

TERMOVIZIJOS TAIKYMAS JŪRŲ KIAULYČIŲ (*CAVIA PORCELLUS*) PODODERMATITO DIAGNOSTIKAI

Ina Pamparienė, Judita Žymantienė, Rasa Želvytė, Ingrida Monkevičienė, Vaidas Oberauskas
Anatomijos ir fiziologijos katedra, Veterinarijos akademija, Lietuvos sveikatos mokslų universitetas
Tilžės g. 18 LT-47181 Kaunas; el. paštas: ina@lva.lt; juditaz@lva.lt

Santrauka. Darbo tikslas buvo nustatyti jūrų kiaulyčių *Torus metatarsus* (*Tmt*) ir *Torus tarseus* (*Tt*) odos temperatūros kaitą bei uždegimo požymius termovizijos tyrimo metodu ir jį taikyti ankstyvajai pododermatito diagnostikai. Tiriama gyvūnai suskirstyti į tris grupes: I grupė (kontrolinė) – jūrų kiaulytės (n=9), kurių *Tmt* ir *Tt* odos būklė vizualiai nepakitusi ir šių sričių odos vidutinė temperatūra (°C) buvo 25,08 ± 1,36; II grupė – jūrų kiaulytės (n=6), kurių *Tmt* ir *Tt* odos būklė vizualiai nepakitusi ir šių sričių odos vidutinė temperatūra (°C) buvo 27,36 ± 1,27; III grupė – jūrų kiaulytės (n=5), kurių *Tmt* ir *Tt* oda pažeista ir šių sričių odos vidutinė temperatūra (°C) buvo 33,02 ± 1,33. Tyrimo metu naudotas termovizorius FLIR E50 (FLIR System Inc., JAV, 2011). Nustatyta, kad termovizijos metodu tiriant kliniškai sveikų (kontrolinių) jūrų kiaulyčių, pėdos ir kulno minkštimo odos vidutinė temperatūra buvo 25,03 °C. Jūrų kiaulyčių su išreikštais pododermatito simptomais pėdos ir kulno minkštimo odos temperatūra vidutiniškai buvo 8,03 °C aukštesnė (p<0,001), nei kliniškai sveikų (kontrolinių) gyvūnų. Jūrų kiaulytėms, kurioms pododermatito požymiai nepasireiškė, bet tirtų odos sričių temperatūra buvo vidutiniškai 2,32 °C aukštesnė (p<0,001) nei kontrolinių, veikiausiai uždegimas prasidėjo. Termovizijos metodas, kaip pagalbini priemonė vietiniams uždegimo požymiams nustatyti sutrikus kraujotakai, gali būti taikomas jūrų kiaulyčių ankstyvajai pododermatito diagnostikai, kai klinikiniai ligos simptomai dar nepasireiškę.

Raktažodžiai: termovizija, jūrų kiaulytė, pododermatitas.

APPLICATION OF THERMOVISION FOR THE DIAGNOSIS OF PODODERMATITIS IN GUINEA PIGS (*CAVIA PORCELLUS*)

Ina Pamparienė, Judita Žymantienė, Rasa Želvytė, Ingrida Monkevičienė, Vaidas Oberauskas
Department of Anatomy and Physiology, Veterinary Academy, Lithuanian University of Health Sciences
Tilžės 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania; E-mail: ina@lva.lt, juditaz@lva.lt

Abstract. The aim of this study was to measure skin temperature of guinea pigs *Tmt* (*Torus metatarsus*) and *Tt* (*Torus tarseus*), determine the inflammation symptoms by a thermovision method and to evaluate the possibilities of the application of this method for the diagnostics of pododermatitis. The experimental guinea pigs were divided into three groups: group I (control) – guinea pigs (n=9) with healthy metatarsal (*Tmt*) and tarsal (*Tt*) footpads and with the average temperature of skin in those areas 25.08 °C ± 1.36; group II – guinea pigs (n=6) with healthy *Tmt* and *Tt* as well but with the average temperature 27.36 °C ± 1.27; group III – guinea pigs (n=5) in which *Tmt* and *Tt* skin lesions were stated and the average temperature of skin in those areas was 33.02 °C ± 1.33. During the experiment, a thermovisor FLIR E50 (FLIR System Inc., USA, 2011) was used. It was defined During the investigation of clinically healthy (control) guinea pigs by the method of thermovision, it was determined that the average temperature of tread and heel soft tissues was 25.03 °C. In guinea pigs with signs of pododermatitis, the average temperature of metatarsal and tarsal footpads was by 8.03 °C higher (p<0.001) than in clinically healthy (control) animals. In guinea pigs with no signs of pododermatitis, but with the average temperature of investigated skin areas higher by 2.32 °C compared to the control group (p<0.001), the presumption about the beginning of inflammation was made. Consequently, the method of thermovision can be used to diagnose the early stages of pododermatitis (skin inflammation development in local regions in guinea pigs) as temperature changes in skin can be defined before the manifestation of clinical signs.

Keywords: thermovision, guinea pig, pododermatitis.

Įvadas. Jūrų kiaulytės (*Cavia Porcellus*), laikomos narveliuose, dėl aktyvaus judėjimo stokos, vitamino C trūkumo, netinkamų higieninių sąlygų, drėgnų pakratų, dėl šiurkščių arba vielos tinklo grindų (Brown, 2009; Hoppmann, Barron, 2007; White et al., 2003) dažnai suseraga pododermatitu (Brown, Donnelly, 2008). Jis pasireiškia lėtiniu abiejų pusių galūnių vidinio plaštakų ir pėdų paviršiaus odos uždegimu: nuo odos paraudimo iki susidariusių opų, kurias neretai komplikuoja bakterinė infekcija (Brown, 2009).

Sveika gyvūno oda yra atspari aplinkos infekcijos

sukėlėjams, tačiau ji lengvai pažeidžiama, kai pats gyvūnas intensyviai kaso, kandžioja ar trina kūno vietą, kurią dirgina aplinkos dirgikliai (Fawcett, 2011). Pažeistoje odoje susidaro palankios sąlygos daugintis patogeniniams mikroorganizmams. Ligą diagnozavus ankstyvojoje stadijoje, pradėjus gydymą ir pagerinus laikymo sąlygas, pododermatito prognozė yra gera (Brown, 2009). Šios ligos negydant, vystosi progresuojanti eritema, hiperkeratozė, nekrozė, osteomielitas ir sepsis (White et al., 2003). Negydomas pododermatitas gali baigtis gyvūno gaišimu (Hoppmann,

Barron, 2007). Vivariume laikant daug jūrų kiaulyčių, laiku diagnozuoti pododermatitą labai svarbu, nes pavėluotai nustačius ligą dideli ekonominiai nuostoliai patiriami dėl gyvūnų brokavimo.

Gyvūnų kūno paviršiaus temperatūra priklauso nuo kraujotakos ir medžiagų apykaitos intensyvumo (Nikkhah et al., 2005). Prasidėjus uždegimui, audiniuose aktyvėja kapiliarinė kraujotaka (Harper, 2000; McGavin, Zachary, 2007), todėl oda šilumos perteklių į aplinką išskiria infraraudonųjų spindulių pavidalu (Kunc et al., 2007). Šiuos spindulius galima užregistruoti infraraudonųjų spindulių kameromis (Embaby et al., 2002) taikant termovizijos metodą. Tai neinvazinis, nekontaktinis metodas, kuriuo matuojama per odą išskirta šiluma, rodanti poodinės cirkuliacijos intensyvumą (Jones, Plassmann, 2002). Mokslinėje literatūroje randama nemažai duomenų apie termovizijos metodo taikymą vertinant ankstyvuosius uždegimo požymius ir diagnozuojant arklų (Eddy et al., 2001; Fonseca et al., 2006), atrajotojų apšlubimus, laminitus, mastitus (Berry et al., 2003; Nikkhah et al., 2005; Paulrud et al., 2005), veršelių ligas (Schaefer et al., 2007; Schaefer et al., 2004), šunų galūnių traumas, sąnarių būklę bei kitas ligas (Kim et al., 2005), vakcinacijos efektyvumą (Dunbar, MacCarthy, 2006). Šis metodas dar netaikytas jūrų kiaulyčių pododermatitui nustatyti.

Taigi šio darbo tikslas buvo nustatyti jūrų kiaulyčių pėdos ir kulno minkštimo odos temperatūros kaitą bei uždegimo požymius termovizijos tyrimo metodu ir jį taikyti ankstyvajai pododermatito diagnostikai.

Tyrimo metodai ir sąlygos. Tyrimas atliktas 2012 m. viename Lietuvos vivariumų su trumpaplaukėmis jūrų kiaulytėmis. Išanalizavus jūrų kiaulyčių brokavimo priežastis nustatyta, kad dažniausiai brokuojamos trejų metų patelės. Taigi tyrimo metu tirtos tik tokio amžiaus visos vivariume laikomos jūrų kiaulyčių patelės, kurių vidutinis svoris – $882 \pm 0,12$ g. Jūrų kiaulytės laikytos „Techniplast“ (Italija) narveliuose ant nuolat keičiamo pjuvenų substrato. Jos gavo granuliuoto pašaro graužikams ir vandentiekio geriamojo vandens *ad libitum*. Patalpos, kurioje laikyti gyvūnai, šviesos/tamsos režimas buvo 12/12 val. per parą, vidutinė aplinkos temperatūra – $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,2$, santykinė drėgmė svyravo nuo 55 iki 62 proc.

Visų tiriamų patelių rektinė temperatūra, kuri atitiko fiziologinę normą – $37,8\text{--}38,2 \text{ }^\circ\text{C}$, matuota elektriniu termometru (Jorgen Kruuse A/S, Danija). Termovizijos metodu nustatyta pėdos *Torus metatarsus* (*Tmt*) ir kulno *Torus tarsus* (*Tt*) minkštimo odos temperatūra, atlikta šių sričių odos apžiūra. Pagal šiuos duomenis jūrų kiaulytės suskirstytos į tris grupes:

I grupė (kontrolinė) – jūrų kiaulytės ($n=9$), kurių *Tmt* ir *Tt* odos būklė vizualiai nepakito, o šių sričių odos vidutinė temperatūra ($^\circ\text{C}$) buvo $25,08 \pm 1,36$;

II grupė – jūrų kiaulytės ($n=6$), kurių *Tmt* ir *Tt* odos būklė vizualiai nepakito, o šių sričių odos vidutinė temperatūra ($^\circ\text{C}$) buvo $27,36 \pm 1,27$;

III grupė – jūrų kiaulytės ($n=5$), kurių *Tmt* ir *Tt* oda pažeista, o šių sričių odos vidutinė temperatūra ($^\circ\text{C}$) buvo $33,02 \pm 1,33$.

II grupės gyvūnai po pritaikyto termovizijos metodo

kasdien buvo stebimi tris savaites.

Jūrų kiaulyčių *Tmt* ir *Tt* odos temperatūra buvo vertinama infraraudonųjų spindulių fiksavimo, t. y. termovizijos, metodu. Tyrimams naudotas termovizorius FLIR E50 (FLIR System Inc., JAV, 2011) su 3,5 lytėjimui jautriu spalvotu skystųjų kristalų ekranu. Termokameros detektorius buvo FPA tipo, nešaldomas, 240×180 pikselių, šiluminis jautris (NETD) – $<0,05 \text{ }^\circ\text{C}$, spektrinio diapazono skenavimo dažnis – 60 Hz. Termovizoriaus temperatūros matavimo diapazonas buvo nuo $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ iki $+650 \text{ }^\circ\text{C}$, matymo kampas – $25^\circ \times 19^\circ$, mažiausias fokusavimo atstumas iki tiriamo paviršiaus buvo 0,4 m naudojant keturis kartus padidintą priartinimo ryškumą. Termovizoriumi buvo fiksuojamos gyvūnų tiriamo odos paviršiaus termogramos ir skaitmeninės fonuotrukos. Termogramos vertintos specialia programine įranga „FLIR QuickReport 1.2“, nuotraukos išsaugotos JPEG formatu.

Analizuojant termogramas, odos temperatūra vertinta *Tmt* ir *Tt* srityse, 10×10 mm plote bei apskaičiuota izotermė, t. y. vidurinės linijos, jungiančios *Tmt* ir *Tt* sritis, temperatūra.

Gauti statistiniai duomenys apskaičiuoti SPSS programa (versija 15, SPSS Inc., Čikaga, IL). Rezultatai laikyti patikimais, kai $p \leq 0,05$.

Tyrimas atliktas vadovaujantis Lietuvos laboratorinių gyvūnų naudojimo etikos komisijos prie Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos išduotu leidimu 2011-12-20 Nr. 0220.

Tyrimo rezultatai. Analizuodami galūnių odos temperatūrą (Lentelė) nustatėme, kad visų grupių jūrų kiaulyčių pėdos minkštimo odos temperatūra buvo aukštesnė už kulno odos temperatūrą. I grupės gyvūnų kairės kojos tiriamų sričių odos temperatūra vidutiniškai skyrėsi $1,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,01$), dešinės kojos – $1,52 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,05$); II grupės atitinkamai – $1,62 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,05$) ir $1,12 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p > 0,05$); III grupės – $1,16 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,05$) ir $1,64 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,01$). Tos pačios grupės gyvūnų kairės ir dešinės kojų pėdos bei kulno minkštimo odos temperatūra ir izotermės skyrėsi neženkliai ($p > 0,05$).

I ir II grupių jūrų kiaulyčių pėdos ir kulno minkštimo odoje pažeidimų nerasta (1a, 2a pav.). Analizuodami odos temperatūrą nustatėme, kad II grupės jūrų kiaulyčių kairės kojos pėdos ir kulno minkštimo odos temperatūra buvo atitinkamai $2,09 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) ir $2,37 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$), dešinės kojos – $2,08 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) ir $2,48 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) aukštesnė, nei kontrolinės grupės gyvūnų. II grupės jūrų kiaulyčių kairės ir dešinės kojų izotermės temperatūra atitinkamai buvo $2,51 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) ir $2,41 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) aukštesnė palyginti su kontrolinės grupės (1b, 2b pav.).

III grupės jūrų kiaulyčių galūnių oda buvo paraudusi, susidarę nuospaudos, pūslelės ir erozijos (3a pav.). Šios grupės jūrų kiaulyčių kairės kojos pėdos ir kulno minkštimo odos temperatūra buvo atitinkamai $7,29 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) ir $8,03 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$), dešinės kojos – $8,28 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) ir $8,16 \text{ }^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) aukštesnė už kontrolinės grupės gyvūnų. Nustatyta, kad III grupės gyvūnų galūnių tiriamų sričių odos temperatūra taip pat buvo aukštesnė nei II grupės. II ir III grupės jūrų kiaulyčių kairės kojos pėdos ir kulno odos temperatūra skyrėsi atitinkamai $5,2$

°C ($p<0,001$) ir $5,66$ °C ($p<0,001$), dešinės kojos – $6,2$ °C ir $5,68$ °C ($p<0,001$). III grupės jūrų kiaulyčių kairės ir dešinės kojų izotermės temperatūra (3b pav.) buvo atitinkamai $8,05$ °C ($p<0,001$) ir $8,39$ °C ($p<0,001$) aukštesnė palyginti su kontrolinės grupės bei $5,54$ °C

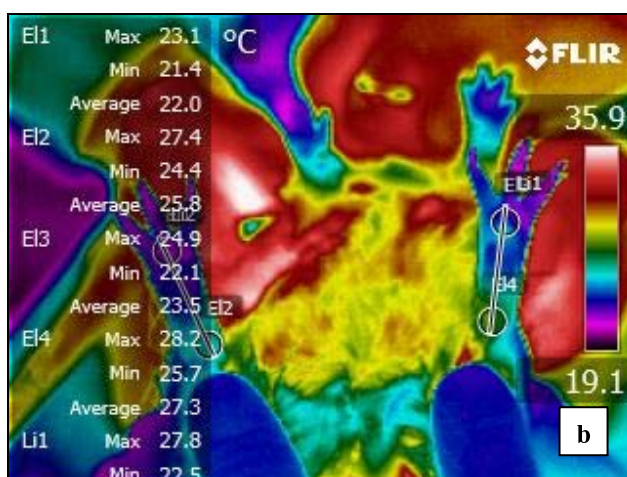
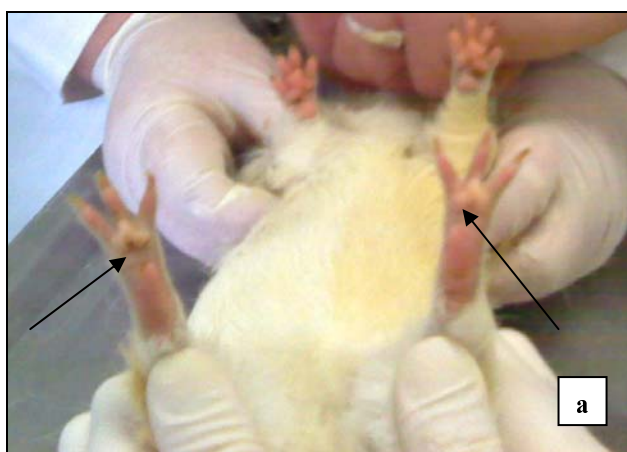
($p<0,001$) ir $5,98$ °C ($p<0,001$) aukštesnė palyginti su II grupės kiaulyčių.

Trijų savaičių stebėjimo laikotarpiu *Tmt* ir *Tt* srityse nustatyti vizualūs odos pokyčiai, būdingi pododermatitui visoms II grupės kiaulytėms.

Lentelė. Jūrų kiaulyčių pėdos ir kulno minkštimo odos temperatūra

Tiriama sritis		Odos temperatūra, °C		
		I grupė	II grupė	III grupė
Kairė koja	<i>Tmt</i>	25,93±0,41	28,02±0,42*	33,22±0,72*
	<i>Tt</i>	24,03±0,24	26,40±0,47*	32,06±0,39*
	Izotermė	24,81±0,26	27,32±0,39*	32,86±0,48*
Dešinė koja	<i>Tmt</i>	25,94±0,36	28,02±0,35*	34,22±0,47*
	<i>Tt</i>	24,42±0,42	26,90±0,53*	32,56±0,37*
	Izotermė	25,01±0,29	27,42±0,33*	33,40±0,46*

* $p<0,001$; II ir III grupių rodikliai lyginti su I grupės.

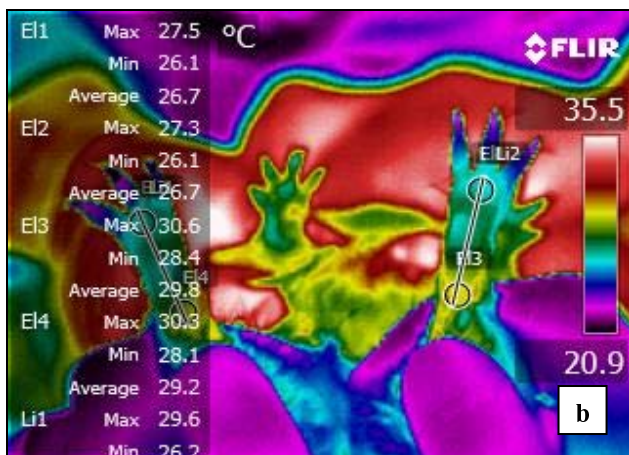


1 pav. I grupės jūrų kiaulytės galūnių skaitmeninė nuotrauka (a) ir termograma (b)

Rezultatų aptarimas. Gyvūnų kūnas yra natūralus biologinis infraraudonųjų spindulių šaltinis. Infraraudonosios spinduliuotės intensyvumas rodo organų ir audinių medžiagų apykaitos pokyčius (Shen, 1995) ir patologinius procesus (Zhou et al., 2009). Iš visų kūno išspinduliuojamų infraraudonųjų spindulių daugiau nei 90

proc. sudaro šiluma, todėl šių spindulių registravimas suteikia informacijos apie kūno temperatūros pokyčius (Zhou et al., 2009). Infraraudonųjų spindulių registravimas termovizijos metodu plačiai taikomas medicinoje ir veterinarijoje (Fonseca et al., 2006; Kim et al., 2005; Nikkhah et al., 2005; Paulrud et al., 2005; Schaefer et al., 2007; Veikutis et al., 2010; Zhou et al., 2009). Vienas svarbiausių šio metodo privalumų yra tas, kad nėra fizinės, cheminės ar kitokios įtakos tiriamajam paviršiui, ir temperatūros pasiskirstymas jame nustatomas nuotoliniu būdu (Speakmen, Ward, 1998). Veterinarinėje medicinoje šis metodas dažniausiai taikomas kai kurių gyvūnų ligų diagnostikai ir gydymo eigai stebėti, šunų galūnių traumų, sąnarių tyrimams bei vakcinacijos efektyvumui vertinti (Berry et al., 2003; Dunbar, MacCarthy, 2006; Eddy et al., 2001; Kim et al., 2005; Nikkhah et al., 2005). Tačiau mokslinėje literatūroje pasigendame duomenų apie termovizijos metodo taikymą laboratorinių gyvūnų ligų diagnostikoje. Termovizijos metodu ištyrę ant pjuvenų substrato laikomų jūrų kiaulyčių užpakalinių galūnių odos temperatūrą nustatėme, kad kairės ir dešinės kojų pėdos minkštimo odos temperatūra vidutiniškai buvo $1,49$ °C aukštesnė nei kulno. Manome, kad aukštesnę pėdos odos temperatūrą galėjo lemti šiai sričiai tenkantis didesnis kompresinis krūvis, nes jūrų kiaulytės yra pėdaeigiai gyvūnai (Cooper, Schiller, 1975).

Nustatyta, kad, didėjant vyresnių jūrų kiaulyčių, apvaisintų patelių svoriui, pėdų odos būklė blogėja, t. y. oda parausta, atsiranda pūslės, nuospaudos, gali patekti infekcija (Brown, 2009). Nustatėme, kad jūrų kiaulyčių, sergančių pododermatitu (III gr.), abiejų užpakalinių galūnių izotermių bei pėdos ir kulno vidutinė temperatūra buvo 32,10 proc. aukštesnė ($p<0,001$) už kontrolinės grupės gyvūnų. C. J. Brown (2009) tvirtino, kad pododermatitu sergantys gyvūnai jaučia skausmą, sunkiai juda, sutrinka jų virškinamojo trakto funkcija. Ankstyvas šios ligos diagnozavimas padėtų išvengti ligos komplikacijų, veislinių patelių brokavimo ir sumažintų gydymo išlaidas.

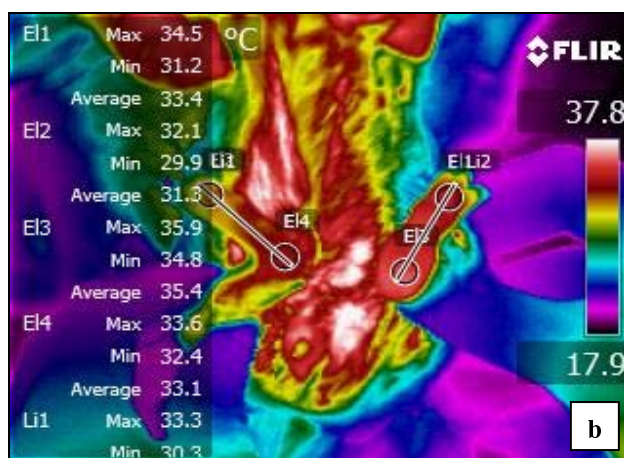
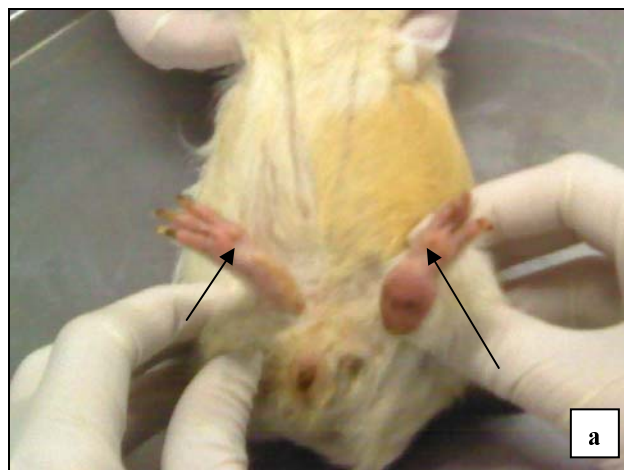


2 pav. II grupės jūrų kiaulytės galūnių skaitmeninė nuotrauka (a) ir termograma (b)

Apžiūrint II grupės jūrų kiaulyčių galūnių odos būklę, pododermatito simptomų nenustatyta, tačiau abiejų užpakalinių galūnių izotermiū bei pėdos ir kulno minkštimo odos vidutinė temperatūra buvo 9,30 proc. aukštesnė ($p < 0,001$) už kontrolinės grupės gyvūnų. Šios grupės gyvūnams ryškūs pododermatito požymiai pasireiškė daug vėliau. Manome, kad uždegimo pradžioje suaktyvėjo užpakalinių galūnių odos kapiliarinė kraujotaka ir išsiskyrė didesnis šilumos kiekis.

Panašius rezultatus su kitos rūšies gyvūnais tiriant galūnių ligas gavo ir kitų šalių tyrėjai (McGavin, Zachary, 2007; Nikkhah et al., 2005). Šio tyrimo naujumas yra tas, kad metodas naudojant termovizorių nei Lietuvoje, nei užsienio šalių mokslininkų nebuvo taikytas jūrų kiaulyčių galūnių patologijoms tirti ir vertinti. Tyrimo rezultatai įrodė, kad vietinio uždegimo pirminių požymių nustatymas jūrų kiaulyčių pėdos ir kulno odos srityse yra glaudžiai susijęs su kraujotakos sutrikimu, todėl gydymas gali būti sėkmingas tik laiku įvertinus situaciją ir pritaikius profilaktikos priemones. Tą patvirtina ir II grupės jūrų kiaulyčių būklės stebėjimas. Šios grupės kiaulytėms po temperatūros matavimo T_{mt} ir T_t odos srityse pirminiai pododermatito požymiai (hiperemija, patinimas, pūslelės) išryškėjo tik po trijų savaičių.

Norint išvengti narveliuose laikomų gyvūnų galūnių ligų, būtina nuolat gerinti laikymo sąlygas, dažnai keisti pakratus drėgmei sumažinti, be paliovos racioną pildyti vitaminu C (Brown, 2009). Galime daryti prielaidą, kad, profilaktiškai taikant termovizijos metodą galūnių skenavimui, galima užtikrinti gyvūnų gerovę ir sveikatą.



3 pav. III grupės jūrų kiaulytės galūnių skaitmeninė nuotrauka (a) ir termograma (b)

Išvados.

1. Termovizijos metodu tiriant kliniškai sveikų (kontrolinių) jūrų kiaulyčių, jų pėdos ir kulno minkštimo odos vidutinė temperatūra buvo 25,03 °C.

2. Jūrų kiaulytėms, kurioms pododermatito požymiai nepasireiškė, bet tirtų odos sričių temperatūra buvo vidutiniškai 2,32 °C aukštesnė ($p < 0,001$) nei kontrolinių, veikiausiai prasidėjo uždegimas.

3. Gyvūnų su išreikštais pododermatito simptomais pėdos ir kulno minkštimo odos temperatūra vidutiniškai buvo 8,03 °C aukštesnė ($p < 0,001$), nei kliniškai sveikų (kontrolinių) jūrų kiaulyčių.

4. Termovizijos metodas, kaip ankstyvoji pagalbinė priemonė vietiniams uždegimo požymiams nustatyti, gali būti taikomas laboratorinių gyvūnų, jūrų kiaulyčių pododermatito diagnostikai, kai sutrinka kraujotaka.

Padėka. Dėkojame UAB „Elinta“ direktoriui V. Narbutui ir vadybininkui T. Jančiauskui už galimybę įsisavinti termovizijos naudojimo technologiją atliekant šią mokslinę studiją.

Literatūra

1. Berry R. J., Kennedy A. D., Scott S. L., Kyle B. L., Schaefer A. L. Daily variation in the udder surface temperature of dairy cows measured by infrared thermography: Potential for mastitis detection. *Can. J.*

- Anim. Sci. 2003. 83. P. 687–693.
2. Brown C., Donnelly T. M. Treatment of pododermatitis in the guinea pig. *Lab Anim*. 2008. 37 (4). P.156–157.
3. Brown C. J. Treatment of pododermatitis in the guinea pig. *Osvs Vitals*. 2009. 7 (2). P. 1–6.
4. Cooper G., Schiller A.L. Anatomy of guinea pig. Cmbrige, Mass.: Harvard University Press. External anatomy. 1975. P. 3–17.
5. Dunbar M. R., MacCarthy K. A. Use of infrared thermography to detect signs of rabies infection in racoons (*Procyon Lotor*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2006. 37(4). P. 518–523.
6. Eddy A. L., van Hoogmoed L. M., Snyder J. R. The role of thermography in the management of equine lameness. *Vet. J*. 2001. 162. P. 172–181.
7. Embaby S., Shamaa A. A., Gohar H. M. Clinical assessment of thermography as a diagnostic and prognostic tool in horse practice. *Proceedings „Inflammation 2002“*. 2002. P. 30–36.
8. Fawcett A. Management of husbandry-related problems in guinea pigs. *In Practice*. 2011. 33. P. 163–171.
9. Fonseca B. P. A., Alves G. A. L., Nicoletti J. L. M., Thomassian A., Hussni C. A., Mikail S. Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *J. Equine Vet. Sci*. 2006. 26. P. 507–516.
10. Harper D. L. The value of infrared thermography in the diagnosis and prognosis of injuries in animals. *Proceedings „Inflammation 2000“*. 2000. P. 115–122.
11. Hoppmann E., Barron H. W. Rodent Dermatology. *Journal of Exotic Pet Medicine*. 2007. 16 (4). P. 238–255.
12. Jones B. F., Plassmann P. Digital infrared thermal imaging of human skin. *IEEE Eng. Med. Biol*. 2002. 21. P. 41–48.
13. Kim W., Kim M., Kim S. Y., Sea K., Nam T. Use of digital infrared thermography on experimental spinal cord compression in dogs. *Journal of Veterinary Clinics*. 2005. 22(4). P. 302–306.
14. Kunc P., Knížková I., Příklad M., Maloun J. Infrared thermography as a tool to study the milking process: a review. *Agricultura Tropica et Subtropica*. 2007. 40 (1). P. 29–32.
15. McGavin D., Zachary J. F. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. 4th ed. Mosby Elsevier, St. Louis, MO. 2007. P. 63–99.
16. Nikkhah A., Plaizier J. C., Einarson M. S., Berry R. J., Scott S. L. and Kennedy A. D. Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *J. Dairy Sci*. 2005. 88. P. 2749–2753.
17. Paulrud C. O., Clausen S., Andersen P. E., Rasmussen M. D. Infrared thermography and ultrasonography to indirectly monitor the influence of liner type and overmilking on teat tissue recovery. *Acta Vet. Scand*. 2005. 46. P. 137–147.
18. Schaefer A. L., Cook N., Tessaro S. V., Deregt D., Desroches G., Dubeski P. L., Tong A. K. W., Godson D. L. Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Can. J. Anim. Sci*. 2004. 84. P. 73–80.
19. Schaefer A. L., Cook N. J., Church J. S., Basarab J., Perry B., Miller C., Tong A. K. W. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory complex in calves. *Res. Vet. Sci*. 2007. 83. P. 376–384.
20. Shen X. Physical problems in the life sciences. *Physics*. 1995. 24(3). P. 166–171.
21. Speakmen J. R., Ward S. Infrared thermography: principle and applications. *Zoology*. 1998. 101. P. 224–232.
22. Veikūtis V., Dzemyda G., Treigys P., Morkūnaitė K., Basevičius A., Lukoševičius S., Šakalytė G., Sederevičius A. Analysis of Thermovisual Data of the Radio-Frequency Impact on the Myocardium Damage. *Informatica*. 2010. 21 (3). P. 455–470.
23. White S. D., Bourdeau P. J., Meredith A. Dermatologic problems in guinea pigs. *Vet learn Compendium*. 2003. 25 (9). P. 690–697.
24. Zhou Y., Shen X., Ding G., Deng H., Zhao L., Lao L. Infrared Radiation spectrum of acupuncture point daling (pc 7) in patients with coronary heart disease. *Medical Acupuncture*. 2009. 21 (4). P. 269–274.

Gauta 2012 06 04

Priimta publikuoti 2013 06 12