LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA
VETERINARIJOS FAKULTETAS
ANATOMIJOS IR FIZIOLOGIJOS KATEDRA

Eimantas Ginkus

Termografijos metodo panaudojimas karvių laminito ir mastito diagnostikoje

The use of thermography method in the diagnosis of laminitis and mastitis in cows

Veterinarinės medicinos vientisųjų studijų
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: prof. dr.Vaidas Oberauskas

Kaunas, 2023

DARBAS ATLIKTAS ANATOMIJOS IR FIZIOLOGIJOS KATEDROIJE

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad magistro baigiamasis darbas „ Termografijos metodo panaudojimas karvių laminito ir mastito diagnostikoje “:

1. yra atliktas mano paties (pačios).
2. nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

(data) Eimantas Ginkus *(parašas)*

PATVIRTINIMAS APIE DARBO LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ

Patvirtinu, kad darbo lietuvių kalba taisyklinga.

(data) *(redaktoriaus vardas, pavardė)* *(parašas)*

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

Patvirtinu, kad darbas atitinka reikalavimus ir yra parengtas gynimui

(data) Prof. dr. Vaidas Oberauskas *(parašas)*

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE/KLINIKOJE/INSTITUTE

(aprobacijos data) *(katedros (klinikos) vedėjo (-os) pareigos, mokslinis laipsnis, vardas, pavardė)* *(parašas)*

Magistro baigiamojo darbo recenzentas

_____

(pareigos, mokslinis laipsnis, vardas, pavardė) *(parašas)*

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data) *(gynimo komisijos sekretorės (-iaus) vardas, pavardė)* *(parašas)*

Turinys

SANTRAUKA 4
SUMMARY 5
SANTRUMPOS 6
ĮVADAS 7
1. LITERATŪROS APŽVALGA 9
1.1. TEMPERATŪRA IR FIZIOLOGIJA 9
1.2. TERMOGRAFIJA 9
1.3. MASTITAS 11
1.3.1. Klinikinis mastitas 11
1.3.2. Subklinikinis mastitas 12
1.3.3. Diagnozavimas ir gydymas 12
1.4. LAMINITAS 12
1.4.1. Ūminis laminitas 13
1.4.2. Poūminis laminitas 13
1.4.3. Lėtinis laminitas 14
1.4.4. Diagnozavimas ir gydymas 14
2. TYRIMO METODAI 15
2.1. Termovizijos atlikimo metodika 15
2.2. Duomenų grupavimo principai 16
2.3. Statistinė analizė 17
3. TYRIMO REZULTATAI 18
3.1. Karvių pieno liaukų termografinio tyrimo rezultatai 18
3.2. Karvių nagų termografinio tyrimo rezultatai 19
3.3. Koreliacijos testo rezultatai 22
3.4. Karvių amžiaus įtaka termografinio tyrimo rezultatams 23
3.5. Karvių laktacijos įtaka termografinio tyrimo rezultatams 26
3.6. Karvių laktacijos periodo įtaka termografinio tyrimo rezultatams 28
3.7. Somatinių ląstelių skaičiaus piene įtaka termografinio tyrimo rezultatams 30
4. REZULTATŲ APTARIMAS 33
IŠVADOS 37
LITERATŪROS SĄRAŠAS 38

TERMOGRAFIJOS METODO PANAUDOJIMAS KARVIŲ LAMINITO IR MASTITO DIAGNOSTIKOJE

Eimantas Ginkus

Magistro baigiamasis darbas

SANTRAUKA

Aprašomojo tyrimo tikslas buvo išbandyti termografijos metodą karvių užpakalinių kojų laminito ir pieno liaukų mastito diagnozavimui ir išanalizuoti kitų veiksnių daromą įtaką karvių nagų ir pieno liaukos paviršinei temperatūrai. Tyrime nustatyta, kad termografinis tyrimo metodas yra patikimas pasirinkimas karvių užpakalinių kojų nagų laminitų diagnostikoje. Karvių, kurių užpakalinių kojų nagų pažaidos matomos vizualiai, nagos sąnario temperatūros vidurkis buvo 23,31 proc. arba 4,82 °C didesnė už sveikų nagų ir apynagės sąnario temperatūros vidurkis buvo 12,37 proc. arba 2,85 °C didesnė už karvių be matomų nagų pažeidimų. Laktacija turėjo 1,80 proc. įtakos apynagės sąnario paviršinės temperatūros tyrimo rezultatams. Laktacijos periodas turėjo 7,50 proc. įtakos čiurnos sąnario ir 13,40 proc. apynagės sąnario paviršinei vidutinei temperatūrai. Buvo nustatyta, kad karvių amžius ir SLS kiekis piene neturėjo įtakos užpakalinių kojų nagų tyrimo rezultatams.

Naudojant infraraudonųjų spindulių termografiją tyrėme ir karvių pieno liaukos paviršinę temperatūrą. Tyrime nustatėme, kad termografinį tyrimo metodą galima taikyti karvių mastito diagnostikoje. Karvių su mastito požymiais vidutinė temperatūra priekiniuose ketvirčiuose buvo 8,77 proc. arba 2,54 °C didesnė už sveikų ketvirčių, o užpakalinių ketvirčių su mastitu vidutinė temperatūra buvo 5,64 proc. arba 1,66 °C didesnė už sveikų užpakalinių ketvirčių. Laktacija turėjo 1,80 proc., o laktacijos periodas 0,40 proc. įtakos priekinių ketvirčių paviršinės temperatūros tyrimo rezultatams, tačiau statistiškai patikimos įtakos užpakalinių ketvirčių rezultatams nebuvo rasta.. Karvių amžius ir SLS kiekis piene neturėjo statistiškai patikimos įtakos pieno liaukos tyrimo rezultatams.

Raktiniai žodžiai: infraraudonieji spinduliai, temperatūra, termografija, galvijai, pieno liaukos mastitas, galūnės, laminitas

THE USE OF THERMOGRAPHY METHOD IN THE DIAGNOSIS OF LAMINITIS AND MASTITIS IN COWS

Eimantas Ginkus

Master ‘s Thesis

SUMMARY

The purpose of the descriptive study was to test the thermography method for the diagnosis of cow hind leg laminitis and mammary gland mastitis and to analyze the influence of other factors on the surface temperature of the cow's hoofs and mammary gland. The study found that the thermographic examination method is a reliable choice in the diagnosis of laminitis of hind hoofs in cows. The average temperature of the hoof joint was 23.31% in cows with visible lesions on the hind legs (group 1N). or 4.82 °C higher than healthy nail and callus joint temperature average was 12.37 % or 2.85 °C higher than cows without visible hoof lesions (0N group). Lactation had 1.80 % influence on the test results of the surface temperature of the glenoid joint. The lactation period had 7.50 % influence for the superficial mean temperature of the ankle joint and 13.40 % influence for the glenoid joint. It was found that the age of the cows and the SCC in the milk did not affect the results of the hind leg hoof test.

Using infrared thermography, we also studied the surface temperature of the mammary gland of cows. In the study, we found that the thermographic research method can be used in the diagnosis of mastitis in cows. The average temperature in the front quarters of cows with signs of mastitis was 8.77 % or 2.54 °C higher than healthy quarters, and hind quarters with mastitis had an average temperature of 5.64 % or 1.66 °C higher than healthy hindquarters. Lactation had 1.80 % and the lactation period had 0.40 % influence on the results of the forequarters surface temperature test, no statistically reliable influence on the results of the hindquarters was found. Cow age and SCC in milk did not have a statistically reliable influence on the results of the mammary gland test.

Keywords: infrared radiation, temperature, thermography, cattle, mammary gland mastitis, limbs, laminitis

SANTRUMPOS

DD	digitalinis dermatitas (Mortillaro liga)
DNR	deoksiribonukleorūgštis
IRT	infraraudonųjų spindulių termografija
KM	klinikinis mastitas
KMT	kalifornijos mastito testas
Mtid	*interphalangia distalis* (nagos sąnarys)
Mtip	*interphalangia proximalis* (čiurnos sąnarys)
Mtp	*metatarseus phalangia* (apynagės sąnarys)
SCC	somatic cells count (somatinių ląstelių skaičius)
SLS	somatinių ląstelių skaičius
SU	pado opa
SubM	subklinikinis mastitas
WLD	baltosios linijos liga

ĮVADAS

Laminitas yra viena iš dažniausiai pasitaikančių ligų tarp pieninių galvijų, kuris gali turėti įtakos karvės produkcijai ir vaisingumui (1) (2). Digitalinis dermatitas yra labai agresyvi liga paveikianti apie 70% galvijų ūkių (3). Be to, nagų pažeidimai gali pasireikšti ir be jokių laminito požymių, kadangi laminitas atsiranda tik paūmėjus pirminiam pažeidimui. Dažniausiai laminitas diagnozuojamas atliekant nagų tvarkymo procedūras, kada galvijų kojos pakeliamos staklėse ir nagos yra tvarkomos ar trumpinamos ir pastebimi jau paūmėję laminito požymiai. Laminitą taip pat galima įvertinti ir neprisilietus prie gyvulio, o tiesiog stebint gyvulio judėjimą. Tačiau toks tyrimo būdas užima labai daug laiko, ypač didesniuose ūkiuose ir ne visada gali būti patikimas ir tikslus (4). Dėl to ankstyvus laminito diagnozavimas yra pirmas žingsnis greitesniam, efektyvesniam ir pigesniam gydymui be komplikacijų bei ligos suvaldymui ūkyje (3) (4).

Mastitas yra viena pagrindinių ligų su kuria susiduriama pieno ūkiuose ir turi didelį ekonominę įtaką ūkiui dėl suprastėjusios pieno kokybės ir brangaus gydymo. Idealiausias būdas užkirsti kelią mastitui, tai yra užkirsti kelią jam atsirasti. Tačiau net ir naudojant tobuliausias ir naujausias prevencijos programas galvijai vis tiek susirgs mastitu ir gyvūno organizmas pradės kovot su infekcija (5). Mastitas yra opi problema viso pasaulio mastu ir turi įtakos pieno produkcijos kiekiui, sudėčiai, įtakoja veterinarinių paslaugų ir vaistų kainas, susijęs su galvijų apsunkintu veršiavimusi, trumpesne gyvenimo trukme ir didina išbrokavimų skaičių. Tai yra didžiausią ekonominę žalą daranti liga pieninių galvijų ūkyje (6). Taip pat mastitas įtakoja ir galvijų energijos balansą ir imunitetą ir taip priveda prie kitų, sunkesnių, sutrikusio metabolizmo įtakotų ligų (7). Ankstyvus mastito diagnozavimas yra labai svarbus siekiant kuo labiau sumažinti ekonominius nuostolius bei apsaugoti gyvūnų gerovę ir siekiant gaminti kokybišką pieną (8).

Termografinis tyrimas yra neinvazyvus, saugus kūno paviršiaus temperatūros įvertinimas. Karštis yra kardinalus uždegimo signalas, kurį sukelią padidėjusi cirkuliacija ir audinių metabolizmas (3) (9). Žmonių medicinoje IRT dabar plačiai naudojamas kaip tiksli alternatyvi medicininės diagnostikos priemonė, skirta aptikti pakitusius šilumos rodiklius, susijusius su įvairiomis patologijomis, tokiomis kaip krūties vėžys, diabetinė neuropatija, periferinių kraujagyslių sutrikimai, siekiant diagnozuoti problemas susijusias su nėštumu, gimdymo komplikacijomis, inkstų ar širdies transplantacija ir kitais negalavimais (10). Panašiai veterinarinė medicina taip pat neseniai patvirtino infraraudonųjų spindulių naudą tiriant šiluminę fiziologiją ir diagnozuojant įvairius negalavimus ar patologines būkles, kaip ūmaus streso sindromą broileriams, diagnozuojant mėsinių galvijų kvėpavimo takų ligas (11). Studijuojant automatizuoto melžimo įtaką karvių spenių ir tešmens paviršiaus temperatūrai, IRT gali būti gerai panaudota veterinarijoje, kaip neinvazinė priemonė

galvijų augimui ir sveikatai stebėti , kuris galėtų būti kompiuterizuotas ir suderintas su internetu kaip ligų stebėjimo ir valdymo priemonė ūkininkams ir veterinarams (12) (13) (14).

IRT gali suteikti naudingos informacijos kai tradicinės diagnostikos priemonės yra neveiksmingos. Šis tyrimo metodas yra naudingas netiesioginiam ir neinvaziniam tešmens ar spenių kondicijos įvertinimui. IRT turi didelį potencialą kaip ankstyvasis diagnostikos metodas mastitui ir laminitui aptikti (15). Siekiant saugoti gyvūnų gerovę, IRT gali būti atliekamas nesuvaržytiems gyvuliams, kurie yra laisvi ir elgiasi natūraliai (16). Termografiniai vazdiniai gali būti paimami per atstumą nuo objekto, išvengiant temperatūrą įtakojančių artefaktų atsiradimo ir kitų trikdžių (3).

Darbo tikslas: Įvertinti termografijos metodo panaudojimo galimybes karvių laminito ir mastito diagnostikoje.

Darbo uždaviniai:

1. Palyginti laminitu sergančių ir sveikų karvių nagų termografines nuotraukas ir įvertinti paviršinės temperatūros skirtumus.
2. Įvertinti pieno liaukos paviršinės temperatūros pokyčius klinikinio ir subklinikinio mastito atveju.
3. Išanalizuoti veiksnių įtaką termografinio metodo panaudojimui laminito ir mastito diagnostikoje.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Temperatūra ir fiziologija

Temperatūra yra dažniausiai matuojamas fizinis dydis, antras po laiko, ir plačiai naudojamas įvairiose mokslo šakose, įskaitant ir pažangią infraraudonųjų spindulių aptikimo technologiją (17) (18). Temperatūros matavimas dažnai yra tiesiogiai susijęs su klinikine diagnoze ir normali kūno temperatūra yra geros sveikatos rodiklis (17).

Jau nuo Hipokrato laikų, gydytojai pripažino padidėjusios temperatūros svarbą ir temperatūra buvo dažniausiai stebimas rodiklis jau ankstyvojoje medicinoje. Dauguma žmonių ir gyvūnų susirgimų yra susiję su pakitusia kūno temperatūra. Termometrija lėtai išsivystė iš Galilleo eksperimentų. Italijoje buvo gaminami įvairios formos uždaros stiklo kuriuos galima liesti prie kūno paviršiaus. Temperatūra buvo siejama su mažų karoliukų ar sėklų pakilimu ar nukritimu skystyje esančiame stiklinėje taroje, rodančius tankio pakitimus (19).

Šiuolaikiniais terminais šilumos perdavimą apibūdiname trimis būdais. Pirmasis yra laidumas, reikalaujantis kontakto tarp objekto ir jutiklio. Antrasis šilumos perdavimo būdas yra konvekcija, o trečiasis – spinduliuotė. Abu iš pastarųjų privedė prie bekontakčio tyrimo metodo (19). Galūnių ir odos temperatūra labai priklauso nuo pagrindinės kraujotakos ir audinių metabolizmo greičio. Dėl to, kai atsiranda paviršinių šilumos modelių kitimas dėl kraujotakos pokyčių pasikeičia ir skleidžiamos šilumos kiekis, kuris gali būti lengvai užfiksuotas su IRT ir gali būti susijęs su audinių uždegimu arba metabolizmo pokyčiais (20).

1.2. Termografija

Infraraudonųjų spindulių vaizdavimas yra metodas, leidžiantis įvertinti kūno paviršiaus temperatūros pasiskirstymą bekontakčiu ir nuotoliniu būdu. Veterinarijoje ir gyvūnų moksluose jis naudojamas tiek kaip diagnostikos priemonė, tiek moksliniams tikslams. Metodas leidžia vizualizuoti infraraudonuosius spindulius, taip suteikiant informacijos apie fiziologinius ir patologinius procesus. Termovizoriaus kameros yra skirtos aptikti, apdoroti ir įrašyti infraraudonąją spinduliuotę (21).

Gamtoje infraraudonąją spinduliuotę skleidžia visi objektai, kurių temperatūra aukštesnė nei 0 ^{o}C. Infraraudonųjų spindulių juosta yra visas elektromagnetinis spektras tarp matomos šviesos ir mikrobangų šviesos, bangos ilgiais nuo 0,7 μm iki 1000 μm. Tačiau didelė šio spektro dalis nėra naudinga tyrimo metu. Daugelis bangų yra blokuojamos žemėje vyraujančios atmosferos sąlygų ir dujų. Išskiriamos keturios pagrindinės IR spindulių juostos: artimasis infraraudonasis – 0,8-1,1 μm, trumpųjų bangų infraraudonųjų spindulių – 0,9-2,5 μm, vidutinių bangų infraraudonųjų spindulių – 3-5 μm, ir ilgųjų bangų infraraudonųjų spindulių – 7-14 μm (21).

Šiluminio vaizdo kameros detektorius registruoja infraraudonąją spinduliuotę, kurią skleidžia bandomas objektas. Atskirų pikselių infraraudonoji spinduliuotė detektoriuje konvertuojama į atitinkamą elektros varžos vertę. Detektoriaus pasipriešinimo lygiai tada yra suskaitmeninami, išsaugomi ir pateikiami aparato ekrane spalvų paletės pavidalu (termograma), kur tam tikra spalva atitinka taškus su ta pačia temperatūra (21).

Gyvūnų infraraudonųjų spindulių termografija (IRT) apima kūno paviršiaus temperatūros matavimą. Šiltakraujų gyvūnų atveju gautos temperatūros vertės IRT priklauso nuo aplinkos sąlygų ir gyvūno termoreguliacinio atsako. Taip pat nuo kraujo perfuzijos tūrio, odos temperatūros priklauso nuo audinių metabolizmo intensyvumo, plaukų kailio tipo ir spalvos ir riebalinio audinio storio. Svarbus termoreguliacijos faktorius yra kraujotakos sistema. Šilumos praradimas į aplinką per radiaciją, konvekciją ir laidumą daugiausia priklauso nuo odos kraujotakos ir arterinio kraujo temperatūros.

Įrašant termografinius vaizdus, rekomenduojama, kad gyvūnas būtų stabiliai fiksuotas ir rekomenduojamu atstumu nuo fotoaparato. Atstumas tarp aparato ir gyvūno neturi būti mažesnis nei 1,0 - 1,2 m. Fotografuojama kūno sritis turi būti statmena fotoaparato objektyvo optinei ašiai. Neteisinga fotoaparato padėtis gali sukelti paralakso reiškinį. Pakeitus fotoaparato objektyvo kampą arba tiriamą kūno sritį, gali būti neteisingai parodyta temperatūra (dažniausiai sumažėja jo vertė) (22).

Veterinarinėje medicinoje ir susijusiuose moksluose vis dar labai reikia mokslinių tyrimų, kad būtų galima standartizuoti informaciją atliekant bandymus naudojant IRT kameras. Pagrindinis apribojimas įgyvendinant gyvūnų termografijos standartus yra tai, kad neįmanoma palyginti termogramų, atliktų skirtingomis aplinkos sąlygomis (21). Standartizavimo sunkumas slypi tame, kad daugelis aplinkosaugos ir fiziologiniai veiksniai turi įtakos tyrimo rezultatams (23).

Termografijos patikimumą lemia daugybė veiksnių, kurie priklauso nuo kameros techninių parametrų, aplinkos sąlygų, operatoriaus patirties, individualių gyvūno savybių ir tyrimo metodikos. Atliekant termografinius matavimus svarbu, kad aplinkoje, kurioje atliekamas bandymas temperatūra ir santykinė drėgmė būtų kiek įmanoma pastovesni (23). Taip pat rekomenduojama apriboti oro judėjimą toje vietoje, kur atliekami matavimai. Padidėjusi oro cirkuliacija gali sukelti netolygų temperatūros pasiskirstymą. Termiškai nestabilioje aplinkoje, nedideli, bet reikšmingi skirtumai termogramoje gali padidinti klaidingai teigiamų arba klaidingai neigiamų rezultatų procentą, dėl ko gali būti neteisingai diagnozuota gyvūno sveikatos būklė.

Didelis termografijos privalumas yra tai, kad ji matuoja šilumos emisiją ir nereikalauja tiesioginio fizinio kontakto su matuojamu paviršiumi, todėl galima neinvaziškai stebėti temperatūros pasiskirstymą. Infraraudonieji spinduliai taip pat yra jautresni nei palpacija, kad būtų galima aptikti subtilius temperatūros pokyčius. Dėl didelio jautrumo jis naudingas kartu su kita diagnostine informacija (pvz., žingsniamačio veikla). Paprastai termografiją geriausia naudoti kartu su kitais

tyrimo būdais, o ne juos pakeisti. Termografija dažnai atskleidžia fiziologinius pokyčius dar prieš pasirodant klinikiniams požymiams, todėl galima pradėti gydymą anksčiau. Panašiai kaip ir kiti diagnostikos metodai, termografija tampa vertinga priemone, kai žinomi ir atpažįstami jos gebėjimai bei apribojimai. Be to, termografinės įrangos kainos kiekvienais metais mažėja, todėl ši technologija tampa prieinama vis daugiau ūkių. Be to, naudojant greitą ir patikimą neinvazinį įrankį, skirtą patikrinti dideliam gyvūnų skaičiui be gyvūno nefiksuojant, būtų galima efektyviau panaudoti vertingus ir dažnai ribotus darbo išteklius (4).

1.3. Mastitas

Viena pagrindinių sveikatos sutrikimų paveikiančių pieninius galvijus yra mastitas. Tai pieno liaukos uždegimas dėl gyvūno sąveikos su mikroorganizmais ir aplinka, sukeliantis daug ekonominių problemų ūkiams, tokių kaip: sumažėjęs pieno kiekis, suprastėjusi pieno kokybė, priešlaikinis karvių išbrokavimas dėl nefunkcionuojančio vieno ar kelių tešmens ketvirčių, dėl ko karvė yra nebeproduktyvi (24). Nepaisant to, kad sergant mastitu karvės produktyvumas sumažėja iki 70proc, mastito buvimas taip pat turi įtakos ir veršelių augimui ir žmonių sveikatai, nes pienas gali būti užterštas krauju bei įvairiais patogenais (25). Mastitas apibrėžiamas kaip pieno liaukos parenchimos uždegimas dėl mechaninių, cheminių ar terminių pažeidimų ar mikroorganizmų infekcijos ant tešmens (26). Mastitas yra skausminga liga, tačiau skausmo aptikimas ir malšinimas dažnai yra praleidžiamas ir pamirštamas (27). Mastitą sukelia bakterijos ir jį galima suskirstyti į klinikinį mastitą, subklinikinį mastitą (28). Pagrindiniai patogenai, susiję su mastitu yra *Escherichia coli, Klebsiella spp., Staphylococcus aureus*, koagulazės neigiami stafilokokai , *Streptococcus agalactiae, Streptococcus dysgalactiae, Streptococcus uberis* ir kiti *Streptococcus spp* (29). Be bakterijų mastitą taip pat gali sukelti mikoplazmos, mielės ir dumbliai. Polinkį skatinantys veiksniai yra, valdymo praktika ir ūkininkų informuotumas (30). Mastito atsiradimui bandoje įtakos gali turėti genetiniai (banda, veislė ir kt.) ir negenetiniai (veršingumas, sezoniškumas, amžius, laktacijos stadija ir kt.). Taip pat mastitui įtakos gali turėti ir tešmens ar spenių morfologija (8).

1.3.1. Klinikinis mastitas

Klinikinis mastitas pasižymi sunkiais uždegimo požymiais: paraudimu, karščiu, patinimu, skausmu ar funkcijos praradimu (26) (28). Klinikinis mastitas sukelia tešmens patinimą ir temperatūros pakilimą, pienas būna pakitęs, nenormalus. Piene lengvai aptinkamos bakterijos ir stipriai pasikeitus pieno sudėtis (6). Klinikiniais atvejais paveikti ketvirčiai gali neatsigauti pieno gamybai ir vėlesnės laktacijos metu (26). KM yra pagrindinė priežastis, dėl ko yra vartojamos antimikrobinės medžiagos pieno ūkiuose, tačiau ne visais KM atvejais yra būtina naudoti antibiotikus (31).

1.3.2. Subklinikinis mastitas

Subklinikinis mastitas yra daug klastingesnis ir pavojingesnis nes nėra aiškiai matomų pakitimų piene ar tešmenyje, tačiau pastebimas sumažėjęs pieno kiekis, atlikus tyrimus piene galima aptikti mikroorganizmų, pakitusią pieno sudėtį (6) (28). Jei subklinikinės infekcijos stadijoje nebus skiriamas tinkamas dėmesys ir diagnozė, tai galiausiai sukels klinikinę formą, kurią sunku kontroliuoti. Subklinikinis mastitas yra dažniau paplitęs ir sukelia palyginti daugiau ekonominių nuostolių nei klinikinis mastitas (30). Patogenai, dažniausiai sukeliantys subklinikinius atvejus *yra Streptococcus spp*. ir *Staphylococcus aureus* (26).

1.3.3. Diagnozavimas ir gydymas

Tešmens sveikatos ir pieno kokybės stebėjimas gali būti reguliariai nustatomas įvertinus somatinių ląstelių skaičių (SLS). Somatinės ląstelės yra pieną išskiriančios epitelio ląstelės, atsiskyrusios nuo gleivinės ir baltieji kraujo kūneliai, patekę į pieno liauką dėl esančio sužeidimo ar infekcijos (28). Sveikose pieno liaukose somatinių ląstelių turėtų būti ne daugiau nei 200 000 ląstelių/ml. Norint netiesiogiai įsivertinti SLS galima naudoti kalifornijos mastito testą (KMT). KMT skystis suformuoja želatinos konsistencijos skystį suskaidydamas epitelio ląstelių arba leukocitų membranas pieno mėginyje ir ląstelės DNR sureagavus su reagentu. Kuo didesnis ląstelių branduolių skaičius piene, tuo didesnis želėjimo greitis (8).

Mastitas gali būti gydomas ilgai veikiančiais antibiotikais, tokiais kaip penicilinas, oksitetraciklinas, ampicilinas, cefalosporinas ir kt. Antibiotikai skiriami sisteminiu būdu arba intramaminėmis infuzijomis (būtina laikytis aseptikos reikalavimų). Lengvi ar vidutinio sunkumo klinikiniai atvejai gydomi penicilino-G preparatu, tačiau intramaminis B-laktamazės taikymas taip yra veiksmingas, jei reikia ilgesnio gydymo. Atsižvelgiant į ligos sunkumą, turi būti skiriamas palaikomasis gydymas, pvz., priešuždegiminis, antihistamininis, karščiavimą mažinantis, vitaminų ir mineralų kursas (26).

1.4. Laminitas

Laminitas yra pirštų ir (arba) letenų vidurių apykaitos sutrikimas, sukeliantis daug nepatogumų melžiamoms karvėms. Sutrikimas paveikia daugiau nei 80% melžiamų karvių (32). Yra ypač paplitęs tiek tarp intensyviai ar ekstensyviai veisiamų karvių ir sukelia didelius pieno gamybos nuostolius, kurie gali siekti 1,5 kg pieno per dieną (14) (33) (34). Laminitas pažeidžia nagų lameles (2). Tai yra ant letenos nugarinės sienelės ir atpažįstama pagal susegtą pirštą. Jis dažniausiai pasireiškia veršiavimosi metu ir jam didelę įtaką daro valdymo veiksniai (35). Manoma, kad pagrindinis priežastinis veiksnys yra prieskrandžio acidozė, kurią sukelia daug angliavandenių turinčios dietos (34). Tyrimai parodė, kad yra ryšys tarp krakmolo kiekio maiste ir laminito atsiradimo. Tačiau galvijų acidozė ne visada sukelia laminitą (33). Fliuksacija ir žemas prieskrandžio pH, sukeliantis bakterijų

lizę ir vazoaktyvių medžiagų išsiskyrimą į sisteminę kraujotaką. Vazoaktyviųjų medžiagų išsiskyrimas į kraują gali sukelti kraujagyslių šuntų atsiradimą kanopų sluoksniuotuose audiniuose (32) (34). Be mitybos faktorių didelę įtaką laminito atsiradimui turi ir aplinkos sąlygos (33). Anksti nustatyti pėdų pažeidimus vizualiai stebint gali būti sunku, nes pieniniai galvijai linkę rodyti mažesnį elgsenos atsaką, iki kol būklė nepablogėja (36). Laminitas gali sukelti baltųjų linijų kraujavimą, padų opas ir keterų susidarymas ant kanopos sienelės (34).

Laminitas gali būti suskirstytas į tris formas:

- Ūminis laminitas
- Poūmis laminitas
- Lėtinis laminitas

1.4.1. Ūminis laminitas

Ūminis laminitas, kaip rodo pavadinimas, yra labai staigus laminito priepuolis. Priežasties reikėtų ieškoti kitose ligose, kurios perėjo per bandą ar sergančią karvę. Metritas ir mastitas yra ligų, sukeliančių ūminį laminitą, pavyzdžiai (35). Atlikus kanopų tyrimą po skerdimo, buvo nustatytas susilpnėjimas dermoepiderminėje jungtyje, kurį sukėlė lamelių įtempimas ir pamatinės membranos atsiskyrimą (34). Odos ir epidermio jungties sunaikinimas turi ypatingų pasekmių galvijams, nes dėl to gali susilpnėti pakabos aparatas nagų viduje (2). Karvė jaučia didelį diskomfortą stovint ar eidama, serga anoreksija, nenoriai vaikščioja, aiškus digitalinis pulsas visose keturiose kojose, šiltos ir jautrios kanopų žnyplėms nagos. Pastebimi histologiniai pokyčiai odos sluoksniuose: edema, tynis, trombozė ir onichogeninio (ragų gamybos) audinio praradimas baziniame sluoksnyje ir dygliuotajam sluoksnyje. Ūminis laminitas yra neatidėliotinas ir būtinas greitas gydymas, jei norima gauti teigiamą rezultatą (37).

1.4.2. Poūminis laminitas

Poūminis laminitas yra dažniausia melžiamų karvių laminito forma. Tai daugiausia vyksta veršiavimosi metu. Veršiavimosi procesas yra laminito pradžia. Prasideda maždaug 7-10 dienų prieš veršiavimąsi ir tęsiasi iki 7-10 dienų po apsiveršiavimo. Šlubavimo požymiai dažnai atsiranda praėjus 2–4 savaitėms po apsiveršiavimo. Šlubavimas dažnai atpažįstamas per vėlai, nors dažnai pastebimas „standartas, švelnus vaikščiojimas“, bet nematomas kaip šlubavimas. Kai šlubavimas dėl laminito nepripažįstamas, jis vadinamas subklinikiniu laminitu (35). Apžiūros metu stebimi raginės dalies pokyčiai, įskaitant bendrą rago suminkštėjimą, kuris tampa gelsvas ir gali turėti daug kraujavimo sričių. Kai kuriais atvejais pasireiškia eritema ir lengva vainikinės juostos edema. Priežastis gali būti ilgesnis didelio koncentrato pašarų vartojimas esant nepatenkinamoms aplinkos ir auginimo sąlygoms, nei staigus karvės sistemos pažeidimas (37).

1.4.3. Lėtinis laminitas

Lėtinis laminitas yra ūminio ir (arba) poūmio laminito pasekmė ir dažnai pasireiškia praėjus keliems mėnesiams po laminito priepuolio. Tai yra lamelių pažeidimas, kuris deformuoja nagos nugarinę sienelę ir gali būti atpažįstamas susegtu kojos pirštu (35). Dorsalinės sienos kampas sumažėjęs nuo maždaug 55° (normalus) iki 35-45°, dorsalinės sienelės paviršius gali būti įgaubtas. Karvės linkusios atmesti pėdą atgal. Lėtinio laminito eigoje lėtai vystosi komplikacijos dėl nekontroliuojamos nagų deformacijos. Mažesnių laipsniai pažeidimai veikia ašinę sieną (37).

1.4.4. Diagnozavimas ir gydymas

Tradiciškai pėdos pažeidimų diagnozė dažnai atliekama pakėlus nagas įprasto nagų kirpimo metu arba kai karvė šlubuoja (4) (38) (39). Laminito gydymas visų pirma yra apipjaustymas. Ši procedūra apima svorio laikymosi koregavimą, siekiant sumažinti sužalotų nagų apkrovą ir ankstyvų nagų pažeidimų korekciją pašalinant atsilaisvinusį ir pažeistą raginį audinį, nepažeidžiant giliau esančios apynagės. Visais atvejais pastangos sumažinti epitelio ir apynagės audinių pažeidimus siekiant greičiau paskatinti greitą gijimą. Pašalinus visus nekrozinius ir atsilaisvinusius ar pažeistus audinius, sukuriama aerobinė mikroaplinka, kuri sumažina tolesnių komplikacijų, susijusių su absceso susidarymu, galimybę (39). Gali būti skiriami skausmą malšinantys vaistai. Prieskrandžio buferiai įvedami iškart po apsiveršiavimo, kad padėtų didžiojo prieskrandžio florai (35).

Tvarsčių ar įvyniojimų naudojimas ant nagų pažeidimų yra gana įprasta daugelio veterinarijos gydytojų praktika (39). Apklausos rezultatai rodo, kad daugiau nei pusė JAV veterinarijos gydytojų gydydami nagų pažeidimus naudoja tvarstį (40). Teoriškai tvarsčio uždėjimas apsaugotų pažeidimą ir išvengtų žaizdos užteršimo, tačiau daugumoje uždaro tipo pieninių ūkių bet kokia nauda, gauta naudojant tvarstį, prarandama per kelias minutes ar valandas. Rimtų komplikacijų gali kilti, kai tvarsčiai uždedami per stipriai arba palaipsniui susiveržia laikui einant, ypač jiems sušlapus. Mėšlo srutos, drėgmė ir pėdų vonelės, naudojimas bent kartą per dieną, greitai užteršia tvarstį. Tvarstis, suvilgytas užterštuose formalino ir vario sulfato tirpaluose, greičiausiai neduos daug naudos ir gali papildomai sudirginti gyjančius audinius (39). Kornelio universiteto mokslininkai atliko kontroliuojamą tyrimą, siekdami įvertinti tvarstymo poveikį gydymo rezultatams. Tyrėjai padarė išvadą, kad papildomos išlaidos uždėjus tvarstį ant pėdos po korekcinio pažeidimo apkarpymo buvo nereikalingos. Šie tyrėjai taip pat pastebėjo, kad tvarte laikomų karvių smulkių nagų pažeidimų tvarstymas sulėtino gijimą (41).

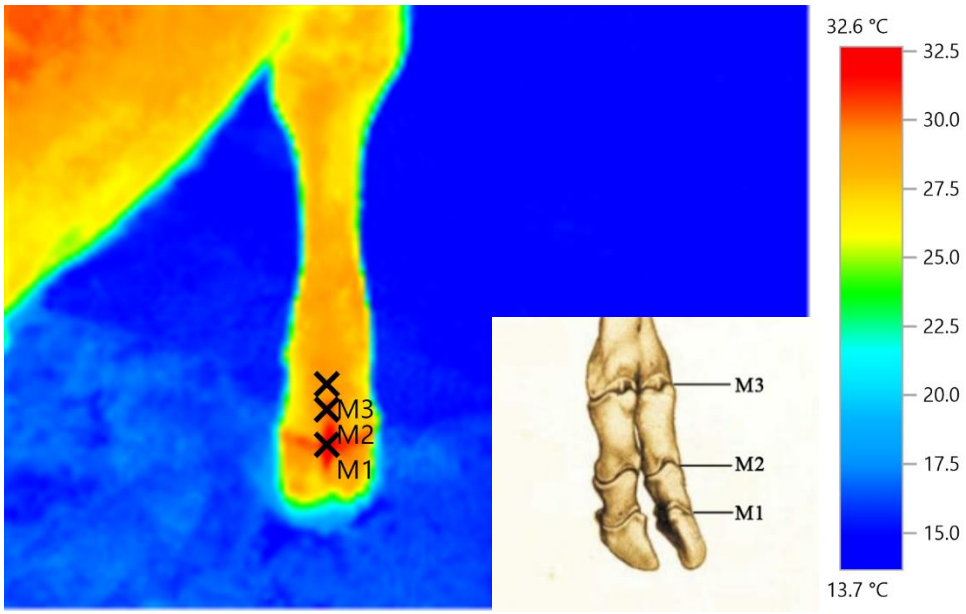
2. TYRIMO METODAI

2022 metų lapkričio mėnesį tirtos pieninių galvijų ūkio X karvės (n=150). Gyvūnai laikomi nuolatos vėdinamose patalpose. Tyrimo metu aplinkos temperatūra buvo varijavo nuo 10 iki 15 °C , o santykinė drėgmė 50 procentų. Karvės buvo šeriamos mobilizuotu pašarų dalytuvu, nuolatos turėjo prieigą prie automatinių girdymo sistemų. Karvės buvo nuo 2 iki 9 metų amžiaus ir 1 – 6 laktacijos. Karvės buvo melžiamos du kartus dienoje 04:00 val. ir 17:00 val. Visoms ūkio karvėms buvo nustatytos užpakalinių nagų ir priekinių bei užpakalinių tešmens ketvirčių termogramos.

2.1. Termovizijos atlikimo metodika

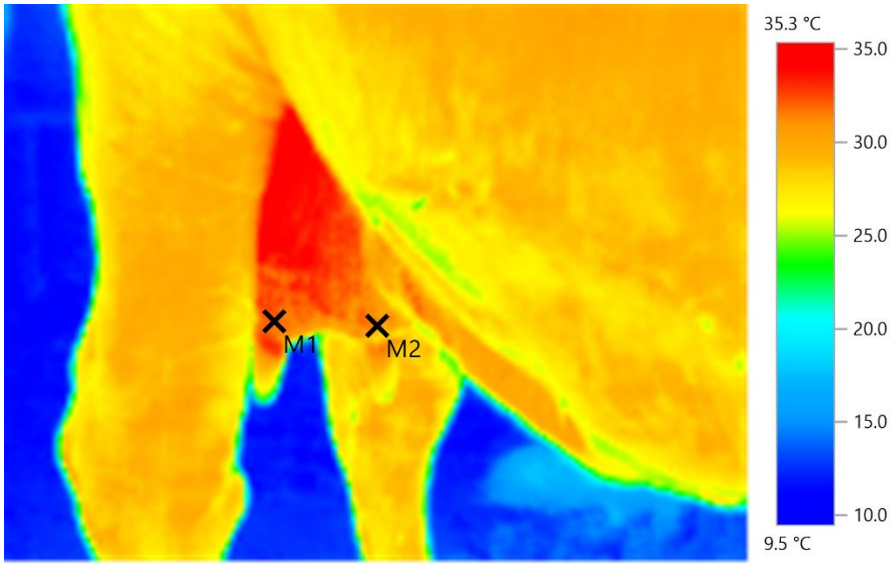
Karvių užpakalinių kojų ir tešmens termogramos nustatytos naudojant TESTO 875 – 1i“ termovizorių. Tyrimui naudoto termografo „TESTO 875 – 1i“ infraraudonųjų spindulių skiriamoji geba 160x120 taškų, o tai yra 19200 temperatūros matavimo taškų, šiluminis jautrumas <50 mK, vertinamos temperatūros diapazonas gali siekti nuo -30 °C iki +350 °C laipsnių, aukštos kokybės 32°x23° objektyvas su rankiniu fokusavimu bei automatiniu karštos ar šaltos vietos aptikimu. Gautos termografijos nuotraukos apdorotos „Testo IRSoft“ kompiuterine programa 3.6 versija. Tyrimui vertinti pasirinkta karštų – šaltų (angl. Hot – cold) spalvų paletė.

Užpakalinių galūnių nagų šilumos vaizdai buvo gauti 0,5 – 1,0 m atstumu nuo tiriamojo paviršiaus. Buvo matuojama užpakalinių kojų nagų odos paviršiaus temperatūra apynagės sąnario (mtp), čiurnos sąnario (mtip) ir nagos sąnario (mtid) srityse, kaip parodyta 1 paveiksle.



1 pav. *Kojų nagų termografinio vaizdo vertinimas. M1 – nagos sąnarys, M2 – apynagės sąnarys, M3 – čiurnos sąnarys.*

Priekinių ir užpakalinių tešmens ketvirčių termovaizdai buvo fiksuojami 1–3 val. po pietų šėrimo metu. Šilumos vaizdai buvo gauti 0,5 – 1,0 m atstumu nuo tiriamojo paviršiaus. Siekiant gauti rezultatus temperatūra buvo matuojama ties kiekvieno spenio pagrindu kaip pavaizduota 2 paveiksle.



2 pav. *Karvių pieno liaukos termografinio vaizdo vertinimas*

2.2. Duomenų grupavimo principai

Tyrimo metu užfiksuota 450 tešmens ir 300 užpakalinių kojų nagų termografinių vaizdų. Duomenys buvo grupuojami pagal gautus rezultatus, vizualinius ir klinikinius požymius, amžių, laktaciją, laktacijos tarpsnį, somatinių ląstelių kiekį piene.

Remiantis pieno liaukos ketvirčių temovaizdais ir kalifornijos mastito testo rezultatais karvės buvo suskirstytos į dvi grupes:

0T grupė – karvių pieno liaukos ketvirčiai be mastito klinikinių požymių.

1T grupė – karvių pieno liaukos ketvirčiai, kuriems atlikus kalifornijos mastito agliutinacijos testą nustatytas mastitas, t.y. pieno mėginys visiškai sukibo ar kitaip pakeitė konsistenciją.

Remiantis užpakalinių galūnių nagų termogramomis ir klinikiniais bei vizualiais duomenimis karvės buvo suskirstytos į dvi grupes:

0N grupė – karvių užpakalinių galūnių nagos, kurios buvo vizualiai sveikos, odos ir nagų būklė buvo be pažeidimų.

1N grupė – karvių užpakalinių galūnių nagos su pastebima laminito klinika, kurių nagos pažeistos ir (ar) deformuotos, oda ties sąnariu patinusi, paraudusi, pastebimos opos ar kiti mechaniniai pažeidimai.

Karvės pagal amžių buvo suskirstytos į tokias grupes:

1A – amžiaus grupė, kuriai priklauso karvės iki 3 metų amžiaus;

2A – amžiaus grupė, kuriai priklauso karvės nuo 3 iki 6 metų amžiaus;

3A – amžiaus grupė, kuriai priklauso 6 ir daugiau metų amžiaus karvės.

Pagal laktaciją karvės buvo suskirstytos į dvi grupes:

1L – laktacijos grupė, kuriai priklauso pirmos ir antros laktacijos karvės;

2L – laktacijos grupė, kuriai priklauso trečios ir ketvirtos laktacijos karvės;

3L – laktacijos grupė, kuriai priklauso penktos ir šeštos laktacijos karvės.

Pagal laktacijos periodą karvės buvo suskirstytos į 4 grupes:

1P – ankstyvasis laktacijos periodas (iki 100 dienų);

2P – vidurinis laktacijos periodas (nuo 101 iki 200 dienos);

3P – vėlyvasis laktacijos periodas (nuo 201 iki 300 dienos);

4P – labai vėlyvas laktacijos periodas (301 ir daugiau dienų).

Karvėms buvo atlikti kontroliniai pieno tyrimai. Pagal kontrolinių pieno tyrimų rezultatus imtis buvo suskirstyta į dvi grupes pagal somatinių ląstelių kiekį piene:

1S – aptiktų somatinių ląstelių kiekį piene ne daugiau kaip 200 tūkst./ml;

2S – aptiktų somatinių ląstelių kiekį piene 200 tūkst./ml ir daugiau.

2.3. Statistinė analizė

Tyrimo duomenų statistinė analizė buvo atlikta naudojantis „IBM SPSS Statistics 26“ ir „Microsoft Excel 2016” kompiuterinėmis programomis. Diagramos braižytos naudojant „Microsoft Excel 2016” programą. Temperatūrų duomenys buvo apdoroti aprašomosios statistikos metodu ir Stjudento t-testu. Gauti rezultatai statistiškai reikšmingi, kai $p<0,05$. Kai $p>0,05$ rezultatai laikomi statistiškai nereikšmingais.

Pieno liaukos ketvirčių termogramų rezultatai buvo analizuojami tarp skirtingų ketvirčių, tarp bendrų priekinių ir užpakalinių ketvirčių temperatūros rezultatų. Taip pat bendri kairės ir dešinės pusių duomenys buvo analizuojami tarp grupių pagal amžių, laktaciją, laktacijos periodą ir somatinių ląstelių skaičių piene. Skirtingų pieno liaukos grupių aritmetinių vidurkių skirtumai buvo laikomi patikimais, kai $p<0,05$.

Užpakalinių kojų nagų apynagės sąnario, čiurnos sąnario ir nagos sąnario termogramų rezultatai buvo lyginti atskirai tarp dešinės ir kairės kojos. Taip pat bendri kairės ir dešinės kojos nagų rezultatai lyginti tarp grupių pagal amžių, laktaciją, laktacijos periodą ir somatinių ląstelių skaičių piene. Skirtingų kojų nagų grupių aritmetinių vidurkių skirtumai buvo laikomi patikimais, kai $p<0,05$.

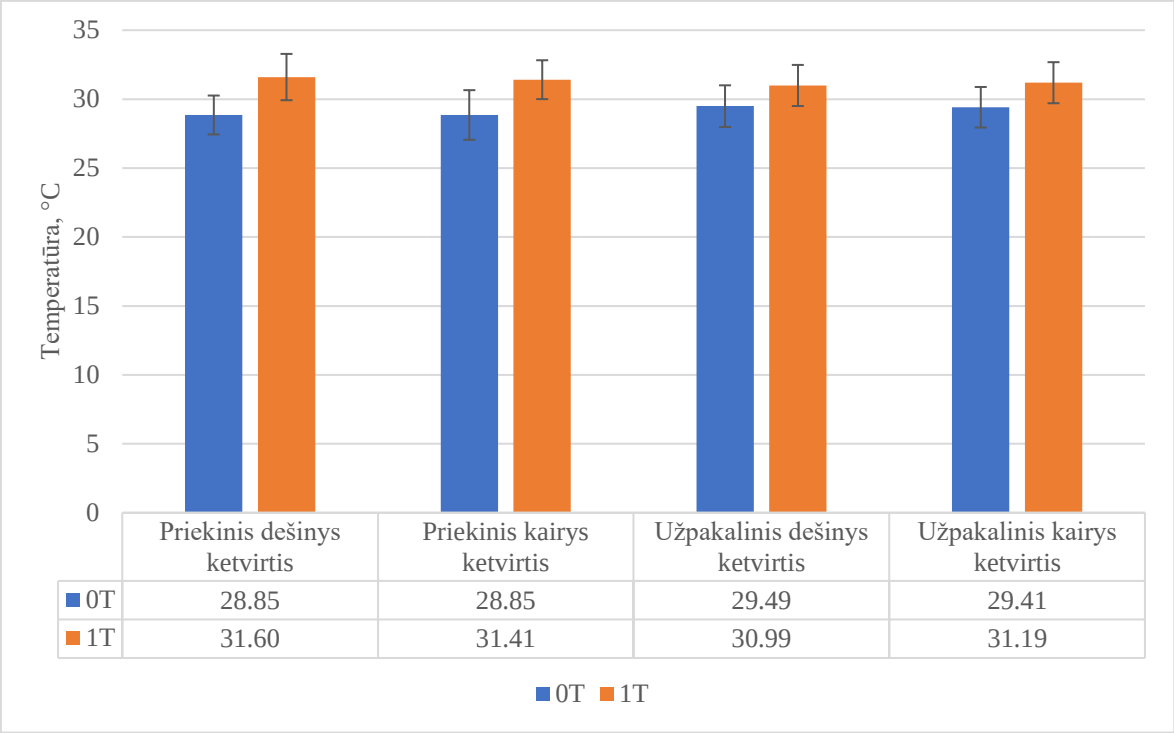
Pieno liaukų priekinių ir užpakalinių ketvirčių ir užpakalinių kojų nagų termogramų rezultatai buvo lyginami tarpusavyje ir su gaunamo pieno primelžiu siekiant nustatyti ar yra koreliaciniai ryšiai tarp rezultatų. Skirtingų grupių koreliaciniai ryšiai buvo laikomi patikimais, kai $p<0,05$.

Siekiant įvertinti skirtingų veiksnių įtaką tyrimų rezultatams, buvo atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė (ANOVA). Dispersinė analizė atlikta naudojantis SPSS programa.

3. TYRIMO REZULTATAI

3.1. Karvių pieno liaukų termografinio tyrimo rezultatai

Analizuojant karvių pieno liaukas, gauti pieno liaukos ketvirčių paviršinės temperatūros rezultatai buvo suskirtyti į grupes pagal termografinius ir klinikinius duomenis. Atskirų ketvirčių rezultatai pateikti 3 paveiksle.



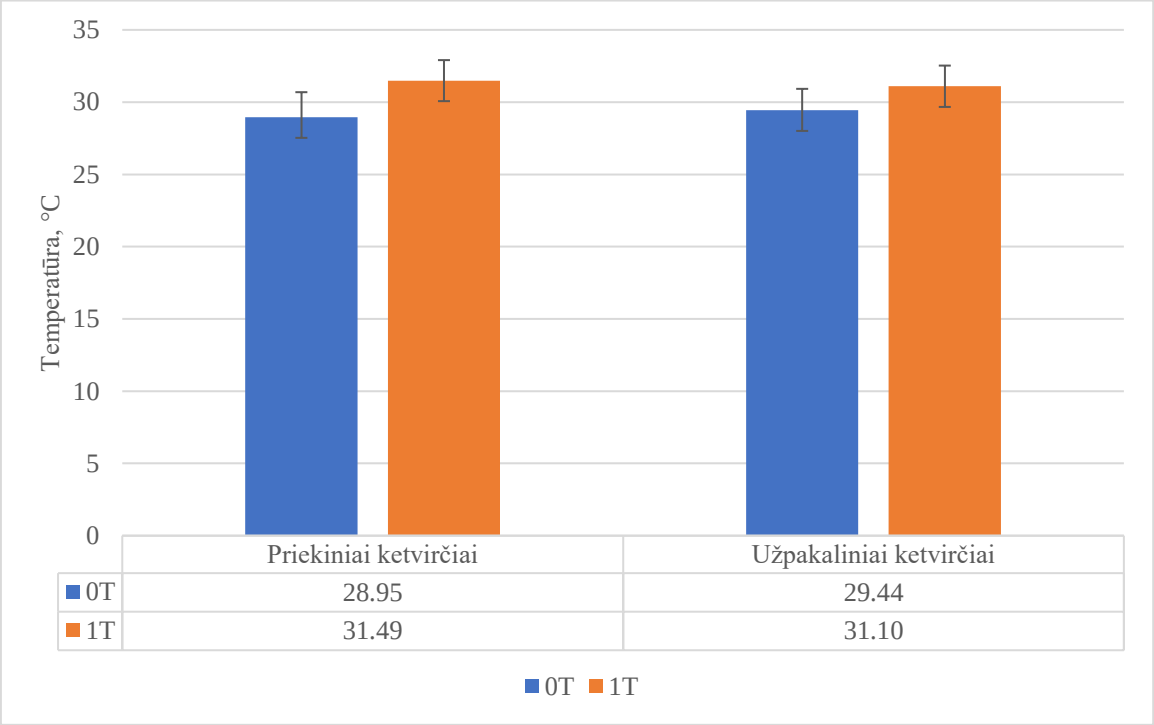
3 pav. *Karvių tešmens ketvirčių paviršinės temperatūros rezultatai pagal termografinius ir klinikinius požymius*

Lyginant pieno liaukų vidutinę temperatūrą nustatyta, kad 1T grupei paskirtų priekinių dešinių ketvirčių paviršinė vidutinė temperatūra buvo 2,75 °C arba 9,53 proc. aukštesnė ($p<0,05$) už 0T grupei priskirtų priekinių dešinių ketvirčių vidutinę temperatūrą. Lyginant rezultatus tarp 0T ir 1T grupėms priskirtų priekinių kairių ketvirčių buvo nustatyta, kad 1T grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 2,56 °C arba 8,87 proc. aukštesnė ($p<0,05$) už 0T grupės. Lyginant galinio dešinio ketvirčio 0T ir 1T grupių vidurkių rezultatus nustatyta, kad 1T grupės vidutinė paviršiaus temperatūra buvo 1,5 °C arba 5,09 proc. aukštesnė ($p<0,05$) už 0T grupės. Palyginus užpakalinio kairio ketvirčio 0T su 1T grupių rezultatus buvo nustatyta, kad 1T grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 1,78 °C arba 9,17 proc. aukštesnė ($p<0,05$) už 0T vidutinę temperatūrą.

Lyginant pieno liaukų vidutinę temperatūrą nustatyta, kad 0T grupei paskirtų priekinių dešinių ketvirčių paviršinė vidutinė temperatūra buvo lygi 0T grupės priekinių kairių ketvirčių temperatūrai ($p=0,99$). Palyginus 1T grupės priekinių dešinių ketvirčių vidutinę temperatūrą su 1T grupės

užpakalinių ketvirčių temperatūra nustatyta, kad dešinės pusės temperatūra buvo 0,19 °C arba 0,60 proc. (p=0,86) didesnė už kairės pusės vidutinę temperatūrą. Lyginant užpakalinių ketvirčių temperatūrą tarp kairės ir dešinės pusės 0T grupėje nustatyta, kad dešinės pusės vidutinė temperatūra buvo 0,08 °C arba 0,27 proc. (p=0,60) aukštesnė už kairės pusės. Palyginus 1T grupės rezultatus tarp kairės ir dešinės pusių nustatyta, kad kairės pusės užpakalinių ketvirčių vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,20 °C arba 0,65 proc. (p=0,64) didesnė už dešinės pusės.

Apjungiant karvių pieno liaukos priekinių ketvirčių dešinės ir kairės pusės temperatūros rezultatus ir užpakalinių ketvirčių dešinės ir kairės pusės temperatūrų rezultatus, bei suskirsčius į grupes, gauti rezultatai pateikti 4 paveiksle.

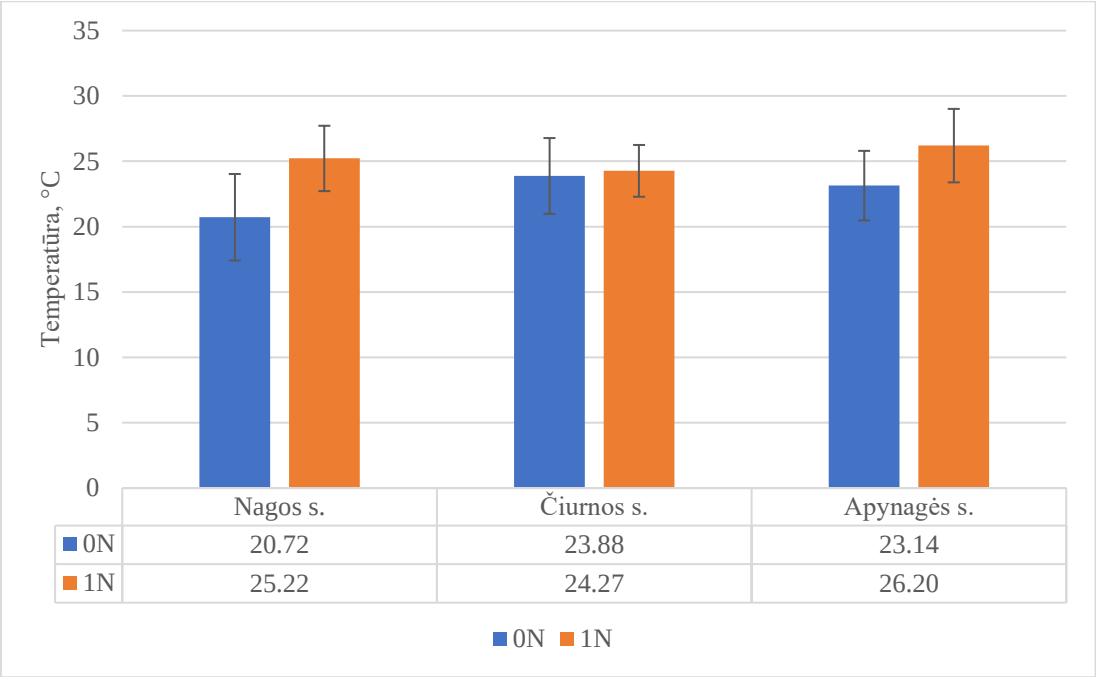


4 pav. *Karvių tešmens priekinių ir galinių ketvirčių paviršinės temperatūros rezultatai pagal termografinius ir klinikinius požymius*

Lyginant karvių priekinių ketvirčių paviršinės temperatūros vidurkius tarp 0T ir 1T grupės nustatyta, kad 1T grupei priskirtų ketvirčių paviršinė temperatūra buvo 2,54 °C arba 8,77 proc. didesnė (p<0,05) už 0T grupei priskirtų ketvirčių paviršinę temperatūrą. Palyginus užpakalinių ketvirčių 0T ir 1T grupes nustatyta, kad 1T grupei priskirtų ketvirčių paviršinė vidutinė temperatūra buvo 1,66 °C arba 5,64 proc. didesnė (p<0,05) už 0T grupei priskirtų ketvirčių paviršinę temperatūrą.

3.2. Karvių nagų termografinio tyrimo rezultatai

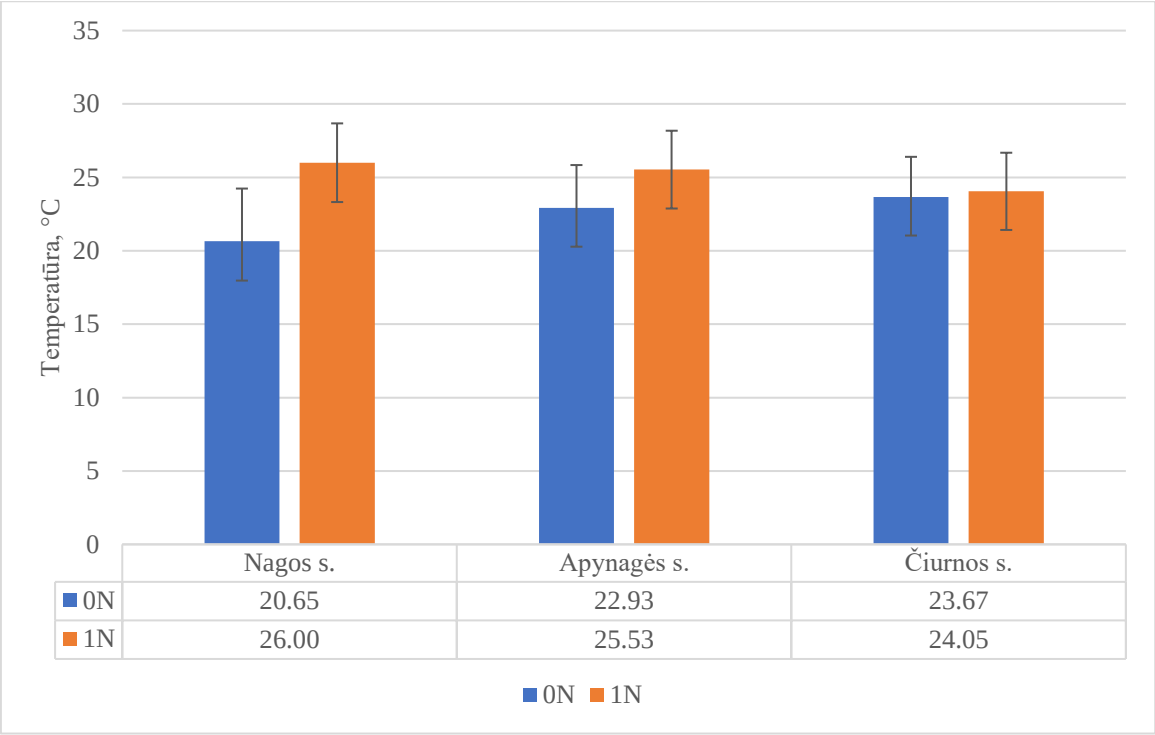
5 paveiksle pateikti karvių kairės užpakalinės kojų nagų paviršinės temperatūros rezultatai, suskirtyti į grupes pagal termografinius ir klinikinius duomenis.



5 pav. *Karvių kairės užpakalinės kojos paviršinės temperatūros rezultatai pagal termografinius ir klinikinius požymius*

Lyginant kairės galinės kojos nagų vidutinę paviršinę temperatūrą tarp 0N ir 1N grupių nustatyta, kad 1N grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 4,5 °C arba 21,72 proc. didesnė ($p<0,05$) už 0N grupės nagos sąnario paviršinę vidutinę temperatūrą. Lyginant 0N ir 1N grupių čiurnos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta, kad 1N grupės čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,39 °C arba 1,63 proc. didesnė ($p=0,55$) nei 0N grupės. Palyginus apynagės sąnario rezultatus tarp 0N ir 1T grupių nustatyta, kad 1N grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 3,06 °C arba 13,22 proc. didesnė ($p<0,05$) negu 0N grupės paviršinė vidutinė temperatūra.

Karvių dešinės užpakalinės kojų nagų paviršinės temperatūros rezultatai, suskirtyti į grupes pagal termografinius ir klinikinius duomenis, pateikti 6 paveiksle.

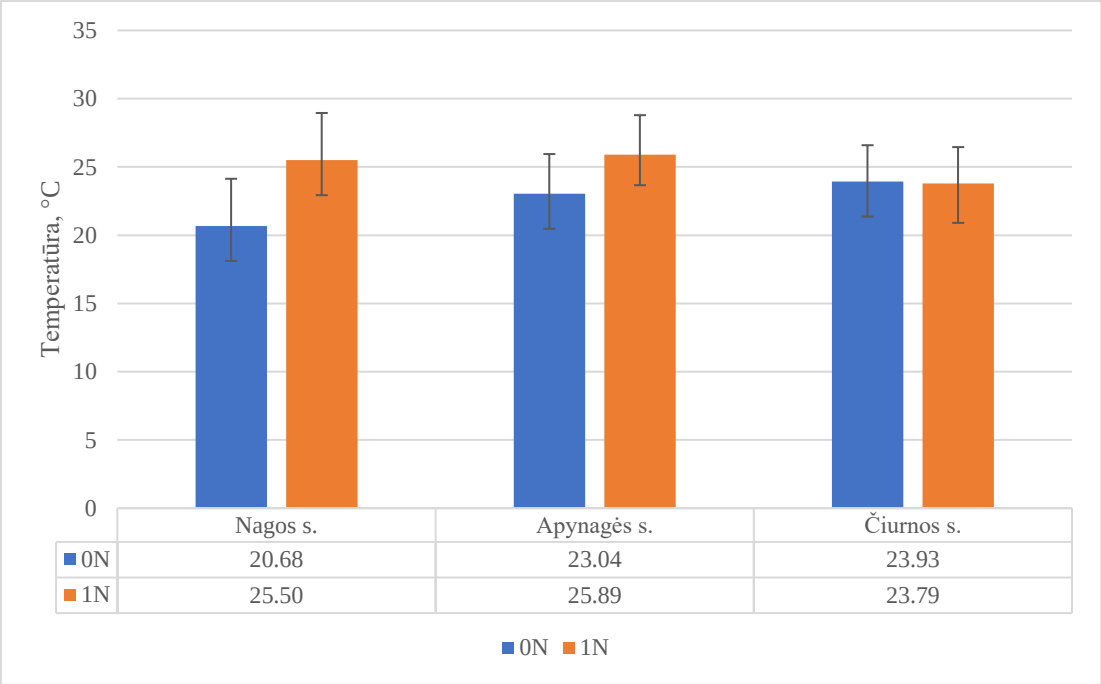


6 pav. *Karvių dešinės užpakalinės kojos paviršinės temperatūros rezultatai pagal termografinius ir klinikinius požymius*

Lyginant užpakalinės dešinės kojos nagų vidutinę paviršinę temperatūrą tarp 0N ir 1N grupių nustatyta, kad 1N grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 5,35 °C arba 25,91 proc. didesnė ($p<0,05$) už 0N grupės nagos sąnario paviršinę vidutinę temperatūrą. Lyginant apynagės sąnario 0N ir 1N grupių paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta, kad 1N grupės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 2,60 °C arba 11,34 proc. didesnė ($p=0,03$) nei 0N grupės. Palyginus čiurnos sąnario rezultatus tarp 0N ir 1N grupių nustatyta, kad 1N grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,38 °C arba 1,61 proc. didesnė ($p=0,63$) negu 0N grupės paviršinė vidutinė temperatūra.

Lyginant rezultatus tarp dešinės ir kairės pusės kojų 0N ir 1N grupėse nustatyta, kad 0N grupėje dešinės pusės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,07 °C arba 0,34 proc. ($p=0,89$) didesnė už kairės pusės, kairės pusės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,95 °C arba 3,98 proc. ($p=0,57$) didesnė už dešinės pusės ir dešinės pusės čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,53 °C arba 2,24 proc. ($p=0,33$) didesnė už kairės pusės čiurnos sąnario vidutinę paviršinę temperatūrą. Palyginus rezultatus tarp dešinės ir kairės pusės kojų 1N grupėje nustatyta, kad dešinės pusės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,78 °C arba 3,09 proc. ($p=0,26$) didesnė už kairės pusės, dešinės pusės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,26 °C arba 5,19 proc. ($p=0,67$) didesnė už kairės pusės ir kairės pusės čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 2,15 °C arba 8,94 proc. ($p=0,62$) didesnė už dešinės pusės.

Apjungiant karvių nagų kairės ir dešinės pusių rezultatus ir suskirsčius į grupes pagal temperatūrų duomenis, gauti rezultatai pateikti 7 paveiksle.



***7 pav**. Karvių užpakalinių kojų paviršinės temperatūros rezultatai pagal termografinius ir klinikinius požymius*

Lyginant karvių užpakalinių kojų paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta, kad 0N grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 4,82 °C arba 23,31 proc. didesnė ($p<0,05$) už 1N grupės. Palyginus apynagės sąnario rezultatus tarp 0N ir 1N grupių nustatyta, kad 1N grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 2,85 °C arba 12,37 proc. didesnė ($p<0,05$) negu 0N grupės apynagės sąnario vidutinę paviršinę temperatūrą. Lyginant čiurnos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius tarp 0N ir 1N grupių nustatyta, kad 1N grupės čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,14 °C arba 0,59 proc. žemesnė ($p=0,94$) už 0N grupės.

3.3. Koreliacijos testo rezultatai

Atlikus priekinių ir užpakalinių ketvirčių temperatūros su užpakalinių kojų temperatūra ir gaunamo pieno kiekio su priekinių ir užpakalinių ketvirčių temperatūromis bei užpakalinių kojų temperatūra koreliacijos testus, gauti rezultatai pateikiami 1 lentelėje. Atlikus koreliacijos testą buvo nustatyti silpni ryšiai tarp priekinių ketvirčių paviršinės temperatūros ir nagos sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S=0,27$) ($p<0,05$), apynagės sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S=0,43$) ($p<0,05$) ir čiurnos sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S=0,46$) ($p<0,05$). Labai silpnas ryšys pastebėtas tarp galinių ketvirčių paviršiaus temperatūros ir nagos sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S=0,15$) ($p<0,05$). Nustatyti silpni ryšiai tarp galinių pieno liaukos ketvirčių paviršiaus temperatūros ir apynagės sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S=0,32$) ($p<0,05$) ir čiurnos sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S=0,36$)

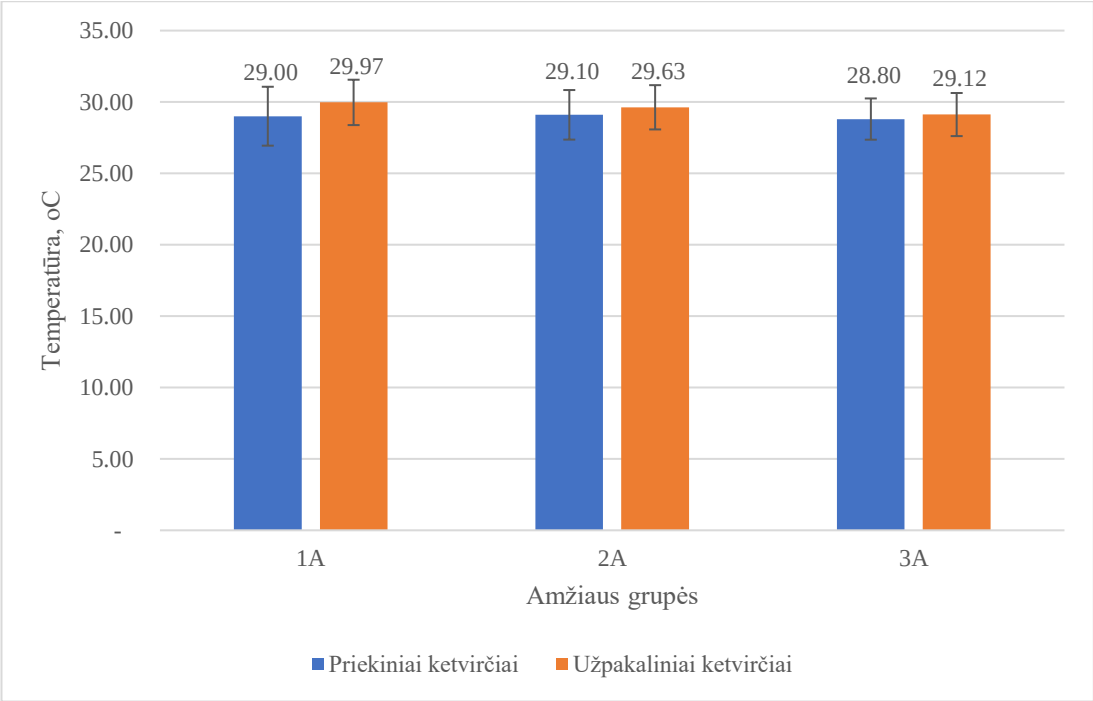
($p<0,05$). Pastebėti statistiškai nereikšmingi labai silpni ryšiai tarp pieno primielžio ir pieno liaukos priekinių ketvirčių paviršiaus temperatūros ($r_S=0,04$) ($p=0,28$), pieno liaukos galinių ketvirčių paviršiaus temperatūros ($r_S=0,06$) ($p=0,16$) ir nagos sąnario paviršiaus temperatūros ($r_S= -0,27$) ($p=0,43$). Silpni, tačiau statistiškai nepatikimi ryšiai rasti tarp pieno liaukos galinių ketvirčių paviršiaus temperatūros ir apynagės sąnario temperatūros ($r_S=0,52$) ($p=0,20$) bei čiurnos sąnario ($r_S=0,60$) ($p=0,34$) vidutinių paviršiaus temperatūrų.

1 lentelė. *Koreliacijos ryšiai tarp skirtingų veiksnių ir kintamųjų*

Veiksnys	Kintamasis	Koreliacijos koeficientas	Patikimumas
Priekiniai ketvirčiai	Nagos sąnarys	0,27	<0,05
	Apynagės sąnarys	0,43	<0,05
	Čiurnos sąnarys	0,46	<0,05
Užpakaliniai ketvirčiai	Nagos sąnarys	0,15	<0,05
	Apynagės sąnarys	0,32	<0,05
	Čiurnos sąnarys	0,36	<0,05
Pieno primielžis	Priekiniai ketvirčiai	0,04	0,28
	Užpakaliniai ketvirčiai	0,06	0,16
	Nagos sąnarys	-0,11	0,43
	Apynagės sąnarys	0,52	0,20
	Čiurnos sąnarys	0,60	0,34

3.4. Karvių amžiaus įtaka termografinio tyrimo rezultatams

Suskirsčius karvių tešmens paviršinės temperatūros duomenis pagal amžių, gauti rezultatai pateikti 8 paveiksle.

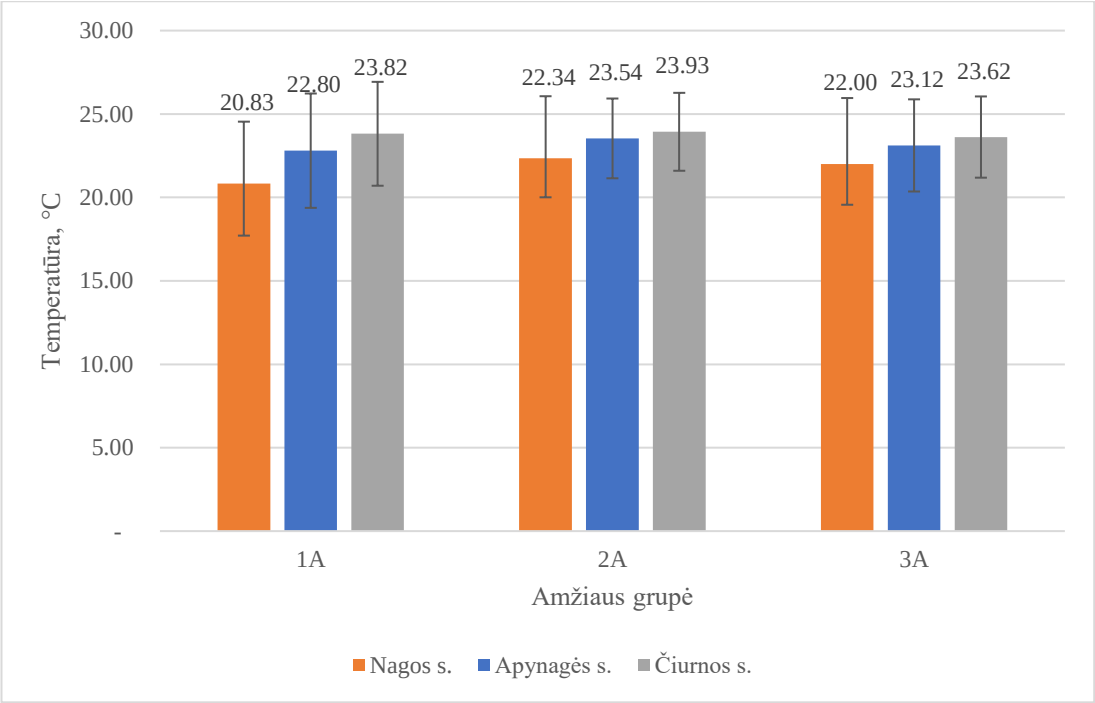


8 pav. *Amžiaus priklausomybė pieno liaukų paviršinei temperatūrai*

Lyginant pieno liaukų priekinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp amžiaus grupių nustatyta, kad 1A grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,10 °C arba 0,33 proc. (p=0,69) žemesnė už 2A grupės. Palyginus 1A grupės paviršinę vidutinę temperatūrą su 3A grupe nustatyta, kad 1A grupėje temperatūra buvo 0,20 °C arba 0,69 proc. (p=0,51) didesnė nei vidutinė paviršinė temperatūra 3A grupėje. Lyginant priekinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp 2A ir 3A grupių nustatyta, kad 2A grupės vidutinė temperatūra buvo 0.30 °C arba 1,02 proc. (p=0,26) aukštesnė, nei 3A grupės. Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad amžiaus grupė neturėjo įtakos priekinių ketvirčių paviršinei temperatūrai (r^2=0,011; p=0,18).

Palyginus pieno liaukų užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp amžiaus grupių nustatyta, kad 1A grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,34 °C arba 1,14 proc. (p=0,09) aukštesnė už 2A grupės. Lyginant 1A grupės užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą su 3A grupės nustatyta, kad 1A grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,85 °C arba 2,84 proc. (p<0,05) didesnė nei 3A grupės. Lyginant užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp 2A ir 3A grupių nustatyta, kad 2A grupės vidutinė temperatūra buvo 0,51 °C arba 1,72 proc. (p=0,04) aukštesnė už 3A grupės. Nustatyta, kad amžiaus grupė taip pat neturėjo įtakos užpakalinių ketvirčių paviršinei temperatūrai (r^2=0,001; p=0,81).

Suskirsčius karvių užpakalinių kojų nagų paviršinės temperatūros rezultatus pagal amžių, gauti rezultatai pateikti 9 paveiksle.



9 pav. *Amžiaus priklausomybė kojų nagų paviršinei temperatūrai*

Lyginant karvių užpakalinių kojų nagų paviršinės temperatūros vidurkius tarp amžiaus grupių nustatyta, kad 1A grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,52 °C arba 7,29 proc. (p=0,02) žemesnė už 2A grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra. Lyginant 1A ir 3A grupių nagos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta, kad 3A grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 1,17 °C arba 5,62 proc. (p>0,05) aukštesnė už 1A grupės. Palyginus nagos sąnario temperatūros rezultatus tarp 2A ir 3A grupių, nustatyta, kad 2A grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,35 °C arba 1,55 proc. (p=0,57) aukštesnė už 3A grupės.

Palyginus karvių užpakalinių kojų nagų apynagės sąnario paviršinės temperatūros vidurkius tarp 1A ir 2A grupių nustatyta, kad 1A grupės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,74 °C arba 3,22 proc. (p>0,05) žemesnė negu 2A grupės. Lyginant apynagės sąnario 1A ir 3A grupių paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta, kad 1A grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,31 °C arba 1,38 proc. (p=0,55) žemesnė už 3A grupės apynagės sąnario paviršinę vidutinę temperatūra. Lyginant 2A ir 3A grupių apynagės sąnario temperatūros rezultatus nustatyta, kad 2A grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 0,42 °C arba 1,79 proc. (p=0,30) aukštesnė už 3A grupės.

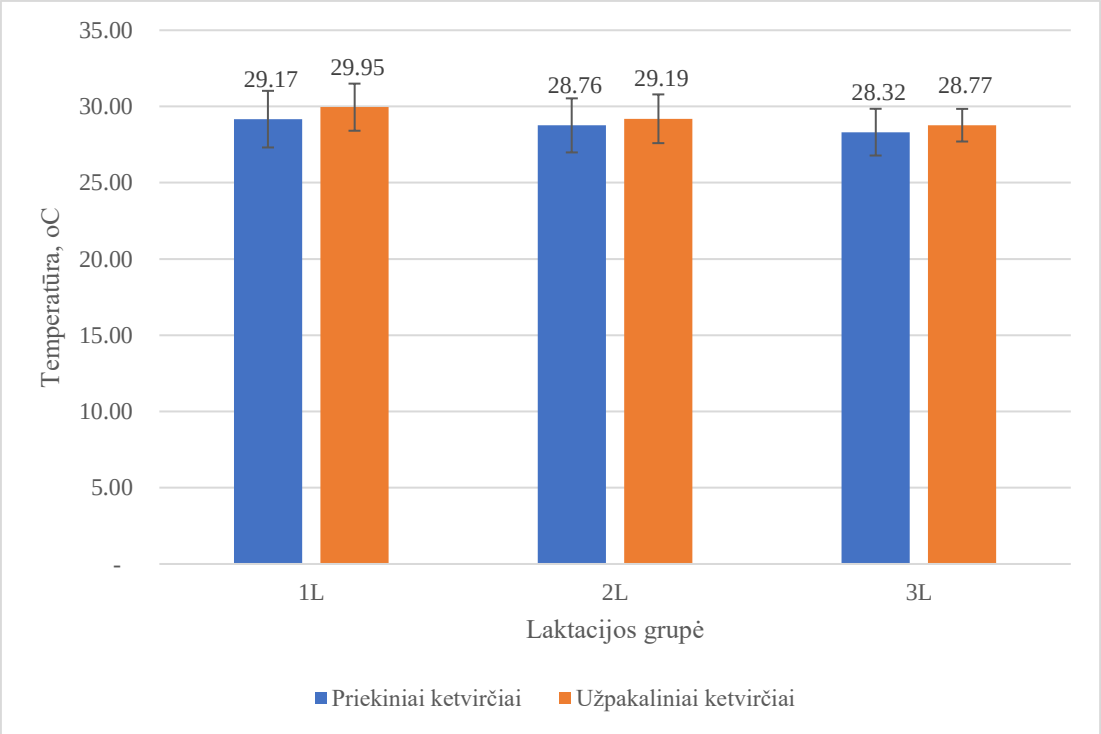
Lyginant karvių užpakalinių kojų nagų paviršinės temperatūros vidurkius tarp amžiaus grupių nustatyta, kad 1A grupės čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,12 °C arba 0,50 proc. žemesnė (p=0,74) už 2A grupės. Lyginant čiurnos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius tarp 1A ir 3A grupių nustatyta, kad 1A grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 0,20 °C arba 0,82 proc. (p=0,69) aukštesnė už 3A grupės. Palyginus rezultatus tarp 2A ir 3A grupių, nustatyta, kad 2A grupės

čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,31 °C arba 1,32 proc. (p=0,41) aukštesnė už 3A grupės čiurnos sąnario vidutinę paviršinę temperatūrą.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad amžiaus grupė neturėjo įtakos apynagės sąnario (r^2=0,008; p=0,29), čiurnos sąnario (r^2=0,009; p=0,25) ir nagos sąnario (r2=0,0005; p=0,92) paviršinei temperatūrai.

3.5. Karvių laktacijos įtaka termografinio tyrimo rezultatams

Suskirsčius karvių tešmens paviršinės temperatūros rezultatus pagal laktacijos grupes, gauti rezultatai pateikti 10 paveiksle.



10 pav. *Laktacijos daroma įtaka pieno liaukų paviršinei temperatūrai*

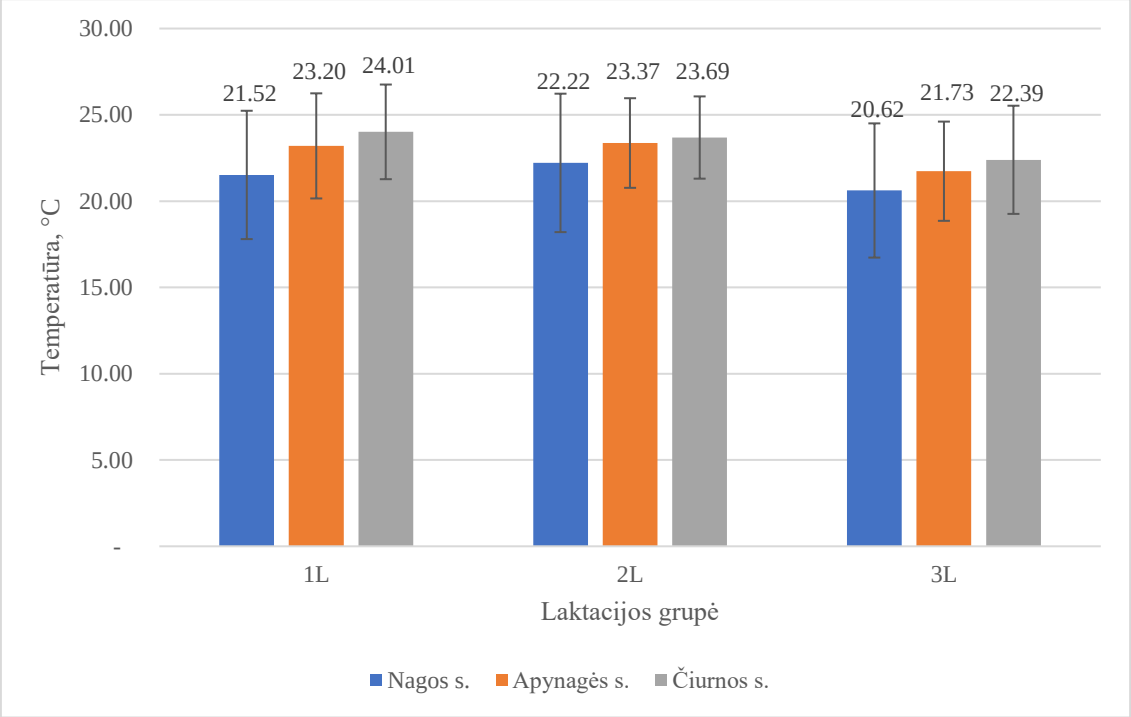
Lyginant pieno liaukų priekinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp laktacijos grupių nustatyta, kad 1L grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,41 °C arba 1,40 proc. (p=0,89) aukštesnė už 2L grupės. Palyginus 1L grupės priekinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą su 3L grupės nustatyta, kad 1L grupės vidutinė temperatūra buvo 0,85 °C arba 2,92 proc. (p=0,60) didesnė nei vidutinė paviršinė temperatūra 3L grupėje. Lyginant priekinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp 2L ir 3L grupių nustatyta, kad 2L grupės vidutinė temperatūra buvo 0.44 °C arba 1,54 proc. (p=0,33) aukštesnė, nei 3L grupės.

Palyginus pieno liaukų užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp laktacijos grupių nustatyta, kad 1L grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,76 °C arba 2,54 proc. (p<0,05) aukštesnė už 2L grupės. Lyginant 1L grupės užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą su

3L grupės nustatyta, kad 1L grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,18 °C arba 3,95 proc. ($p<0,05$) didesnė nei 3L grupės. Lyginant užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp 2L ir 3L grupių nustatyta, kad 2L grupės vidutinė temperatūra buvo 0,42 °C arba 1,44 proc. ($p=0,29$) aukštesnė už 3L grupės.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad laktacija turėjo įtakos priekinių ketvirčių paviršinei temperatūrai ($r^2=0,018$; $p=0,017$), tačiau neturėjo įtakos užpakalinių ketvirčių paviršinei temperatūrai ($r^2=0,004$; $p=0,27$).

Suskirsčius karvių užpakalinių kojų nagų paviršinės temperatūros rezultatus į laktacijos grupes, gauti rezultatai pateikti 11 paveiksle.



11 pav. *Laktacijos daroma įtaka karvių užpakalinių kojų nagų paviršinei temperatūrai*

Lyginant karvių užpakalinių kojų nagų paviršinės temperatūros vidurkius tarp laktacijos grupių nustatyta, kad 1L grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,70 °C arba 3,24 proc. ($p=0,16$) žemesnė nei 2L grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra. Lyginant 1L ir 3L grupių nagos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta, kad 1L grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 0,90 °C arba 4,19 proc. ($p>0,05$) aukštesnė už 3L grupės. Palyginus nagos sąnario rezultatus tarp 2L ir 3L grupių, nustatyta, kad 2L grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,60 °C arba 7,20 proc. ($p=0,13$) aukštesnė už 3L grupės.

Palyginus karvių užpakalinių kojų nagų apynagės sąnario paviršinės temperatūros vidurkius tarp 1L ir 2L grupių nustatyta, kad 1L grupės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,17 °C arba 0,72 proc. ($p=0,66$) žemesnė negu 2L grupės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra. Lyginant 1L ir 3L grupių apynagės sąnario paviršinės temperatūros vidurkius nustatyta,

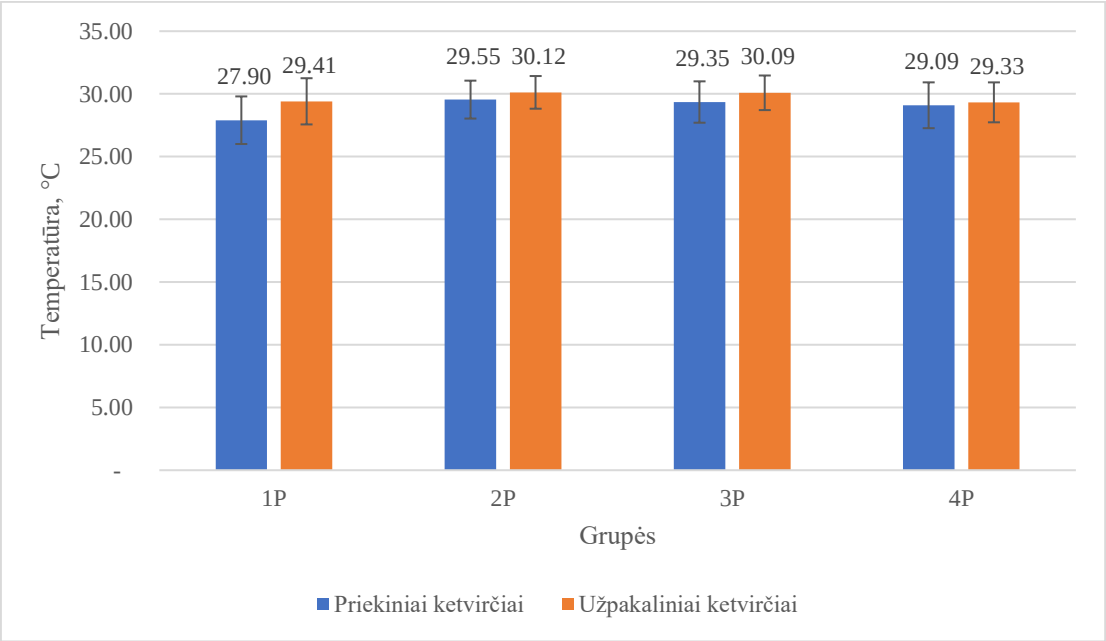
kad 1L grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,47 °C arba 6,32 proc. (p=0,33) aukštesnė už 3L grupės apynagės sąnario paviršinę vidutinę temperatūra. Lyginant 2L ir 3L grupių apynagės sąnario rezultatus nustatyta, kad 2L grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 1,63 °C arba 6,99 proc. (p=0,02) aukštesnė už 3L grupės.

Lyginant karvių užpakalinių kojų nagų čiurnos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius tarp laktacijos grupių nustatyta, kad 1L grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,33 °C arba 1,37 proc. aukštesnė (p=0,34) už 2L grupės. Lyginant čiurnos sąnario paviršinės temperatūros vidurkius tarp 1L ir 3L grupių nustatyta, kad 1L grupės paviršinė vidutinė temperatūra buvo 1,62 °C arba 6,74 proc. (p=0,02) aukštesnė už 3L grupės. Palyginus rezultatus tarp 2L ir 3L grupių, nustatyta, kad 2L grupės čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,29 °C arba 5,45 proc. (p>0,05) aukštesnė už 3L grupės čiurnos sąnario vidutinę paviršinę temperatūrą.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad laktacija turėjo įtakos apynagės sąnario paviršinei temperatūrai (r^2=0,018; p=0,019), tačiau neturėjo įtakos čiurnos sąnario paviršinei temperatūrai (r^2=0,0004; p=0,74) bei nagos sąnario paviršinei temperatūrai (r^2=0,007; p=0,13).

3.6. Karvių laktacijos periodo įtaka termografinio tyrimo rezultatams

Suskirsčius karvių tešmens paviršinės temperatūros rezultatus į grupes pagal laktacijos periodą, gauti rezultatai pateikti 12 paveiksle.



12 pav. *Laktacijos periodo daroma įtaka pieno liaukų paviršinei temperatūrai*

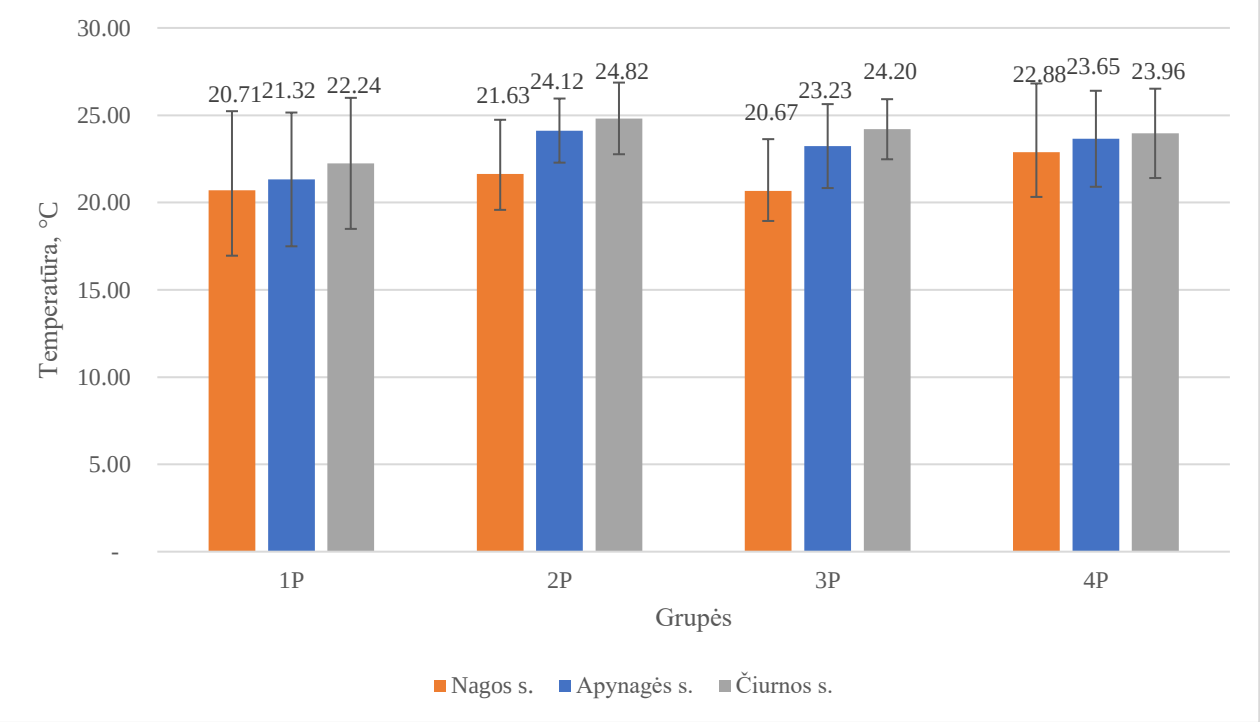
Lyginant priekinių ketvirčių temperatūrą tarp laktacijos periodo grupių nustatyta, kad pieno liaukos priekinių ketvirčių temperatūra 1P grupėje buvo 1,64 °C arba 5,89 proc. (p<0,05) žemesnė nei 2P grupėje, 1,45 °C arba 5,19 proc. (p<0,05) žemesnė nei 3P grupėje, bei 1,19 °C arba 4,27 proc.

(p<0,05) žemesnė nei 4P grupei priskirtų karvių. Karvių priskirtų 2P grupei vidutinė priekinių ketvirčių temperatūra buvo 0,19 °C arba 0,65 proc. (p=0,51) didesnė už 3P grupei priskirtų karvių ir 0,45 °C arba 1,53 proc. (p=0,14) didesnė už 4P grupei priskirtų karvių pieno liaukos priekinių ketvirčių vidutinę temperatūrą. Palyginus 3P ir 4P grupių karvių tešmens priekinių kamerų vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad 3P grupės temperatūra buvo 0,26 °C arba 0,88 proc. (p=0,31) didesnė nei 4P grupėje.

Lyginant užpakalinių ketvirčių temperatūrą tarp laktacijos periodo grupių nustatyta, kad 1P grupėje pieno liaukos užpakalinių ketvirčių temperatūra buvo 0,71 °C arba 2,42 proc. (p=0,03) žemesnė nei 2P grupėje, 0,68 °C arba 2,31 proc. (p=0,13) žemesnė nei 3P grupėje, bei 0,08 °C arba 0,28 proc. (p=0,76) aukštesnė nei 4P grupei priskirtų karvių. Karvių priskirtų 2P grupei vidutinė užpakalinių ketvirčių temperatūra buvo 0,03 °C arba 0,11 proc. (p=0,89) didesnė už 3P grupei priskirtų karvių ir 0,80 °C arba 2,64 proc. (p<0,05) didesnė už 4P grupei priskirtų karvių pieno liaukos užpakalinių ketvirčių vidutinę temperatūrą. Palyginus 3P ir 4P grupių karvių tešmens užpakalinių kamerų vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad 3P grupės temperatūra buvo 0,76 °C arba 2,53 proc. (p<0,05) didesnė nei 4P grupėje.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad laktacijos periodas turėjo įtakos priekinių ketvirčių paviršinei temperatūrai (r^2=0,004; p=0,0003), tačiau neturėjo įtakos užpakalinių ketvirčių paviršinei temperatūrai (r^2=0,025; p=0,11).

Suskirsčius karvių užpakalinių kojų nagų paviršinės temperatūros rezultatus pagal laktacijos periodą gauti rezultatai pateikti 13 paveiksle.



13 pav. *Laktacijos periodo daroma įtaka karvių užpakalinių nagų paviršinei temperatūrai*

Lyginant užpakalinių galūnių temperatūrą tarp laktacijos periodo grupių nustatyta, kad 1P grupės apynagės sąnario paviršinė vidutinė temperatūra buvo 2,80 °C arba 13,12 proc. ($p<0,05$) žemesnė už 2P grupės, 1,91 °C arba 8,96 proc. ($p<0,05$) žemesnė už 3P grupės, ir 2,33 °C arba 10,90 proc. ($p<0,05$) žemesnė už 4P grupės karvių apynagės sąnario vidutinę temperatūrą. Karvių 2P grupėje vidutinė paviršinė apynagės sąnario temperatūra buvo 0,89 °C arba 3,68 proc. ($p=0,03$) didesnė už 3P grupės ir 0,47 °C arba 1,94 proc. ($p=0,29$) didesnė už 4P grupės karvių apynagės sąnario vidutinę paviršinę temperatūrą. Palyginus 3P ir 4P grupių karvių apynagės sąnario vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad 3P grupės temperatūra buvo 0,42 °C arba 1,80 proc. ($p=0,27$) žemesnė už 4P grupės.

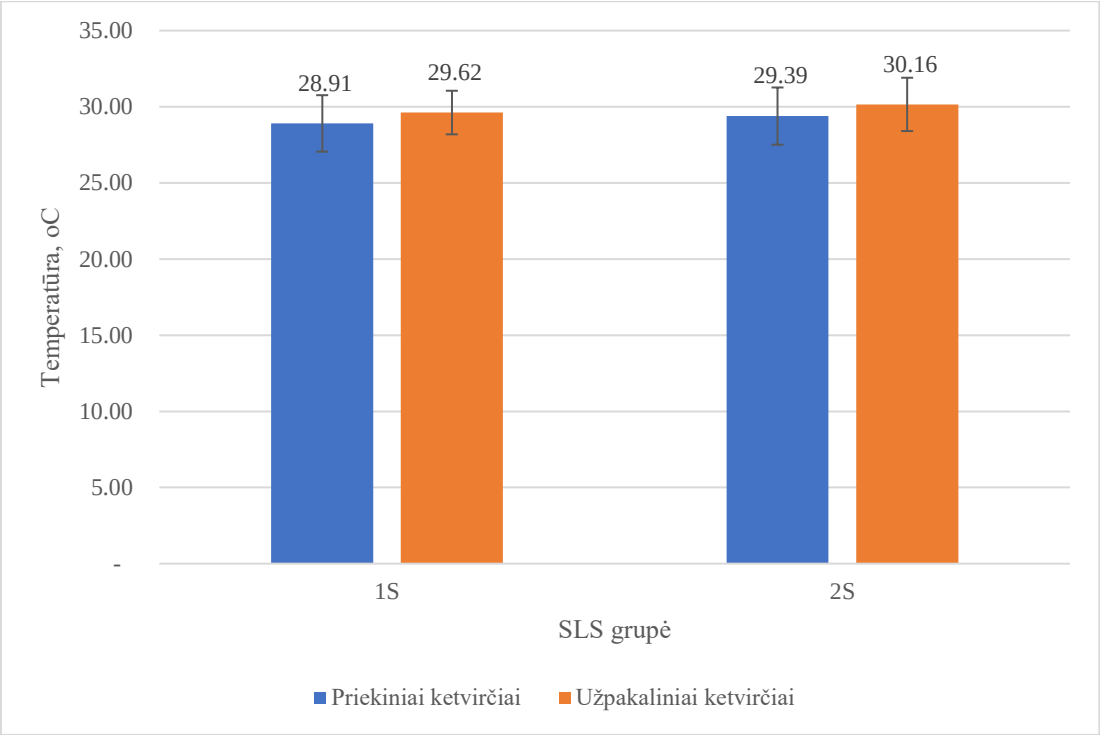
Lyginant nagos sąnario temperatūrą tarp laktacijos periodo grupių nustatyta, kad 1P grupėje karvių nagos sąnario paviršinė temperatūra buvo 0,92 °C arba 4,46 proc. ($p=0,24$) žemesnė nei 2P grupėje, 0,04 °C arba 0,20 proc. ($p=0,95$) aukštesnė nei 3P grupėje, bei 2,17 °C arba 10,49 proc. ($p<0,05$) žemesnė nei 4P grupės karvių. Karvių 2P grupėje vidutinė nagos sąnario temperatūra buvo 0,96 °C arba 4,46 proc. ($p=0,08$) didesnė už 3P grupės ir 1,25 °C arba 5,77 proc. ($p=0,06$) žemesnė už 4P grupės karvių nagos sąnario vidutinę temperatūrą. Palyginus 3P ir 4P grupių nagos sąnario vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad 3P grupės temperatūra buvo 2,21 °C arba 10,71 proc. ($p<0,05$) žemesnė už 4P grupės.

Lyginant užpakalinių galūnių temperatūrą tarp laktacijos periodo grupių nustatyta, kad čiurnos sąnario paviršinė vidutinė temperatūra 1P grupėje buvo 2,57 °C arba 11,57 proc. ($p<0,05$) žemesnė nei 2P grupėje, 1,95 °C arba 8,79 proc. ($p<0,05$) žemesnė nei 3P grupėje, bei 1,72 °C arba 7,72 proc. ($p<0,05$) žemesnė nei 4P grupei priskirtų karvių čiurnos sąnario vidutinė temperatūra. 2P grupės karvių vidutinė paviršinė čiurnos sąnario temperatūra buvo 0,62 °C arba 2,50 proc. ($p=0,07$) didesnė už 3P grupės ir 0,86 °C arba 3,45 proc. ($p<0,05$) didesnė už 4P grupės karvių čiurnos sąnario vidutinę paviršiaus temperatūrą. Palyginus 3P ir 4P grupių karvių čiurnos sąnario vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad 3P grupės temperatūra buvo 0,24 °C arba 0,98 proc. ($p=0,46$) aukštesnė už 4P grupės.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad laktacijos periodas turėjo įtakos apynagės sąnario paviršinei temperatūrai ($r^2=0,134$; $p<0,001$), čiurnos sąnario paviršinei temperatūrai ($r^2=0,075$; $p<0,001$) bei nagos sąnario paviršinei temperatūrai ($r^2=0,038$; $P<0,05$).

3.7. Somatinių ląstelių skaičiaus piene įtaka termografinio tyrimo rezultatams

Suskirsčius karvių tešmens paviršinės temperatūros rezultatus į grupes pagal laktacijos periodą, gauti rezultatai pateikti 14 paveiksle.

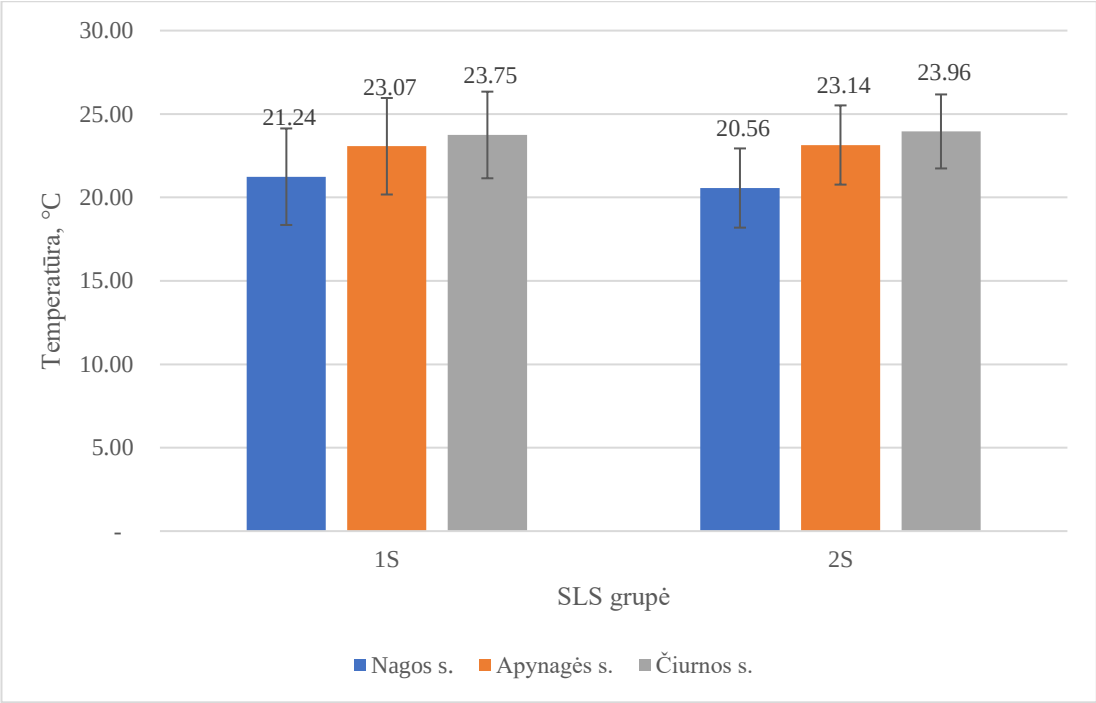


14 pav. *Somatinių ląstelių skaičiaus piene daroma įtaka pieno liaukų paviršinei temperatūrai*

Lyginant pieno liaukų priekinių ketvirčių vidutinę paviršinę temperatūrą tarp somatinių ląstelių piene grupių nustatyta, kad 2S grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,48 °C arba 1,66 proc. (p=0,07) aukštesnė už 1S grupės. Palyginus pieno liaukų užpakalinių ketvirčių paviršinę vidutinę temperatūrą tarp 1S ir 2S grupių nustatyta, kad 2S grupės vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,54 °C arba 1,81 proc. ($p<0,05$) aukštesnė už 1S grupės.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad somatinių ląstelių skaičius neturėjo įtakos priekinių ketvirčių (r^2=0,0001; p=0,86) bei užpakalinių ketvirčių (r^2=0,00001; p=0,95) paviršinei temperatūrai.

Suskirsčius karvių užpakalinių kojų paviršinės temperatūros rezultatus į grupes pagal laktacijos periodą, gauti rezultatai pateikti 15 paveiksle.



15 pav. *Somatinių ląstelių skaičiaus piene daroma įtaka užpakalinių kojų paviršinei temperatūrai*

Lyginant karvių užpakalinių kojų vidutinę paviršinę temperatūrą tarp SLS grupių nustatyta, kad 1S grupės nagos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,68 °C arba 3,19 proc. (p=0,15) aukštesnė už 2S grupės. Palyginus apynagės sąnario vidutinę temperatūrą tarp 1S ir 2S grupių nustatyta, kad 2S grupės apynagės sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,07 °C arba 0,32 proc. (p=0,85) aukštesnė už 1L grupės. Palyginus 1S ir 2S grupių čiurnos sąnario vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad 2S grupės temperatūra buvo 0,21 °C arba 0,89 proc. (p=0,59) aukštesnė už 1S grupės.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad somatinių ląstelių skaičius neturėjo įtakos apynagės sąnario paviršinei temperatūrai (r^2=0,014; p=0,051), čiurnos sąnario paviršinei temperatūrai (r^2=0,013; p=0,066) bei nagos sąnario paviršinei temperatūrai (r^2=0,008; p=0,32).

4. REZULTATŲ APTARIMAS

Paviršiaus temperatūra yra svarbus gyvūnų ligų ir jų fiziologinės būklės rodiklis, todėl paviršiaus temperatūros įvertinimas turi būti greitas ir tikslus. Praktikoje odos temperatūrai registruoti gali būti naudojami skirtingi metodai, tačiau IRT vaizdų analizė, skirta įvertinti gyvūnų kūno temperatūrą ir prognozuoti jos reikšmę, tampa vis populiaresnė (42) (43). Dėl galimybės greitai, neinvazyviai ir automatizuotai matuoti temperatūrą gyvūno kūno paviršiuje, šis metodas rodo didelį potencialą diagnozuoti vietinį uždegimą (nagų, tešmens ir odos ligas) (21). Ūkiai, kurie naudotų IRT ligoms aptikti, galėtų sumažinti ūkyje dirbančių žmonių skaičių, pagerinti gyvūnų gerovę ir padidinti produkcijos kiekį (44) (45).

Termografija yra perspektyvi diagnostikos priemonė melžiamų karvių nagų pažeidimams aptikti. Galimybė neinvaziniu būdu aptikti patologijas susijusias su uždegimo procesu dėl temperatūros pokyčių yra labai pageidautina. Termografinio vaizdo analizės ir klinikinio tyrimo derinys yra naudingas ir patikimas būdas užkirsti nagų problemoms (20). J.E. Stokes ir kiti (3) savo tyrime teigė, kad IRT yra patikima, praktiška priemonė karvių nagų pažeidimams aptikti, nereikiant jų valyti ar kelti, tačiau jos negalima naudoti norint diferencijuoti pažeidimus. Nors termografija negali atskleisti konkrečių patologijos detalių, tačiau ji padeda nustatyti uždegimo ar sužalojimo lokalizaciją, padidėjusį metabolizmą ar sumažėjusį karštį (sumažėjusią kraujotaką) (4) (46). Orman ir M. I. Endres (36) atliktame tyrime nustatyta, kad karvių su baltosios linijos liga (WLD), pado opa (SU) ir digitaliniu dermatitu (DD) odos temperatūra buvo atitinkamai 1,7, 0,1 ir 0,4 °C aukštesnė nei sveikų karvių nagų paviršinė temperatūra.

Palyginus abiejų pusių užpakalinių kojų nagų rezultatus tarp sveikų karvių ir karvių su pažeistomis nagomis gauti skirtingi rezultatai. Nustatyta, kad karvių su laminito požymiais vidutinė paviršiaus temperatūra yra aukštesnė, nei sveikų karvių, tik vertinant nagos sąnario ir apynagės sąnario paviršinę vidutinę temperatūrą, kai atitinkamai temperatūros buvo 4,82 °C ir 2,85 °C aukštesnės už sveikų karvių, šie rezultatai buvo statistiškai patikimi. Tačiau lyginant čiurnos sąnario vidutinę paviršiaus temperatūrą nustatyta, kad sveikų karvių temperatūra buvo 0,14 °C aukštesnė už karvių su pažeistomis nagomis, gauti rezultatai buvo statistiškai nepatikimi.

D. J. Harris ir kt. (47) savo darbe teigė, kad kojų nagų pažeidimai pasitaiko dažniau jaunoms telyčioms nei vidutinio amžiaus karvėms, tačiau statistiškai patikimo ryšio tarp jaunų ir senų bei vidutinio amžiaus ir senų karvių nerado. Šiame darbe vertinant karvių nagų paviršinės temperatūros rezultatus tarp skirtingų amžiaus grupių gauti skirtumai buvo nedideli, gauti rezultatai statistiškai nepatiki. Vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatai taip pat neparodė amžiaus įtakos užpakalinių kojų nagų paviršinei vidutinei temperatūrai.

Analizuojant karvių nagų paviršinės temperatūros rezultatus tarp skirtingų laktacijos grupių gauti labai skirtingi rezultatai. Nustatėme, kad trečios ir ketvirtos laktacijos karvių apynagės sąnario paviršinė vidutinė temperatūra yra 1,63 °C aukštesnė už penktos ir šeštos laktacijos karvių. Taip pat nustatyta, kad pirmos ir antros laktacijos karvių čiurnos sąnario vidutinė paviršinė temperatūra buvo 1,62 °C aukštesnė už penktos ir šeštos laktacijos karvių. Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad laktacija turėjo įtakos apynagės sąnario paviršinei temperatūrai tačiau neturėjo įtakos čiurnos bei nagos sąnarių paviršinei temperatūrai.

T. Bobic ir kt. (45) savo tyrime nustatė, kad laktacijos periodas turi įtakos karvių nagų temperatūrai. Karvėms laktacijos pradžioje (iki 200 dienos) nustatyta aukštesnė augimo žiedo temperatūra, nei karvėms, kurių laktacija yra daugiau nei 200 dienų. Palyginus užpakalinių galūnių temperatūrą tarp laktacijos periodo grupių gauti skirtingi rezultatai. Statistiškai patikimi apynagės sąnario paviršinės temperatūros skirtumai buvo nustatyti tarp karvių laktacijos pradžioje ir karvių laktacijos viduryje bei karvių laktacijos pradžioje ir vėlyvos laktacijos karvių. Karvių laktacijos pradžioje vidutinė temperatūra buvo 2,80 °C žemesnė už viduriniosios laktacijos karvių ir 1,91 °C žemesnė už vėlyvos laktacijos karvių. Lyginant nagos sąnario vidutinę paviršinę temperatūrą statistiškai patikimi rezultatai nustatyti tarp ankstyvos laktacijos ir labai vėlyvos laktacijos karvių, kai karvių laktacijos pradžioje vidutinė temperatūra 2,17 °C žemesnė už labai vėlyvos laktacijos karvių. Analizuojant čiurnos sąnario rezultatus tarp laktacijos periodo grupių nustatyta, kad ankstyvosios laktacijos karvių vidutinė paviršiaus temperatūra buvo žemesnė už karvių vėlesniuose laktacijos perioduose, šie rezultatai laikomi statistiškai patikimais. Ankstyvos laktacijos karvių vidutinė paviršinė čiurnos sąnario temperatūra buvo 2,57 °C žemesnė už viduriniosios laktacijos, 1,95 °C žemesnė už vėlesnės ir 1,72 °C žemesnė už labai vėlyvos laktacijos karvių čiurnos sąnario paviršinę vidutinę temperatūrą. Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę nustatyta, kad laktacijos periodas turėjo įtakos nagos, apynagės ir čiurnos sąnarių paviršinei temperatūrai.

Buvo vertinama somatinių ląstelių kiekio piene įtaka karvių užpakalinių kojų nagų temperatūrai. Atlikus tyrimą statistiškai patikimų rezultatų nebuvo gauta. Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę taip pat negavome statistiškai patikimos įtakos. J. Olenchnowicz (48) savo darbe taip pat nustatė, kad somatinių ląstelių skaičius piene neturėjo įtakos karvių nagų sveikatingumui.

Analizuojant karvių užpakalinių kojų temperatūros koreliaciją tarp skirtingų veiksnių nustatytas silpnas teigiamas koreliacijos ryšys, kada kylant pieno liaukos priekinių ketvirčių temperatūrai, kyla ir nagos, apynagės ir čiurnos sąnarių paviršinė temperatūra, silpnas teigiamas koreliacijos ryšys nustatytas tarp pieno liaukos galinių ketvirčių paviršiaus temperatūros ir apynagės sąnario paviršiaus temperatūros ir čiurnos sąnario paviršiaus temperatūros. Labai silpnas ryšys rastas tarp galinių ketvirčių ir nagos sąnario paviršiaus vidutinės temperatūros.

Galvijų mastitas yra uždegiminė pieno liaukos audinio reakcija, atsirandanti dėl fizinės traumos ar mikroorganizmų infekcijų. Pagal uždegimo laipsnį galvijų mastitą galima suskirstyti į 3 klases: klinikinį, subklinikinį ir lėtinį. Klinikinis galvijų mastitas yra akivaizdus ir lengvai aptinkamas pagal klinikinius simptomus, tuo tarpu subklinikinis mastitas nerodo jokių matomų anomalijų (49). Be įprastų tešmens sveikatos stebėjimo ir ankstyvo mastito nustatymo metodų, IRT gali būti neabejotinai svarbi diagnostikos priemonė (28). N. A. F. Machado (24) priėmė išvadą, kad IRT yra neinvazyvi priemonė, kuri puikiai pritaikoma pienininkystėje, kad būtų galima tiksliai diagnozuoti karvių mastitą. Be to, kad IRT technologija yra greita, efektyvi ir neinvazinė priemonė, ji yra pakankamai jautri, kad aptiktų nedidelius temperatūros pokyčius tešmens paviršiuje, kurį sukelia subklinikinis mastitas (50). Sathiyabarathi M. ir kt. (28) savo atliktame tyrime nustatė, kad pieno liaukos ketvirčių su mastitu odos paviršiaus temperatūra buvo 2,35 °C aukštesnė nei sveikų. Ištyrus atskirų pieno liaukos ketvirčių vidutines paviršines temperatūras tarp sveikų ketvirčių ir ketvirčių su mastitu gauti rezultatai buvo statistiškai reikšmingi. Buvo nustatyta, kad visų sveikų ketvirčių vidutinė temperatūra buvo žemesnė už ketvirčių su mastitu. Apjungus abiejų pusių tešmens ketvirčių rezultatus ir palyginus tarp sveikų ir nesveikų ketvirčių taip pat gauti statistiškai reikšmingi rezultatai. Sveikų priekinių ketvirčių paviršinė vidutinė temperatūra buvo 2,54 °C mažesnė, o sveikų užpakalinių pieno liaukos ketvirčių temperatūra buvo 1,66 °C mažesnė už ketvirčių su mastitu.

Zaborski ir kt. (51) matavo amžiaus įtaką pieno liaukų paviršiaus temperatūrai prieš ir po melžimo. Abiem atvejais gauti statistiškai patikimus rezultatus tik vertinant užpakalinių ketvirčių temperatūrą tiek prieš melžimą, tiek po melžimo. Jie nustatė, kad kylant karvės amžiui, užpakalinių ketvirčių temperatūra mažėja. Palyginus karvių pieno liaukos paviršinės temperatūros rezultatus tarp skirtingų amžiaus karvių statistiškai patiki rezultatai gauti tik lyginant užpakalinius pieno liaukos ketvirčius. Nustatėme, kad iki 3 metų amžiaus karvių užpakalinių ketvirčių temperatūra buvo 0,85 °C didesnė už 6 ir daugiau metų amžiaus karvių, o karvių nuo 3 iki 6 metų amžiaus temperatūra buvo 0,51 °C aukštesnė už 6 ir daugiau metų amžiaus karvių. Tačiau remiantis dispersine analize nustatyta, kad amžius neturėjo įtakos tiek priekinių, tiek užpakalinių ketvirčių temperatūrai.

Analizuojant karvių pieno liaukos paviršinės temperatūros rezultatus tarp skirtingų laktacijos grupių, statistiškai patikimi rezultatai gauti tik analizuojant užpakalinių ketvirčių paviršiaus temperatūras. Nustatyta, kad pirmos ir antros laktacijos karvių užpakalinių ketvirčių vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,76 °C didesnė už trečios ir ketvirtos laktacijos karvių bei 1,18 °C aukštesnė už penktos ir šeštos laktacijos karvių. Atlikus dispersinę analizę nustatėme, kad laktacija turėjo įtakos tik priekinių ketvirčių temperatūrai. Z. Danish ir kt. (52) atliktame tyrime, taip pat buvo nustatytas ryšys tarp skirtingų laktacijos grupių ir priekinių ketvirčių temperatūros. Tačiau jie taip pat pastebėjo, kad pirmos laktacijos karvių priekinių ketvirčių temperatūra buvo pastebimai didesnė už

vėlesnių laktacijų. Anot R. F. S. Martins ir kt. (53) tešmens temperatūra sumažėja vėlesnėse laktacijose dėl lėtėjančio gyvulio metabolizmo.

Anot A. Lisowska-Lis (54) laktacijos periodai turėjo įtakos pieno liaukų temperatūrai. Jų teigimu, tešmens temperatūra yra aukštesnė laktacijos pradžioje ir viduryje, o vėlesniuose laktacijos perioduose pastebėtas temperatūros kritimas. Tačiau mūsų tyrime gauti labai skirtingi rezultatai lyginant pieno liaukos temperatūras tarp skirtingų laktacijos periodų. Mes nustatėme, kad ankstyvos laktacijos karvių priekinių ketvirčių temperatūra buvo 1,64 °C žemesnė už viduriniosios laktacijos, 1,45 °C žemesnė už vėlyvos laktacijos ir 1,19 °C žemesnė už labai vėlyvos laktacijos karvių priekinių ketvirčių vidutinę paviršiaus temperatūrą. Ankstyvos laktacijos karvių užpakalinių ketvirčių vidutinė paviršinė temperatūra buvo 0,71 °C žemesnė už viduriniosios laktacijos karvių, o labai vėlyvos laktacijos karvių užpakalinių ketvirčių temperatūra buvo 0,80 °C žemesnė už viduriniosios laktacijos ir 0,76 °C žemesnė už vėlyvos laktacijos karvių paviršiaus temperatūrą. Remiantis dispersinės analizės rezultatais nustatyta, kad laktacijos periodas turėjo statistiškai patikimos įtakos tik priekinių ketvirčių paviršinei temperatūrai.

Remiantis A. M. Alysson ir kt. (55) teigimu, kad užpakaliniai pieno liaukos ketvirčiai pasižymi didesniu gaminamo ir saugojimo pieno tūriu už priekinius ketvirčius, bei turi didesnį kontaktą su užpakalinėmis kojomis, galime iškelti hipotezę, kad somatinių ląstelių skaičius turi didesnę įtaką užpakalinių ketvirčių temperatūrai negu priekinių ketvirčių. Analizuojant karvių pieno liaukos paviršinės temperatūros rezultatus tarp skirtingų SLS grupių, statistiškai patikimi rezultatai gauti tik vertinant užpakalinių ketvirčių rezultatus. Nustatyta, kad karvių kurių piene somatinių ląstelių aptikta daugiau kaip 200 tūkst./ml užpakalinių ketvirčių temperatūra buvo 0,54 °C aukštesnė už karvių kurių piene somatinių ląstelių aptikta mažiau nei 200 tūkst./ml. Tačiau atlikus dispersinę analizę nustatyta, kad somatinių ląstelių skaičius piene neturėjo statistiškai patikimos įtakos pieno liaukų paviršiaus temperatūrai.

IŠVADOS

1. Termografinį tyrimo metodą galima taikyti karvių užpakalinių kojų nagų laminitų diagnostikai. Karvių, kurių užpakalinių kojų nagų pažaidos matomos vizualiai (1N grupė), paviršinės temperatūros vidurkis buvo 4,82 °C ir 2,85 °C didesnė nagos ir apynagės sąnariuose atitinkamai už karvių be matomų nagų pažeidimų (0N grupė).

2. Termografinį tyrimo metodas yra patikima diagnostikos priemonė karvių mastitui diagnostikai. Karvių, kurioms buvo nustatytas mastitas (1T grupė), priekinių ketvirčių paviršinė vidutinė temperatūra buvo 2,54 °C didesnė, o užpakalinių ketvirčių 1,66 °C didesnė už sveikų karvių (0T grupė) temperatūrą.

3. Laktacija turėjo 1,80 proc., įtakos priekinių ketvirčių temperatūrai, 7,50 proc. įtakos čiurnos sąnario ir 13,40 proc. įtakos apynagės sąnario temperatūrai. Laktacijos periodas turėjo 0,40 proc. įtakos priekinių ketvirčių temperatūrai, 7,50 proc. įtakos čiurnos sąnario, 13,40 proc. apynagės sąnario ir 3,8 proc. įtakos nagos sąnario temperatūrai. Karvių amžius ir SLS kiekis piene neturėjo įtakos pieno liaukos ir užpakalinių kojų nagų tyrimo rezultatams.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

(1) Harris-Bridge G, Young L, Handel I, Farish M, Mason C, Mitchell MA, et al. The use of infrared thermography for detecting digital dermatitis in dairy cattle: What is the best measure of temperature and foot location to use? The Veterinary Journal 2018 -07;237:26.

(2) Shearer JK. CHAPTER 52 - Infectious Disorders of the Foot Skin. Current Veterinary Therapy: Elsevier Health Sciences; 2005. p. 234-242.

(3) Stokes JE, Leach KA, Main DCJ, Whay HR. An investigation into the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle. The veterinary journal (1997) 2012 Sep;193(3):674-678.

(4) Alsaaod M, Schaefer AL, Büscher W, Steiner A. The Role of Infrared Thermography as a Non-Invasive Tool for the Detection of Lameness in Cattle. Sensors 2015;15(6):14513.

(5) Journal, Vibroengineering. 908. Thermography based inflammation monitoring of udder state in dairy cows: sensitivity and diagnostic priorities comparing with routine California mastitis test. 2016;18.

(6) Ferrero FJ, Valledor M, Campo JC. Screening method for early detection of mastitis in cows. Measurement : journal of the International Measurement Confederation 2014 Jan;47:855-860.

(7) Polat B, Colak A, Cengiz M, Yanmaz LE, Oral H, Bastan A, et al. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. Journal of Dairy Science 2010 -08;93(8):3525.

(8) Schaefer AL, Cook N, Tessaro SV, Deregt D, Desroches G, Dubeski PL, et al. Early detection and prediction of infection using infrared thermography. Canadian journal of animal science 2004;84(1):73-80.

(9) Omü Zir, Fak, Dergisi. APPLICATIONS OF INFRARED THERMOGRAPHY IN ANIMAL PRODUCTION. J. of Fac. of Agric 2007;22(3):329.

(10) Lahiri BB, Bagavathiappan S, Reshmi PR, Philip J, Jayakumar T, Raj B. Quantification of defects in composites and rubber materials using active thermography. Infrared physics & technology 2012 Mar;55(2-3):191-199.

(11) Schaefer AL, Cook NJ, Church JS, Basarab J, Perry B, Miller C, et al. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. Research in Veterinary Science 2007;83(3):376-384.

(12) Schaefer AL, Cook NJ, Bench C, Chabot JB, Colyn J, Liu T, et al. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. Research in Veterinary Science 2012 Oct;93(2):928-935.

(13) Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. Tartu: Estonian Agricultural University; 2012.

(14) D.S. L, Jeyakumar S, Vasant PJ, Sathiyabarathi M, Manimaran A, Kumaresan A, et al. Monitoring foot surface temperature using infrared thermal imaging for assessment of hoof health status in cattle: A review. Journal of thermal biology 2018 Dec;78:10-21.

(15) Knížková I, Kunc P, PŘIKRYL M., MALOUN J. Infrared thermography as a tool to study the milking process: A review. AGRICULTURA TROPICA ET SUBTROPICA 2007.

(16) Ina Pamparienė, Judita Žymantienė, Vaidas Oberauskas, Rasa Želvytė, Vida Juozaitienė, Algis Noreika, et al. DETERMINATION OF COWS' HOOVES HEALTH APPLYING THERMOGRAPHY. VETERINARIJA IR ZOOTECHNIKA (Vet Med Zoot) 2014.

(17) Pamparienė I. Applying of the thermography for the early diagnostic and prevention of animals' diseases. 2014 Jan 10,.

(18) Kastberger G, Stachl R. Infrared imaging technology and biological applications. Behavior research methods, instruments, & computers 2003 Aug;35(3):429-439.

(19) Ring EFJ. The historical development of temperature measurement in medicine. Infrared physics & technology 2007;49(3):297-301.

(20) Alsaaod M, Büscher W. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. Journal of dairy science 2012 Feb;95(2):735-742.

(21) Racewicz P, Sobek J, Majewski M, Różańska-Zawieja J. The use of thermal imaging measurements in dairy cow herds. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego 2018 Mar 29,;14(1):55-69.

(22) Mader TL, Davis MS, Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle1,2. Journal of animal science 2006 Apr 01,;84(3):712-719.

(23) Robert J, Agresearch W, Cook NJ, Tracey SL. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare Thermal imaging of pigs for the detection of febrile response and for assessment of metabolic efficiencies and stress susceptabilities View project Remote temperature monitoring in sheep View project.

(24) Machado NAF, Da Costa LBS, Barbosa-Filho JAD, De Oliveira KPL, De Sampaio LC, Peixoto MSM, et al. Using infrared thermography to detect subclinical mastitis in dairy cows in compost barn systems. Journal of thermal biology 2021 Apr;97:102881.

(25) Golzarian et al. Possibility of Early Detection of Bovine Mastitis in Dairy Cows Using Thermal Images Processing.

(26) Sarma O, Hussain J. An Overview of the Brahmaputra River System. The Brahmaputra Basin Water Resources 2021:72.

(27) Medrano-Galarza C, Gibbons J, Wagner S, De Passillé AM, Rushen J. Behavioral changes in dairy cows with mastitis. Journal of Dairy Science 2012 -12;95(12):6994.

(28) Sathiyabarathi M, Jeyakumar S, Manimaran A, Jayaprakash G, Pushpadass HA, Sivaram M, et al. Infrared thermography: A potential noninvasive tool to monitor udder health status in dairy cows. Veterinary World 2016 Oct;9(10):1075-1081.

(29) He W, Ma S, Lei L, He J, Li X, Tao J, et al. Prevalence, etiology, and economic impact of clinical mastitis on large dairy farms in China. Veterinary microbiology 2020 Mar;242:108570.

(30) Prevalenve and pathological studies of sub-clinical mastitis in Bovines.

(31) Jamali H, Barkema HW, Jacques M, Lavallée-Bourget E, Malouin F, Saini V, et al. Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows. Journal of Dairy Science 2018 -06;101(6):4729.

(32) Nikkhah A, Plaizier JC, Einarson MS, Berry RJ, Scott SL, Kennedy AD. Short Communication: Infrared Thermography and Visual Examination of Hooves of Dairy Cows in Two Stages of Lactation. Journal of Dairy Science 2005 -08;88(8):2749.

(33) Mendes HMF, Casagrande FP, Lima IR, Souza CH, Gontijo LD, Alves GES, et al. Histopathology of dairy cows' hooves with signs of naturally acquired laminitis. Pesq Vet Bras 2013 -05;33(5):613.

(34) Zebeli Q, Ghareeb K, Humer E, Metzler-Zebeli BU, Besenfelder U. Nutrition, rumen health and inflammation in the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. Research in veterinary science 2015 Dec;103:126-136.

(35) Kloosterman Pieter. Laminitis - Prevention, Diagnosis and Treatment. WCDS Advances in Dairy Technology 2007.

(36) Orman A, Endres MI. Use of thermal imaging for identification of foot lesions in dairy cattle. Acta agriculturae Scandinavica. Section A, Animal science 2016 Jan 02,;66(1):1-7.

(37) Weaver AD. Laminitis. 2010.

(38) Alsaaod M, Syring C, Dietrich J, Doherr MG, Gujan T, Steiner A. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. The veterinary journal (1997) 2014 Feb;199(2):281-285.

(39) Shearer JK, Plummer PJ, Schleining JA. Perspectives on the treatment of claw lesions in cattle. VMRR 2015 -06.

(40) Kleinhenz K, Shearer JK. Survey of Veterinarians and Hoof Trimmers on Methods Applied to Treat Claw Lesions in Dairy Cattle. 2005;

(41) White ME, Glickman LT, Embree IC, Powers PM, Pearson EG. A randomized trial for evaluation of bandaging sole abscesses in cattle [Pododermatitis]. Journal of the American Veterinary Medical Association 1981;178(4):375-377.

(42) Nääs IA, Garcia RG, Caldara FR. Infrared thermal image for assessing animal health and welfare. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology 2014 Jul 31,;2(3):66-72.

(43) Tattersall GJ, Cadena V. Insights into animal temperature adaptations revealed through thermal imaging. The imaging science journal 2010 Oct 01,;58(5):261-268.

(44) McManus R, Boden LA, Weir W, Viora L, Barker R, Kim Y, et al. Thermography for disease detection in livestock: A scoping review. Frontiers in veterinary science 2022 Jan 01,;9:965622.

(45) Bobić T, Mijić P, Gantner V, Glavaš H, Gregić M. The effects of parity and stage of lactation on hoof temperature of dairy cows using a thermovision camera. JCEA 2018;19(4):777.

(46) McManus C, Tanure CB, Peripolli V, Seixas L, Fischer V, Gabbi AM, et al. Infrared thermography in animal production: An overview. Computers and electronics in agriculture 2016 Apr;123:10-16.

(47) Harris DJ, Hibburt CD, Anderson GA, Younis PJ, Fitspatrick DH, Dunn AC, et al. Incidence, cost and factors associated with foot lameness in dairy cattle in south-western Victoria. Australian veterinary journal 1988;65(6):171-176.

(48) JAN OLECHNOWICZ, JÊDRZEJ M. JAŒKOWSKI. Relationship between clinical lameness and somatic cell counts, and fat and protein contens in the milk of dairy cows. Med. Weter. 2012:740-743.

(49) Cheng WN, Han SG. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments – a review. Asian-australasian journal of animal sciences 2020 Nov 01,;33(11):1699-1713.

(50) Aytekin İ, Coşkun G. Early Detection of Mastitis by using Infrared Thermography in Holstein-Friesian Dairy Cows via Classification and Regression Tree (CART) Analysis. Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences 2021 Aug 15,;35(2):115-124.

(51) Zaborski D, Soroko-Dubrovina M, Grzesiak W, Parafiniuk M, Modrzejewski A, Klym O, et al. The relationship between udder skin surface temperature and milk production and composition in dairy cattle (Bos taurus Linnaeus, 1758). Can J Anim Sci 2022 Mar 04,;102(3):411-419.

(52) Danish Z, Paray AR, Mohanty TK, Lone SA, Rahim A, Kushwaha MK, et al. Effect of season, parity and stage of lactation on skin surface temperature (°C) of body, teats and udder in lactating Murrah buffaloes. ~ 1149 ~ Journal of Entomology and Zoology Studies 2018;6(5):1149.

(53) Martins RFS, do Prado Paim T, de Abreu Cardoso C, Stéfano Lima Dallago B, de Melo CB, Louvandini H, et al. Mastitis detection in sheep by infrared thermography. Research in veterinary science 2013 Jun;94(3):722-724.

(54) A. Lisowska-Lis. APPLICATION OF THERMOGRAPHY IN THE ANIMAL WELFARE EVALUATION. Polytechnical Institute, State Higher Vocational School in Tarnow 2019:128-134.

(55) Wanderley AM, Ítavo LCV, Dos Santos GT, Ítavo CCBF, Dias AM, Mateus RG, et al. Skin surface temperature of the mammary gland, measured by infrared thermography, in primiparous Girolando cows fed diets containing different lipid sources. Journal of dairy research 2020 May;87(2):191-195.