti normalni ali hladnejši, kar je posledica vazokonstrikcije ožilja kopita, zlasti na predelu pete. Pri tem gre za ugotavljanje zmanjšanega pretoka krvi v kavdalnem delu kopita in termalnega stresa, ki se razvije kot posledice kopitnega neravnovesja. Za

pregled krvnega pretoka je potreben termografski pregled obolele noge pred in po delu. Pri zdravem konju se temperatura po delu običajno poveča za 0,5 °C, pri čemer je potrebno upoštevati, da se pri približno 50% konj s takim obolenjem, zaradi nizkega pretoka krvi v kavdalnem delu kopita, po delu krvni obtok ne poveča. Lahko se pokažejo tudi temperaturne spremembe, ki so posledice laminitisa, abscesov v podplatu in drugih s kopitom povezanih težav. To pa je razlika od drugih vnetnih žarišči v kopitu (npr. abscesi, otiščanec ali zlomi), ki se odražajo v obliki žarišč povišane temperature na mestu poškodbe. V takih primerih delovna obremenitev intenzivira vroče točke. Kljub prednostim, ki jih termografija ima, pa je v zadnjih letih v diagnostiki podtrohloze bolj v ospredju magnetna resonanca.

6.3 Termografija kosti in sklepov

Termografija navadno meri temperaturo kože oziroma kožnega območja in ima manjši diagnostični pomen pri obolenjih dolgih kosti. Njihovo temperaturo je mogoče meriti le pri tistih, ki so neposredno pokrite s kožo. Ta omejitev je posebej pomembna pri kosteh, ki jih pokrivajo mišice. Najbolj uspešno se termografija uporablja pri ugotavljanju zlomov radiusa in tibije ter obolenju metakarpalne kosti. Poškodbe metakarpalne kosti se v začetku kažejo v obliki vročih točk, ki ležijo sredinsko preko dorzalnega dela kosti in so navadno 1-2 °C toplejše

od okoliškega tkiva. Pri napredovanju procesa vroče točke ne ležijo več sredinsko, pač pa lateralno in medialno. To območje je za 2-3 °C toplejše od okoliškega tkiva. Na podlagi termografskega pregleda in dovolj zgodnje diagnoze se lahko prepreči nadaljnje poslabšanje takega stanja in hkrati omogoči pravočasen pristop k zdravljenju. Glede na povedano je termografija manj primerna metoda za ugotavljanje poškodb kosti ali kroničnih degenerativnih bolezni sklepov, pri čemer je vzrok predvsem v slabi ožiljenosti tega območja.

TTP se uporablja med rednim treningom na sklepnih predelih pri zdravem konju. Višja je na sklepih zgornjih delov okončin (pleče, komolec, kolk, koleno) in nižja na sklepih distalnih delih okončin (karpalni in tarzalni sklep, metakarpalni sklep prednjih in zadnjih nog). Temperatura zdravih sklepov je odvisna od več dejavnikov, kamor sodi tudi temperatura okolja, ki korelira z absolutno temperaturo sklepa. Prav tako s temperaturo okolja korelira temperaturni gradient med vsemi sklepi iste noge.

Razlike TTP na predelu sklepov pred in po treningu so pomemben pokazatelj odziva termoregulacije na izvedeno delovno obremenitev. Temperaturne razlike, ki nastanejo med rednim treningom, lahko še zlasti pri mladih tekmovalnih konjih dajo pomemben diagnostični podatek o morebitnih poškodbah sklepov. Tudi artritis povzroči

značilne toplotne vzorce, ki so pri večini vnetih sklepov najbolj opazni z dorzalne strani.

Normalen sklep je v primerjavi z okoliškimi tkivnimi strukturami navadno hladen. Pri vnetem sklepu je termalni vzorec v obliki ovalnega območja povečane temperature, ki poteka sredinsko preko sklepa in se razširi horizontalno iz medialno proti lateralni smeri. Ob tem so izjema distalni sklepi, pri katerih je vnetje v obliki okroglega toplotnega vzorca. Mesto pritrditve sklepne kapsule je navadno toplejše, sredina sklepa pa je relativno bolj hladna. To je lahko tudi posledica otekline sklepa ali pritiska nanj zaradi izgubljene mikrocirkulacije.

Ob tem temperatura sklepa in njegova poškodba nista v korelaciji. Temperatura vnetega sklepa je odvisna tudi od kroničnosti procesa, ki je pri dalj trajajočem procesu nižja, stopnje prizadetosti sinovije, obsega poškodbe sklepne hrustanca in prisotnih osteohondralnih fragmentov. Našteti dejavniki vplivajo na temperaturo vnetega sklepa in imajo hkrati zapleteno medsebojno delovanje. V eni izmed raziskav so ugotovili, da se termalni sklepni vzorci spremenijo dva tedna prej, preden se pri živali pokažejo klinični znaki šepanja, kot eden izmed pokazateljev vnetja.

Termografija v zgodnjim ugotavljanjem vnetnih območij (preden se pojavijo zunanji klinični znaki), pomembno prispeva k preprečitvi nastanka sklepnih poškodb, hkrati

pa dobljeni podatki prispevajo pri izbiri ustreznega načina treninga, ki zmanjša obremenitve vnetih območij, s tem pa tudi preprečitvi nadaljnjih poškodb sklepov.

6.4 Termografija tetiv in ligamentov

Termalni vzorci normalnih tetiv fleksorjev so obojestransko simetrični in sestavljeni iz eliptičnih izotermnih območij. Najnižja temperatura tetive je na sredini palmarne strani, periferna področja poleg karpusa in metakarpusa pa za 1 °C toplejša. Pomembna sposobnost termografije je odkrivanje subkliničnih vnetij in patoloških stanj na distalnih delih okončin. V eni od raziskav so ugotovili, da temperaturna razlika 1,25 °C desnega ali levega distalnega dela okončin lahko kaže subklinično vnetje tetiv (vnetje površinske upogibalke pri tekmovalnih konjih). Te mejne vrednosti temeljijo na standardih termografskih meritev v veterinarski medicini z upoštevanjem vpliva zunanjih dejavnikov okolja na TTP na tej telesni površini.

6.4.1 Tendinitis

Pri akutnem tendinitisu se na mestu lezije vedno pojavi vroča točka, ki je lahko vidna že več kot dva tedna prej, preden se na tetivi pojavita oteklina in bolečina. To omogoča zgodnje odkrivanje tetivne lezije, kar prispeva k preprečevanju nadaljnjih poškodb tetive.

Pri lezijah, ki se celijo, je toplotni vzorec bolj enotnejši, vendar višji kot pri zdravi tetivi. Med celjenjem in brazgotinjenjem ima lahko koža nad poškodovanim predelom nižjo temperaturo, na preostalem delu tetive pa ostane povišana. Hkrati termične spremembe niso v korelaciji s strukturno spremembo tkiva tetive, kar lahko potrdi tudi pregled z ultrazvokom.

Razlog temu je podvrženost tetive nevrovaskularizaciji (rasti novih krvnih žil), pri tem se termalni vzorec razprši in na tem mestu ni več vroče točke (hot spot). Ob primerjavi zdravljenih in zdravih tetiv, ima poškodovana tetiva povečano celotno termalno sevanje. Termografija lahko tako pravočasno odkrije prizadeto območje pred nastankom kliničnih motenj, kar omogoča pravočasno in primerno terapijo (terapevtska dezmotomija).

6.4.2 Poškodbe ligamentov

Poškodbe ligamentov so termografsko podobne poškodbam tetiv. Na sredini poškodovanih ligamentov so vroče točke. Izjeme so le poškodbe nekaterih suspenzorijev na metakarpusu. Dorzalna termalna slika poškodovane okončine pokaže omejeno vročo točko, ki leži neobičajno proksimalno nad metakarpusom, čeprav bi bilo vnetje in bolečino pričakovati na palmarni strani okončine.

Termografija naj bi učinkovito potrjevala tudi soodvisnost temperaturne in občutljivost ligamentov, kar posebej velja

za suspenzorne ali medkostne ligamente, kjer je mogoče na ligamentu tudi otipati občutljivo mesto. Klinično to sicer ni zanesljivo, vendar lahko termografija potrdi povezanost vnetja z občutljivostjo ligamenta. Kostni odlomki ali kalus na metakarpusu lahko povzročijo suspenzorni dezmitis. Termografija pri tem prepozna vnetje suspenzornega ligamenta kot posledico vpliva kostnega odlomka, kar velja tudi za vse druge podobne primere vnetij ligamentov.

6.5 Termografija mišic

Pokazatelj nespecifičnih lezij mišic je povišanje serumskih mišičnih encimov. Prav pri poškodbah mišic ima termografija verjetno največjo klinično težo, saj lahko določi območje vnetja mišice oziroma skupine ali opozori na mišično atrofijo, preden postane le ta klinično opazna. Najpogostejši vzrok nastanka mišičnega vnetja pri športnih konjih je njihova preobremenitev. Vnetje mišic je termografsko vidno kot vroča točka na koži, ki leži neposredno nad prizadeto mišico. Pokaže se oteklina in edem prizadete mišice, ki lahko zavre pretok krvi skozi mišico, kar je termografsko vidno kot hladna točka (ang. cold spot). Za pravilno diagnozo je potrebno prizadeto mišico termografsko pregledati in jo primerjati s parno mišico na nasprotni levi ali desni strani telesa. Razlike med njima z ene od strani pokažejo mišične poškodbe, ki se odražajo kot vroče ali hladne točke (ang. hot or cold spot).

Termografija lahko odkrije tudi vneta območja, ki vplivajo na zmanjšano raven športne aktivnosti konja, določi mesto bolečine in zazna skeletno-mišično preobremenitev, hkrati pa tudi oceni spremembe v mišičnem krvnem pretoku po pretiranem mišičnem delu.

Redni termografski pregledi lahko odkrijejo tudi subklinične bolezni na prednjih okončinah, kot so tendinopatije, frakture na periostu prednje strani metakarpalne kosti (ang. bucked shins) in preobremenitve tetiv, kar lahko z dodatnim pregledom dopolnita tudi rentgenski in ultrazvočni pregled. Pri rehabilitaciji poškodovanih konj termografija sodeluje pri ugotavljanju napetosti mišic zgornjih delov udov, mišičnih vnetij, križnih in kaudalnih miopatij ter lahko določi območja, ki potrebujejo bolj natančen klinični pregled ter uporabo terapijskega ultrazvoka, masaže ali druga načinov zdravljenja, kot tudi preverja učinkovitost akupunkturne terapije pri živčno mišičnih boleznih.

6.6 Termografija hrbta

Normalni termalni vzorec hrbta pokaže najtoplejše območja vzdolž sredinske linije od vihra do repa, hrbta, prsi, med zadnjimi nogami in po dolžini ventralne srednje črte. Lumbalno območje je nekoliko hladnejše, zopet toplo pa je območje med obema tuber kokse in tuber sakrale, in nato navzdol do sredine križa. Temperatura po sredinski liniji hrbtenice je lahko med počitkom za 2-3 °C višja na

torakalnih in lumbalnih vretencih gledano stransko na obeh straneh hrbtenice, glutealno področje pa je nekoliko hladnejše, vendar pa se lahko temperature med konji tudi razlikujejo. Vsako odstopanje od tega vzorca je lahko posledica artefaktov ali patoloških procesov. Če lezije nastanejo po sredinski črti torakolumbalnega predela, je za razjasnitev takega stanja potrebno opraviti radiografski pregled, če pa je lezija stran od sredinske črte, pa je potrebno opraviti ultrazvočni pregled.

6.6.1 Torakalna in sakralna vretenca

Najtoplejši deli hrbtenice so prsna vretenca. Povišana temperatura tega dela hrbtenice je pri športnem konju lahko posledica intenzivnega dela ali neravnovesja jezdeca, nepravilno polnjenega sedla ali slabe tehnike jahanja. Tako jezdečevo neravnovesje, zlasti pri sedečem kasu, lahko povzroči asimetrijo ali povišano TTP.

Pri termografskem pregledu je potrebno opraviti slikanje kožnega predela torakalnih, lumbalnih in sakralnih vretenc na način, da kamera posname območja od zgoraj navzdol in z desne oziroma leve strani živali tako, da zajame vsa vretenca. Lezije navadno ležijo vzdolž njihove sredinske črte. Termalno spremenjena območja neposredno nakazujejo na mesto poškodb. Hladne točke nad hrbtenico, za razliko od drugih območij, niso posledica kroničnih poškodb, pač pa lahko kažejo poškodbe z veliko oteklino,

ki prizadene delovanje avtonomnega živčevja. Temperatura v okolici živčnih korenin, ki izhajajo iz hrbtenice, je lahko povečana, kar je lahko posledica draženja lokalnih simpatičnih živcev. V kolikor je prizadeto celotno simpatično deblo, ima lahko celotna stran povišano temperaturo.

6.6.2 Nevromišične bolezni

Metoda je uporabna tudi pri nevromišičnih boleznih torakolumbalnega območja, mišičnih in spinalnih vnetnih procesih prsnih vretenc in delni luksaciji tretjega lumbalnega vretenca, poškodbah distalnih ligamentov, poškodbah vihra in nepravilno prilegajočega se sedla. Za take poškodbe so značilne vroče ali hladne točke. Tako lahko npr. pri sakralni delni luksaciji med dvema kolčnima grčama nastane hladna točka.

6.6.3 Mišice torakolumbalnega območja

Poškodovane mišice torakolumbalnega območja nimajo značilnih termografskih toplotnih vzorcev. Ob sredinski črti se pojavijo vroče ali hladne točke, dodatno ugotavljanje poškodb pa omogoči ultrazvočna preiskava. Vse poškodbe v predelu vihra (ang. withers injuries) imajo vroče točke v predelu vihra. Mišice križa kažejo nekoliko specifične spremembe. Najbolj pogost vzorec je hladno področje, ki leži na območju kolčne grče, kot verjetna

posledica odsotnosti normalnih gibov sakroiliakalnega območja. To je lahko posledica patološkega stanja ali drugih vzrokov, ki povzročijo nepravilno gibanje v področju pelvisa. Približno polovica konj s takim termalnim vzorcem ima bolečine v sakroiliakalnem predelu.

6.6.4 Poškodbe supraspinalnih in sakroiliakalnih ligamentov

Termografske spremembe poškodb supraspinalnih ligamentov ali poškodb dorzalnih sakroiliakalnih ligamentov pokažejo nepravilne torakolumbalne termalne slike. Značilne spremembe so lahko v obliki povišanih ali znižanih temperaturah ter nepravilen termogramu hrbta, diagnozo pa lahko potrdi še ultrazvočna preiskava, ki omogoči najdbo te lezije.

6.6.5 Poškodbe kot posledice neprimerne in neprilagojenega sedla

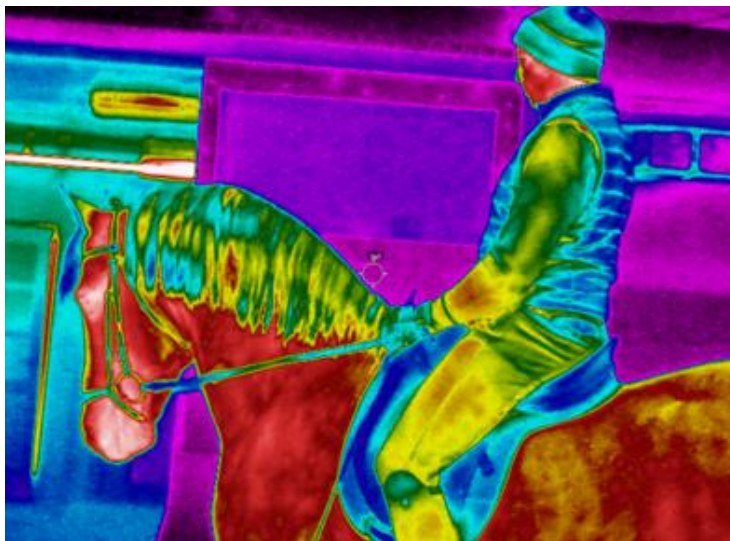
Termografija ima posebno mesto pri ugotavljanju poškodb kot posledic neprimerne in neprilagojenega sedla. Pri ugotavljanju medsebojne povezave med sedlom in konjevim hrbtom, ni pomembna le izražena toplota na stičnih delih sedla in konja, pač pa tudi fiziološki učinki sedla na konjev hrbet. Pri pregledu tega predela je potrebno konja uvesti v delo (hoja, kas, galop), in po njem sedlo odstrani ter termografsko pregledati sedelne plošče.

Hkrati je potreben tudi pregled hrbta in slikanje termalne simetrije na levi in desni strani hrbta. Najbolj pogosto je zaradi temperature, ki jo oddaja sedlo, konjeva sredinska črta hladnejša od drugih struktur pod sedlom. Po dolžini hrbtenice so pomembne žariščne vroče točke ali vroče in hladne točke na hrbtnih mišicah. Te napake v termalnem vzorcu kažejo na motnje, ki jih povzroča sedlo. Enak pregled je potrebno ponoviti z jezdecem, kar opredeli vpliv jezdecja na konjev hrbet pod nameščenim sedlom (Slika 18 in 19).



Slika 18. Termogram lipicanskega konja s profesionalnim jezdecem in pravilnim sedlom

Številne poškodbe konjeve hrbtenice pogosto niso ugotovljene pravočasno, kar je lahko vzrok tudi v zapletenem rentgenskem pregledu, ki vključuje tudi uporabo zahtevne splošne anestezije. Za lažji pristop k tovrstni diagnostiki, se lahko s prehodno termografsko preiskavo, ki jo je mogoče izvesti na stoječi živali, postavi sum na poškodbo hrbta, in konja nato napotiti na radiološko slikanje v splošni anesteziji, kar olajša diagnostični postopek pregleda hrbtenice. Hkratna uporaba termografije in ultrazvoka pa pri ugotavljanju obolenjih hrbta pokaže, da vse lezije, ugotovljene z termografijo na določenem območju, sovpadajo z lezijami, ugotovljenimi z ultrazvokom. Hkrati pa vse lezije, ugotovljene z ultrazvokom, niso vedno ugotovljene tudi s termografijo, kar kaže na upravičenost in smiselnost dopolnilne uporabe obeh navedenih diagnostičnih metod.



Slika 19. Termogram jezdeca s primernim sedlom

7. MEDSEBOJNO DOPOLNJEVANJE DIAGNOSTIČNIH SLIKOVNIH TEHNIK

Različne moderne metode diagnostičnega slikanja v medicini konj se med seboj dopolnjujejo in skupaj prispevajo k ugotavljanju natančne diagnoze. Nobena izmed njih sama ne more zamenjati ali nadomestiti natančnega kliničnega pregleda, ki ga uporabljene slikovne tehnike bogatijo in dopolnjujejo. Vendar ima vsaka izmed njih tudi omejitve. **Termografija** in **scintigrafija** sta slikovni tehniki, ki dajeta podatke o

poškodbi ali bolezni in preživitveni sposobnosti tkiva, ne pa specifičnih podatkov o naravi motenj na telesu. To je v domeni anatomskega načina slikanja tkivnih struktur. **Scintigrafija** radiografsko odkriva skrite skeletne lezije, **termografija** pa jo dopolnjuje. Scintigrafija je namenjena selektivni uporabi pri pregledih in diagnostiki poškodb kosti, termografija pa za oceno nad njimi ležečimi mehкими tkivi.

Radiografija prikazuje predvsem kontraste tkiv, zlasti spremembe na kosteh. Poleg zlomov postane večina radioloških sprememb na kosteh vidnih šele po 10 do 14 dneh. Številne med njimi so pogosto trajne, zato je težko ugotovljivo ali je sprememba, zlasti kronična, vzrok za bolečino ali šepanje. Med seboj se dopolnjujeta tudi **termografija** in **ultrazvok**. **Termografija** ugotavlja mesta poškodb, ultrazvok pa oceni morfologijo poškodovane strukture ter velikost in obliko poškodbe. Uporaba ultrazvoka je tako primerna pri spremljanju zdravljenja, termografija pa oceni kdaj se je ali se bo vnetni proces pozdravil.

Termografija bo tudi v prihodnje ostala pomembna diagnostična metoda, ki ponuja številne možnosti za razvoj in napredek veterine, ne le na področju konj, temveč tudi drugih živalskih vrst. Z razvojem termovizijskih kamer z boljšo ločljivostjo in naprednejšo tehnologijo bo termografija še bolj uporabna za diagnosticiranje bolezni živali in njihovo dobrobit.

8. TERMOGRAFSKI PREGLED KONJA-tabela

Datum pregleda :			
Naslov hleva :			
Lastnik konja (ime, priimek, telefon...)			
Datum pregleda :		Čas pregleda :	
Termografska kamera :		Resolucija termografske kamere :	
PODATKI O KONJU		ID :	
Spol :	žrebec kastrat kobila	Starost :	Pasma :
Bivalno okolje (hlev, izpust..)		Stanje kopit :	Zadnji poseg kovača :
Namen uporabe :		Trenutni program treninga :	
		Prejšnji program treninga :	
Zadnji pregled veterinarja :		Morebitna terapija :	

	Predhodne poškodbe mišično-skeletnega sistema :	
MESTO IZVAJANJA TERMOGRAFIJE		
Prostor za pregled :	Temperatura okolja (prostora) :	Zunanja temperatura :
PRIPRAVA KONJA NA TERMOGRAFSKI PREGLED		
Trajanje počitka :	Trajanje aklimatizacije :	Značilnosti dlake :
Način treninga na dan pregleda ali pred njim :	Nameščena pokrivala (deke) ali povoji pred pregledom :	Opombe :
Drugi zaznamki :		
Podpis veterinarja :		

9. STVARNO KAZALO

A

absces, 42, 45
abscesi v kopitu, 42
akupunkturna terapija, 26, 51
akutni stres, 36
analgetik, 23, 37, 40
artefakt, 17, 24, 52
arterija, 27, 28
artritis, 47
avtonomno živčevje, 53

B

bandaže, 24, 25
bazalna presnovna aktivnost, 32
blokada živcev, 26
bolečina, 44, 49, 58
bolezenska stanja, 7
bolezni hrbta, 36
bolezni udov, 36, 51
brazgotine, 24, 25, 26
brazgotinjenj, 49
brezkontaktna slikovna metoda, 13
BST, 9

D

delo, 4, 14, 18, 30, 31, 32, 36, 43
delovna obremenitev, 19, 27, 32, 37, 39, 46
diagnostično orodje, 6, 8, 35
digitalna palmarna nevrektomija, 37
distalni deli okončin, 21, 25, 31, 41, 46, 48
dlaka, 24, 25, 29
dopinški postopki, 37
dražeča zdravila, 26
drobir, 24

E

elektromagnetno valovanje, 9
elektromagnetni spekter, 4, 9
elektromagnetni valovi, 24
evaporacija, 12

F

fizikalna terapija, 8, 25
fiziologija, 6
fiziološko stanje konja, 24
fizioterapija, 6
fleksor tetiv, 26
frakture na periostu, 51
frekvenca dihanja, 30

G

galop, 55
gama žarki, 9
glutealno področje, 52
grafični portret vnetja, 14
granulacijsk tkivo, 42
grelec, 24
griva, 25

H

hladna točka, 50, 53
hoja, 55
hrbet, 5, 33, 51, 54, 55, 56
hrbtenica, 52, 53, 55, 56

I

idealni temperaturi prostor, 22
infrardeča svetloba, 9
infrardeče sevanje, 7, 9, 11, 12, 24, 27
insolacija, 11
intenziven trening, 40
izmenjave toplote, 30

J

jahalna oprema, 23

K

karpalnih ter tarzalni sklepi, 42
kas, 55
kirurško obdelana mesta, 26
klinična diagnoza, 6
klinični pregled, 35
kolk, 46
komolec, 46
kondukcija, 10, 25
konvekcija, 10, 12, 18, 30, 32
kopito, 4, 25, 29, 43, 44, 45
kostni odlomki, 50
kožni živci, 25
kri, 12
kroničnost, 47
krvna cirkulacija, 14
krvni pretok, 7

L

laminitis, 4, 36, 42, 43, 44, 45, 70
ligament, 5, 48, 49, 50, 53, 54
lipicanski konj, 31, 32
lokalno vnetje, 21
lokalna perfuzija, 27
luči, 24
lumbalno območje, 51

M

magnetna resonanca, 7, 9, 45
masaža, 51
maščobno tkivo, 29
mazila, 24
medicina konj, 6
medicinska diagnostika, 6
medicinski termogram, 4, 13
merjenje temperature oči, 38
miopatija, 51
mirovanje konja, 22
mišična tkiva, 27
mišična vnetija, 51
mišična atrofija, 50
mišično skeletne okvare, 7

N

nadzorovano okolje, 24
napake na termogramih, 24
nastajanje toplote, 7
neinvazivna diagnostična metoda, 7, 8
neravnovesje jezdeca, 52
neurektomija, 26
nevrološke bolezni, 36
nevromišične bolezni, 53
normalen sklep, 47

O

obloge, 25
območje distalnih delov nog, 28
obolenja mišično-skeletnega sistema, 36
obolenja nog, 42
oči, 37, 38, 39
odeje, 24, 25
ognojki v kopitih, 36
okoljski pogoji, 17
oteklina in bolečina, 48
otiščanec, 45
ožiljenost konja, 26

P

patofiziologija, 6
patološka stanja, 48
pleče, 46
počitek, 4, 17, 31, 32, 52
podhladitev, 30
podkožna tkiva, 29
podotrohloza, 42, 44
poškodbe, 6, 7, 12, 25, 26, 40, 42, 45, 46, 47, 49, 51, 50, 53, 56, 58, 60
potenje, 11, 30
povoj, 23
prašni delci, 24
preobremenitev, 50, 51
prepih, 24

pretok zraka, 19
programska oprema, 16
prsi, 27, 32, 33, 51
prsna vretenca, 52

R

računalniška tomografija, 7, 9
radiacija, 12
radijski valovi, 9
radiografija, 58
rak dojke, 6
raztrganine, 25
rentgen, 6, 9, 51
rep, 25, 51

S

sakralna vretenca, 5, 52
scintigrafija, 58
sedativi, 23
sedelne plošče, 55
sedlo, 5, 52, 53, 54, 55
serumski mišični encimi, 50
sevanje, 10, 12, 13, 14, 24, 29, 49
skakalni konji, 32
skeletne mišice, 29
slaba tehnika jahanja, 52
splošna anestezija, 56
spremembe na kosteh, 58
stare poškodbe, 42

stoječa žival, 56
subklinično vnetje, 22, 48
supraskinalni ligamenti, 5, 54
suspensorni desmitis, 50
svitek, 28
svitkov rob, 28

Š

šepanje, 44, 58
športni konji, 52
športna medicina konj, 6, 35, 36
športne poškodbe konj, 6

T

telesna območja, 27
telesna površina, 4, 9, 12, 25, 27, 31, 33, 34
telesna temperatura, 10
telesna območja, 7, 8, 32
telo, 25
temperatura okolja, 30, 46
temperatura ran, 42
temperaturne asimetrije, 35
temperaturne spremembe, 7
tendinitis, 5, 48
tendinopatije, 42, 51
terapevtski ultrazvok, 26, 51
termalni vzorci, 14, 22, 44, 47, 48, 49, 51
termogeneza, 10, 11

termografija, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 35, 36, 37, 38, 40,
41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 57, 58
termografsko slikanje, 25
termografska kamera, 4, 6, 9, 14, 24, 35, 37, 59
termografska sprememba, 40
termografski pregled, 5, 7, 17, 18, 24, 22, 26, 35, 45, 59
termografski vzorci, 23, 26
termografsko slikanje, 24
termogram, 4, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27,
28, 38, 41, 56, 57
termoregulacijsko delovanje, 31
tetive, 5, 48, 49, 51
tkivna perfuzija, 12
topikalni način zdravljenja, 36
torakalna vretenca, 5, 52
trening, 27, 36, 48, 59, 60
TTP, 9, 10, 11, 13, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32,
33, 34, 35, 37, 40, 46, 48, 52

U

ultrazvočni pregled, 9, 51, 52
ultrazvok, 7, 35, 36, 58
uveitis, 39

V

valovna dolžina, 9
vazokonstrikcija, 21, 30
velikost in starost konja, 39
vene, 27, 28, 29

viher, 51, 53, 54
viri sončne toplote, 24
vneta in poškodovana tkiva, 40
vnetje bicljevih sklepov, 36
vnetje kolena, 42
vnetje tetiv, 48
vnetni procesi, 7
vplivi okolja, 7, 12, 27
vretence, 52
vroče točke, 17, 24, 30, 40, 45, 46, 48, 49, 50, 54, 55

X

X-žarki, 9

Z

zdravila, 25, 36, 40
zdravljenje, 6, 46
zdravljenje poškodb, 40
zdravljenje povitih ran in poškodb, 41
zlom, 45, 58

10. LITERATURA

1. Arruda TZ, Brass KE, de la Corte FD. Thermographic assessment of saddles used on jumping horses. J Equine Vet Sci 2011, 31:625-629. doi:10.1016/j.jevs.2011.05.011
2. Bartolome E, Sánchez MJ, Molina A, Schaefer AL, Cervantes I, Valera M. Using eye temperature and heart rate of stress assessment in young horses competing in jumping competitions and its possible influence on sport performance. Animal, 2013, 7: 2044-2053. doi:10.1017/S1751731113001626
3. Bathe PA. Thermography. In: *Equine pediatry*. Saint Louis, USA: Saunders Elsevier; 2007: 167-170.
4. Bathe PA. Thermography: use in equine lameness. In: *Diagnosis and management of lameness in the horse*. Saint Louis, USA: Saunders Elsevier; 2011, 266-269. doi:10.1016/b978-1-4160-6069-7.00025-0
5. Bowmann KF, Purohit RC, Ganjam UK, Pechman RDJ, Vaughant JT. Thermographic evaluation of corticosteroids efficacy in amphotericin B induced arthritis in ponies. Am J Vet Res 1983, 44: 51-66

6. Celeste CJ, Deschesne K, Riley CB, Theoret CL. Skin temperature during cutaneous wound healing in an equine model of cutaneous fibroproliferative disorder: kinetics and anatomic-site differences. *Vet Surg* 2011, 42: 147-153. doi:10.1111/j.1532-950x.2012.00966.x
7. Cena K. Radiative heat loss from animal and man. In: *Heat loss from animals and man*. London, United Kingdom: Saunders Elsevier; 1974, 34-57.
8. Cena K, Clark JA. Thermal radiation from animal coat: coat structure and measurement of radiative temperature. *Phys Med Biol* 1973, 18: 432-443. doi:10.1088/0031-9155/18/3/008
9. Cena K, Monteith JL. Transfer processes in animal coats. 1. Radiative transfer. *Proc R Soc Biol Sci* 1975, 188: 377-393. doi:10.1098/rspb.1975.0026
10. Ciutacu O, Tanase A, Miclaus I. Digital infrared thermography in assesing soft tissue injuries on sport equines. *Bull Univ Agr Sci Vet Med* 2006, 63: 228-233
11. Clark JA, Cena K. The potential of infra-red thermography in veterinary diagnosis. *Vet Rec* 1977, 100: 402-404. doi:10.1136/vr.100.19.402
12. Čebulj-Kadunc N, Frangež R, Žgajnar J, Kruljc P. Cardiac, respiratory and thermoregulation parameters following graded exercises in Lipizzan horses. *Vet arhiv* 2019, 89: 11-23. doi:10.24099/vet.arhiv.0338.

13. Čebulj-Kadunc N, Frangež R, Kruljc P. Infrared thermography in equine practice. Vet stanica 2020, 51: 109-116. doi:10.46419/vs.51.2.1
14. Čebulj-Kadunc N, Frangež R, Kruljc P. Application of infrared thermography in the assesment of performance of Lipizzan horses [Extended abstracts of the 15th Conference of the European Association of Thermology]. Wien : European Association of Thermography 2021, 134-135.
15. Čebulj-Kadunc N, Frangež R, Kruljc P. Fluctuations of physiological variables during conditioning of Lipizzan fillies before starting under saddle, Animals 2022, 12: 1-15. doi:10.3390/ani12070836.
16. Čebulj-Kadunc N, Frangež R, Kruljc P. Measurement of heart rates and skin temperatures in exercise testing of Lipizzan horses. In : *3rd Regional congress of physiological societies and 5th congress of croatian physiological society*. Zagreb, Croatia: Croatian physiological society, 2022: 65.
17. Denoix JM. Diagnostic techniques for identification and documentation of tendon and ligament injuries. Vet Clin North Am Equine Pract 1994, 10: 365-407. doi:10.1016/S0749-0739(17)30361-9

18. Eddy AL, Van Hoogmoed LM, Snyder JR. The role of thermography in the management of equine lameness. *Vet J* 2001, 162: 172-181. doi:10.1053/tvjl.2001.0618
19. Fonseca BPA, Alves ALG, Nicoletti ALM, Thomassian A, Hussini CA, Mikail S. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *J Equine Vet Sci* 2006, 26: 507-516. doi:10.1016/j.jevs.2006.09.007
20. Goodman PH, Healset MW, Pagliano JW et al. Stress fracture diagnosis by computer assisted thermography. *Physician Sportsmed* 1985, 13: 114-132. doi:10.1080/00913847.1985.11708772
21. Genovese RL, Rantanen NW, Hauser ML, Simpson BS, et al. Clinical application of diagnostic ultrasound to the equine limb. *Am Assoc Equine Pract* 1985, 30: 701-721. doi:10.1080/00913847.1985.11708772
22. Hall J, Bramlage LR, Kanlrowitz BM, et al. Correlation between contact thermography and ultrasonography in the evaluation of experimentally-induced superficial flexor tendinitis, *Am Assoc Equine Pract* 1987, 33: 429-438.
23. Head MJ, Dyson S: Talking the temperature of equine thermography. *Vet J* 2001, 162: 166-167. doi:10.1053/tvjl.2001.0639

24. Holmes LC, Gaughan EM, Gorondy DA, Hogge S, Spire MF. The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal horses. *Can Vet J* 2003, 44: 392-396
25. Hood DM, Wagner IP, Brumbaugh GW. Evaluation of hoof wall surface temperature as an index of digital vascular perfusion during the prodromal and acute phases of carbohydrate-induced laminitis in horses. *Am J Vet Res* 2001, 62: 1167-1172. doi:10.2460/ajvr.2001.62.1167
26. Howell KJ, Smith RE. Guidelines for specifying and testing a thermal camera for medical applications. *Termology Int* 2009, 19: 5-12.
27. Jansson A, Lindgren G, Velie D, Sol'E BM. An investigation into factors influencing basal eye temperature in the domestic horse (*Equus caballus*) when measured using infrared thermography in field conditions. *Physiology & Behavior* 2021: 228. doi:10.1016/j.physbeh.2020.113218
28. Jodkowska E, Dudek K. Study on symmetry of body surface temperature of race horses, *Przegląd Naukowej Literatury Zootechnicznej* 2000, 50: 307-319.
29. Jodkowska E. Body surface temperature as a criterion of the horse predisposition to effort. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Wroclawu* 2005, 511: 7-114.

30. Jodkowska E, Dudek K, Przewozny M. The maximum temperatures (Tmax) distribution on the body surface of sport horses. *J Life Sci* 2011, 5: 291-297.
31. Johnson SR, Rao S, Hussey SB, Morley PS, Traub-Dargatz JL. Thermographic eye temperature as an index to body temperature in ponies. *J Equine Vet Sci* 2011, 31: 63-66. doi:10.1016/j.jevs.2010.12.004
32. Kastberger G, Stach R. Infrared imaging technology and biological applications. *Behav Res Meth Instrum* 2003, 35: 429-439.
33. Kold SE, Chappell KA. Use of computerized thermographic image analysis (CTIA) in equine ortopedics: review and presentation of clinical cases. *Equine Vet Educ* 1988, 10: 198-204. doi:10.1111/j.2042-3292.1998.tb00877.x
34. Kruljc P, Nemec A. Electroencephalographic and electromyographic changes during the use of detomidine and detomidine-butorphanol combination in standing horses. *Acta Vet Hung* 2006, 54: 35-42. doi:10.1556/avet.54.2006.1.4
35. Kruljc P. Thermography as an aid in the performance testing of Lipizzan horses. In: *Socratic Lectures: Ljubljana, 2023; 8th international symposium: University of Ljubljana Press* 2023, 39-44. doi:10.55295/PSL.2023.I6.
36. Kruljc P. Thermographic examination of the horse. *Acta veterinaria*. 2023, vol. 73, no. 3, str. 289-316. ISSN 0567-8315.DOI: [10.2478/acve-2023-0023](https://doi.org/10.2478/acve-2023-0023).

37. Lawson RN. Implications of surface temperatures in the diagnosis of breast cancer. *Can Med Assoc J* 1965, 75: 309-310.
38. Levet T, Martens A, Devisscher L, Duchateau L, Bogaert L, Vlaminck L. Distal limb cast sores in horses: Risk factors and early detection using thermography. *Equine vet J* 2009, 41: 18-23. doi:10.2746/042516408X343046
39. Love TJ. Thermography as an indicator of blood perfusion. *Ann NY Academ Sci* 1980, 335: 429-437. doi:10.1111/j.1749-6632.1980.tb50766.x
40. McGreevy P, Warren-Smith A, Guisard Y. The effect of double bridles and jaw-clamping crank nosebands on temperature of eyes and facial skin of horses. *J Vet Behav* 2012, 7: 142-148. doi.org/10.1016/j.jveb.2011.08.001
41. Mogg KC, Pollitt CC. Hoof and distal limb surface temperature in the normal pony under constant and changing ambient temperature. *Equine Vet J* 1992, 24: 134-139. doi:10.1111/j.2042-3306.1992.tb02798.x
42. Norwood GL, Haynes PF. Dorsal metacarpal disease. In: *Equine Medicine and Surgery*. Santa Barbara, USA: American Veterinary Publications; 1982, 1110-1114.
43. Palmer SE. Use of portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse. *Am J Vet Res* 1981, 42: 105-108.

44. Palmer SE. Effect of ambient temperature upon the surface temperature of the equine limb. *Am J Vet Res* 1983, 44: 1098-1101.
45. Purohit RC, McCoy MD. Thermography in the diagnosis of inflammatory process in the horse. *Am J Vet Res* 1980, 41: 1167-1174.
46. Purohit RC, Pascoe DD, Defranco B, Schumacher J. Thermographic evaluation of the neurovascular system of the equine. *Thermol Int* 2004, 14: 89-92.
47. Purohit RC. Use of thermography in veterinary medicine. Oregon, Wilsonville. In : *Rehabilitation Medicine and Thermography*. Canterbury: Inpres Publishing, 2008, 135-147.
48. Purohit RC. Standards for thermal imaging in veterinary medicine. In: *Proceedings of the 11th European Congress of Medical Thermology*. Mannheim, Germany: 2009, 99.
49. Redaelli V, Bergero D, Zucca E, Ferrucci F, Nanni Costa L, Crosta L, Luzi F. Use of thermography techniques in equines: principles and applications. *J Equine Vet Sci* 2014, 34: 345-350. doi:10.1016/j.jevs.2013.07.007
50. Ring FJ, Ammer K. Infrared thermal imaging in medicine. *Physiol ;eas* 2012, 33-34.
51. Rogavski A. Recent progress in infrared detector technologies, *Infrared Physics & Technology* 2011, 54: 136-154.

52. Ring FJ. The historical development of temperature measurement in medicine. *Infrared physics & Technology* 2007, 49: 297-301.
53. Rosenmeier JG, Strathe MAB, Andersen PH. Evaluation of coronary band temperatures in healthy horse, *Am J Vet Res* 2012, 73: 79-23. doi:10.2460/ajvr.73.5.719
54. Rushton JO, Tichy A, Nell B. Introduction of the use of thermography and thermometry in the diagnosis of uveitis in horses: a pilot project. *Vet Rec Open* 2015, 2: 1-7. doi:10.1136/vetreco-2014-000089
55. Simon EL, Gaughan EM, Epp T, Spire M. Influence of exercise on thermographically determined surface temperatures of thoracic and pelvic limbs in horses. *J Am Vet Med Assoc* 2006, 229: 1940-1944. doi:10.2460/javma.229.12.1940
56. Soroko M, Jodkowska E, Zablotska M. The use of thermography to evaluate back musculoskeletal responses of young racehorses to training. *Termology Int* 2012, 22: 152-156.
57. Soroko M, Henklewski R, Filipowski H, Jodkowska E. The effectiveness of thermografic analysis in equine orthopaedics. *J Equine Vet Sci* 2013, 33: 760-762. doi:10.1016/j.jevs.2012.11.009
58. Soroko M, Dudek K, Howell K, Jodkowska E, Henklewski R. Thermographic evaluation of racehorse performance. *J Equine Vet Sci* 2014, 34: 1076-1083. doi:10.1016/j.jevs.2014.06.009

59. Soroko M, Morel MCG. Equine thermography in practice. Wallingford, UK: CAB International; 2016, 1-58.
60. Soroko M, Howell K: Infrared thermography: Current Applications in Equine Medicine. J Equine Vet Sci 2018, 60: 90-96. doi:10.1016/j.jevs.2016.11.002
61. Soroko M, Howell K, Dudek K: The effect of ambient temperature on infrared thermographic images of joints in the distal forelimbs of healthy racehorses. Journal of Therm Biol 2017, 66: 63-67. doi:10.1016/j.jtherbio.2017.03.018
62. Soroko M, Górniak W, Godlewska M, Howell K. The effect of training on infrared thermographic images of the forelimb and hindlimb joints of healthy racehorses. Polish Journal of Veterinary Sciences 2022, 25: 83-92. doi:10.24425/pjvs.2022.140844
63. Stromberg B. The use of thermography in equine orthopedics. J Vet Radiol Ultrasound 1974, 15: 94-97. doi:10.1111/j.1740-8261.1974.tb00676.x
64. Stein LE, Pijanowski Q, Johnson AL et al. (1988). A comparison of steady state and transient thermography techniques using a healing tendon model. Vet. Surg. 1988, 17(2): 90-96. doi:10.1111/j.1532-950X.1988.tb00284.x
65. Tattersall GJ, Cadena V. Insight into animal temperature adaptations revealed through thermal imaging. Imaging Sci J 2010, 58: 261-8. doi:10.1179/136821910X12695060594165

66. Trindade PHE, Guilherme de Camargo F, Pereira Lima ML, Negrão JA, Paranhos da Costa MJR. Eye surface temperature as a potential indicator of physical fitness in ranch horses, *J Equine Vet Sci* 2019, 2: 1-8. doi:10.1016/j.jevs.2018.11.015.
67. Turner TA, Fessler JF, Lamp M, Pearce JA, Geddes LA. Thermographic evaluations of podotrochlosis in horses. *Am J Vet Res* 1983, 44: 535-539.
68. Turner TA. Thermography: A review in equine medicine. *Compend Cont Educ Pract Vet* 1986, 8: 855.
69. Turner TA. Hindlimb muscle strain as a cause of lameness in horses. *P Annu Conv Am Equin* 1989, 35: 281-290.
70. Turner TA. Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Vet Clin N Am-Equine* 1991, 7: 311-338. doi:10.1016/S0749-0739(17)30502-3
71. Turner AT. The use of thermography in lameness evaluation. *P Annu Conv Am Equine* 1998, 44: 224-6.
72. Turner TA: Diagnostic thermography, *Vet Clin N Am-Equine* 2001, 17: 95-113. doi:10.1016/S0749-0739(17)30077-9
73. Turner TA, Pansch J, Wilson JH. Thermographic assessment of racing thoroughbreds. *Am Assoc Equine Pract* 2001, 47: 344-346.
74. Turner TA. Back problems in horses. In: *Proceedings of Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*

- (AAEP). Lexington, USA: American Association of Equine Practitioners; 2003, 71-74.
75. Turner TA. How to assess saddle fit in horses. In: *Proceedings of Annual Convention of the American Association of Equine Practicioners*. Lexington, USA: American Association of Equine Practicioners; 2004, 196-201.
 76. Tunley BV, Henson FM. Reliability and repeatability of thermographic examination and the normal thermographic image of the thoracolumbal region in the horse. *Equine Vet J* 2004, 36: 306-312.
 77. Ueltschi G. Bone and joint imaging with ^{99m}Tc -labeled phosphates as a new diagnostic aid in veterinary orthopedics. *Vet Radiology* 1977, 18: 80-84. doi:10.1111/j.1740-8261.1977.tb01127.x
 78. Vaden MF, Purohit RC, McCoy D, Vaughan JT. Thermography: a technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *Am J Vet Res* 1980, 41: 1175-1179.
 79. Valera M, Bartolomé E, Sánchez MJ, Molina A, Cook NJ, Schaefer AL. Changes in eye temperature and stress assessment in horses during show jumping competition. *J Equine Vet Sci* 2012, 32: 827-830. doi:10.1016/j.jevs.2012.03.005
 80. Vaden MF, Purohit RC, McCoy MD, et al. (1980): Thermography: A technique for subclinical diagnosis of osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.* 1980, 41 : 1175-1179.

81. Van Hoogomed LM, Snyder JR, Allen AK, Waldsmith JD. Use of infrared thermography to detect performance enhancing techniques in horses. *Equine Vet Educ* 2000, 12: 102-107. doi:10.1111/j.2042-3292.2000.tb01772.x
82. Van Hoogmoed LM, Snyder JR. Use of infrared thermography to detect injections and palmar digital neurectomy in horses. *Vet J* 2002, 164: 129-141. doi:10.1053/tvjl.2002.0719
83. Verschooten F, Desme P, Verbeeck J. Skin surface temperature measurements in horses by electronic thermometry. *Equine Pract* 1997, 19: 16-23.
84. Von Schweinitz DG. Thermographic diagnostics in equine back pain. *Vet Clin N Am-Equine* 1999, 15: 161-177. doi:10.1136/aim.16.1.14
85. Von Schweinitz DG. Thermographic evidence for the effectiveness of acupuncture in equine neuromuscular disease. *Acupunctur Med* 1998, 16: 14-17. doi:10.1016/S0749-0739(17)30170-0
86. Waldsmith JK. Real-time thermography. In: *Proceedings of a Diagnostic tool for the equine practitioner. 38th Annual Convention of American Association of Equine Practicioners. Orlando, Florida; 1992, 455-466.*
87. Waldsmith JK, Otman JI. Thermography: subclinical inflammation, diagnosis, rehabilitation and athletic evaluation. *J Equine Vet Sci* 1994, 14: 8-10. doi:10.1016/S0737-0806(07)80302-9

88. Weil M, Litzke LF, Fritsch R. Diagnostic validity of thermography of lameness in horses. *Tierärztliche Praxis, Ausgabe G, Grosstiere/nutztiere* 1998, 26: 346-54.
89. Wallsten H, Olsson K, Dahilborn K. Temperature regulation in horses during exercise and recovery in a coll environment, *Acta Vet Scan* 2012, 54: 42. doi:10.1186/1751-0147-54-42
90. Weinstein SA, Weinstein GA: A clinical competition of cervical thermography, EMG, CT scanning, myelography and surgical procedures in 500 patients. In: *Proceedings of the 1st Annual meeting of Academy of Neuromuscular Thermography*. Dallas, USA; 1985, 44-46.
91. Westermann S, Stanek C, Schramel JP, Ion A, Buchner HH. The effect of airflow on thermographically determined temperature of the distal forelimb of the horse. *Equine Vet J* 2013, 45: 637-641. doi:10.1111/evj.12019
92. Yarnell K, Fleming J, Stratton TD, Brassington R. Monitoring changes in skin temperature associated with exercise in horses on a water treadmill by use of infrared thermography. *J Therm Biol* 2014, 45: 110-116. doi:10.1016/j.jtherbio.2014.08.003

Beleške :