

Latvijas Lauksaimniecības universitātē
Latvia University of Life Sciences and Technologies
Veterinārmedicīnas fakultātē
Faculty of Veterinary Medicine



Armands Vekšins

**SUŅU ELKOŅA LOCĪTAVAS UN TĀS
SALIECĒJMUSKŪĻU MORFOMETRISKĀS ĪPATNĪBAS
DATORTOMOGRAFĪJAS ATTĒLĀ MEDIĀLĀ
KORONOĪDA IZAUGUMA SLIMĪBAS GADĪJUMĀ**

**MORPHOLOGY OF THE ELBOW JOINT AND FLEXOR
MUSCLES IN A COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGE OF
DOGS WITH MEDIAL CORONOID DISEASE**

Promocijas darba KOPSAVILKUMS

Dr.med.vet. zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY

of the Doctoral thesis for the scientific degree of Dr.med.vet.

Jelgava
2019

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Veterinārmedicīnas fakultāte
Klīniskais institūts

Latvia University of Life Sciences and Technologies
Faculty of Veterinary Medicine
Clinical institute

Promocijas darbs izstrādāts:

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Klīniskajā institūtā

Research has been carried out at the:

Clinical institute of the Faculty of Veterinary Medicine the Latvia University of Life Sciences and Technologies

Promocijas darba zinātniskais vadītājs:

Scientific supervisor:

Dr.med.vet., docents **Oskars Kozinda**

Oficiālie recenzenti:

Official reviewers:

Dr.med.vet., asociētā profesore **Dace Keidāne** (Latvijas Lauksaimniecības universitāte/*Latvia University of Life Sciences and Technologies*)

Dr.habil.med., profesore **Gaida Krūmiņa** (Rīgas Stradiņu universitāte/*Rīga Stradiņš University*)

Dr.med.vet., profesors **Alius Pockevičius** (Lietuvas Veselības Zinātņu universitāte/*Lithuanian University of Health Sciences*)

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2019. gada 25. jūnijā plkst. 14:00 LLU Veterinārmedicīnas fakultātē, Jelgavā, Kr.Helmaņa ielā 8, A300 auditorijā

The defence of thesis will take place at the LLU Faculty of Veterinary Medicine, A300 auditorium, on the June 25, 2019 at 14:00 o'clock

Ar promocijas darbu var iepazīties Latvijas Lauksaimniecības universitātes Fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielajā ielā 2 un http://llu.fb.llu.lv/promoc_darbi.html

The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia Univeristy of Life Sciences and Technologies and http://llu.fb.llu.lv/promoc_darbi_en.html

SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS	6
Aktualitāte	6
Pētījuma mērķis un hipotēze	7
Promocijas darba uzdevumi	7
Promocijas darba zinātniskā novitāte	7
Pienesums nozares attīstībai	8
Personīgais ieguldījums	8
Pētījuma rezultātu aprobācija	9
MATERIĀLS UN METODES	11
Pētījuma laiks, vieta un pētījuma shēma	11
Pētījuma kopa	12
Datortomogrāfijas izmeklējums	14
Datortomogrāfijas izmeklējumu analīze un papildu mērījumi	17
Mediālā koronoīda izauguma blīvuma noteikšana	17
<i>Musculus biceps brachii</i> piestiprināšanās vieta pie mediālā koronoīda izauguma	19
<i>Musculus biceps brachii</i> un <i>musculus brachialis</i> tilpums	20
<i>Musculus biceps brachii</i> un <i>musculus brachialis</i> maksimālais anatomiskais šķēsgriezuma laukums	21
Datu statistiskā apstrāde	22
REZULTĀTI UN DISKUSIJA	23
Datortomogrāfijas atradnes suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību	23
<i>Musculus biceps brachii</i> piestiprināšanās vieta pie mediālā koronoīda izauguma	26
<i>Musculus biceps brachii</i> un <i>musculus brachialis</i> tilpums	29
<i>Musculus biceps brachii</i> tilpums	30
<i>Musculus brachialis</i> tilpums	31
<i>Musculus biceps brachii</i> un <i>musculus brachialis</i> maksimālais anatomiskais šķēsgriezuma laukums	33
Savstarpējās sakarības starp <i>musculus biceps brachii</i> un <i>musculus brachialis</i> morfometriskajiem parametriem un mediālā koronoīda izauguma slimības attīstību	36
AIZSTĀVAMĀS TĒZES	38

SECINĀJUMI.....	39
PRAKTISKĀS REKOMENDĀCIJAS.....	40

CONTENTS

INTRODUCTION	41
Actuality	41
Scientific novelty	42
Research contribution to the veterinary medicine field	42
Personal contribution	43
Structure and volume of the doctoral thesis	43
Aprobation of the study results	44
MATERIAL AND METHODS	46
Time, place and scheme of the research	46
Participants of the study	47
Computed tomography	48
Computed tomography data analysis and additional measurements	49
Radiodensity of medial coronoid process	49
<i>Musculus biceps brachii</i> insertion place to a medial coronoid process	49
<i>Musculus biceps brachii</i> and <i>musculus brachialis</i> volume	50
<i>Musculus biceps brachii</i> and <i>musculus brachialis</i> maximum cross-sectional area	50
Statistical processing of data	50
RESULTS AND DISCUSSION	51
Computed tomography findings	51
<i>Musculus biceps brachii</i> insertion place to a medial coronoid process	52
<i>Musculus biceps brachii</i> and <i>musculus brachialis</i> volume	54
<i>Musculus biceps brachii</i> volume	54
<i>Musculus brachialis</i> volume	55
<i>Musculus biceps brachii</i> and <i>musculus brachialis</i> maximum-cross sectional area	55
Relationship between muscle morphology and a medial coronoid disease ..	56
THESIS DEFENSE	57
CONCLUSION	59
RECOMMENDATIONS FOR PRACTICE	60

IEVADS

Aktualitāte

Attīstoties vizuālās diagnostikas nozarei veterinārmedicīnā Eiropā un Latvijā, arvien aktuālāki kļūst pētījumi par dažādu dzīvnieku sugu ortopēdiskajām slimībām. Viena no biežāk sastopamajām ortopēdiskajām slimībām jauniem suņiem ir elkoņa locītavas displāzija (ED).

Pēc Starptautiskās elkoņa darba grupas (IEWG) (angļu *International elbow working group*) definīcijas, ED ietver tādas elkoņa locītavas pārmaiņas, kā fragmentēts mediālais koronoīda izaugums (*processus coronoideus medialis*), nesavienojies elkoņa kaula kāšveida izaugums (*processus anconeus*), locītavas inkongruence, locītavas skrimšļa bojājumi, kā arī osteohondroze. Viena no biežāk sastopamajām ED patoloģijām ir mediālā koronoīda izauguma jeb *processus coronoideus medialis* slimība.

Elkoņa locītavas displāzija bija sastopama jau senatnē. Par to liecina arheoloģiskais pētījums, kurā analizēti aptuveni 14500 gadus veci kauli. Elkoņa kaula proksimālajā daļā aprakstītas osteoartrozei raksturīgās pārmaiņas 7.5 mēnešus vecam un 15.7 kg smagam sunim (Janssens et al., 2016).

Mūsdienās šī slimība plaši aprakstīta pasaulē un arī Latvijā arvien pieaug to klīnisko gadījumu skaits, kad jauniem, liela un gigantiska auguma, ātri augošiem suņiem diagnosticē ED, t.sk. mediālā koronoīda izauguma slimību (MCD). Diagnosticēt suņu elkoņu locītavas slimības svarīgi ir tāpēc, lai ne tikai ārstētu konkrētu indivīdu, bet arī lai izvairītos no šādu suņu izmantošanas reprodukcijā. Uzska, ka elkoņa locītavas displāzija ir iedzimta slimība un to var pārmantot nākamajās suņu paaudzēs.

Pēc IEWG izveidotās suņu elkoņu locītavas novērtēšanas sistēmas kā pamatmetodi slimības diagnostikā izmanto rentgenogrāfisko izmeklēšanu, tomēr šī metode nesniedz vajadzīgo priekšstatu par locītavu veidojošajām struktūrām, tāpēc nepieciešams veikt papildu izmeklējumus un biežāk pielietotā metode ir datortomogrāfija.

Daudzās Eiropas valstīs veikti pētījumi, lai noskaidrotu MCD cēloņus, bet, neskatoties uz līdzšinējiem atklājumiem, tomēr pastāv neskaidrības un uzskata, ka visi iespējamie slimības cēloņi vēl nav atklāti. Tas ir iemesls, kāpēc MCD uzskata par multifaktorālu. Viens no pieņēmumiem, kas minēts zinātniskajās publikācijās, ir, ka pleca divgalvainais muskulis (*musculus biceps brachii*) un pleca muskulis (*musculus brachialis*), kas pievienojas pie *processus coronoideus medialis*, var izraisīt šī izauguma bojājumus (Michelsen, 2013).

Promocijas darbs izstrādāts LLU Veterinārmedicīnas fakultātes Klīniskajā institūtā un LLU Veterinārajā klīnikā laika posmā no 2014. līdz 2018. gadam sadarbībā ar Justus Liebig universitāti Gīsenē, Vācijā.

Pētījuma mērķis un hipotēze

Promocijas darba hipotēzi: *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* morfoloģija ir atšķirīga suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību un klīniski veseliem indivīdiem.

Promocijas darba mērķis ir pētīt *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* morfometriskos parametrus datortomogrāfijas attēlā un to savstarpējo saistību suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību.

Promocijas darba uzdevumi

1. Noteikt un aprakstīt elkoņa kaula *processus coronoideus medialis* morfoloģiskās pārmaiņas datortomogrāfijas attēlā suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību.
2. Izstrādāt metodi *processus coronoideus medialis* blīvuma noteikšanai datortomogrāfijas attēlā Haunsfilda vienībās un noteikt atšķirības šajā mērījumā starp mediālā koronoīda izauguma slimību skartajiem un veseliem suņiem.
3. Izstrādāt metodi *musculus biceps brachii* cīpslas distālās piestiprināšanās vietas noteikšanai datortomogrāfijas attēlā un noteikt atšķirības šajā mērījumā starp mediālā koronoīda izauguma slimību skartajiem un veseliem suņiem.
4. Noteikt *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpumu un maksimālo anatomisko šķērsriezuma laukumu indivīdiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību un veseliem suņiem.
5. Noteikt *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* iespējamo ietekmi uz mediālā koronoīda izauguma slimības attīstību suņiem.

Promocijas darba zinātniskā novitāte

- Pirmo reizi Latvijā pētīta mediālā koronoīda izauguma slimība suņiem, pielietojot datortomogrāfijas izmeklēšanas metodi.
- Izstrādāta *musculus biceps brachii* distālās piestiprināšanās vietas pie *processus coronoideus medialis* noteikšanas metode datortomogrāfijas attēlā.
- Izstrādāta *processus coronoideus medialis* un elkoņa kaula bloka ieroba (*incisura trochlearis*) distālās daļas apvidus blīvuma noteikšana Haunsfilda vienībās, pielietojot datortomogrāfijas attēlu rekonstrukcijas.

- Noteikts *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* maksimālais anatomiskais šķērsriezuma laukums, un tilpums klīniski veseliem suņiem un indivīdiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību.
- Noteikta *musculus biceps brachii* cīpslas distālā piestiprināšanās vieta pie *processus coronoideus medialis* suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību un klīniski veseliem indivīdiem.
- Izpētītas pazīmes un noteiktas likumsakarības starp *processus coronoideus medialis* izmaiņām un muskuļu morfometriskiem kvantitatīviem lielumiem, indivīdiem ar mediālā koronoīda izauguma slimības klīnisko gaitu.
- Rekomendēts klīniskai praksei multidimensiāls datortomogrāfijas radioloģiskās izmeklēšanas algoritms ar kvantitatīviem mērījumiem, suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību primārai patoloģiju diagnostikai un iegūto rezultātu izvērtēšanai.

Pienesums nozares attīstībai

Ir izstrādāta metode *processus coronoideus medialis* blīvuma noteikšanai datortomogrāfijas attēlā un iegūtas *processus coronoideus medialis* blīvuma mērvienības Haunsfilda vienībās indivīdiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību un klīniski veseliem suņiem. Iegūtās blīvuma vērtības būs pielietojamas veterinārajā radioloģijā, analizējot elkoņu locītavas datortomogrāfijas attēlus, un ļaus agrīni noteikt *processus coronoideus medialis* un elkoņa kaula *incisura trochlearis* distālās daļas subhondrālo sklerozi. Darbā iegūtās *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* morfometriskos mērījumu vērtības turpmāk būs izmantojamas veterinārmedicīnas praksē un turpmākajos zinātniskajos pētījumos.

Personīgais ieguldījums

Promocijas darba autors LLU Veterinārmedicīnas fakultātē ir veicis visus datortomogrāfijas izmeklējumus, kā arī piedalījies visu pētījumā iekļauto suņu datortomogrāfijas attēlu analizē un veicis visus pētījumā paredzētos morfometriskos mērījumus, to apkopojumu un datu statistisko apstrādi, un interpretāciju, kā arī sagatavojis zinātniskos rakstus un uzstājies starptautiskās zinātniskās konferencēs.

Pētījuma rezultātu aprobācija

Zinātniskās publikācijas:

1. Vekšins A., Kozinda O., Amort Heike K. Elkoņa locītavas displāzija suņiem. Veterinārmedicīnas zinātnes un prakses aktualitātes 2014 raksti, 2014; 88-89. Kopsavilkuma raksts.
2. Vekšins A., Kozinda O. Computed tomography findings of dogs with medial coronoid disease. Research for rural development 2016: annual 22nd international scientific conference proceedings, 2016; 137-139. Zinātniskais raksts.
3. Vekšins A., Kozinda O. Computed tomography of biceps brachii muscle volume and insertion site on coronoid process (CP) in dogs with and without CP disease. Online Journal of Veterinary Research, 2017; 433-439. Zinātniskais raksts.
4. Vekšins A., Kozinda O. Morphometry of normal canine biceps brachii muscle. Veterinārmedicīnas zinātnes un prakses aktualitātes 2017 raksti, 2017; 59-60. Kopsavilkuma raksts.
5. Vekšins A., Kozinda O. Biceps muscle morphometric measurements of dogs with medial coronoid disease. Multidirectional Research in Agriculture, Forestry and Technology: book of abstracts, 2017; 30. Kopsavilkuma raksts.
6. Vekšins A., Kozinda O. Radiodensity of medial coronoid process in dogs. Research for rural development 2018: annual 24th international scientific conference proceedings, 2018, 255 – 259. Zinātniskais raksts.
7. Vekšins A., Kozinda O. Assessment of Maximum Cross-Sectional Area and Volume of the Canine Biceps Brachii - Brachialis Muscles. Rural Sustainability research, 2018; 28-31. Zinātniskais raksts.
8. Vekšins A., Kozinda O., Charlotte Sandersen. Morphometric relationship of the biceps brachii muscle tendon attachment on the MCP using computed tomography in dogs affected and unaffected by MCD. Anatomia Histologia Embryologia, 2019. Zinātniskais raksts. Iesniegts izskatīšanai.

Uzstāšanās zinātniskajās konferencēs:

1. 28.11.2014., mutisks ziņojums, Vekšins A. Elkoņa locītavas displāzija suņiem. Zinātniskā konference “Veterinārmedicīnas zinātnes un prakses aktualitātes 2014”, Jelgava, Latvija.
2. 17.05.2016., mutisks ziņojums, Vekšins A. Computed tomography findings of dogs with medial coronoid disease. Starptautiskā

zinātniskā konference “Research for Rural Development 2016”, Jelgava, Latvija.

3. 25.04.2017., stenda referāts, mutisks ziņojums, Vekšins A. Biceps muscle morphometric measurements of dogs with medial coronoid disease. Starptautiskā zinātniskā konference “6th International conference for young researchers”, Krakova, Polija.
4. 24.11.2017., stenda referāts, Vekšins A. Morphometry of normal canine biceps brachii muscle. Zinātniskā konference “Veterinārmedicīnas zinātnes un prakses aktualitātes 2017”, Jelgava, Latvija.
5. 16.05.2018., mutisks ziņojums, Vekšins A. Radiodensity of medial coronoid process in dogs. Starptautiskā zinātniskā konference “Research for Rural Development 2018”, Jelgava, Latvija.

Citas uzstāšanās:

1. 8.01.2019., mutisks ziņojums, Vekšins A. Mediālā koronoīda slimība suņiem – klīniskās pazīmes un diagnostika. “SIA Veterinārmedicīnas izglītības centra seminārs”, Jelgava, Latvija.

Promocijas darba apjoms ir 102 lapaspuses. Darbā ir 39 attēli, 40 tabulas, darba noslēgumā formulēti seši secinājumu un trīs praktiskās rekomendācijas. Izmantoti 158 informācijas avoti un pievienoti divi pielikumi.

MATERIĀLS UN METODES

Pētījuma laiks, vieta un pētījuma shēma

Izmeklējumi veikti no 2014. līdz 2018. gadam Latvijas Lauksaimniecības universitātes Veterinārajā klīnikā un Justus Liebig universitātes (JLU) Veterinārmedicīnas fakultātē, Vācijā.

Promocijas darba praktiskās daļas izstrādes gaita iedalāma četros posmos.

1. Klīniskā izmeklēšana:
 - pacienta reģistrācija;
 - anamnēzes ievākšana;
 - vispārējā klīniskā izmeklēšana;
 - ortopēdiskā izmeklēšana.
2. Datortomogrāfijas izmeklējums.
3. Datortomogrāfijas attēlu analīze un interpretācija, un suņu iedalīšana grupās.
4. Muskuļu morfometriskie mērījumi.

Promocijas darbā analizēti dzīvnieku īpašniekiem piederošu suņu datortomogrāfijas (DT) izmeklējumi no LLU Veterinārās klīnikas un JLU Veterinārmedicīnas fakultātes klīnikas datubāzes. Dzīvnieku īpašnieki veterinārajās klīnikās bija ieradušies, lai veiktu DT izmeklējumu savā aizgādībā esošajiem suņiem. LLU Dzīvnieku labturības un aizsardzības ētikas padome, izskatot pētījuma metodoloģiju, devusi atzinumu (protokols Nr.18/1), ka padziļināta pētījuma analīze, un atļauja no Pārtikas un veterinārā dienesta, pētījuma veikšanai nav nepieciešama. Pētījumā analizēti DT dati, neiekļaujot informāciju par dzīvnieku īpašniekiem.

Pacientu iekļaušanas kritēriji.

1. Liela un gigantiska izmēra suņi.
2. Vecumā no sešiem līdz 36 mēnešiem.
3. Suņi, kuriem veikts DT izmeklējums un uzstādīta mediālā koronoīda izauguma slimības diagnoze. Šādi suņi iekļauti mediālā koronoīda izauguma slimības (MCD) skarto suņu grupā.
4. Suņi, kuriem veikts DT izmeklējums un patoloģiskas pārmaiņas muskuloskeletālajā sistēmā nav noteiktas. Šādi suņi iekļauti kontroles grupā.

Pacientu izslēgšanas kritēriji.

1. Suņi, kuri neatbilst iekļaušanas kritērijiem.
2. Suņi, kuriem izņemot MCD, novēro citas slimības.

Lielākajai daļai pacientu nozīmēts DT izmeklējums, jo tiem novēroja klibumu ar vienu vai abām priekškājām. Atsevišķiem dzīvniekiem veikta DT, bez anamnēzes datus esošas informācijas par klibuma klīnisku izpausmi. Šādi izmeklējumi veikti, pamatojoties uz dzīvnieka īpašnieka vēlmi, lai noteiktu elkoņa locītavas stāvokli, ja pēc rentgenogrāfiskās izmeklēšanas to nebija iespējams pilnvērtīgi izdarīt. Pēc DT izmeklējuma, no pētījuma izslēdzām suņus, kuriem DT attēlā noteicām citas muskuloskeletālas slimības, biežākās no tām bija nesavienojies kāšveida izaugums un elkoņa locītavas inkongruence.

Datortomogrāfijā izmeklējamais apvidus katram pacientam tika individuāli pielāgots, atkarībā no klīniskajām pazīmēm un ortopēdiskās izmeklēšanas rezultātiem. Ja suņiem, kuriem ortopēdiskās izmeklēšanas laikā nebija, nosakāma skartā locītava, kā klibuma cēlonis, tad datortomogrāfiju veicām gan elkoņa, gan pleca locītavām. Suņiem, kuriem ortopēdiskās izmeklēšanas laikā kā klibuma cēloņa lokalizācijas vieta tika noteikta elkoņa locītava, tad izmeklējums veikts tikai skartajam apvidum. Pamatojums tam, ka DT izmeklējumu gan elkoņa, gan pleca locītavai neveicām visiem pacientiem, bija izmeklējuma laikā saņemtā starojuma devas ierobežošana. No JLU datu bāzes pētījuma sākuma posmā atlasījām DT izmeklējumu attēlus, kas atbilda pētījuma iekļaušanas un izslēgšanas kritērijiem.

Pētījuma kopa

Pētījumā iekļauts 91 suns. Visi pētījumā iekļautie suņi bija liela un gigantiska auguma, ātri augošas suņu šķirnes, vecumā no sešiem līdz 30 mēnešiem, kuriem DT diagnosticēta mediālā koronoīda izauguma slimība, kā arī iekļaušanas un izslēgšanas kritērijiem atbilstoši kontroles grupas suņi. Pētījumā iekļautās suņu šķirnes, vidējā ķermeņa masa un vidējais vecums redzams 1. tabulā.

Pētījumā iekļauto suņu šķirne, dzimums, vidējais vecums un ķermeņa masa/ In a study included dogs breed, sex, average age and weight

Šķirne/ Breed	Kopā/ Total	Dzimums/Sex		Vidējais vecums (mēneši)/ Average age (months)	Vidējā ķermeņa masa (kg)/ Average weight (kg)
		Vīrišķā/ Male	Sievišķā/ Female		
Vācu aitu suns/ German Shepherd dog	26	19	7	18.1	32.2
Labradors retrīvers/ Labrador Retriever	26	18	8	20.4	26.8
Zeltais retrīvers/ Golden Retriever	12	7	5	22.9	29.5
Bernes ganu suns/ Bern mountain dog	10	3	7	27.6	39.2
Bezšķirnes/ Mix breed	5	5	0	12.4	30.7
Lendzīrs/ Landseer	1	0	1	22.0	48
Ņufaundlends/ Newfoundland	2	1	1	10.0	61
Rotveilers/ Rottweiler	2	1	1	8.5	22.5
Kane Korso/ Cane Corso	3	2	1	13.3	42.7
Pirinejas kalnu suns/ Pyrenean mountain dog	1	1	0	12.0	53.0
Vidusāzijas aitu suns/ Central Asian Shepherd dog	2	1	1	6.0	45.0
Bordo dogs/ Bordo dogs	1	0	1	6.0	28.0
Kopsavilkums/Total	91	58	33	15.7	38.2

Suņus grupās iedalījām pēc sekojošiem kritērijiem.

- Pēc DT izmeklētā apvidus (elkoņa locītava vai elkoņa un pleca locītava).
- Pēc diagnozes (suņi ar MCD un klīniski veseli indivīdi).

Pēc datortomogrāfijas izmeklēšanas un kritēriju atbilstības novērtējuma, suņi sadalīti divās galvenajās grupās un katra galvenā grupa divās apakšgrupās. Suņi ar MCD iekļauti pirmajā grupā, bet suņi bez patoloģiskām pārmaiņām otrajā grupā.

Pirmajā grupā esošos suņus ar MCD iedalījām 1A un 1B apakšgrupās, vadoties pēc tā, vai DT izmeklētais apvidus bija tikai elkoņa locītava (1A grupa) vai elkoņa un pleca locītava (1B grupa).

Suņiem, kuriem DT izmeklējums veikts tikai elkoņa locītavām, noteicām *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietu pie mediālā koronoīda izauguma (MCP), bet suņiem, kuriem izmeklējums veikts gan pleca, gan elkoņa locītavām, noteicām gan *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietu pie MCP, gan *musculus brachialis* un *musculus biceps brachii* tilpumu un maksimālo anatomisko šķēsgriezuma laukumu.

Kontroles grupā iekļāvām suņus, kuriem muskuloskeletālā sistēmā patoloģiskas pārmaiņas nediagnosticējām. Ieviesām divas kontroles grupas: 2A apakšgrupā iekļauti suņi, kuriem DT izmeklējums veikts tikai elkoņa locītavām, bet 2B apakšgrupā suņi ar DT izmeklējumu gan elkoņu, gan pleca locītavām. Kontroles grupas suņiem atbilstoši apakšgrupai veicām mērījumus kā pirmajā grupā iekļautajiem suņiem.

Kontroles grupā iekļauti dažādu šķirņu suņi, kas atbilda noteiktajiem pētījuma iekļaušanas un izslēgšanas vecuma kritērijiem, kā arī klīniskās un ortopēdiskās izmeklēšanas un DT izmeklējumā tiem nekonstatējām muskuloskeletālās sistēmas patoloģijas vai citas sistēmiskas slimības.

1A grupā iekļauti 44 suņi (Vācu aitu suns n=13, labradors retrīvers n=15, zeltainais retrīvers n=3; Bernes ganu suns n=7; bezšķirnes n = 4, lendsīrs n=1, Ņūfaundlends n=1), no kuriem 29 bija vīrišķā, bet 15 sievišķā dzimuma. 1B grupā iekļāvām 21 suni (Vācu aitu suns n=6, labradors retrīvers n=9, Bernes ganu suns n=1, bezšķirnes n=1, Ņūfaundlends n=1, Rotveilers n=2, Vidusāzijas aitu suns n=1) no kuriem 17 bija vīrišķā, bet četri sievišķā dzimuma.

Kontroles grupā 2A bija 16 suņi (Vācu aitu suns n=4, labradors retrīvers n=1, zeltainais retrīvers n=9, Bernes ganu suns n=1, Bordo dogs n=1) no kuriem seši bija sievišķā, bet desmit vīrišķā dzimuma. 2B kontroles grupa sastāvēja no 10 suņiem (Vācu aitu suns n=3, labradors retrīvers n=2, Bernes ganu suns n=1, kane korso n=2, Pirinejas kalnu suns n=1, Vidusāzijas aitu suns n=1), divi bija sievišķā un astoņi vīrišķā dzimuma suņi.

Datortomogrāfijas izmeklējums

Datortomogrāfijas izmeklējumus LLU Veterinārajā klīnikā veicām ar PHILIPS MX-16 datortomogrāfu un Justus Liebig Universitātē ar Philips Brilliance TM CT 16 datortomogrāfu. Gan Philips MX - 16, gan Philips Brilliance TM ir 16 slāņu datortomogrāfi, kas piemēroti ikdienas datortomogrāfijas izmeklējumiem, iegūstot labas kvalitātes izmeklējumu attēlus.

Izmeklējumi gan LLU VK, gan JLU veikti suņiem, atrodoties vispārējā anestēzijā, pievienoti inhalācijas iekārtai (Eickmeyer NarkoVet) ar 100%

skābekli un 1% izoflurānu skābekļa atšķaidījumā. Ar kardiomonitoru (Bionet BM5Vet) kontrolējām sirdsdarbības un elpošanas frekvenci, skābekļa piesātinājumu asinīs (SpO₂). Premedikācija katram pacientam tika pielāgota individuāli un to veica LLU VK un JLU veterinārie anesteziologi. Suņus fiksējām mugurgulā uz datortomogrāfa izmeklējuma galda, ar izstieptām un paralēli novietotām priekškājām. Fiksācijai izmantojām radiolucas palīgierīces, kas neietekmē iegūto izmeklējumu rezultātu kvalitāti.

Datortomogrāfijas izmeklējumi tika veikti, pielietojot divus DT tehniskos protokolus. Datortomogrāfijas izmeklējumos pielietoto protokolu tehniskie dati atspoguļoti 2. tabulā.

2. tabula/Table 2

Datortomogrāfijas tehniskie protokoli/ *Technical protocols of a computed tomography*

Protokols/ <i>Protocol</i>	kV	mAs	Kolimators/ <i>Collimator</i>	Slāņa biezums (mm)/ <i>Slice thickness</i> (mm)	Rentgena spuldzes rotācijas ātrums (s)/ <i>Rotation time (s)</i>	WL	WW
“E”	140	250	16*0.75	0.75	1	500	1600
“P”	120	250	16*0.75	2.0	1	40	350

Kilovolti/kilovolts (kV); miliampēri sekundē/*miliampere-seconds* (mAS), loga līmenis/*window level* (WL), loga platums/*window width* (WW)

Protokolu “E” izmantojām visiem pētījumā iekļautajiem suņiem, bet protokolu “P” 1B un 2B apakšgrupās iekļautajiem indivīdiem.

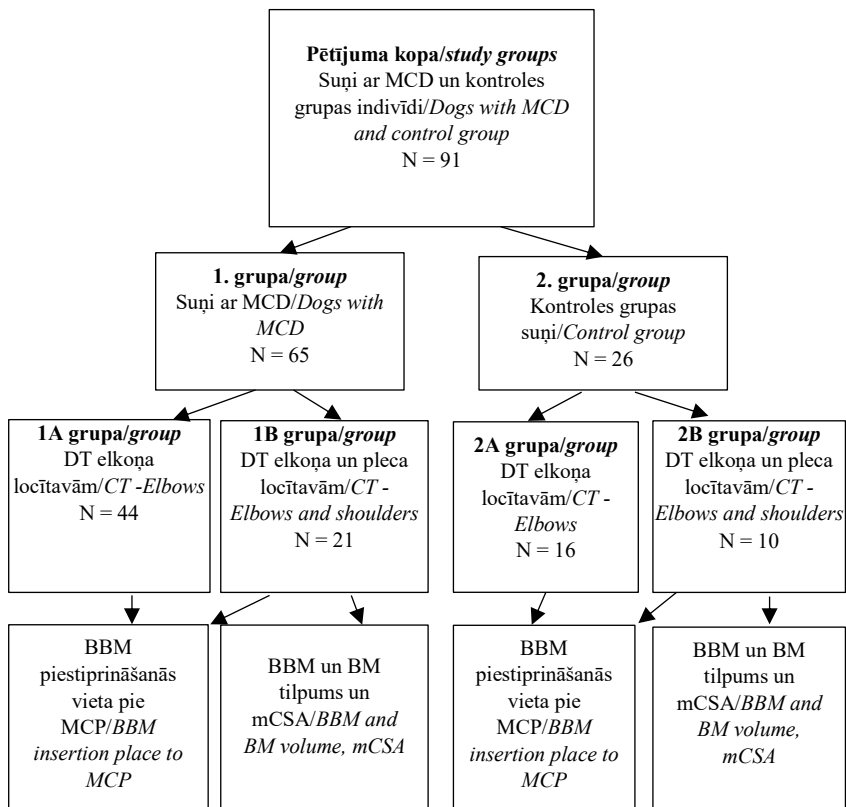
Protokolam “E” izmeklējuma laukums bija elkoņa apvidus ~ 5 cm proksimāli no pleca kaula kondiļiem līdz ~ 5 cm distāli no spieķa kaula galvas. Protokolam “P” izmeklējamais apvidus bija no lāpstiņas kakliņa līdz, apmēram, 5 cm distāli no spieķa kaula galvas. Metodikas kopējā shēmā atbilstoši pielietotajam datortomogrāfijas protokolam redzama 1. attēlā.

Izmeklējuma gaita 1A un 2A apakšgrupu suņiem.

- Izmeklējuma apvidus – elkoņa locītava.
- Sākumā veikts bezkontrasta jeb natīvais DT izmeklējums ar protokolu “E”.
- Pielietota pozitīvā kontrastēšana ar *ioperamide* 623 mg/ml kontrastvielu ar devu 2 ml/kg intravenozi.
- Laika posmā līdz divām minūtēm pēc kontrastēšanas procedūras, suņiem atkārtoti veikts DT izmeklējums pielietojot protokolu “E”.

Izmeklējuma gaita 1B un 2B apakšgrupu suņiem.

- Izmeklējuma apvidus – elkoņa un pleca locītavas.
Sākumā veikts bezkontrasta jeb natīvais DT izmeklējums elkoņa locītavā ar protokolu “E” un izmeklējuma apvidus pleca un elkoņa locītavām ar protokolu “P”.
- Pielietota pozitīvā kontrastēšana ar *iopamide* 623 mg/ml kontrastvielu ar devu 2 ml/kg intravenozi.
- Laika posmā līdz divām minūtēm pēc kontrastēšanas procedūras, suņiem atkārtoti veikts DT izmeklējums pielietojot protokolu “E” un “P” protokolus.



1. att. **Pētījuma shēma**

Fig 1 **Study schema**

Musculus biceps brachii (BBM); *musculus brachialis* (BM), maksimālais šķērsgriezuma laukums/*maximum cross-sectional area (mCSA)*

Datortomogrāfijas izmeklējumu analīze un papildu mērījumi

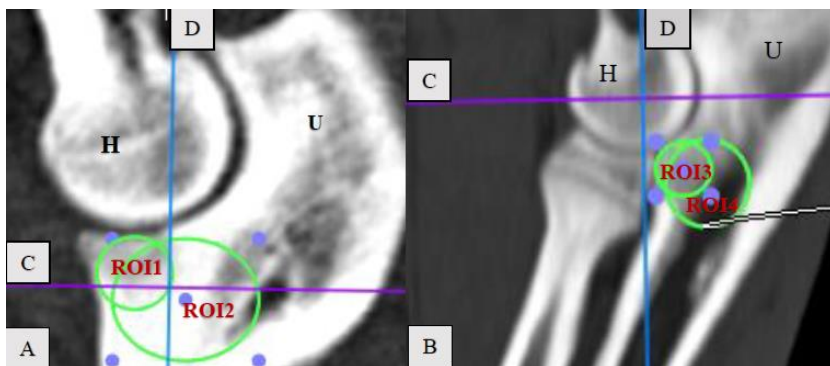
Datortomogrāfijas izmeklējumu interpretācija un analīze iekļāva elkoņa locītavu veidojošo kaulu vērtēšanu DT kaulu logā un muskuļaudu, cīpslu apskati mīksto audu logā. Datortomogrāfijas attēlus analizējām trīs dažādās plaknēs (transversālā, dorzālā un sagitālā) un galveno akcentu vēršām uz locītavu statusa noteikšanu, t.i. vai sunim novēro ED, t.sk. MCD raksturīgās pārmaiņas. Strukturāli vērtējām pleca kaula kondiļus, MCP, kāšveida izaugumu, spieķa kaula galvu un locītavas kongruenci.

Šajā pētījuma posmā izslēdzām suņus, kuriem izņemot MCD, novēroja arī citas muskuloskeletālās sistēmas slimības, kas ietekmētu plānotos morfometriskos mērījumus, piemēram, elkoņa locītavas inkongruenci.

Mediālā koronoīda izauguma blīvuma noteikšana

Analizējot DT izmeklējuma rezultātus, vēlējāmies precīzi noteikt sklerotiskās izmaiņas elkoņa locītavās, jo literatūrā norādīta informācija, ka SHS ir agrīna pazīme, kas var norādīt uz MCD (Michelsen, 2013; Temwichitr et al., 2010). Šī iemesla dēļ veicām MCP blīvuma mērījumus pēc literatūrā aprakstītas metodikas Villamonte-Chevalier et al., 2016, (metode nr.1) un mūsu izstrādātas blīvuma noteikšanas metodes (turpmāk tekstā metode nr.2).

Pēc metodes nr.1 mediālā koronoīda izauguma blīvumu noteicām gan mediālā koronoīda izauguma pamata, gan galotnes rekonstrukcijās (2. attēls), katrā pa diviem izmeklējuma apvidiem (ROI – *region of interest*).



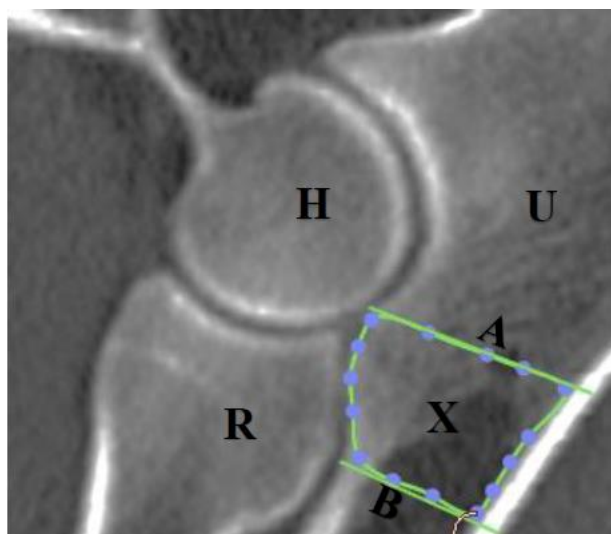
2. att. Mediālā koronoīda izauguma blīvuma pēc Villamonte-Chevalier et al. (2016) metodes

Fig 2 Radiodensity measurements of a medial coronoid process by Villamonte-Chevalier et al. (2016) method

Humerus (H), ulna (U), mērījumu laukums/region of interest (ROI)

Pēc pirmās metodes mērījumu veikšanas, uzsākām mērījumus pēc mūsu izstrādātās metodikas (metode nr.2). Mūsu izstrādātajā metodē (3. attēls), transversālā plaknē kā izejas punktu noteicām pleca kaula kondiļu viduspunktu, lai iegūtu MCP pamata līmeni. Transversālā rekonstrukcija MCP pamatnes līmenī sakrita ar Villamonte et.al. (2016) metodi.

Sagitālajā rekonstrukcijā vispirms novilkām perpendikulāru līniju (A) no elkoņa kaula proksimālās metafīzes MCP līmeņa līdz elkoņa kaula garozas kaudālajai daļai un otro līniju (B) spieķa kaula proksimālās fizikālās līnijas līmenī, līdz elkoņa kaula garozas kaudālajai daļai. Starp novilktajām A un B līnijām noteicām blīvumu Haunsfilda vienībās (HU). Blīvuma mērījumi veikti neiekļaujot elkoņa kaula garozas daļu. Mērījumu rezultātā ieguvām automātiski kalkulētu vidējo blīvumu HU noteiktajā apvidū.



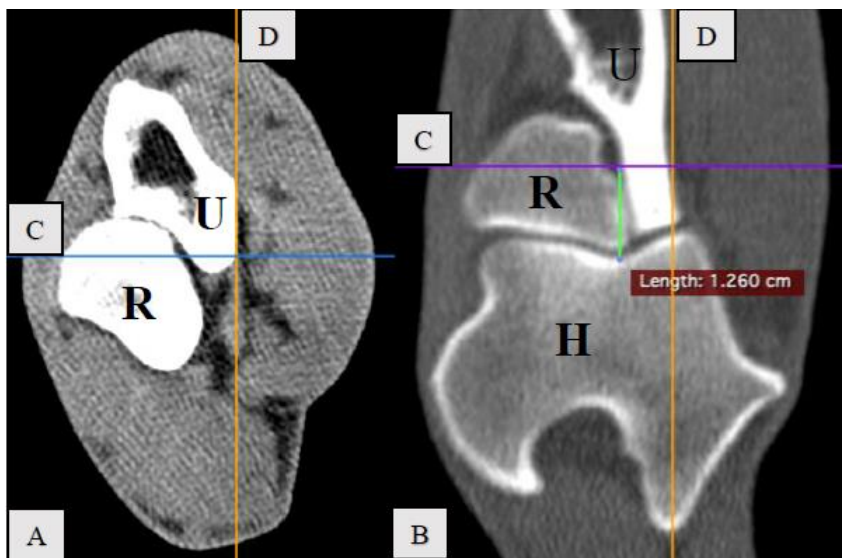
3. att. Mediālā koronoīda izauguma blīvuma mērījumi sagitālā plaknē pēc metodes Nr.2

Fig 3 *Radiodensity measurement of a medial coronoid process by method No 2*

Humerus (H), ulna (U), radius (R), līnija A un B norāda mērījuma laukumu (X)/line A and B shows a measurement area(X)

***Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vieta pie mediālā koronoīda izauguma**

Mērījumus veicām ar Horos v2.2.0 3D – Curved – MPR funkciju un ar šīs funkcijas palīdzību, DT izmeklējumi vienlaikus skatīti transversālā, sagitālā un dorzālā plaknē. Vispirms transversālā plaknē ar divām līnijām (C un D) atzīmējām *musculus biceps brachii* cīpslas piestiprināšanās vietas dorsālo malu pie MCP. Dorzālās plaknes rekonstrukcijas attēlā novilkām taisni (zaļa līnija) no pleca kaula locītavvirsmas starp kondiļiem līdz iepriekš atzīmētā punkta horizontālajai līnijai. Veiktie mērījumi redzami 4. attēlā.



4. att. *Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas mērījumu tehnika transversālā (A) un dorzālā (B) plaknē

Fig 4 *Measurement technique of musculus biceps brachii tendon insertion place to a medial coronoid process in a transversal (A) and coronal (B) view*

Humerus (H), ulna (U), radius (R), līnijas (C un D) norāda uz musculus biceps brachii piestiprināšanās vietu/lines C and D indicate musculus biceps brachii tendon

Musculus biceps brachii piestiprināšanās vietu noteicām centimetros (cm) kā attālumu no pleca kaula kondiļu locītavvirsmas līdz šī muskuļa piestiprināšanās vietai pie MCP.

Visiem pētījumā iekļautajiem dzīvniekiem, mērījumi veikti identiski, t.i. no pleca kaula kondiļu locītavvirsmas starpkondiļu spraugas punkta, līdz atzīmētā punkta horizontālajai līnijai, kas norāda uz *musculus biceps brachii*

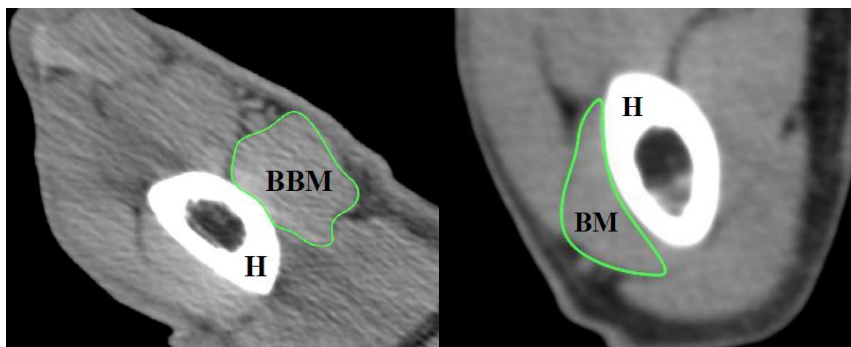
piestiprināšanās vietu. *Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas mērījumi veikti visiem pētījumā iekļautajiem suņiem.

Musculus biceps brachii un musculus brachialis tilpums

Muskuļa tilpumu noteicām ar Horos v2.2.0. programmatūras *closed polygon* funkciju. Vispirms ar šo funkciju izolējām muskuļa ārējās malas ik pa 5 milimetriem (mm). Lai pēc muskuļa ārējo malu izolācijas precīzi aprēķinātu muskuļa tilpumu visā tā garumā, papildus pielietojām Horos v2.2.0. funkciju ROI Volume Generate Missing ROIs.

Ar šo funkciju muskuļa ārējā malas tika izolētas starpposmos starp primāri veiktajiem mērījumiem ik pa 5 mm un iegūts muskuļa šķēsgriezuma laukums kvadrācentimetros (cm²). Pēc pilnīgas muskuļu ārējo malu izolācijas veicām muskuļa tilpuma kalkulāciju kubikcentimetros (cm³) ar Horos v2.2.0. funkciju ROI Volume Compute. *Musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpuma mērījumus veicām 1B un 2B grupu suņiem.

Musculus biceps brachii tilpumu noteicām ar mērījumiem transversālā plaknē no lāpstiņas kakliņa apvidus līdz šī muskuļa pārejai cīpslās pie MCP un *musculus brachialis* tilpumu, izolējot šī muskuļa ārējā malas transversālā plaknē, sākot no pleca kaula kakliņa līdz šī muskuļa pārejai cīpslā pie MCP. *Musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* izolācijas viens mērījums transversālā skatā ar *closed polygon* funkciju redzams 5. attēlā.



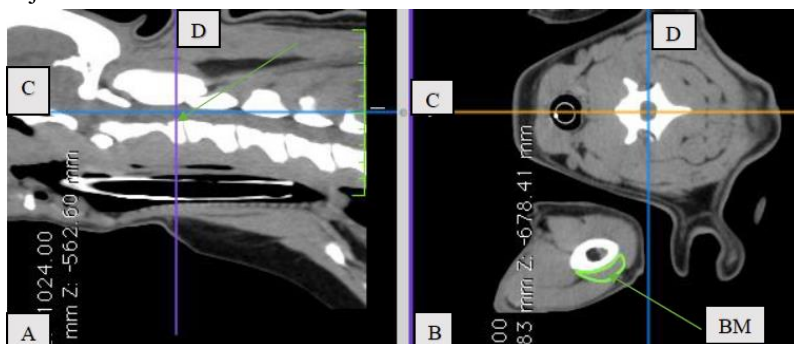
5. att. ***Musculus biceps brachii un musculus brachialis tilpuma mērījumu tehnika transversālā plaknē***

Fig5 ***Musculus biceps brachii and musculus brachialis volume measurements in a transversal view***

Humerus (H), musculus biceps brachii (BBM), musculus brachialis (BM)

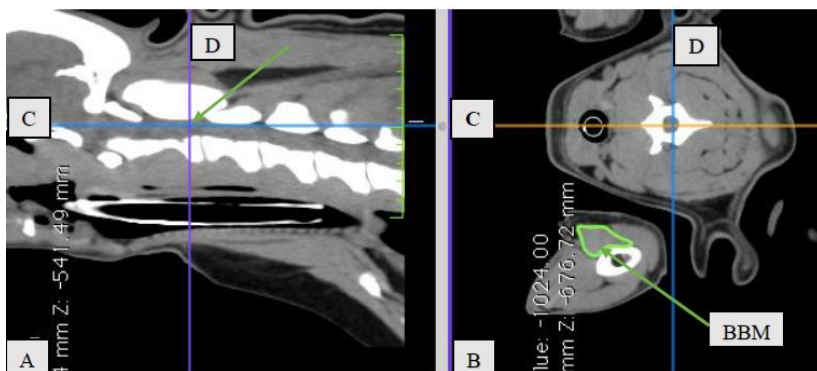
***Musculus biceps brachii un musculus brachialis* maksimālais anatomiskais šķērsriezuma laukums**

Musculus brachialis un *musculus biceps brachii* muskuļa maksimālais anatomiskais šķērsriezuma laukums (mCSA) visiem pētījuma suņiem tika mērīts vienā noteiktā līmenī, transversālā plaknē. Kā marķieri, sagitālajā plaknē, izvēlējamies otro - trešo kakla skriemeli un šajā līmenī izolējām mērījuma vietu, lai tā būtu līdzīgi visiem pētījuma dalībniekiem. Šāds muskuļu mērījuma apvidus noteikts, jo šajā līmenī mCSA (cm²) bija vizuāli vislielākais. Visi mērījumi veikti abpusēji, trīs vietās un kā mCSA izvēloties lielāko mērījumu. Muskuļu mCSA mērījumi redzami 6. un 7. attēlā.



6. att. *Musculus brachialis* (BM) maksimālā anatomiskā šķērsriezuma laukuma mērījums

Fig 6 *Musculus brachialis* (BM) maximum cross – sectional area measurement technique



7. att. *Musculus biceps brachii* (BBM) maksimālā anatomiskā šķērsriezuma laukuma mērījums

Fig 7 *Musculus biceps brachii* (BBM) maximum cross – sectional area measurement technique

Maksimālā anatomiskā šķērsriezuma laukuma mērījuma attēlos ar līniju norādītas *musculus brachialis* (BM) un *musculus biceps brachii* (BBM) ārējās malas transversālā plaknē. Bulta norāda uz krustisku līniju, kas nosaka mērījumu izejas punktu otrā kakla skriemeļa kaudālā daļā. Līnijas C un D norāda uz mērījumu izejas punktu, kurā muskulis vizuāli ir lielāks. Maksimālais anatomiskais šķērsriezuma laukums, kā arī citi morfometriskie mērījumi veikti divas reizes ar vienas nedēļas starplaiku.

Datu statistiskā apstrāde

Datu statistiskā apstrāde veikta ar *Microsoft Office Excel* 2015 un *Rstudio* 1.1.456. programmatūru palīdzību. Pētījumā iegūto rezultātu atbilstību normālajam sadalījumam pārbaudījām ar Kolmogorova – Smirnova testu un iegūto vērtību atbilstību normālajam sadalījumam, novērtējām pēc Lilliefora testa normatīviem (Abdi & Molin, 2007). Mūsu aprēķini parāda, ka turpmāk promocijas darba aprēķinos var tik pielietoti parametriskie statistikas kritēriji, varbūtības kļūdu saglabājot 0.05 līmenī.

Pārbaudot metodes uzticamību, gan slimo, gan veselo suņu grupā veicām atkārtotus mērījumus ar vienas nedēļas starplaiku un pielietojām Dālberga metodi (Dahlberg, 1940): $ME = \sqrt{\Sigma(X-X1)^2/2n}$. X un $X1$ ir mērījumi, bet n mērījumu skaits. Mērījumu kļūda nevienā no apskatītajiem mērījumiem nepārsniedza 1.0.

Centrālās tendences novērtējumam tika izvēlēts vidējais aritmētiskais, bet datu izkliedi vērtēti ar standartnovirzes un dispersijas palīdzību. Datortomogrāfijas atradņu apkopojumam pielietota aprakstošā statistika, aprēķinot noteikto patoloģiju sastopamības biežumu.

Dispersijas salīdzinājam ar Levena testa palīdzību, bet vidējās aritmētiskās vērtības ar Stjudenta t – testu.

Musculus biceps brachii piestiprināšanās vietas atšķirības starp šķirnēm noteicām ar vienfaktora dispersijas analīzi (ANOVA).

Korelācijas analīzes rezultāti tika vērtēti pēc iegūtajām r vērtībām, t.i. ja $|r| < 0.5$ vāja sakarība, $0.5 \leq |r| \leq 0.8$ vidēji cieša un $|r| > 0.8$ cieša sakarība (Arhipova & Bāliņa, 2006). Korelācijas koeficientu novērtējumam, iegūstot varbūtības kļūdas (p) vērtības, tika pielietota regresijas analīze. Korelācijas analīzes nozīmīgums vērtēts ar regresijas analīzes p vērtībām.

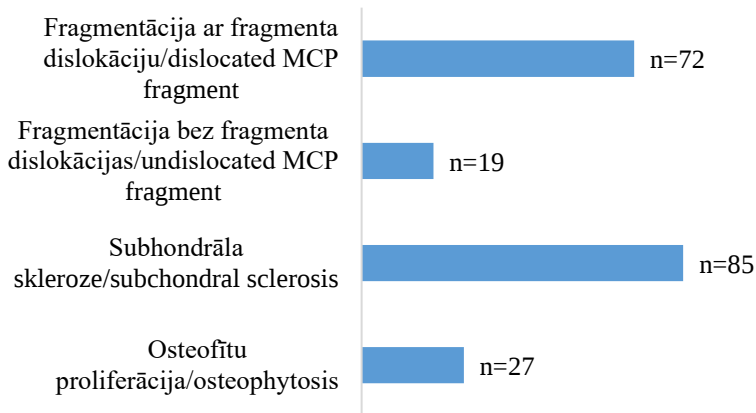
Musculus biceps brachii un *musculus brachialis* morfometriskajiem mērījumiem noteicām dzimumdimorfisma koeficientu = (sievīšķā dzimuma izmērs $\times$ 100): (vīrišķā dzimuma izmēru). Pielietotā formula aizgūta no humānās medicīnas (Tague, 1992). Ja iegūtais koeficients ir lielāks par 100, tad sievišķā dzimuma parametrs ir lielāks. Ja iegūtais koeficients ir 100, tad dzimuma

atšķirības noteiktajā mērījumā nav. Ja koeficients ir zem 100, tad vīrišķā dzimuma suņiem parametrs ir lielāks nekā sievišķā dzimuma suņiem.

REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Datortomogrāfijas atradnes suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību

Mediālā koronoīda izauguma slimību diagnosticējām 65 suņiem. Patoloģiskas pārmaiņas abās elkoņa locītavās noteicām 42 (64.6%), bet vienpusēji 23 (35.4%) suņiem. Mūsu pētījumā iekļautajiem suņiem ar MCD, lielākoties šo slimību noteicām abās elkoņa locītavās. Ja salīdzina ar informācijas avotos pieejamo informāciju, tad tā ir līdzīga. Pētījumā, kurā analizētas 263 suņu elkoņu locītavas, noteikts, ka 66% gadījumu MCD bija abpusēja (Noel Fitzpatrick, Smith, Evans, O’Riordan, & Yeadon, 2009). Šajā apakšnodaļā elkoņa locītavu DT izmeklējumu rezultātus aprakstīsim 107 patoloģiski izmainītām elkoņu locītavām.

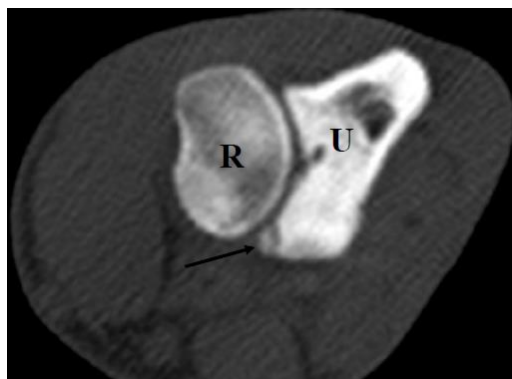


8. att. Datortomogrāfijas atradnes
Fig 8 *Computed tomography findings*

Viena no biežāk aprakstītajām mediālā koronoīda izauguma DT atradnēm ir subhondrālā skleroze (SHS), kas raksturojas ar kaulaudu blīvuma palielinājumu (Villamonte-Chevalier et al., 2016), kas rodas izmainoties minerālvielu depozicijai un resorbcijai (Dequeker et al., 1995). Mūsu pētījumā

subhondrālu sklerozi noteicām 85 elkoņa locītavās. Elkoņu locītavās ar MCD 91.8 % gadījumu SHS bija novērojama kopā ar MCP fragmentāciju.

Mediālā koronoīda izauguma slimību ar fragmentāciju noteicām 91 elkoņu locītavā. Mediālā koronoīda izauguma fragmentācija ar šī fragmenta intraartikulāru dislokāciju bija 72 elkoņa locītavās, bet 19 locītavās MCP fragments nebija dislocēts. Mūsu novērojumi parāda, ka suņiem ar nepilnīgi atdalītu MCP, klīniski klibums ir intermitējošs, salīdzinot ar patstāvīgi klibojošiem suņiem, kuriem novēro pilnīgu MCP fragmentāciju. Mūsuprāt tas izskaidrojams ar to, ka pilnīgi atdalīts fragments rada mehānisku spiedienu uz elkoņa locītavas virsmām. Mediālā koronoīda izauguma fragmentācija redzama 9. attēlā un nepilnīga fragmentācija 10. attēlā.



9. att. Mediālā koronoīda izauguma fragmentācija
Fig 9 *Fragmentation of the medial coronoid process*



10. att. Mediālā koronoīda izauguma nepilnīga fragmentācija
Fig 10 *Fissure line of the medial coronoid process*

Radius (R), Ulna (U), fragments/Fragment (F), bultas norāda uz MCP fragmentu/arrows show fissure line of a MCP

No patoloģiski izmainītajām elkoņa locītavām, 27 locītavās diagnosticējām osteofītu klātbūtni, un 24 gadījumos osteofītu proliferāciju bija kopā ar MCP fragmentāciju. Trīs gadījumos osteofītus diagnosticējām suņiem ar SHS un MCP strukturālām izmaiņām, kas noritēja bez MCP fragmentācijas. Lai arī osteofītu proliferāciju diagnosticējām salīdzinoši reti, taču 88.8% gadījumu tā bija suņiem ar MCP fragmentāciju. Mūsu pētījumā reti diagnosticēto OA izskaidro tas, ka vidējais vecums slimo suņu grupā, bija 15 mēneši un to var uzskatīt par agrīnu diagnostikas laiku.

Jāatzīmē, ka mēs nekonstatējām statistiski nozīmīgu korelāciju ($p > 0.05$) starp DT atradnēm un suņu vecumu, dzimumu, šķirni un ķermeņa masu. Tas norāda, ka MCD dažādās patoloģijas nav saistāmas ar suņu šķirni, vecumu, dzimumu un ķermeņa masu.

Kopumā DT attēlu analīzes rezultāti liecina, ka biežāk sastopamā DT atradne suņiem ar MCD ir pilnīga MCP fragmentācija un subhondrālā skleroze. Tā kā SHS bija viena no biežāk sastopamajām DT atradnēm suņiem ar MCD, tāpēc papildus veicām MCP un elkoņa kaula subtrohleārā apvidus blīvuma mērījumus.

Pēc metodes Nr.1 noteicām, ka suņiem ar MCD Haunsfilda vienības visos ROI bija ievērojami lielākas, piemēram, ROI I suņiem ar MCD blīvums bija 834.07 ± 201.540 , bet kontroles grupas indivīdiem 656.92 ± 42.594 . Starp visām ROI vērtībām pastāv statistiski nozīmīga atšķirība starp MCD skartajiem un kontroles grupas suņiem ($p < 0.01$). Blīvuma vērtībām HU, pēc metodes Nr.1, izteikta un statistiski nozīmīga korelācija starp MCP blīvumu un mainīgajiem parametriem (dzimums, vecums, ķermeņa masa, šķirne) nepastāv ($p > 0.05$). Vāja korelācija bija starp ROI I un MCD skarto suņu dzimumu.

Mediālā koronoīda izauguma HU noteicām arī pēc mūsu izstrādātās metodes (turpmāk tekstā – metode Nr.2). Noteicām, ka suņiem ar MCD vidējā blīvuma (HU) bija 1058.06 ± 113.831 . Vidējais blīvums kontroles grupas suņiem bija 306.19 ± 119.963 (maksimālā vērtība 594.26 HU). Noteicām, ka starp iegūtajām HU vērtībām nepastāv būtiska korelācija ($p > 0.05$) ar mainīgajiem parametriem (dzimums, vecums, ķermeņa masa, šķirne).

Mūsu izstrādātās MCP blīvuma noteikšanas metodes mērījumu rezultāti parādīja statistiski nozīmīgu atšķirību starp suņiem ar un bez MCD ($p < 0.0001$). Suņiem ar MCD, vidējais aritmētiskais blīvums HU bija par 71.1 % lielāka, nekā kontroles grupas suņiem. Mūsu pētījumā mērījumu rezultāti pēc Villamonte-Chevalier et al. (2016) metodikas arī parādīja atšķirību starp kontroles grupas suņiem un MCD skartajiem indivīdiem, un tas sakrita ar šīs metodikas autoru viedokli, ka suņiem ar MCD, mediālā koronoīda izauguma blīvums Haunsfilda vienībās ir augstāks nekā kontroles grupas indivīdiem (Villamonte-Chevalier et al., 2016). Svarīgi pieminēt, ka abu izmantoto metožu rezultāti nav salīdzināmi

savā starpā, jo metodika un līdz ar to iegūtās HU vērtības ir statistiski nozīmīgi atšķirīgas ($p < 0.05$).

***Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vieta pie mediālā koronoīda izauguma**

Musculus biceps brachii piestiprināšanas vietu pie MCP noteicām visiem pētījumā iekļautajiem suņiem. Šajā pētījuma posmā iekļauto suņu dzimums, vidējais vecums un vidējā ķermeņa masa atspoguļota 3. tabulā.

3. tabula/Table 3

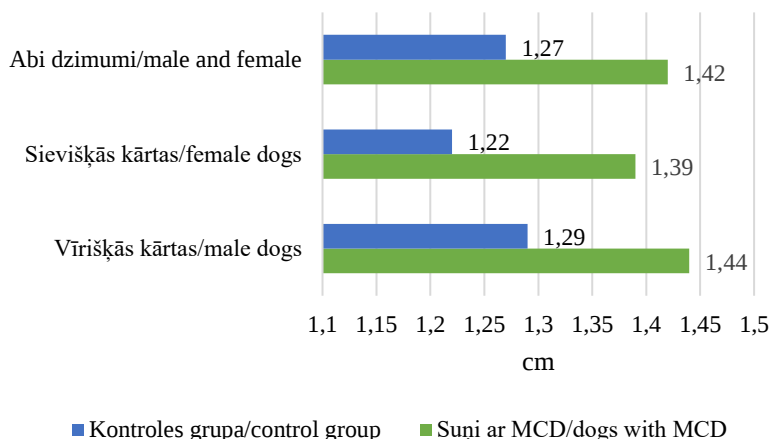
Iekļauto suņu raksturojošie rādītāji/ *Characteristics of the included dogs*

Suņi ar MCD/Dogs with MCD				Kontroles grupa/Control group			
Ķermeņa masa (kg)/ <i>Body weight</i> (kg) $\pm$ SD	Vecums (mēneši)/ <i>Age in months</i> $\pm$ SD	Dzimums/Sex		Ķermeņa masa (kg)/ <i>Body weight</i> (kg) $\pm$ SD	Vecums (mēneši)/ <i>Age in months</i> $\pm$ SD	Dzimums/Sex	
		Vīr.k./ <i>Male</i>	Siev.k./ <i>Female</i>			Vīr.k./ <i>Male</i>	Siev.k./ <i>Female</i>
34.6 $\pm$ 8.39	15.3 $\pm$ 7.39	46	19	34.6 $\pm$ 7.55	22.3 $\pm$ 8.22	18	8

Vidējais aritmētiskais (X); standartnovirze (SD)/average value (X), standard deviation (SD)

Suņiem ar MCD aritmētiskā vidējā *musculus biceps brachii* cīpslas piestiprināšanās vietas vērtība bija 1.42 ± 0.226 cm un kontroles grupas suņiem 1.27 ± 0.200 cm. Salīdzinot abu grupu vidējās aritmētiskās vērtības ar Stjudenta t – testu, noteicām statistiski nozīmīgu atšķirību ($p < 0.001$). *Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas vidējās vērtības starp kontroles grupas suņiem un indivīdiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību statistiski nozīmīgi atšķirās gan starp vīrišķās ($p = 0.002$), gan sievišķās kārtas ($p = 0.003$) suņiem, gan abus dzimumus vērtējot kopā ($p < 0.001$).

Musculus biceps brachii piestiprināšanās vietas pie MCP vidējās vērtības redzamas 11. attēlā.



11. att. *Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas vērtības
Fig 11 *Musculus biceps brachii* attachment place average values

Pīrsona korelācijas analīze un regresijas analīzes p vērtības parādīja, ka analizējot visus pētījumā iekļautos suņus kopā, statistiski nozīmīga korelācija nav novērojama nevienā no apskatītajiem parametriem.

Mediālā koronoīda izauguma slimības skarto suņu grupā 22 indivīdiem šī slimība bija vienpusēja un vidējo aritmētisko vērtību salīdzinājums norādīja uz statistiski nozīmīgu atšķirību ($p < 0.001$) starp MCD skartajām un neizmainītajām locītavām. Apskatot atšķirības starp pirmās grupas neizmainīto locītavu *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietām un kontroles grupas suņiem, noteicām, ka statistiski nozīmīga atšķirība nepastāv ($p = 0.802$). Tas parāda, ka pat viena indivīda ietvaros novērojamas statistiski nozīmīgas atšķirības šajā parametrā starp ekstremitātēm ar un bez MCD. Izmainītajās ekstremitātēs *musculus biceps brachii* vērtība bija 1.42 ± 0.226 cm, bet neizmainītajās priekšējās 1.26 ± 0.144 cm.

Lai arī, vērtējot kontroles grupu un slimo suņu grupas indivīdus kopā, nozīmīga korelācija netika novērota, tomēr MCD skarto suņu grupā noteicām, ka starp šķirnēm eksistē atšķirības. Korelācijas analīzes rezultāti parādīja vāju, bet statistiski nozīmīgu ($r = 0.36$; $p < 0.001$) korelāciju starp *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietu un suņu šķirni. Noteicām, ka no iekļautajām suņu šķirnēm, lielākās atšķirības bija starp Vācu ait suņiem, Labradoriem retrīveriem un Bernes ganu suņiem, kā arī mazāk pārstāvētajiem suņiem. Līdzīgas tendences

bija arī kontroles grupu suņiem, kur mazāk pārstāvēto šķirņu suņu iegūtās mērījumu vērtības atšķīrās.

Tā kā, vērtējot *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietu pie MCP atsevišķi pa grupām, mēs noteicām atšķirības starp dažādām šķirnēm, tad papildus veicām salīdzinājumu starp MCD skarto un kontroles grupu suņu šķirnēm, kur būtiskas atšķirības nenovērojām (Vācu aitū suņi, labradori, zeltainie retrīveri). Levena testa rezultāti parādīja statistiski nozīmīgu atšķirību starp abām grupām ($F = 9.63$, $F_{crit} = 3.95$; $p = 0.002$). Statistiski nozīmīgu atšķirību starp abu grupu vidējām vērtībām noteicām arī ar Stjudenta t – testa palīdzību ($p < 0.001$).

Būtiski bija apskatīt vai eksistē atšķirības starp suņu šķirnēm, kurām novēro lielāku ķermeņa masu, t.i. starp liela un gigantiska auguma suņiem. Liela auguma suņiem (Vācu aitū suņi, labradori retrīveri, zeltainie retrīveri) vidējā ķermeņa masa bija 29.49 kg, bet gigantiska izmēra suņiem (Bernes ganu, Lendsīrs, Nūfaundlends, Kane Korso, Pirinejas Kalnu suns, Vidusāzijas aitū suns) vidējā ķermeņa masa bija 48.14 kg. T – testa rezultāti parādīja, ka starp ķermeņa masām eksistē statistiski nozīmīga atšķirība ($p < 0.001$).

Tā kā mēs noteicām atšķirības starp dažādām šķirnēm, tad papildus veicām salīdzinājumu starp pirmās un otrās grupas suņiem (Vācu aitū suņi, labradori, zeltainie retrīveri), kuriem *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas vidējās vērtības bija līdzīgas ($p > 0.05$). Levena testa rezultāti parādīja statistiski nozīmīgu atšķirību starp abām grupām ($F = 9.63$, $F_{crit} = 3.95$; $p = 0.002$). Statistiski nozīmīgu atšķirību starp abu grupu vidējām vērtībām noteicām arī ar Stjudenta t – testa palīdzību ($p < 0.001$). Liela auguma suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas vidējā vērtība bija 1.36 ± 0.213 cm, bet kontroles grupas suņiem 1.20 ± 0.133 cm, ar statistiski nozīmīgu atšķirību starp šīm grupām ($p < 0.001$).

Gigantiska auguma suņiem (Bernes ganu suns, Lendsīrs, Nūfaundlends, Kane Korso, Pirinejas Kalnu suns, Vidusāzijas aitū suns) ar mediālā koronoīda izauguma slimību, *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas pie MCP vidējā vērtība bija 1.58 ± 0.175 , bet kontroles grupas suņiem 1.44 ± 0.263 cm, ar statistiski nozīmīgu atšķirību starp grupām ($p = 0.04$).

Šajā salīdzināšanas posmā papildus apskatījām sadalījumu pa vecuma grupām. Mediālā koronoīda izauguma slimības skarto suņu grupā 51 suns bija vecumā no sešiem līdz 12 mēnešiem. Salīdzinot biežāk pārstāvēto suņu šķirņu, *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas pa vecuma grupām, t.i., suņiem no sešiem līdz 12 mēnešiem un indivīdiem, kuri vecāki par 12 mēnešiem, mēs noteicām, ka slimības skarto suņu grupā statistiski nozīmīgās atšķirības nav ($p > 0.05$), kas parāda, ka šī parametra iegūtās vērtības ir salīdzināmas suņus vērtējot kopā, neizdalot atsevišķi pa vecuma grupām. Salīdzinot MCD skarto suņu grupas atsevišķi pa vecumiem un kontroles grupas indivīdiem, arī šajā parametrā tika noteikta statistiski nozīmīga atšķirība ($p = 0.001$).

Kopumā rezultāti parāda, ka suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību, *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietas vērtība pie mediālā koronoīda izauguma ir lielāka, nekā kontroles grupas suņiem. Būtisks ir rādītājs, ka liela auguma un gigantiska auguma suņi, šajā parametrā jāvērtē atsevišķi, jo noteicām statistiski nozīmīgas atšķirības starp šīm grupām.

Musculus biceps brachii un musculus brachialis tilpums

Musculus biceps brachii un *musculus brachialis* tilpumu kopā noteicām 31 suņim. Klīniski veseli bija desmit suņi (2B grupa), bet 21 indivīdam bija mediālā koronoīda izauguma slimība (1B grupa). Statistiski nozīmīgas atšķirības, starp suņu ķermeņa masu, kā arī vecumu, netika novērota. No iekļautajiem MCD skartajiem suņiem 17 suņi bija vīrišķā, bet četri sievišķā dzimuma suņi. Ķermeņa masa starp sievišķā (36.1 ± 15.96 kg) un vīrišķā dzimuma (35.5 ± 8.00 kg) suņiem statistiski nozīmīgi neatšķīrās ($p > 0.05$). Gan MCD skarto, gan kontroles grupas suņu raksturojošie rādītāji redzami 4. tabulā.

4. tabula/Table 4

Iekļauto suņu raksturojošie rādītāji/ *Characteristics of the included dogs*

Suņi ar MCD/Dogs with MCD				Kontroles grupa/Control group			
Ķermeņa masa (kg)/ Body weight (kg) X $\pm$ SD	Vecums (mēneši)/ Age in months X $\pm$ SD	Dzimums/Sex		Ķermeņa masa (kg)/ Body weight (kg) X $\pm$ SD	Vecums (mēneši)/ Age in months X $\pm$ SD	Dzimums/Sex	
		Vīr./ Male	Siev./ Female			Vīr./ Male	Siev./ Female
35.5 $\pm$ 9.47	14.1 $\pm$ 9.15	17	4	38.9 $\pm$ 8.87	17.0 $\pm$ 8.05	8	2

Standartnovirze (SD); vidējais aritmētiskais (X)/Average value (X); Standard deviation (SD)

***Musculus biceps brachii* tilpums**

Musculus biceps brachii tilpuma raksturojošās vērtības suņiem ar MCD redzamas 5. tabulā.

5. tabula/ *Table 5*

***Musculus biceps brachii* tilpuma raksturojums suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību/*Musculus biceps brachii* volume of dogs with a medial coronoid disease**

Parametri/Parameter		X ± SD (cm ³)	Stjūdenta t – testa p vērtība/T-test p-value
Vīrišķās kārtas suņu BBM tilpums/ Male BBM volume	Labās priekškājas/ <i>Right leg</i>	31.45 ± 10.275	0.75
	Kreisās priekškājas/ <i>Left leg</i>	32.67 ± 12.092	
	Abu priekškāju/ <i>Both legs</i>	32.10 ± 11.089	
Sievšķās kārtas suņu BBM tilpums/ Female BBM volume	Labās priekškājas/ <i>Right leg</i>	28.54 ± 7.058	0.49
	Kreisās priekškājas/ <i>Left leg</i>	28.44 ± 6.756	
	Abu priekškāju/ <i>Both legs</i>	28.48 ± 6.279	
Vīrišķās un sievšķās kārtas BBM Male and female BBM		31.45 ± 10.435	0.26
Neizmainīto locītavu BBM Unaffected joint BBM		33.92 ± 11.021	0.74

Standartnovirze (SD); vidējais aritmētiskais (X); varbūtības kļūda (p); *m. biceps brachii* (BBM)/Average value (X); Standard deviation (SD); p value (p vērtība); *m. biceps brachii* (BBM)

Redzams, ka suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību *musculus biceps brachii* tilpums neatšķiras ne starp MCD skartajām ekstremitātēm, ne starp veselo un MCD skarto priekškāju *musculus biceps brachii* tilpumu.

Noteicām, ka *musculus biceps brachii* tilpums vidēji cieši korelē ar suņu ķermeņa masu ($r = 0.63$; $p < 0.001$) un suņu vecumu ($r = 0.59$; $p < 0.001$). Tas parāda, ka šis rādītājs ir cieši saistīts ar mainīgajām pazīmēm, kā arī iegūto datu izkliede ir salīdzinoši liela, jo *musculus biceps brachii* tilpums MCD skarto grupu suņiem bija robežās no 12.0 līdz 56.95 cm³.

Kontroles grupā vīrišķā dzimuma suņiem ķermeņa masa bija lielāka (41.1 ± 9.91 kg) nekā sievšķā dzimuma suņiem (33.7 ± 1.53 kg). Vīrišķās kārtas suņiem *musculus biceps brachii* tilpums bija 38.46 ± 6.474 cm³ un sievšķās kārtas suņiem 42.03 ± 5.086 cm³. Abu dzimumu vidējā vērtība bija

39.65 ± 6.141 cm³. Redzams, ka šajā grupā novērojama tendence, ka ķermeņa masa lielāka bija vīrišķās kārtas suņiem, bet *musculus biceps brachii* tilpums lielāks bija sievišķā dzimuma suņiem. Nozīmīgu korelāciju ar mainīgajām pazīmēm (dzimums, vecums, ķermeņa masa, šķirne) mēs nenoteicām ($p > 0.05$).

Salīdzinot MCD skartos un kontroles grupas suņus, noteicām, ka *musculus biceps brachii* tilpuma vidējā aritmētiskā vērtība suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību bija 31.45 ± 10.435 cm³ un kontroles grupas suņiem 39.65 ± 6.141 cm³. Redzams, ka kontroles grupas suņiem *musculus biceps brachii* tilpums bija lielāks, nekā suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību. Levena testa rezultāti parādīja, ka starp abu grupu dispersijām pastāv statistiski nozīmīga atšķirība un, ka abu grupu datu vērtību sadalījums nav vienāds ($F = 13.83$, $F_{crit} = 3.97$; $p < 0.001$). Noteicām, ka starp *musculus biceps brachii* tilpuma vidējām aritmētiskām vērtībām ir statistiski nozīmīga atšķirība ($p = 0.01$).

Apskatot abu grupu dzīvnieku *musculus biceps brachii* tilpuma saistību ar mainīgajiem parametriem, noteicām, ka starp šī muskuļa tilpumu un suņu dzimumu, kā arī šķirni, neeksistē statistiski nozīmīga sakarība. Savukārt šī muskuļa tilpumam ar suņu ķermeņa masu ($r = 0.60$; $p < 0.001$) un vecumu ($r = 0.51$; $p < 0.001$) ir vidēji cieša korelācija. Suņiem ar MCD dzimumdimorfiska koeficients bija 88.72 un kontroles grupas indivīdiem 109.28.

Mūsu pētījuma dati parāda, ka suņiem ar MCD, *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpums ir mazāks nekā klīniski veseliem suņiem. Šie rezultāti neapstiprina pieņēmumu, ka *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* rada lielāku spiedienu uz MCP. Tomēr uzskatām, ka šī pētījuma dati to nevar ne pilnībā apstiprināt, ne noliegt. Galvenais iemesls tam ir suņu skaits grupās un to raksturojošie lielumi, jo redzams, ka kontroles grupas suņiem vidējā ķermeņa masa bija lielāka, kā arī abās grupās vidējās ķermeņa masas datu izkliede bija salīdzinoši liela.

***Musculus brachialis* tilpums**

Musculus brachialis tilpuma vidējā aritmētiskā vērtība suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību bija 19.02 ± 7.700 cm³ un kontroles grupas suņiem 20.03 ± 5.868 cm³. Kontroles grupas suņiem šī muskuļa tilpums bija lielāks.

Suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību novēroja statistiski nozīmīgu *musculus brachialis* vidējā tilpuma atšķirības ($p = 0.01$) starp vīrišķās un sievišķās kārtas suņiem (6. tabula).

***Musculus brachialis* tilpuma raksturojums suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību/*Musculus brachialis* volume of dogs with a medialis coronoid disease**

Parametri/Parameter		X ± SD (cm ³)	Stjudenta t – testa p vērtība/T-test p- value
Vīrišķās kārtas suņu BBM tilpums/ Male BBM volume	Labās priekškājas/ <i>Right leg</i>	19.41 ± 8.162	0.68
	Kreisās priekškājas/ <i>Left leg</i>	20.56 ± 7.653	
	Abu priekškāju/ <i>Both legs</i>	20.0 ± 7.800	
Sieviešķās kārtas suņu BBM tilpums/ Female BBM volume	Labās priekškājas/ <i>Right leg</i>	10.85 ± 0.307	0.20
	Kreisās priekškājas/ <i>Left leg</i>	14.97 ± 4.987	
	Abu priekškāju/ <i>Both legs</i>	13.59 ± 4.412	
Vīrišķās un sieviešķās kārtas BBM/ <i>Male and female BBM</i>		19.02 ± 7.700	0.01*
Neizmainīto locītavu BBM tilpums/ <i>Unaffected joint BBM</i>		21.39 ± 10.420	0.74

Standartnovirze (SD); vidējais aritmētiskais (X); varbūtības kļūda (p); *m. biceps brachii* (BBM)/Average value (X); Standard deviation (SD); p value (p vērtība); *m. biceps brachii* (BBM)

Korelācijas analīzes rezultāti parādīja vāju, bet statistiski nozīmīgu korelāciju starp *musculus brachialis* tilpumu un suņu ķermeņa masu ($r = 0.45$; $p < 0.001$) un vecumu ($r = 0.36$; $p = 0.005$).

Kontroles grupā *musculus brachialis* tilpumu noteicām desmit klīniski veselīgiem suņiem. Kontroles grupu *musculus brachialis* vidējais tilpums bija 20.03 ± 5.868 cm³. Starp vīrišķā un sieviešķā dzimuma suņu *musculus brachialis* tilpumu bija statistiski nozīmīga atšķirība ($p = 0.003$). Vīrišķā dzimuma suņiem vidējais tilpums bija 22.1 ± 6.60 cm³, bet sieviešķā dzimuma suņiem 15.21 ± 3.232 cm³. Šajā grupā noteicām statistiski nozīmīgu korelāciju starp šī muskuļa tilpumu un suņu dzimumu ($r = 0.55$; $p = 0.01$) un ķermeņa masu ($r = 0.66$; $p = 0.002$).

Papildus noteicām arī *musculus brachialis* un *musculus biceps brachii* tilpumu savstarpējo korelāciju. Pīrsona korelācijas koeficients starp *musculus brachialis* un *musculus biceps brachii*, suņiem ar MCD liecina par vāju, statistiski nenozīmīgu korelāciju ($r = 0.16$; $p = 0.32$). Kontroles grupā starp abiem muskuļiem korelācija arī bija vāja ($r = 0.08$, $p = 0.52$). Suņiem ar mediālā

koronoīda izauguma slimību dzimumdimorfisma koeficients bija 67.95 un kontroles grupā 68.82.

Kopumā rezultāti parāda, ka *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpums ir atkarīgs no mainīgajām pazīmēm un pētījumā nav iegūta pārliecība, ka suņiem ar mediālā koronoīda slimību šo muskuļu tilpums ir lielāks, kas varētu ietekmēt mediālā koronoīda slimības attīstību.

Redzams, ka *musculus brachialis* tilpuma analīzes tendences ir līdzīgas *musculus biceps brachii* tilpuma analīzei. Apskatot šos datus, Michelsen (2013) izvirzītās hipotēzes aspektā, ka suņiem ar MCD *musculus brachialis*, iespējams, rada lielāku spiedienu uz MCP, jānorāda, ka mūsu pētījuma rezultāti to neapstiprināja.

***Musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* maksimālais anatomiskais šķērsriezuma laukums**

Maksimālo anatomisko šķērsriezuma laukumu noteicām gan kontroles grupas (2B), gan slimu suņu (1B) grupas indivīdiem.

Musculus biceps brachii mCSA vidējā vērtība suņiem ar MCD bija $4.84 \pm 1.284 \text{ cm}^2$, bet kontroles grupas indivīdiem $5.82 \pm 0.961 \text{ cm}^2$.

Mediālā koronoīda izauguma slimības skarto suņu grupā, *musculus biceps brachii* maksimālam anatomiskam šķērsriezuma laukumam bija vidēji cieša, statistiski nozīmīga korelācija ar suņu vecumu ($r=0.56$; $p < 0.001$) un šķirni ($r=0.62$; $p < 0.001$).

Musculus brachialis vidējais mCSA bija $2.49 \pm 0.962 \text{ cm}^2$ un kontroles grupā $2.64 \pm 0.588 \text{ cm}^2$. Suņiem ar MCD dzimumdimorfisma koeficients bija 89.58, bet kontroles grupas suņiem 91.51.

Mediālā koronoīda izauguma slimības skarto suņu grupā, *musculus brachialis* maksimālam anatomiskam šķērsriezuma laukumam ir cieša, statistiski nozīmīga korelācija ar suņu ķermeņa masu ($r=0.82$; $p < 0.001$), vidēji cieša korelācija ar šķirni ($r=0.72$; $p < 0.001$), kā arī vāja, bet statistiski nozīmīga korelācija ar vecumu ($r=0.46$; $p < 0.001$).

Musculus biceps brachii un *musculus brachialis* maksimālā anatomiskā šķērsriezuma laukuma vidējās vērtības, standartnovirze un t-testa p-vērtības atspoguļotas 7. tabulā un 8. tabulā.

***Musculus biceps brachii* maksimālā anatomiskā šķēsgriezuma laukuma raksturojums/*Musculus biceps brachii* maximum cross-sectional area of dogs with a medialis coronoid disease**

Parametri		Suņi ar MCD/ <i>Dogs</i> with MCD	Kontroles grupa/ <i>Control</i> group	Suņi ar MCD/ <i>Dogs</i> with MCD	Kontroles grupa/ <i>Control</i> group
		X ± SD (cm)		Stjudenta t – testa p vērtība/ T – test p values	
Vīrišķās kārtas suņu BBM mCSA/ <i>Male BBM</i> <i>volume</i>	Labās priekškājas/ <i>Right leg</i>	4.91 ± 1.326	5.53 ± 1.120	0.82	0.89
	Kreisās priekškājas/ <i>Left leg</i>	4.94 ± 1.050	5.81 ± 1.123		
	Abu priekškāju/ <i>Both legs</i>	4.92 ± 1.187	5.67 ± 1.087	0.03*	
Sieviešķās kārtas suņu BBM mCSA/ <i>Female BBM</i> <i>volume</i>	Labās priekškājas/ <i>Right leg</i>	4.58 ± 1.165	6.21 ± 0.638	0.06	0.07
	Kreisās priekškājas/ <i>Left leg</i>	3.61 ± 0.719	6.13 ± 0.400		
	Abu priekškāju/ <i>Both legs</i>	4.09 ± 1.064	6.17 ± 0.478	< 0.001*	
Vīrišķās un sieviešķās kārtas BBM mCSA/ <i>Male and</i> <i>female BBM mCSA</i>		4.84 ± 1.284	5.82 ± 0.961	< 0.001*	

Standartnovirze (SD); vidējais aritmētiskais (X); varbūtības kļūda (p); *m. biceps brachii* (BBM)/Average value (X); Standard deviation (SD); p value (p vērtība); *m. biceps brachii* (BBM)

Tabulā redzams, ka vīrišķā dzimuma suņiem *musculus biceps brachii* tilpums abās ekstremitātēs bija līdzīgs. Salīdzinot MCD skartos un veselos suņus, redzama statistiski nozīmīga atšķirība ($p = 0.03$). Līdzīgas tendences novērojamas ar sieviešķā dzimuma suņiem ar statistisku atšķirību starp MCD skarto un veselo suņu priekškājām ($p < 0.001$). Gan sieviešķā, gan vīrišķā dzimuma suņus apvienojot un salīdzinot starp MCD skarto un kontroles grupu, statistiski nozīmīgas atšķirības saglabājas ($p < 0.001$).

Musculus brachialis* maksimālā anatomiskā šķērs griezuma laukuma raksturojums/*Musculus brachialis maximum cross-sectional area of dogs with a medial coronoid disease

Parametri		Suņi ar MCD/Dogs with MCD	Kontroles grupa/Control group	Suņi ar MCD/Dogs with MCD	Kontroles grupa/Control group
		X ± SD (cm)		Stjudenta t – testa p vērtība/ T – test p values	
Vīrišķās kārtas suņu BBM mCSA/ Male BBM volume	Labās priekškājas/ Right leg	2.47 ± 0.924	2.84 ± 0.607	0.37	0.37
	Kreisās priekškājas/ Left leg	2.32 ± 0.681	2.58 ± 0.425		
	Abu priekškāju/ Both legs	2.40 ± 0.809	2.71 ± 0.522	0.15	
Sieviešķās kārtas suņu BBM mCSA/ Female BBM volume	Labās priekškājas/ Right leg	2.55 ± 1.183	2.62 ± 0.847	0.11	0.68
	Kreisās priekškājas/ Left leg	1.75 ± 0.488	2.33 ± 0.782		
	Abu priekškāju/ Both legs	2.15 ± 0.966	2.48 ± 0.747	0.11	
Vīrišķās un sieviešķās kārtas BBM mCSA/Male and female BBM mCSA			2.64 ± 0.588	0.07	

Standartnovirze (SD); vidējais aritmētiskais (X); varbūtības kļūda (p); *m. brachialis* (BM)/Average value (X); Standard deviation (SD); p value (p vērtība); *m. brachialis* (BM)

Tabulā redzams, ka saistībā ar *musculus brachialis* maksimālo anatomisko šķērs griezuma laukumu, nevienā no apskatītajiem parametriem, statistiski nozīmīgas atšķirības nenovēro.

Būtiski bija jautājums noskaidrot vai pastāv sakarība starp *musculus brachialis* un *musculus biceps brachii* maksimālo anatomisko šķērs griezuma laukuma un muskuļu tilpumu. Noskaidrojām, ka suņiem ar MCD novēroja vidēji ciešu korelāciju starp *musculus biceps brachii* tilpumu un mCSA un *musculus brachialis* tilpumu un mCSA. Kontroles grupā statistiski nozīmīgu korelāciju nenovēroja. Lai noteiktu kopējo sakarību starp apskatīto muskuļu tilpumu un mCSA, veicām korelācijas analīzi, abas grupas indivīdu mērījumu rezultātus

apvienojot, un noteicām, ka *musculus biceps brachii* mCSA ir vidēji cieša korelācija ($r=0.76$; $p < 0.001$) ar šī muskuļa tilpumu. *Musculus brachialis* tilpumam bija vāja korelācija ar mCSA ($r=0.29$; $p = 0.02$).

Savstarpējās sakarības starp *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* morfometriskajiem parametriem un mediālā koronoīda izauguma slimības attīstību

Kopumā mūsu pētījuma rezultāti saistībā ar *musculus biceps brachii* cīpslas piestiprināšanās vietu pie MCP parādīja būtiskas atšķirības starp suņiem ar MCD un klīniski veselīgiem indivīdiem. Noteicām, ka suņiem ar MCD *musculus biceps brachii* cīpsla piestiprinās tālāk jeb dorsālāk no mērījumu izejas punkta nekā veselīgiem suņiem. Vadoties pēc Bunker et al., (2014) teiktā, ka cīpslas piestiprināšanās vieta katram muskulim ir noteikta tā, lai muskuļu radītā slodze uz kauliem izlīdzinās, varam secināt, ka mūsu konstatētās atšķirības *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietā norāda uz to, ka suņiem ar MCD muskuļa radītā slodze uz MCP netiek pārnesta vienmērīgi. Konstatētās izmaiņas salīdzinot ar citu autoru teikto norāda, ka šo izmaiņu dēļ var rasties kaulaudu un skrimšļaudu pārslodze, kā rezultātā var attīstīties dažādi mikroskopiski un makroskopiski bojājumi (Dalla Pria Bankoff, 2012).

Līdz šim veiktie pētījumi nav pilnībā pierādījuši *musculus biceps brachii* cīpslu lomu MCD attīstībā, tomēr zināma sakarība atrodama Hulse et al. (2010) veiktajā pētījumā, izmantojot amputētas suņu priekšējās un mainot *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* radīto slodzi uz MCP un spieķa kaulu. Hulse et al. (2010) ir atklājis sakarību, ka, palielinot slodzi, izmainās locītavas ass. Tomēr pētījumā nav iegūta pilnīga pārliecība par to, vai ķirurģiski likvidējot *musculus biceps brachii* cīpslu pie MCP, samazinātu rotāciju locītavā un MCD attīstību. Klīnisku pētījumu veikuši Fitzpatrick & Danielski (2010) ķirurģiski atdalot *musculus biceps brachii* cīpslu no MCP suņiem, kuriem novēroja vieglas pakāpes MCD. Rezultāti bija neviennozīmīgi, jo dažiem suņiem klibuma klīniskā izpausme izzuda, bet citiem klibumu turpināja novērot. Autori norāda, ka pētījumi ir jāturpina, palielinot iekļauto suņu skaitu (Fitzpatrick & Danielski, 2010).

Svarīgi akcentēt, ka, vīrišķā dzimuma suņiem *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vieta pie MCP vidējā vērtība bija lielāks un tas parāda tendenci, ka cīpsla novietota tālāk no locītavas centrālās ass. No šī aspekta apskatot Michelsen (2013) pieņēmumu, ka abaksiāli novietota *musculus biceps brachii* cīpsla rada MCP kompresiju pret spieķa kaula galvu, var pieņemt par patiesu. Jo *musculus biceps brachii* cīpsla novirzīta tālāk no locītavas centrālās ass, jo lielāka rotācija iespējama. Šī iemesla dēļ, varam izvirzīt jaunu hipotēzi, ka vīrišķā dzimuma suņiem MCD novēro biežāk, jo *musculus biceps brachii* cīpslas piestiprināšanās vieta pie mediālā koronoīda izauguma ir abaksiālāk kā sievišķā dzimuma suņiem.

Lai arī šī muskuļa piestiprināšanās vietas vērtības (cm) bija ar salīdzinoši lielu datu izkliedi, uzskatām, ka kopējās tendences parāda saistību starp šo morfometrisko parametru un mediālā koronoīda izauguma slimību. Uzskatām, ka mūsu atklājums ar *musculus biceps brachii* cīpslas atšķirīgo novietojumu suņiem ar MCD ir būtisks ieguldījums veterinārās radioloģijas un ķirurģijas nozaru attīstībā, un paver iespējams veikt turpmākus pētījumus, lai līdz galam izprastu MCD attīstības saistību ar *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vietu pie MCP.

Saistībā ar muskuļu tilpumu un mCSA, mūsu pētījuma rezultāti parāda, ka gan *musculus biceps brachii*, gan *musculus brachialis* tilpums un mCSA suņiem ar MCD bija mazāks, nekā kontroles grupas suņiem. Noteicām, ka starp abām grupām gan *musculus biceps brachii*, gan *musculus brachialis* tilpums statistiski atšķiras, tomēr atšķirība nebija liela, jo *musculus brachialis* vidējais tilpums kontroles grupas suņiem bija $20.03 \pm 5.868 \text{ cm}^3$ un suņiem ar MCD $19.02 \pm 7.700 \text{ cm}^3$, bet *musculus biceps brachii* tilpums kontroles grupas suņiem $39.65 \pm 6.14 \text{ cm}^3$ un suņiem ar MCD $31.45 \pm 10.435 \text{ cm}^3$. Par svarīgu faktoru MCD attīstībā uzskata novirzes endohondrālajā osifikācija (Clements et al., 2009). Hueter – Volkmann teorija nosaka, ka palielinot slodzi uz ekstremitātēm, tiek traucēta endohondrālās osifikācijas norise (Stokes, 2002). No mūsu pētījuma rezultātiem izriet, ka ne *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpums, ne mCSA suņiem ar MCD nav lielāks, līdz ar to uz MCD attīstību nevar attiecināt Hueter – Volkmann teoriju.

Vērtējot pētāmo muskuļu tilpumu un mCSA, nevaram ignorēt rezultātus, kas parāda, ka slimo suņu grupā abi šie parametri bija mazāki nekā kontroles grupas suņiem un ka starp iegūtajām vērtībām ir statistiski nozīmīga atšķirība. Ir pieejama informācija, ka ne tikai muskuļu palielinājums ietekmē kaulaudus un skrimšļaudus, bet arī samazināta muskuļu masa var ietekmēt kaulaudus. Lloyd et al. (2014) norāda, ka, samazinoties muskuļu radītajam spēkam uz kaulaudiem, samazinās kaulu formēšanās, bet palielinās resorbcijas process.

Kopumā varam norādīt, ka mūsu pētījumā noteikta *musculus biceps brachii* piestiprināšanās vieta pie MCP atšķiras suņiem ar MCD, un tas ir novietots tālāk no locītavas centra ass. Pēc mūsu pētījuma rezultātiem varam norādīt apgalvojumu, ka muskuļu masa un mCSA ir tieši saistīta ar MCD attīstību, jo mūsu pētījuma dati to nepārādīja.

AIZSTĀVAMĀS TĒZES

1. Suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību, *musculus biceps brachii* cīpslas piestiprināšanās vieta, salīdzinot ar veseliem suņiem, ir atšķirīga.
2. Suņu *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpums un maksimālais anatomiskais šķērsriezuma laukums atšķirības starp klīniski veseliem un mediālā koronoīda izauguma slimību skartajiem suņiem ir nebūtiskas.
3. Suņu *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* pastāv ietekme uz mediālā koronoīda izauguma slimības attīstību.

SECINĀJUMI

1. Suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību biežāk sastopamās atradnes datortomogrāfijas attēlā ir *processus coronoideus medialis* subhondrāla skleroze un šī izauguma fragmentācija, bet osteoartroze novērojama reti, kas skaidrojums ar agrīnu šīs slimības diagnostiku, jo apskatītajā populācijā esošo suņu vecums nepārsniedza 30 mēnešus.
2. Izstrādātā metode *processus coronoideus medialis* blīvuma noteikšanai Haunsfilda vienībās, balstoties uz mērījumu kļūdas analīzi, ļauj to pieņemt par precīzu ($EM < 1$) un rezultāti parāda, ka suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību *processus coronoideus medialis* Haunsfilda vienības, salīdzinot ar veselīgiem suņiem, ir ievērojami lielākas. Pielietojot šo mērījuma metodi, var noteikt mediālā koronoīda izauguma slimību agrīnā stadijā.
3. Izstrādātā metode *musculus biceps brachii* cīpslas distālās piestiprināšanās vietas noteikšanai, balstoties uz mērījumu kļūdas analīzi, ļauj to pieņemt par precīzu ($EM < 1$). Pielietojot šo metodi var noteikt *musculus biceps brachii* cīpslas piestiprināšanās vietu pie mediālā koronoīda izauguma.
4. Suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību *musculus biceps brachii* distālā cīpsla pie *processus coronoideus medialis* piestiprinās abaksiālāk nekā veselīgiem suņiem.
5. Apskatītajā populācijā *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpums un maksimālais anatomiskais šķērsgriezuma laukums suņiem ar mediālā koronoīda izauguma slimību bija mazāks nekā klīniski veselīgiem indivīdiem un šo parametru vērtībām ir nozīmīga korelācija ar mainīgām pazīmēm.
6. *Musculus biceps brachii* piestiprināšanās vieta pie *processus coronoideus medialis*, salīdzinot ar *musculus biceps brachii* un *musculus brachialis* tilpumu un maksimālo anatomisko šķērsgriezuma laukumu, ir nozīmīgāks muskuļu parametrs ar iespējamu biomehānisku ietekmi uz *processus coronoideus medialis* un mediālā koronoīda izauguma slimības attīstību.

PRAKTISKĀS REKOMENDĀCIJAS

1. Suņiem ar klīniskām un subklīniskām elkoņa locītavas displāzijas pazīmēm, rekomendējam veikt datortomogrāfijas izmeklējumu kaulu logā ar kaulu izmeklēšanas programmu plāno slāņu tehnikā (0.75 mm).
2. Datortomogrāfijas attēlos, analizējot *processus coronoideus medialis*, iesakām veikt šī izauguma blīvuma mērījumus, nosakot Haunsfilda vienības. Haunsfilda vienības, kas augstākas par 594.26 uzskatīt par agrīnu mediālā koronoīda izauguma slimības indikatoru.
3. Rekomendējam pētījumā izstrādāto *processus coronoideus medialis* blīvuma un *musculus biceps brachii* cīpslas distālās piestiprināšanās vietas mērījumus iekļaut starptautiskajās vadlīnijās, kas paredzētas veterinārārstiem – radiologiem.

INTRODUCTION

Actuality

Nowadays in Europe and Latvia develops veterinary diagnostic imaging and increase the number of studies into orthopedic diseases. One of the most common orthopedic disease in young dogs is elbow dysplasia (ED).

According to the International Elbow Working group definition, canine elbow dysplasia includes several changes of the elbow joint - fragmented medial coronoid process, ununited anconeal process, incongruity, cartilage damages, and osteochondrosis. Consider that canine elbow dysplasia was present in ancient times. The archaeological study describes 14.500 – year-old bones of 7.5 months old and 15.7 kg dog with osteoarthritic changes of the ulna. It shows that canine elbow dysplasia is ancient (Janssens et.al. 2016).

Canine elbow dysplasia is widely described and in Latvia increase the number of patients with a medial coronoid disease (MCD). More frequently MCD affect large and giant breed dogs at a young age. Diagnosing ED and MCD is essential not only to treat a single individuals but also to avoid the use of ED affected dogs in a reproduction. Considers that ED is an inherited disease. The IEWG states that official screening of ED is radiography, though by this method MCD always cannot be detected. As the second most frequent diagnostic method for MCD diagnostic use is computed tomography (CT).

Various studies have carried out so far, but still, are uncertainties and believes that all etiological factors of MCD have not discovered yet. For this reason, MCD is considered as a multifactorial disease. Exist hypothesis that biceps brachii – brachialis muscles (*musculus biceps brachii*, *musculus brachialis*) can cause damages of a medial coronoid process (Michelsen, 2013).

Doctoral thesis has been carried out at the Clinical Institute and LLU Veterinary Hospital of the Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Veterinary Medicine, in collaboration with Faculty of Veterinary Medicine of the Justus Liebig University in Germany.

The aim and hypothesis

Research hypothesis: *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* morphology is different between medial coronoid disease affected and clinically healthy dogs.

The aim of the research: investigate *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* morphology in a computed tomography image in clinically healthy and medial coronoid disease affected dogs and identify possible

interrelationship between muscle morphology and development of a medial coronoid disease.

The objectives of the research

1. Analyse canine forelimb computed tomography images and describe radiological findings of dogs with a medial coronoid disease.
2. To develop a method for detecting radiodensity in computed tomography images of a medial coronoid process and describe differences between healthy dogs and patients with a medial coronoid disease.
3. To develop a method for *musculus biceps brachii* distal tendon insertion place to a medial coronoid process measurement and describe differences between healthy dogs and patients with a medial coronoid disease.
4. To detect volume and a maximum cross-sectional area of *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* and describe differences between healthy dogs and patients with a medial coronoid disease.
5. Determine the potential effect of *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* on the development of a medial coronoid disease.

Scientific novelty

Scientific novelty of the research-based on that in Latvia first time has carried out a study in which computed tomography data of canine elbows were analyzed. This study describes a new methodology of canine elbow subtrochlear radiodensity and *musculus biceps brachii*, and *musculus brachialis* morphometric parameters (muscle insertion place, volume, and maximum cross-sectional area) measurements. Is determined a relationship between *musculus biceps brachii* morphology and development of a medial coronoid disease in dogs.

Research contribution to the veterinary medicine field

In this study is deliberate actuality of a medial coronoid disease of dogs in Latvia. Is described a new method of MCP radiodensity measurements and determined normal and MCD affected elbow joint Hounsfield unit values. The morphometric values of the *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* will be useful in veterinary medicine practice and for other scientific researches.

Personal contribution

The author of Doctoral Thesis at the Latvia University of Life Sciences and Technologies has performed all computed tomography examinations and analyzed CT data and performed all morphometric measurements, statistical analysis, prepared scientific papers and presented study data at the international conferences.

Structure and volume of the doctoral thesis

The Doctoral Thesis summarised on 102 pages with 39 figures and 40 tables. Six conclusions and three proposals have formulated in the final part, and 158 references used and two attachments added.

Aprobation of the study results

Scientific publications and thesis:

1. Vekšins A., Kozinda O., Amort Heike K. Elkoņa locītavas displāzija suņiem. Proceedings of Conference “Research and Practice in Veterinary medicine” 2014, 2014; 88-89.
2. Vekšins A., Kozinda O. Computed tomography findings of dogs with medial coronoid disease. Research for rural development 2016: annual 22nd international scientific conference proceedings, 2016; 137-139.
3. Vekšins A., Kozinda O. Computed tomography of biceps brachii muscle volume and insertion site on coronoid process (CP) in dogs with and without CP disease. Online Journal of Veterinary Research, 2017; 433-439.
4. Vekšins A., Kozinda O. Morphometry of normal canine biceps brachii muscle. Proceedings of Conference “Research and Practice in Veterinary medicine”, 2017; 59-60.
5. Vekšins A., Kozinda O. Biceps muscle morphometric measurements of dogs with medial coronoid disease. Multidirectional Research in Agriculture, Forestry and Technology: book of abstracts, 2017; 30.
6. Vekšins A., Kozinda O. Radiodensity of medial coronoid process in dogs. Research for rural development 2018: annual 24th international scientific conference proceedings, 2018, 255 – 259.
7. Vekšins A., Kozinda O. Assessment of Maximum Cross-Sectional Area and Volume of the Canine Biceps Brachii - Brachialis Muscles. Rural Sustainability research, 2018; 28-31.
8. Vekšins A., Kozinda O., Charlotte Sandersen. Morphometric relationship of the biceps brachii muscle tendon attachment on the MCP using computed tomography in dogs affected and unaffected by MCD. Anatomia Histologia Embryologia, 2019. Under review.

Research results were approbated at the following international scientific conferences:

1. 28.11.2014. Vekšins A. Elkoņa locītavas displāzija suņiem. International conference “Research and Practice in Veterinary Medicine 2014”, Jelgava, Latvia.
2. 17.05.2016. Vekšins A. Computed tomography findings of dogs with medial coronoid disease. International scientific conference “Research for Rural Development 2016”, Jelgava, Latvia.
3. 25.04.2017. Vekšins A. Biceps muscle morphometric measurements of dogs with medial coronoid disease. International scientific

conference “6th International conference for young researchers”, Krakow, Poland.

4. 24.11.2017. Vekšins A. Morphometry of normal canine biceps brachii muscle. International conference “Research and Practice in Veterinary Medicine 2017”, Jelgava, Latvia.
5. 16.05.2018. Vekšins A. Radiodensity of medial coronoid process in dogs. International scientific conference “Research for Rural Development 2018”, Jelgava, Latvia.

Other approbations:

1. 8.01.2019. Vekšins A. Medial coronoid disease in dogs – clinical signs and diagnostic. Seminar of a Veterinary Medicine Education Centre, Jelgava, Latvia.

MATERIAL AND METHODS

Time, place and scheme of the research

During the period from 2014 to 2018, experimental studies were carried out at the Clinical Institute and Veterinary Hospital of Latvia University of Life Sciences and Technologies (LLU) in cooperation with Surgery Department of Justus Liebig University (JLU) in Giessen, Germany.

The study was carried out in four phases:

1. Clinical examination:
 - a. registration;
 - b. anamnesis;
 - c. general clinical examination;
 - d. orthopedic examination.
2. Computed tomography.
3. Computed tomography data analysis and patient group create.
4. Muscle morphometric measurements.

At the research is analyzed computed tomography (CT) data from LLU and JLU data system. Animal owners at the veterinary hospitals had arrived to carry out a CT examination for their dogs. LLU Animal Welfare and Protection Ethics Council gave an opinion (Protocol No.18/1) that individual analysis and authorization of this study are not necessary and study methodology complies with ethical standards.

Inclusion criteria.

1. Large and giant breed dogs.
2. Dogs at the age of 6 to 36 months.
3. Dogs with a medial coronoid disease included in MCD affected dog group.
4. Dogs without orthopedic diseases were included in a control group.

Exclusion criteria.

1. Dogs that not match the inclusion criteria.
2. Dogs with other musculoskeletal or systemic diseases.

For most of the patients, CT performed because they were lame with one or both forelegs. The study also included clinically healthy dogs. For those dogs, CT performed because of owners desire to exclude MCD if that was not possible

after standard radiographic examination. After CT examination we exclude dogs with other diseases (the most common of them was ununited anconeal process and elbow joint incongruity).

The computed tomography area for each patient was adjusted individually, depending on clinical signs and results of the orthopedic examination. If after a clinical examination was clear that lameness cause is an elbow joint disease then CT performed only for elbow joints. In the cases when after the clinical and orthopedic examination lameness caused joint was not identified, we performed CT for elbow and shoulder joints. Computed tomography of elbow and shoulder joints was not performed for all patients according to radiation safety. At the study beginning, from Justus Liebig university databases we chose CT examinations that were suitable for this study.

Participants of the study

The study included 91 large or giant breed dogs, at the age of 6 to 30 months with the MCD and according to criteria clinically healthy dogs in a control group. In a study included dog breeds, average weight, and age presented in Table 1.

Dogs divided into two groups according to the:

- CT examined area (elbow or elbow and shoulder joints).
- CT findings (dogs with MCD or clinically healthy patients).

Dogs with an MCD were included in group 1 (group 1A – dogs with MCD and CT scanned area of elbow joints, group 1B – dogs with an MCD and CT scanned area of elbow and shoulder joints). Control group dogs were included in a group 2 (dogs with CT scanned area of the elbow joints were included in a 2A group, and dogs with CT of the elbow and shoulder joints in a group 2B).

For group 1B and 2B dogs was performed several muscle morphometric measurements— *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume (cm³) and maximum cross-sectional area (cm²) and *musculus biceps brachii* tendon insertion place to a medial coronoid process (cm). For 1A and 2A dogs, *musculus biceps brachii* insertion place to a medial coronoid process was measured.

Group 1A included 44 dogs (German shepherd dog n=13, Labrador retriever n=15, Golden retriever n=3; Bern mountain dog n=7; Mix breed n = 4, Landseer n=1, Newfoundland n=1), 29 were male and 15 female dogs. Group 1B included 21 dogs (German shepherd dog n=6, Labrador retriever n=9, Bern mountain dog n=1, Mix breed n=1, Newfoundland n=1, Rottweiler n=2, Central Asian shepherd dog n=1), 17 were male and four female dogs.

Control group consisted of 26 dogs. Group 2A included 16 dogs (German shepherd dog n=4, Labrador retriever n=1, Golden retriever n=9, Bern mountain dog n=1, Bordeaux dog n=1), six were female and ten male dogs. Group 2B included ten dogs (German shepherd dog n=3, Labrador retriever n=2, Bern mountain dog n=1, Cane Corso n=2, Perineum mountain dog n=1, Central Asian shepherd dog n=1), two were female and eight male dogs.

Computed tomography

Computed tomography in LLU Veterinary Hospital was performed with PHILIPS MX-16 and in Justus Liebig University with PHILIPS Brilliance TM CT 16 scanner. All CT examinations were performed using general anesthesia with Eickmeyer NarkoVet anesthesia machine using 100% of oxygen and 1% isoflurane. Vital parameters were measured using a Bionet BM5Vet cardio monitor. Premedication for each patient was selected individually. During the examination, dogs were positioned in dorsal recumbent with parallel extended forelimbs. Computed tomography technical data is presented in Table 2.

Protocol “E” used for all group patients, but protocol “P” for 1B and 2B group dogs. The scanning area for protocol “E” was ~ 5cm proximal from humerus condyles to ~ 5 cm distal from radius head. Protocol “P” scanning area was from neck of the scapula to ~ 5 cm distal from radius head. Schema of a methodology is presented in Figure 1.

Computed tomography examination process for 1A and 2A group dogs.

- CT scanning area - elbow joints.
- Native – phase CT scanning using protocol “E”.
- Contrast procedure using *Ioperamide* 623 mg/ml with dose 2 ml/kg intravenous.
- Up to 2 minutes after contrast media administration, protocol “E” was repeated.

Computed tomography examination process for 1B and 2B group dogs.

- CT scanning area – elbow and shoulder joints.
- Native – phase CT scanning using protocol “E” for elbow joints and protocol “P” for elbow and shoulder joints.
- Contrast procedure using *Ioperamide* 623 mg/ml with dose 2 ml/kg intravenous.
- Up to 2 minutes after contrast media administration, protocol “P” and “E” were repeated.

Computed tomography data analysis and additional measurements

Three dimensional multiplanar reconstruction (MPR) views were obtained using Horos v2.2.0 software 3D – Curved – MPR function. CT bone and soft tissue windows images were analyzed in transverse, coronal and sagittal reconstructions. At this study phase, dogs with other bone changes except MCD (for example elbow joint incongruity) was excluded from the study.

Radiodensity of medial coronoid process

During the CT images analyses, we liked to measure MCP and subtrochlear region of ulna Hounsfield units for better analysis of subchondral sclerosis. Subchondral sclerosis is a common pathology of the MCP that signalize of a medial coronoid disease as early sign of this disease (Michelsen, 2013; Temwichitr et al., 2010).

Radiodensity was measured using two methods. First method described by Villamonte-Chevalier et al., (2016) – method No.1, and our method - method No.2. Measurements performed using Horos v2.2.0. software.

By method No.1 MCP radiodensity in a Hounsfield units (HU) were measured in a sagittal oblique plane of the elbow joint, HU was measured at the medial coronoid process apex – ROI 1 and ROI 2. In a mid – sagittal plane of the elbow joints HU was measured in two regions – ROI 3 (medial coronoid process base) and ROI 4 (caudal ulna). All measurements were performed on native CT reconstructions. Method No.1 presented in Figure 2.

By method No.2, measurements were performed in a reconstruction of MCP base. The measurement in a sagittal view was determined by pulling line A from ulna proximal metaphysis at the level of an MCP to end of the ulna. Ventral part of the measurement area isolated with line B (radius physis) and symbol “X” shows the measurement area. Method No.2 is presented in Figure 3.

***Musculus biceps brachii* insertion place to a medial coronoid process**

Three-dimensional multiplanar reconstruction (MPR) views were obtained using Horos v2.2.0 software 3D – Curved – MPR function. *Musculus biceps brachii* attachment place measurements were made on the CT transversal and dorsal reconstructions after exclusion of elbow joint incongruity and other pathologies unrelated to MCD. The *musculus biceps brachii* attachment place was determined by scrolling transverse images to identify the most distal point where the *musculus biceps brachii* tendon was visible. First, the distance from the *musculus biceps brachii* attachment place to the MCP was determined in CT

transverse reconstructions. In the transverse reconstruction the most abaxial part of *musculus biceps brachii* tendon was chosen as a measurement point and pointed with cross line. *Musculus biceps brachii* attachment place to MCP distance was measured in the coronal view as distance (in cm) from the humerus intercondylar space surface to the cross line. Measurements performed at the CT reconstructions after contrast media administration. Measurements were made twice in two subsequent weeks. *Musculus biceps brachii* attachment place measurement technique is shown in Figure 4.

***Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume**

Muscle volume calculated with a Horos v2.2.0. software *closed polygon* function. Muscle cross-sectional area was measured in every 5 mm through to the muscle length. With function *ROI Volume generate Missing ROIs* missing values were generated. After full muscle margin isolation, muscle volume (cm³) was calculated using *ROI Volume Compute* function. *Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume were measured of 1B and 2B group dogs. *Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume measurement sample is presented in Figure 5.

***Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* maximum cross-sectional area**

Musculus biceps brachii and *musculus brachialis* maximum cross-sectional area (mCSA) was measured in a CT transversal reconstruction. Due to the patient position during CT examination - as a marker of these measurements was second and third cervical vertebrae. This was chosen as a marker, because at the level of second and third cervical vertebrae, *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* amount was the most prominent (cm²). Muscle measurements is presented in Figure 6 and Figure 7. In the figures, lines show the margins of *musculus biceps brachii* (BBM) and *musculus brachialis* (BM). Arrows C and D leads to the measurement output point.

Statistical processing of data

Statistical analysis performed with Microsoft Office Excel 2015 and Rstudio 1.1.456. software. Compliance with a normal distribution was evaluated using a Kolmogorov – Smirnov test with Lilliefors assessment standards (Abdi & Molin, 2007). Results show that p-value can be 0.05.

All measurements performed twice within one week and method error (ME) calculated by Dahlberg method (Dahlberg, 1940): $ME = \sqrt{\Sigma(X-X_1)^2/2n}$. X and X₁ are measurements and “n” number of measurements. Our study all measurement error (ME) was lower than 1.

For evaluating central tendency we used average values, but for data distribution, dispersion analysis and standard distribution were used. T – test were used to analyze average values and for dispersion analysis Leven test was used.

Descriptive statistics were used to describe measurement values. Correlation between different parameters were interpreted as $|r| < 0.5$ negligible, low, $0.5 \leq |r| \leq 0.8$ moderate and $|r| > 0.8$ high (Arhipova & Bălița, 2006). P-values < 0.05 were considered statistically significant. For *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* morphometric measurement values we calculate sex-morphism coefficient = (female morphometric measurement result x 100): (male morphometric measurement result) (Tague, 1992). If the coefficient is under 100, then a male dog morphometric measurement value is larger than female dogs. If in a parameter are no differences between genders, then coefficient is 100.

RESULTS AND DISCUSSION

Computed tomography findings

The medial coronoid disease was diagnosed in 65 dogs, 42 dogs (64.6%) had bilateral and 23 (35.4%) unilateral MCD. In our study for most of the dogs MCD was bilateral, and that coincides with previously described by other authors, Fitzpatrick et.al. (2009) study shows that in research were analyzed 263 dogs CT images, bilateral MCD was in 66% of cases.

Bilateral MCD was found in 42, while unilateral MCP changes occurred in 23 out of 65 affected dogs. In this chapter is described CT findings of 107 MCD affected elbow joints with a MCD (Figure 8).

The most frequent pathology of MCP was subchondral sclerosis (n = 85). In 91.8% subchondral sclerosis were accompanied by fragmentation of the MCP.

Fragmentation of a MCP diagnosed in 91 elbow joints. In 72 elbow joints fragmentation was together with intraarticular fragment dislocation, but 19 joints had MCP fissure line. Observations showed that in dogs with incomplete fragmentation (MCP fissure line), lameness was intermittent, but in dogs with a dislocated fragment, lameness was persistent. In our opinion this can be

explained of that in dogs with a dislocated fragment of the MCP in an elbow joint is persistent irritation. Fragmentation of a MCP is presented in Figure 9 and Figure 10.

Osteoarthrosis was found in 27 elbow joints. In 24 cases osteoarthrosis was together with a fragmentation of MCP. In three cases osteoarthrosis was in joints with a MCP structural changes, subchondral sclerosis, but without MCD fragmentation. Despite that osteoarthrosis was a rare finding, but in 88% of cases, it was together with a fragmentation of a MCP. In our opinion, rarely diagnosed osteoarthrosis can explain by the age of dogs. In our study, the average age of dogs was 15 months, and this can consider as early diagnosis of the MCD.

Correlation analysis showed that between CT findings and variable parameters (age, breed, gender, weight) does not exist statistically significant correlation ($p > 0.05$).

Whereas subchondral sclerosis was the most common finding, we carry out MCP radiodensity measurements. By the method, No.1 HU values were significant different ($p < 0.01$) in all ROI without a significantly correlation with dog age, gender, breed, and weight.

Radiodensity measured by method No.1 showed that in dogs with an MCD HU in all ROIs was higher. As the example in ROI I dogs with an MCD average value was 834.07 ± 201.540 HU but in a control group 656.92 ± 42.594 . Method No.2 showed similar results. Dogs with a MCD had 1058.06 ± 113.831 HU, and average HU values in a control group were 306.19 ± 119.963 (maximum value of 594.26).

Method No.2 radiodensity measurement results showed a statistically significant ($p < 0.0001$) difference between dogs with and without a MCD. Results by Villamonte-Chevalier et al. (2016) method showed similar results, and that coincides with another author opinion, that dogs with an MCD have a higher density of an MCP. Both methods are representative and can use in veterinary radiology, but method values cannot compare, because the difference between these methods is significant ($p < 0.05$).

***Musculus biceps brachii* insertion place to a medial coronoid process**

Musculus biceps brachii insertion place to the MCP we measured for in a study included all dogs. Included dog description is presented in Table 3. In dogs with a MCD, the average value of *musculus biceps brachii* tendon insertion place to a MCP was 1.42 ± 0.226 cm and in control group 1.27 ± 0.200 cm. Specified values presented in Figure 11. Between both groups, average values was a significant different ($p < 0.001$). Difference was between both gender values. Male dogs p-value was 0.002 and $p = 0.003$ in female dogs.

By combining groups, correlation analysis showed that does not exist a statistically significant correlation between *musculus biceps brachii* insertion place to a MCP and dog age, gender, weight, and breed.

In an MCD affected dog group, 22 dogs had unilateral MCD. Statistical analysis showed that between these dog MCD affected and unaffected joints *musculus biceps brachii* insertion place to a MCP average values exist a statistically significant difference ($p < 0.001$). We determined that between unaffected dog unaffected joint values and control group patients the measurement values were no significant different ($p = 0.802$). It shows that within a single individual *musculus biceps brachii* insertion place to an MCP differs.

Although in individual groups was not a significant correlation between *musculus biceps brachii* insertion place values with variable parameters, we performed correlation analysis separate in each group. In MCD affected dog group we determined a weak, but statistically significant correlation between this parameter and dog breed ($r = 0.36$; $p < 0.001$). We determined that significant differences were between large and giant breed dogs. Similar trends was in a control group.

Since we determined a correlation between *musculus biceps brachii* insertion place to an MCP and dog breed, we performed further in-depth analysis for dogs with similar BBM values.

Comparison in the control group and MCD affected dog group *musculus biceps brachii* attachment place values between German shepherd dogs, Labrador retriever and Golden retriever showed that difference in *musculus biceps brachii* values exists ($p < 0.001$). Leven test showed statistically significant difference between groups ($F = 9.63$, $F_{crit} = 3.95$; $p = 0.002$). The average value in dogs with an MCD was 1.36 ± 0.213 cm and in control group 1.20 ± 0.133 cm.

We compared separately giant breed dogs. Statistically, a significant difference also detected between these dogs. In a control group average value was 1.44 ± 0.263 cm and in dogs with a MCD 1.58 ± 0.175 cm with significant difference ($p = 0.04$).

In our study 51 dog was from 6 to 12 months. Comparing dogs up to 12 months and dogs from 12 to 30 months, we determined that it does not exist a statistically significant difference ($p > 0.05$) at this parameter. In comparison *musculus biceps brachii* insertion place values separately between age groups, we determined that difference in this parameter between MCD affected and healthy dogs also remained ($p = 0.001$).

Overall the results show that in dogs with an MCD *musculus biceps brachii* insertion place to an MCP attachment place is more abaxial than in dogs

without a MCD. That shows that *musculus biceps brachii* tendon attachment place to a MCP is farther from the elbow joint central axis. Our results confirm the hypothesis by Michelsen (2013) that biceps brachii – brachialis muscle abaxial attachment place to an MCP during the joint flexion can cause damage to an MCP. In our study, *musculus biceps brachii* attachment place to MCP values was higher in male dogs. Since male dogs had higher values, we set a hypothesis that in male dogs MCD is more often because of *musculus biceps brachii* more abaxial attachment place to a MCP.

***Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume**

Musculus biceps brachii and *musculus brachialis* volume measured in 31 dogs, ten dogs were clinically healthy (group 2B), and 21 dogs had an MCD (group 1B). Between dog age, gender, breed, and weight was not a significant difference ($p > 0.05$). Included dog description is presented in Table 4.

In dogs with an MCD average age were 14.1 ± 9.15 months, the average weight 35.5 ± 9.47 kg, 17 males and four female dogs. In a control group, the average age was 17.0 ± 8.05 months, average weight of 38.9 ± 8.87 kg, eight male and two female dogs.

***Musculus biceps brachii* volume**

Musculus biceps brachii volume characterization in dogs with a MCD is present in Table 5. Between male and female dog weight was not a significant difference ($p > 0.05$). We determined that *musculus biceps brachii* volume had a significant correlation between dog weight ($r = 0.63$; $p < 0.001$) and age ($r = 0.59$; $p < 0.001$).

In a control group, the average male weight was 38.46 ± 6.474 kg and 42.03 ± 5.086 kg in female dogs. At this group is a tendency that higher body mass does not point to a bigger muscle mass. No significant correlation ($p > 0.05$) was with variable parameters (age, breed, sex, weight).

In comparison MCD affected and control group dogs, we detected that control group dogs had larger *musculus biceps brachii* volume, with a statistically significant difference between average values ($p = 0.001$) and dispersion ($F = 13.83$; $F_{\text{crit}} = 3.97$; $p < 0.001$). In a control group *musculus biceps brachii* average volume was 31.45 ± 10.435 cm³, but in a control group 39.65 ± 6.141 cm³. Both group *musculus biceps brachii* volume values correlate with body weight ($r = 0.60$; $p < 0.001$) and age ($r = 0.51$; $p < 0.001$).

We calculated that exist a significant difference between both groups, but results present that in a control group muscle average volume value was higher.

***Musculus brachialis* volume**

Musculus brachialis volume average value in dogs with a MCD was $19.02 \pm 7.700 \text{ cm}^3$ and $20.03 \pm 5.868 \text{ cm}^3$ in control group dogs. Results is present in a Table 6. In dogs with a MCD we determined a statistically significant difference between male and female dogs ($p = 0.01$). In a control group was statistically significant difference between male and female dogs ($p = 0.003$). Dogs had statistically significant correlation between *musculus brachialis* volume and dogs age ($r = 0.55$; $p = 0.01$) and weight ($p = 0.002$). Correlation results showed that in dogs with the MCD *musculus brachialis* have a low, but statistically significant correlation with weight ($r = 0.45$; $p < 0.001$) and age ($r = 0.36$; $p = 0.005$).

In a control group average volume of a *musculus biceps brachii* was $20.03 \pm 5.868 \text{ cm}^3$ without a statistically significant difference between genders ($p = 0.003$). Male dog average volume was $22.1 \pm 6.60 \text{ cm}^3$ and $15.21 \pm 3.232 \text{ cm}^3$ in female dogs. Values had a moderate, statistically significant correlation with gender ($r = 0.55$; $p = 0.01$) and body mass ($r = 0.66$; $p = 0.002$).

Additional we calculated that in a dogs with the MCD, between *musculus brachialis* and *musculus biceps brachii* volume exist weak correlation ($r = 0.16$; $p = 0.32$). In a control group correlation between muscles volume also was weak and statistically not significant ($r = 0.08$, $p = 0.52$).

Overall the results show that in dogs' *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume is depending on variable parameters (age and weight). Results do not prove the hypothesis, that both muscle volume is more extensive in dogs with the MCD.

***Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* maximum-cross sectional area**

Maximum cross-sectional area was measured in control group (group 2B) and MCD affected dogs (group 1B). *Musculus biceps brachii* mCSA average value in dogs with MCD was $4.84 \pm 1.284 \text{ cm}^2$ and $5.82 \pm 0.961 \text{ cm}^2$ in a control group. In dogs with a MCD mCSA had a significant correlation with a dog age ($r=0.56$; $p < 0.001$) and breed ($r=0.62$; $p < 0.001$).

Musculus brachialis mCSA average value in dogs with a MCD was $2.49 \pm 0.962 \text{ cm}^2$, but in a control group $2.64 \pm 0.588 \text{ cm}^2$. In dogs with a MCD

mCSA had a significant correlation with a dog age ($r=0.46$; $p < 0.001$) and breed ($r=0.72$; $p < 0.001$) and weight ($r=0.82$; $p < 0.001$).

We determined that dogs with an MCD had a significant correlation between *musculus biceps brachii* volume and mCSA and *musculus brachialis* volume and mCSA. In a control group was not a statistically significant difference between muscle volume and mCSA.

In combining MCD affected and control group, we calculated that *musculus biceps brachii* mCSA ($r=0.76$; $p < 0.001$) had low and *musculus brachialis* mCSA negligible ($r=0.29$; $p < 0.02$), but statistically significant correlation with muscle volume. Results presented in Table 7 and Table 8.

Relationship between muscle morphology and a medial coronoid disease

Medial coronoid disease is one of the diagnosis that can cause the elbow lameness in dogs. Among the MCD pathologies, the fragmented coronoid process occurs the most commonly. It has been hypothesized that the effect of the *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* may be a factor in the development of the MCD. Several authors proposed that the mismatch in *musculus biceps brachii* attachment to MCP may contribute to a supraphysiological overload encountered in MCD (Noel Fitzpatrick, Smith, Evans, & Yeadon, 2009; Michelsen, 2013). Present study described the CT findings in dogs with the MCD and measured the *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* morphometric parameters. For this purpose, a new morphometric measurement method was applied.

Overall the results of our study show that exist a difference in *musculus biceps brachii* attachment place to an MCP between a MCD affected and healthy dogs. In dogs with a MCD, *musculus biceps brachii* attachment place to a MCP values was significant larger and that point out that in dogs with an MCD *musculus biceps brachii* attachment place to an MCP is more abaxial.

In dogs with a MCD, 22 dogs had unilateral MCP changes. The *musculus biceps brachii* attachment place to MCP in elbows with MCD were statistically higher than in non-affected joints. This finding was crucial to clarify the differences in *musculus biceps brachii* attachment anatomy between the MCD affected and healthy joints. Similar results were found after comparison of MCD-affected and control group dogs. This trend was observed in large and giant breed dogs, and the *musculus biceps brachii* attachment point to MCP distance was higher (cm) for dogs with the MCD in both groups.

Bunker et al., (2014) mention that muscle-tendon attachment place is determined so that muscular load on the bones is levelled. From this statement can deduce that our findings indicate that in dogs with an MCD different *musculus biceps brachii* attachment can cause internal shear stress of a MCP.

Other authors confirm that this kind of changes can cause an overload of bones and cartilages (Dalla Pria Bankoff, 2012).

The studies carried out so far have not sufficiently proved a *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* role in the development of the MCD. However, Hulse et al. (2010) in the study in which authors change a load to a MCP, found a relationship between these muscles and possible impact to a MCP. Authors certain that muscle caused overload can rotate MCP against radius head. Fitzpatrick & Danielski (2010) performed a clinical study in which *musculus biceps brachii* tendon to an MCP was surgically separated in dogs with mild MCD. The results were ambiguous because some of the dogs' lameness remained.

In the relationship with *musculus biceps brachii* tendon attachment place, we found differences between genders. In our study male dog *musculus biceps brachii* tendon attachment place to an MCP was more abaxial, and that allow as to pose hypotheses that male dogs are more often affected with an MCD because of more abaxial *musculus biceps brachii* insertion to an MCP.

Our study findings in *musculus biceps brachii* tendon insertion place differences between healthy and MCD affected dogs is a significant contribution in veterinary radiology and surgery. To better understand the relationship between *musculus biceps brachii* and MCD, is possible to continue this study in clinical and biomechanical fields.

Musculus biceps brachii and *musculus brachialis* volume and mCSA measurements did not show convincing evidence of the relationship between these morphometric parameters and development of a MCD. Both muscles in a control group had larger volume and mCSA. Authors point out that an essential etiological factor in the development of an MCD is a disturbance in endochondral ossification (Clements et al., 2009). Hueter – Volkmann theory states that increasing the load on the bones can cause a disturbance in an endochondral ossification (Stokes, 2002). Our study results show that *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume and mCSA is not larger in animals with a MCD. It should note that exist a theory that reduced muscle mass can also affect bones. Lloyd et al. (2014) describe the relationship between reduce muscle load and decrease formation and increased resorption of the bones.

In general, we can conclude that *musculus biceps brachii* attachment place to a MCP is different in dogs with an MCD. In dogs with a MCD *musculus biceps brachii* insertion to a MCP is more abaxial and during the joint flexion can cause MCP damages. Our study results did not show a significant prove of muscle volume and mCSA differences between MCD affected and control group dogs.

THESIS DEFENSE

1. Between dogs with a medial coronoid disease and clinical healthy dogs exist the difference in *musculus biceps brachii* attachment place to a medial coronoid process.
2. *Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume and maximum cross-sectional area differences between medial coronoid disease affected and clinically healthy dogs are irrelevant.
3. *Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* have an impact on the development of a medial coronoid disease.

CONSLUSION

1. In dogs with a medial coronoid disease, the most common radiological finding is subchondral sclerosis and fragmentation of a medial coronoid process, but osteoarthritis is rarely finding, and the reason of that can be early diagnosed medial coronoid disease, because in this study dog age was up to 30 months.
2. The method of *processus coronoideus medialis* radiodensity detection can assume as reliable ($EM < 1$) and applicable in similar studies. Results show that in dogs with a medial coronoid disease Hounsfield units are significantly higher than in clinically healthy dogs. Method can be used for early diagnosis of subchondral sclerosis.
3. The method of *musculus biceps brachii* tendon attachment place detection to a medialis coronoid process can be assumed as reliable ($EM < 1$) and applicable in similar studies.
4. The dogs with a medial coronoid disease compared with clinically healthy individuals have more abaxial tendon attachment place to a medial coronoid process.
5. *Musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume and maximum cross-sectional area was higher in clinically healthy dogs compared with a medial coronoid disease affected patients, and these parameters have a statistically significant correlation with variable traits.
6. *Musculus biceps brachii* attachment place to a medial coronoid process, compared with *musculus biceps brachii* and *musculus brachialis* volume and maximum cross-sectional area is a more significant parameter with a potential biomechanical effect on the development of a medial coronoid disease.

RECOMMENDATIONS FOR PRACTICE

1. For dogs with clinical signs of canine elbow dysplasia we recommend to perform a computed tomography in a bone window with a slice thickness of 0.75 mm.
2. When analysing canine elbow joints in a computed tomography image, we recommend to measure Hounsfield units and values higher than 594.26, consider as an early indicator of a medial coronoid disease.
3. We recommend the method of medial coronoid process radiodensity and *musculus biceps brachii* tendon attachment place to a medial coronoid process, include in the guidelines of veterinary radiology.