



IVA 2018

FVL VFU

KLINICKÁ TERMOGRAFIE EXOTICKÝCH ZVÍŘAT

ANNA
PISKOVSÁ

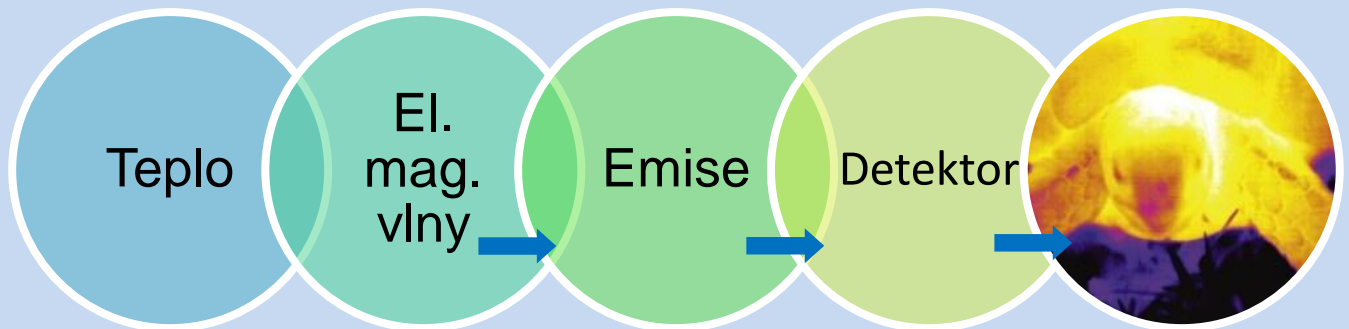
ZDENĚK
KNOTEK

OBSAH

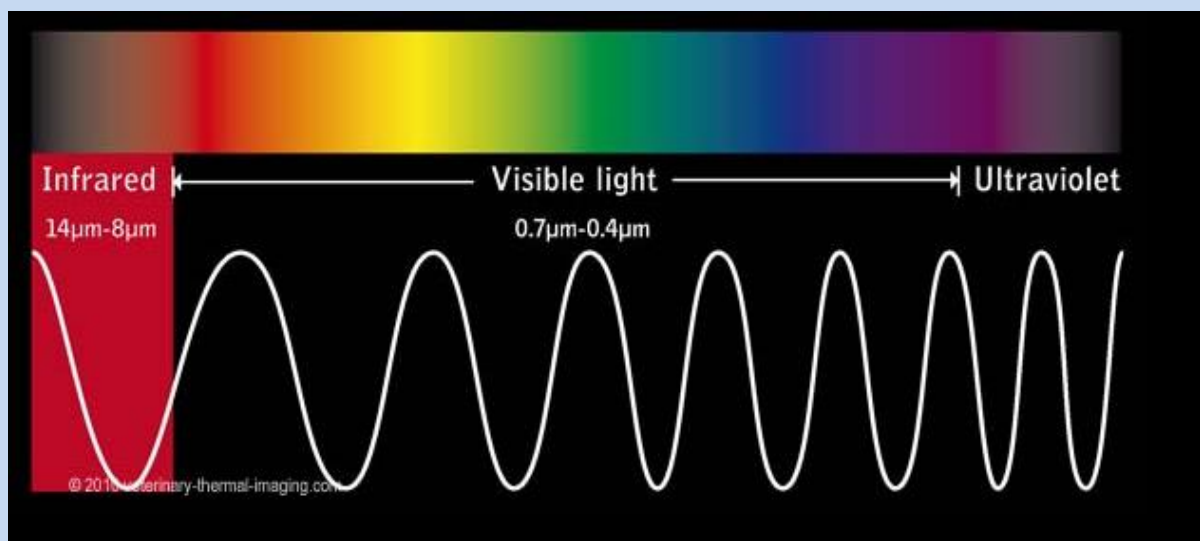
<u>METODA TERMOGRAFIE</u>	<u>2</u>
VÝHODY TERMOGRAFIE	3
FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MĚŘENÍ	4
<u>TERMOGRAFIE VE VETERINÁRNÍ MEDICÍNĚ</u>	<u>6</u>
TERMOGRAFIE U ZOO ZVÍŘAT	9
Termografie u slonů	9
Termografie u nosorožců	10
Termografie u žiraf	11
Termografie u zeber	12
TERMOGRAFIE U DROBNÝCH SAVCŮ	14
TERMOGRAFIE U PLAZŮ	14
TERMOGRAFIE U PTÁKŮ	15
TERMOGRAFIE V REPRODUKCI	16
Diagnostika březosti	16
Detekce ovulace	16
Veterinární andrologie	17
MONITORING ANESTEZIE	18
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	<u>19</u>

METODA TERMOGRAFIE

Termografie využívá fyzikální charakteristiky těl a materiálů emitovat elektromagnetické vlny, které můžeme za pomoci speciálního detektoru vizualizovat (Rekant a kol., 2015). Termokamera měří tepelné fotony vyzařované z povrchu těla zvířete a konvertuje je do elektrických impulzů, které jsou následně zobrazeny jako barevný obrázek na monitoru přístroje. Vizuální obraz graficky mapuje tělesnou teplotu zvířete a nazýváme ho termogram. Termokamery jsou schopny detekovat změnu teploty menší, než 0,05 °C, což je 40 krát citlivější, než lidská ruka (<http://www.veterinary-thermal-imaging.com>).

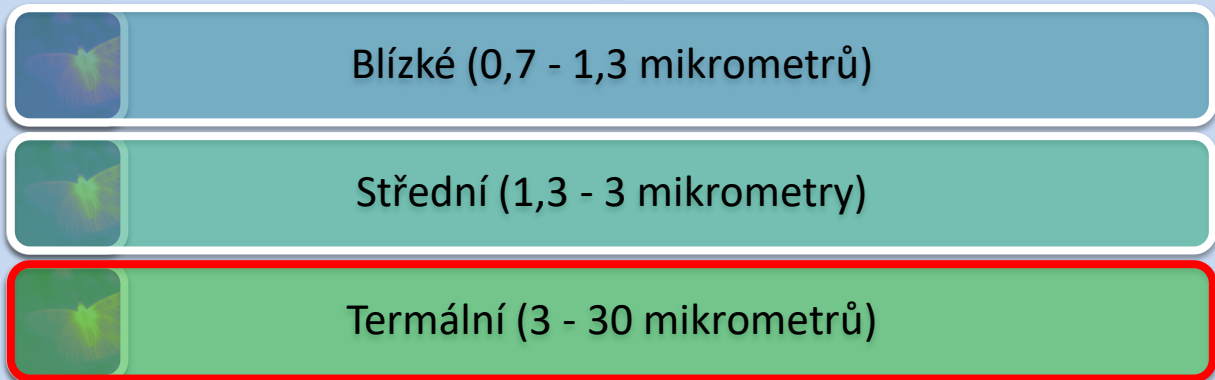


Světlo je emitováno ve vlnách o různé vlnové délce. Mimo viditelného spektra máme infračervené a ultrafialové záření.



Vlnové délky světla (převzato z: <http://www.veterinary-thermal-imaging.com>)

Infračervené záření lze rozdělit do tří kategorií:



V termografii nás nejvíc zajímá termální část infračerveného záření. Od zbylých dvou kategorií se odlišuje tím, že světlo neodráží, ale vyzařuje. Zvířata vyzařují infračervené světlo jako výsledek fyziologických procesů. Okolo 60 % veškerého tepla, které zvíře vytvoří, prochází do okolí v podobě sálavého tepla nebo tepelných fotonů. Zbylé teplo je ztraceno do prostředí z 25 % evaporací, ze 3 % kondukcí do objektů a ze 12 % kondukcí do vzduchu. (<http://www.veterinary-thermal-imaging.com>).

VÝHODY TERMOGRAFIE



Bezkontaktní



První screeningová metoda usnadňující rozhodování dalšího postupu



Výsledek vidíme okamžitě



Umožňuje hodnocení stáda, celého těla jedince i jeho konkrétních částí



Umožňuje dokumentaci



Terénní využití (baterie)

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ MĚŘENÍ



Faktor environmentální

Teplota a její stabilita

Pohyb vzduchu

Počasí (sluneční svit, déšť)



Faktor jedinec

Dostatečný počet fyziologických dat jedinců stejného druhu pro srovnání

Osrstěný x neosrstěný

Barva srsti

Věk

Voda, špína na srsti

Stres

Cirkadiánní, infradiánní a ultradiánní rytmy

Aplikace léku snižující perfuzi

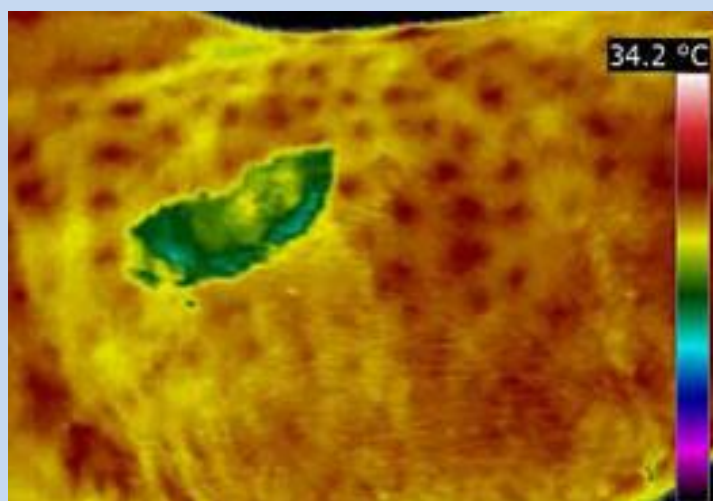


Faktor získání a zpracování termogramu

Vzdálenost měření

Úhel měření

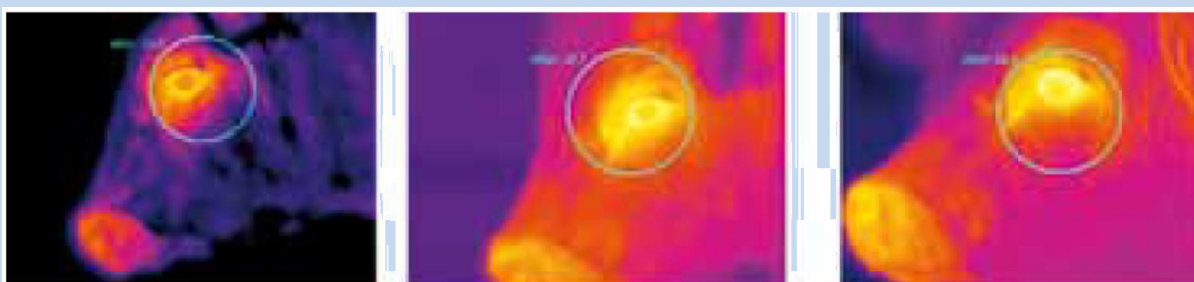
(Rekant a kol., 2015; Cilulko a kol., 2013)



„cold spot“ vzniklý jako artefakt po autogroomingu zvířete jazykem (převzato z: <http://www.veterinary-thermal-imaging.com>)

TERMOGRAFIE VE VETERINÁRNÍ MEDICÍNĚ

Termografie představuje neinvazivní bezkontaktní metodu získávání dat pro hodnocení zdravotního stavu zvířat. Jelikož zvířecí tělo má vysoký stupeň termální symetrie, abnormality v teplotní asymetrii mohou být snadno odhaleny. „Hot spoty“ indikují zánět nebo zvýšenou cirkulaci a obvykle jsou viděny na kůži překrývající zranění. „Cold spoty“ naznačují redukcii v krevním zásobení, obvykle kvůli otoku, trombóze, jizvovité tkáni nebo zvýšenému nervovému tonu. Termografie má potenciální uplatnění u zvířat postižených pyerxií nebo lokalizovaným zánětem. Ideální využití představuje pro stáda zvířat, kde získání teploty jednotlivce není snadné nebo pro volně žijící zvířata, ke kterým je znesnadněn přístup (včetně zoo zvířat). Termografie může být využívána pro časnou diagnostiku infekčních onemocnění v případě propuknutí nákazy, v chovech skotu se testuje její využití pro diagnostiku subklinických mastitid, možné je použití i například jako hodnocení výsledku tuberkulinace.









Termogramy oka skotu při infekci bovinní virovou diarhoeou (vlevo den 1: 35,1 °C, vprostřed den 4: 37,7 °C, vpravo den 8: 38,4 °C; převzato z: Cook a Schaefer, 2013)

Přímým využitím se pak stává detekce onemocnění individuálních zvířat jako je například keratokonjunktivitis sicca u psů, diagnostika kožních lézí, diagnostika lézí distálních částí končetin. V případě zánětlivých lézí dochází ke zvýšení teploty, naopak při ishemizaci poškozeného místa dojde k lokálnímu snížení teploty, což otevírá pole pro termografickou




diagnostiku onemocnění jako je trauma obratlů, spinální páteře nebo tromboembolie periferních žil. Další variantou využití je na poli reprodukce, především diagnostika gravidity u nekontaktních zvířat. V neposlední řadě můžeme zmínit využití při monitoringu divokých zvířat a hodnocení welfare (hodnocení bolesti apod.). Je ovšem nutné zmínit, že termografie je pouze metodou orientační a měla by být brána pouze jako pomoc pro lokalizaci léze, která bude následně vyšetřena dalšími diagnostickými metodami (RTG, USG, scintigrafie apod.; Rekant a kol., 2015).

Běžné indikace pro veterinární termografii (www.aathermology.org):



-  Diagnostická pomoc v regích se změněným termálním vzorem
-  Hodnocení se známou/suspektní vazomotorickou instabilitou
-  Hodnocení a plánování terapie nebo diagnostiky
-  Detekce zlepšení/zhoršení/progrese/rozšíření známého onemocnění
-  Hodnocení prokrvení svalů
-  Hodnocení pooperačního otoku a cirkulace v místě rány



-  Hodnocení nečekané pooperační bolesti
-  Kvalitativní hodnocení vaskularizace a toku krve do tkání
-  Hodnocení periferních neuropatií
-  Hodnocení zánětu asociovaného s dentální/periodontálním onemocněním
-  Zhodnocení, jestli místa se zvýšenou bolestivostí mají změněný termální profil
-  Metoda hodnocení muskuloskeletálního stresu u pracovních/sportovních zvířat

TERMOGRAFIE U ZOO ZVÍŘAT

Dosud byla termografie úspěšně použita pro diagnostiku onemocnění divokých zvířat jako je slintavka a kulhavka u jelenců ušatých (*Odocoileus hemionus*; Dunbar a kol., 2009), sarkoptový svrab u kozorožců iberských (*Capra pyrenaica*; Arenas a kol., 2002) a vzteklina u mývalů severních (*Procyon lotor*; Dunbar a MacCarthy, 2006). Možnost hodnocení reprodukčních parametrů byla prokázána v případech ovulace u slona indického (*Elephas maximus*) a nosorožce dvourohého (*Diceros bicornis*; Hilsberg-Merz, 2008), detekce březosti u nosorožce dvourohého (*Diceros bicornis*, Hilsberg, 1998) a pandy velké (*Ailuropoda melanoleuca*; Durrant a kol., 2006). Termografie je i dobrým prostředkem pro hodnocení fyziologických termoregulačních pochodů divokých zvířat, případně zvířecího chování (Cilulko a kol., 2013).

TERMOGRAFIE U SLONŮ

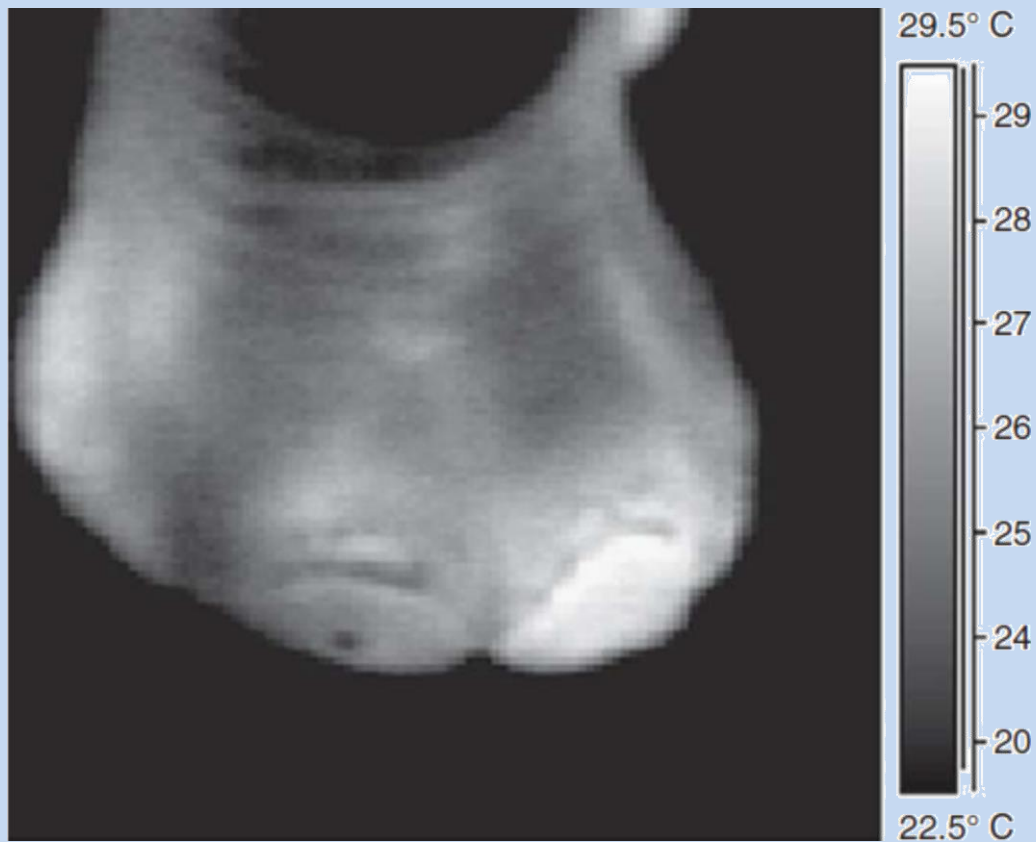
V termoneutralní zóně vykazují sloni tepelné záření povrchu celého těla mimo uší, která ukazují nižší tepelný výdej. Oči, tlama a anus jsou termální okna. Na uších snadno lokalizujeme velké cévy. V případě, že sloni nemohou termoregulovat, uši budou mít stejnou teplotu jako zbytek těla (pomocí uší se sloni zbaví až 30 % přebytečného tepla).



Normální termogram slona (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

Přehřátí představuje pro slony extrémní stres a může být příčinou úhynu při imobilizaci, proto by jedinec měl být v případě imobilizace nebo přesunu do nové ubikace termograficky sledován. Psychologický stres může taktéž způsobit zvýšenou teplotu uší – pro odlišení od narušené termoregulace je nutné změřit jiného jedince, který by měl vykazovat fyziologický termogram. V případě kulhajícího slona, u něhož nebylo možné lokalizovat místo poškození bylo termograficky odhaleno zvýšení teploty v lokti na pravé hrudní končetině. Při mírnějším případě pododermatitidy u slona se pouze nehty stanou teplejšími a při správné terapii se

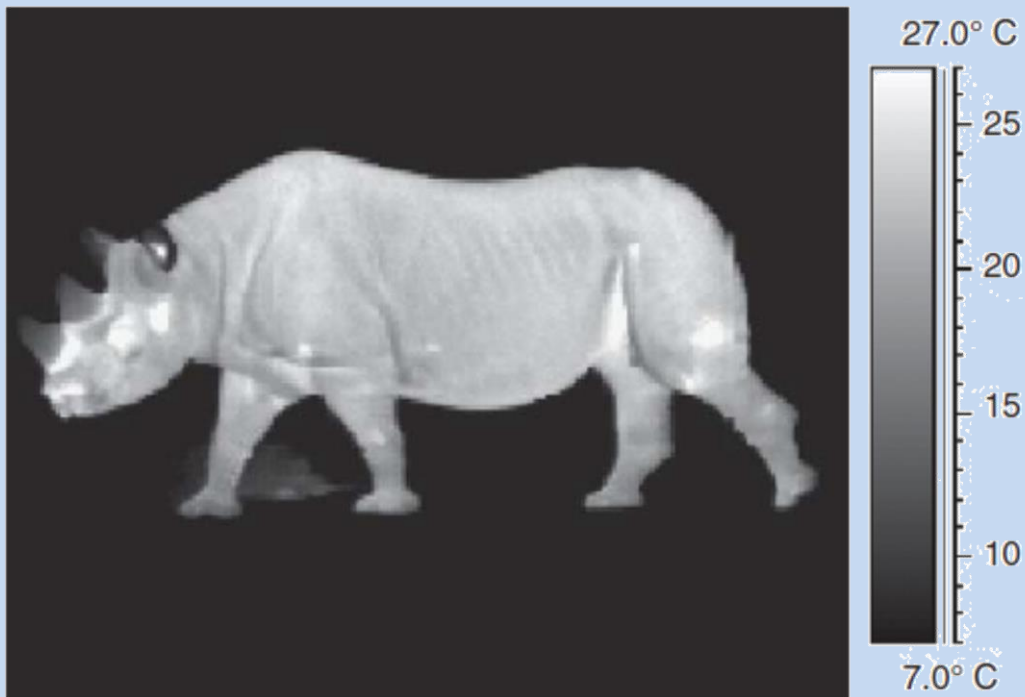
teplota upraví. Pokud nehet naopak ukáže sníženou teplotu na termogramu, můžeme uvažovat nad nektrózou případně osteomalácií a osteolýzou (Hilsberg-Merz, 2008).



Pododermatitida u slona (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

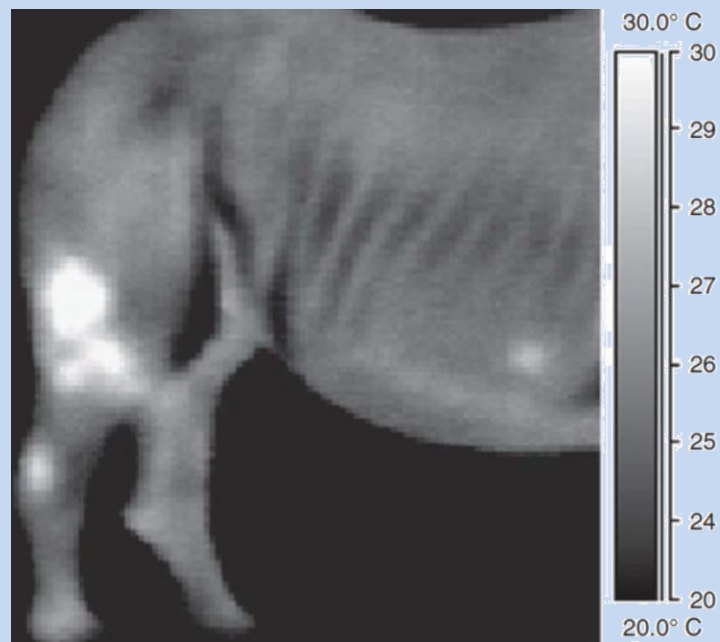
TERMOGRAFIE U NOSOROŽCŮ

Termogram nosorožce zobrazí tepelný výdej z těla s nižší teplotou rohu a uší. Juvenilní a novorození jedinci mají vyšší teploty než dospělí. Běh nosorožce způsobí zvýšení tepelného výdeje okolo ramenního a kyčelního kloubu a přilehlých svalových skupin. Abdomen po běhu nevykazuje zvýšenou teplotu, což je zásadní při diagnostice březosti u nosorožců.



Fyziologický termogram nosorožce (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

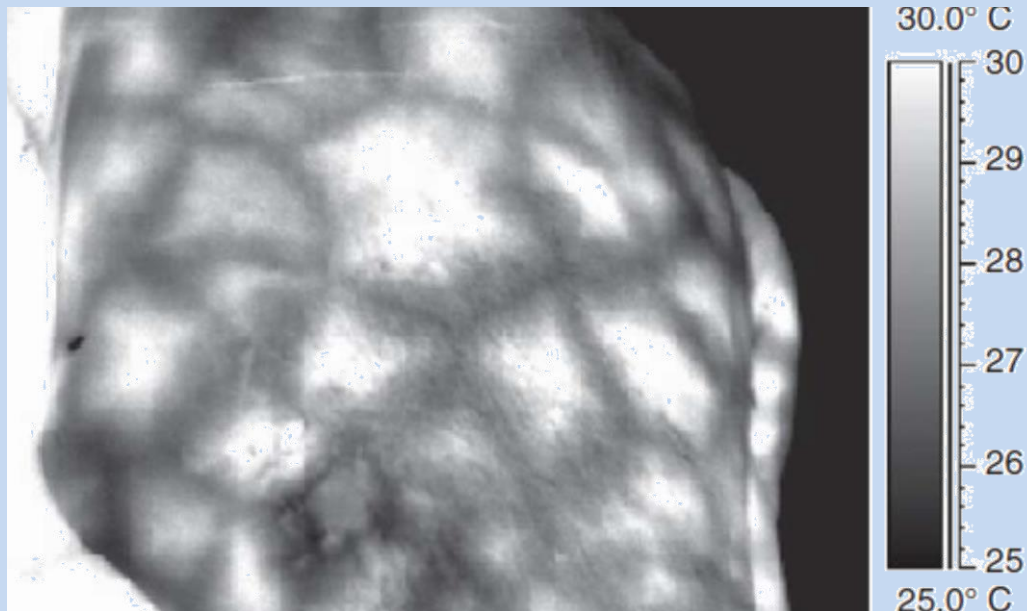
Termografie může být u nosorožců nápomocná při diagnostice kulhání, kdy nám lokalizuje místo, které se následně může ošetřovat topickými antiinflatorními mastmi bez nutnosti celkového zásahu (Hilsberg-Merz, 2008).



Termografický obraz nosorožce kulhajícího na pravou pánevní končetinu (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

TERMOGRAFIE U ŽIRAF

Specifické druhově dané zbarvení kůže má vliv na termogram u žiraf. Tmavší skvrny emitují více záření než světlé ohraničující linky. Tato předdefinovaná fakultativní termografická okna znesnadňují termografii u žiraf.



Fakultativní termografická okna u žirafy (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

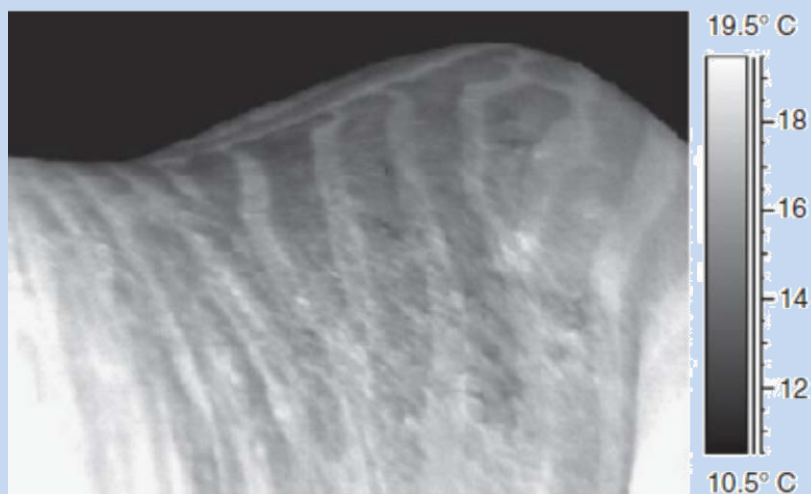
Poškození paznehtů je častým problémem v chovu žiraf. Termografie může být nápomocným prognostickým prvkem, vzhledem k nesnadné a rizikové anestezii žiraf. Všechna zvířata mohou být měřena preventivně a při výskytu podezřelé žirafy se dohled na daného jedince zintenzivní. Pokud je viditelná alterace je možno zavčas použít další diagnostické metody.



Zvýšená teplota na pravé hrudní končetině v oblasti spěnky a paznehtu (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

TERMOGRAFIE U ZEBER

Podobně jako u žiraf je termogram zebry obtížněji hodnotitelný kvůli rozdílné teplotě černých a bílých pruhů. Studie u zebry Chapmanovy (*Equus quagga chapmani*) prokázaly rozdíl mezi černými a bílými pruhy až 20 °C. Naopak v noci dochází k překvapivému zvratu, kdy bílé pruhy vyzařují více tepla než ty černé. Tato skutečnost byla vysvětlena nálezem izolačních tukových vrstev pod černými pruhy.



Fyziologický termogram zebry během dne (převzato z Hilsberg-Merz, 2008)

TERMOGRAFIE U DROBNÝCH SAVCŮ

Termografie bývá hojně využívána pro výzkum fyziologie a farmakologie u mnoha animálních modelů a pro testování nežádoucích účinků nových léků na mnoha vitálních funkcích u preklinických druhů laboratorních zvířat.

Tělesná teplota byla zaznamenávána a studována za fyziologických podmínek jako je spánek, gravidita, fyzická aktivita. Změny tělesné teploty byly studovány při experimentálních infekcích různými infekčními agens, při různých anestetických protokolech, efektu handlingu při experimentálních procedurách, interakcí s dalšími zvířaty v kleci nebo při hodnocení různých klecových systémů.

Zajímavá data byla získána u potkanů při studiu podmíněného strachu – bylo zjištěno snížení teploty na ocase a končetinách při současném zvýšení teploty jádra (Fornasier, 2013).

TERMOGRAFIE U PLAZŮ

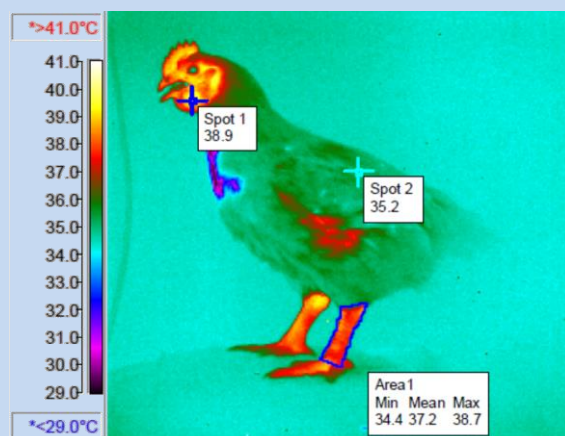
Plazi patří mezi ektotermní živočichy, jejichž teplota je závislá na teplotě jejich okolí. To znamená, že pokud je teplota ektotermního živočicha vychýlena z hodnot set pointu hypotalamického „termostatu“, dojde k pohybu zvířete, změně orientace nebo postoje, aby bylo dosaženo ztráty nebo získání tepla. Teplota u plazů ovlivňuje v mnoha případech vývoj pohlaví a úspěšnost inkubace, cirkanuální aktivitu. Studie dokonce ukazují, že pro finální krok syntézy vitamínu D3 v játrech je nutné určité teplotní rozmezí – u plazů klinicky prezentovaných s metabolickým kostním onemocněním proto nemusí dostačovat zhodnocení přítomnosti UVB zdroje, ale musí být zhodnocena teplota, což dává prostor pro diagnostiku termografií. Termografie může být i důležitou metodou pro hodnocení farmakokinetiky, pro kterou je teplota ektotermního živočicha zásadní. U hroznější královských (*Boa constrictor*) se sledovala farmakokinetika amikacinu při 25 °C a 37 °C a nebyl zaznamenán významný rozdíl, zatímco u užovky býčí (*Pituophis melanoleucus*) při 37 °C byla distribuce amikacinu znatelně rychlejší, než u skupiny držené ve 25 °C. U skupiny želv myších (*Gopherus polyphemus*) držené ve 30 °C byl poločas rozpadu signifikantně nižší, než u skupiny držené při 20 °C. Podobně spotřeba kyslíku byla dvakrát vyšší při vyšších teplotních podmínkách. Studie s gentamycinem u užovek páskovaných (*Nerodia fasciata*) ukázala znatelně výraznější nefrotoxický efekt při teplotě 30 °C ve srovnání se 20 °C. Efekt teploty byl také sledován ve studiích anestezie kde skupina želv nádherných (*Trachemis scripta elegans*) při teplotě 35 °C vykazovala krátkou a lehkou sedaci při různých dávkách alfaxalonu, skupina želv při teplotě 20 °C vykazovala sedativní efekt dostačující pro klinické vyšetření, odběr krve, biopsii apod. (alfaxalon 10 mg/kg) až hlubokou anestezii s dobrou myorelaxací vhodnou pro chirurgický zákrok (alfaxalon 20 mg/kg). Zmíněná studie demonstrovala, že dávka má minoritní efekt na délku a hloubku sedace ve srovnání s teplotou zvířete, proto by této oblasti měla být věnována pozornost a termografické studie mohou pomoci snížit množství použitých anestetik a výskyt nežádoucích účinků.

Termografie je zásadní pro hodnocení vhodnosti terárií pro plazy, vzhledem k tomu že standardní termometrie nám neumožní zhodnotit výskyt teplých a chladných zón zásadních pro

prospívání plaza drženého v zajetí. Zásadní je i hodnocení teploty při zimování, abychom se vyhnuli nepřiměřeným teplotám ve smyslu vyčerpání zvířete v důsledku teplot pro hibernaci vysokých případně jeho úhynu v důsledku teplot příliš nízkých (Girolamo a Selleri, 2013).

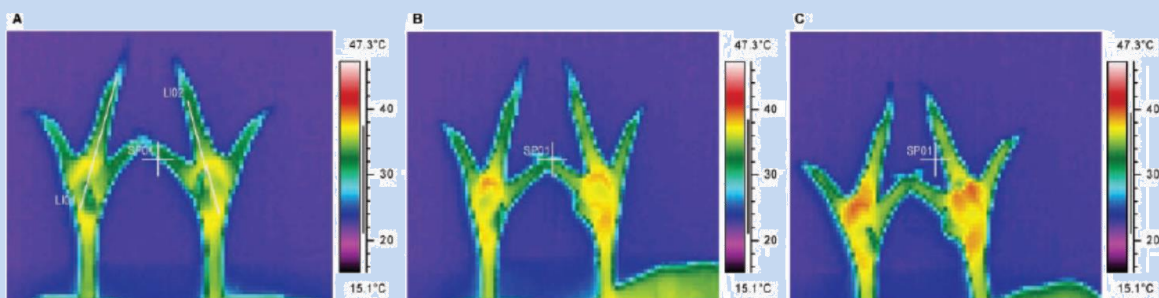
TERMOGRAFIE U PTÁKŮ

Vzhledem k tomu, že povrch těla ptáků je pokryt peřím, je tím i ovlivněn vzhled jejich termogramu, protože peří limituje radiaci a tím i teplotu měřeného povrchu. Nicméně některé části těla ptáka, jako je obličej, zobák, hřeben a neopeřená místa pod křídly vyznačují teplo přímo a jejich naměřená teplota bude mít větší výpovědní hodnotu o teplotě těla ptáka.



Fyziologický termogram brojlerového kuřete (převzato z: Yahav a Giloh, 2012)

Oproti ostatním skupinám živočichů je jen málo výzkumů v oblasti veterinární termografie u ptáků. Byla prokázána možnost diagnostiky subklinických pododermatitid tzv. „bumblefoot“.



Termografická diagnostika tzv. bumblefoot (vlevo fyziologická noha drůbeže, ve středu suspektní nález, vpravo pozitivní nález; převzato z: Wilcox a kol., 2009)

Termografie u ptáků může sloužit jako monitoring probouze fáze z anestezie. Dále je termografie využívána hojně v chovech drůbeže při monitoringu welfare (měření oční a faciální teploty pro hodnocení stresově indukovaných teplotních změn). Ptáci reagují na stres nebo bolest rapidními změnami v cirkulaci krve, která jde z periferie do centra v důsledku sympaticky mediované vazokonstrikce, což sníží teplotu kůže (McCafferty, 2013).

VYUŽITÍ V REPRODUKCI

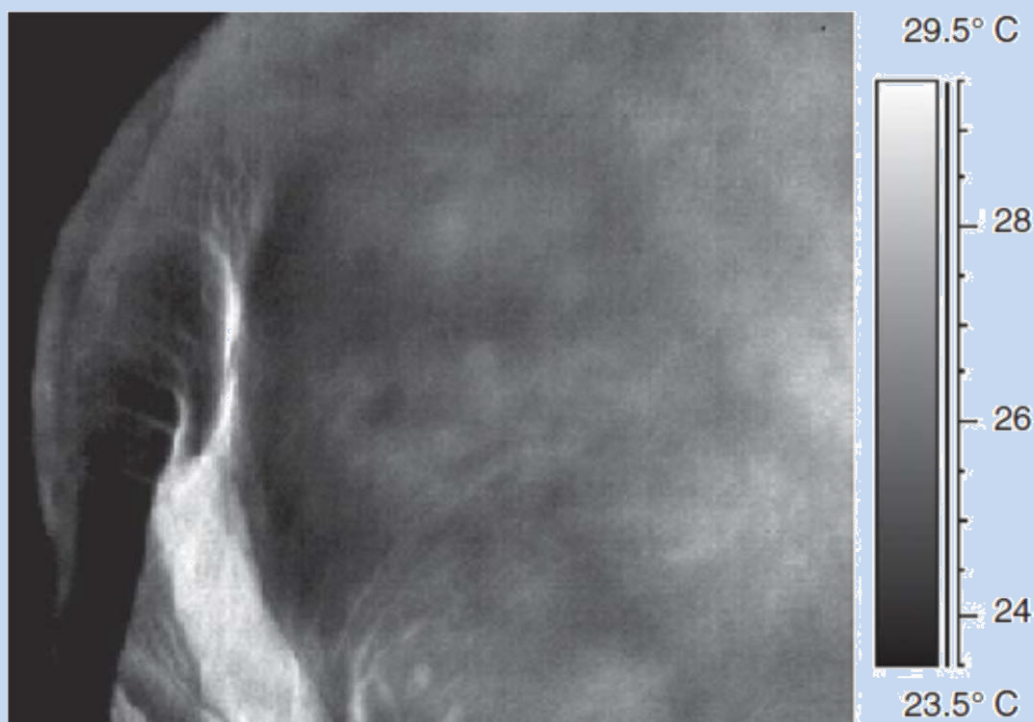
Termografie byla aplikována mnohokrát pro studie zaměřující se na humánní a animální reprodukci. Při určování patologií na reprodukčním traktu je nutné určit emisní index, který je druhově specifický (určení daného okrsku kůže odrážejícího patologické nálezy reprodukčního traktu), což znesnadňuje práci s termokamerou při reprodukčních problémech u exotických zvířat pro nedostatek dat (Stelletta a kol., 2013).

DIAGNOSTIKA BŘEZOSTI

Samice během gravidity vykazuje zvýšený metabolismus, který umožňuje růst fetu. Toto metabolické teplo, stejně jako teplo z placenty a tělesné teplo rostoucího fetu je vedeno přes matčinu kůži – obzvláště pokud je fetus tlačěn proti břišní stěně matky. Z toho vyplývají dvě pravidla pro pozitivní hodnocení gravidity termografií: dostatečná velikost fetu a okolní teplota a relativní vlhkost v rozmezí umožňujícím konduktanci přebytečného tepla (ideálně 15 – 18 °C; <http://www.veterinary-thermal-imaging.com>). Obecně lze říci, že březost lze diagnostikovat u uniparních nepřezvýkavých (mimo žiraf) zvířat. Nejčastější metoda určení březosti je měření teploty obou slabin kdy teplota slabiny březího rohu bude vyšší díky fetálnímu metabolismu. Tento mechanismus byl úspěšně vyzkoušen u zeber, žiraf, nosorožců a pand. Neprůkazné výsledky byly v případě psů a krav, přičemž u psů to bude nejpravděpodobněji důsledkem multiparity a březosti v obou děložních rozích a u krav přítomností bachoru, který zkresluje výsledek zvýšením teploty levého boku (Rekant a kol., 2015).

DETEKCE OVULACE

U slonů indických a nosorožců afrických byla pozorována zvýšená teplota samičích pohlavních orgánů během ovulace. Ovulace byla potvrzena změněným chováním samců (Hilsberg-Merz, 2008).

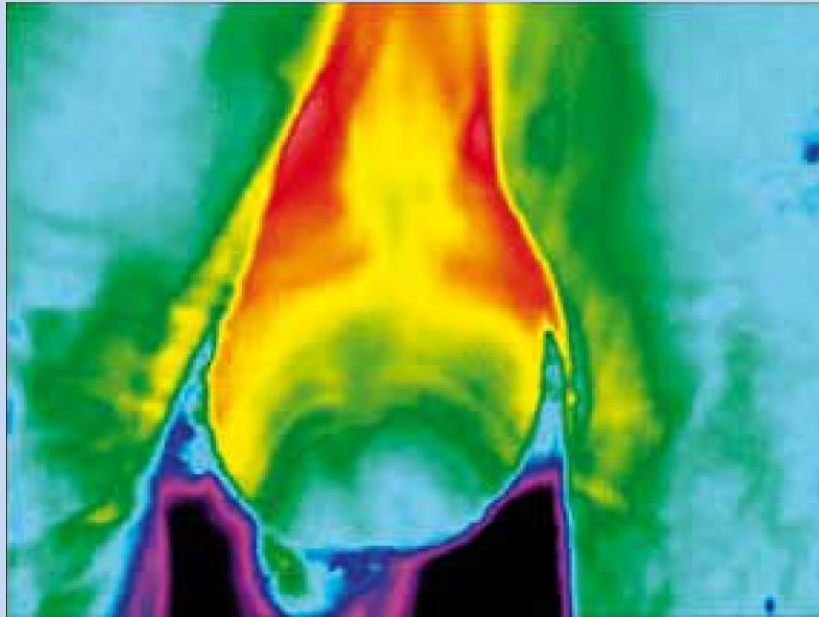


Estrus u slonice (převzato z: Hilsberg-Merz, 2008)

Studie u koní ukazují zvýšení maximální a průměrné vulvární a perivulvární teploty během folikulárního růstu a snížení teploty po ustálení corpus luteum. Navíc vykazuje perivulvární maximální teplota pozitivní korelaci s koncentrací estrogenu v séru a negativní korelaci s koncentrací progesteronu v séru (Stelletta a kol., 2013).

VETERINÁRNÍ ANDROLOGIE

Bylo prokázáno, že skrotální teplota nepodléhá diurnálnímu rytmu, proto lze termografické měření provádět ve kteroukoli denní i noční dobu. Krmení může změnit termografické hodnoty zvýšením skrotální teploty 30 minut po začátku příjmu potravy a trvajícím po několik následujících hodin. Ostatní faktory ovlivňující skrotální teplotu jsou obdobné jako při jakémkoli jiném termografickém měření. Za normálních okolností je skrotální teplota u býka o 5 – 6 °C nižší než abdominální teplota. Teplota skrota se zvyšuje v oblasti okolo cauda epididymis po ejakulaci a elektroejakulaci díky kontrakci během ejakulace. Termografie bývá nejčastěji využívána pro monitoring plodnosti a testikulární aktivity. Při měření je důležité namířit skener přibližně 1 metr za zvíře a orientovat ho perpendikulárně na párová varlata ve skrotu. Při andrologickém vyšetření musí být brán zřetel na odchylky vzniklé reakcí na teplotní stres v důsledku psychologických, metabolických a endokrynologických změn. Scrotum navíc obsahuje potní žlázy kontrolované společně s těmi na povrchu těla, což znamená že teplotu skrota ovlivňuje i zahřátí celého povrchu zvířete (Stelletta a kol., 2013).



Normální skrotální teplota býka (převzato z: Stelletta a kol., 2013)

Skrotální termografie byla mimo skotu zkoušena ve studiích s hřebci a samci lam. Jedna studie hodnotila bezpečnost testikulární biopsie u lam pomocí termografie. Termogramy neukázaly výraznější alterace přímo po biopsii ani každý týden po šest týdnů od biopsie (pouze 3 ze zvířat měly alterovanou teplotu 1 týden po biopsii, jinak byli všichni bez výraznějších alterací; Heath a kol., 2002).

MONITORING ANESTEZIE

Při anestezie může dojít vlivem vazokonstrikce k hypotermii, proto je termografie důležitým monitorovacím přístrojem. Studie měření teploty polštářků na tlapách při anestezii ukázaly tento parametr srovnatelný s parametrem rektální teplota (Vainionpää, 2014). Perineurální injekce lokálního anestetika u koní neměly vliv na termogramy (Holmes a kol., 2003). U lvů byl prokázán efekt medetomidinu a ketaminu na teplotu nosu – po aplikaci atipamezolu se nos opět zahřívá, dokud není teplejší, než zbytek těla a v této fázi zvíře zvedá hlavu (Hilsberg-Merz, 2008).



Termogram lva během anestezie (převzato z Hilsberg-Merz, 2008).

BIBLIOGRAFIE

Arenas A, Gomez F, Salas R, Carrasco P, Borge C, Maldonado A, O'Brien D, Martinez-Moreno FJ. An evaluation of the application of infrared thermal imaging to the tele-diagnosis of sarcoptic mange in the Spanish ibex (*Capra pyrenaica*). *Veterinary Parasitology*; 109,2002:111–7

Cilulko J, Janiszewski P, Bogdaszewski M, Szczygielska E. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. *European Journal of Wildlife Research*;59,2013;17-23

Cook NJ, Schaefer AL. Infrared thermography and disease surveillance. . In: Lizi F, Mitchell M, Nanni Costa L, Redaelli V (eds) *Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine*, Cura della Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche-Brescia, Brescia, 2013:79–92

Dunbar MR, MacCarthy KA. Use of infrared thermography to detect signs of rabies infection in raccoons (*Procyon lotor*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*;37,2006:518–23

Dunbar MR, Johnson SR, Ryan JC, McCollum M. Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule deer (*Odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot-and-mouth disease. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*;40,2009:296–301

Durrant BS, Ravidá N, Spady T, Cheng A. New technologies for the study of carnivore reproduction. *Theriogenology*;66,2006:1729–36

Fornasier M. Infrared Thermography in laboratory animals. In: Lizi F, Mitchell M, Nanni Costa L, Redaelli V (eds) *Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine*, Cura della Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche-Brescia, Brescia, 2013:163–7

Girolamo N, Selleri P. Applications of thermography in reptile biology and medicine: Understanding thermoregulatory status and requirements using the model of Mediterranean tortoises (*Testudo sp.*) In: Lizi F, Mitchell M, Nanni Costa L, Redaelli V (eds) *Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine*, Cura della Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche-Brescia, Brescia, 2013:191–202

Heath AM, Pugh DG, Sartin EA, Navarre B, Purohit RC. Evaluation of the safety and efficacy of testicular biopsies in llamas. *Theriogenology*;58,2002:1125-30

Hilsberg S. Infrared-thermography in zoo animals: new experiences with this method, its use in pregnancy and inflammation diagnosis and survey of environmental influences and thermoregulation in zoo animals. *European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians (EAZWV)*, Chester, Second scientific meeting, May 21–24, 1998

Hilsberg-Merz S. Infrared thermography in zoo and wild animals. In: Fowler ME, Eric Miller R (eds) Zoo and wild animal medicine current therapy, volume six. Saunders,Elsevier, St. Louis, 2008:20–33

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. The Canadian Veterinary Journal;44,2003:392-6.

McCafferty DJ. Applications of thermal imaging in avian science. Ibis;155,2013:4-15

Rekant SI, Lyons MA, Pacheco JM, Arzt J, Rodriguez LL. Veterinary applications of infrared thermography. American Journal of Veterinary Research;77,2015:98-107

Stelletta C, Vencato J, Fiore E, Giancesella M. Infrared Thermography in Reproduction. In: Lizi F, Mitchell M, Nanni Costa L, Redaelli V (eds) Thermography: current status and advances in livestock animals and in veterinary medicine, Cura della Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche-Brescia, Brescia, 2013:113–26

Vainionpää M. Thermographic Imaging in Cats and Dogs Usability as a Clinical Method. Dizertační práce, 2014:56 s.

Wilcox CS, Patterson J, Cheng HW. Use of thermography to screen for subclinical bumblefoot in poultry. Poultry Science;88,2009: 1176–80

Yahav S, Giloh M. Infrared Thermography – Applications in Poultry Biological Research. In: Prakash R (ed). Infrared Thermography. InTech, 2012:93-116 Available from: <http://www.intechopen.com/books/infrared-thermography/infrared-thermography-applications-in-agricultureand-biological-research>