

**LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
VETERINARIJOS AKADEMIJA**

Veterinarijos fakultetas

Saulius Kaminskas

**Vokiečių aviganių kaukolės smegenų ertmės tūrio
palyginimas**

**Comparison of the volumes of the cranial cavity of
German shepherds.**

Veterinarinės medicinos vientisųjų studijų

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas:

dr. Eugenijus Jurgelėnas

Kaunas, 2017

DARBAS ATLIKTAS ANATOMIJOS IR FIZIOLOGIJOS KATEDROJE

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas magistro baigiamasis darbas „Vokiečių aviganių kaukolės smegenų ertmės tūrio palyginimas“.

1. Yra atliktas mano paties.
2. Nebuvo naudotas kitame universitete Lietuvoje ir užsienyje.
3. Nenaudojau šaltinių, kurie nėra nurodyti darbe, ir pateikiu visą naudotos literatūros sąrašą.

(data)

(autoriaus vardas, pavardė)

(parašas)

PATVIRTINIMAS APIE ATSAKOMYBĘ UŽ LIETUVIŲ KALBOS TAISYKLINGUMĄ ATLIKTAME DARBE

Patvirtinu lietuvių kalbos taisyklingumą atliktame darbe.

(data)

(autoriaus vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO VADOVO IŠVADA DĖL DARBO GYNIMO

(data)

(darbo vadovo vardas, pavardė)

(parašas)

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS APROBUOTAS KATEDROJE (KLINIKOJE)

(aprobacijos data)

*(katedros (klinikos) vedėjo (-os)
vardas, pavardė)*

(parašas)

Magistro baigiamojo darbo recenzentai

1)

2)

(vardas, pavardė)

(parašai)

Magistro baigiamųjų darbų gynimo komisijos įvertinimas:

(data)

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

(parašas)

Turiny

| | |
|--|----|
| Santrauka | 4 |
| Summary..... | 5 |
| Įvadas..... | 6 |
| Literatūros apžvalga | 7 |
| Vokiečių aviganiai..... | 7 |
| Kaukolės anatomija | 8 |
| Veido skeleto dalys:..... | 8 |
| Kaukolės smegenų ertmę ribojančios dalys..... | 8 |
| Susiję šunų kaukolės diagnostiniai tyrimai | 10 |
| Kaukolės smegenų ertmės matavimo metodai | 15 |
| Linijiniai matavimai | 15 |
| Užpildymo metodas..... | 15 |
| Pildymas rankiniu būdu..... | 15 |
| Pildymas automatinio būdu su spec. įranga | 16 |
| Guminio baliono metodas..... | 16 |
| Smegenų ertmės tūrio vertinimas iš rengenogramų | 17 |
| Gyvo organizmo galvos smegenų ertmės tūrio skaičiavimas..... | 17 |
| Tyrimo metodai ir medžiaga | 18 |
| Tyrimo rezultatai | 20 |
| Rezultatų aptarimas | 27 |
| Išvados..... | 28 |
| Literatūros šaltiniai..... | 29 |

Santrauka

Vokiečių aviganių kaukolės smegenų ertmės tūrio palyginimas

Saulius Kaminskas

Magistro baigiamasis darbas

Vokiečių aviganių veislė yra labai populiari, tačiau iki šiol nėra atlikti panašaus pobūdžio morfologiniai kaukolės tyrimai. Šių tyrimų dėka galima sužinoti daugiau apie šią veislę, bei skirtumus tarp patinų ir patelių.

Tyrimo metu buvo tirtos aštuonios suaugusių Vokiečių aviganių kaukolės, keturios patinų ir keturios patelių. Kaukolės buvo ruoštos, atidalinant ir pašalinant minkštuosius audinius. Vėliau kaukolės buvo džiovinamos. Išdžiuvusios kaukolės matuotos nesmulkintais juodaisiais pipirais kuriais buvo užpildyta kaukolės smegenų ertmė per *foramen magnum*. Taip pat atlikti dar šeši kaukolės morfologiniai matavimai, kaukolės ilgis, kaukolės plotis, snukio ilgis, plotis tarp skruostinių lankų, kiaušo plotis, plotis tarp kaktikaulio skruostinių ataugų. Išmatavus kaukolės smegenų tūrį, nustatytas 6,18ml. tūrio skirtumas tarp patinų ir patelių ($p < 0,05$), patinų smegenų ertmės tūris yra didesnis už patelių.

Taip pat išmatavus kiaušo plotį nustatyta, jog patinų kiaušo plotis yra didesnis už patelių, kiaušo pločio skirtumas 0,31cm. ($p < 0,05$). Patelių kiaušo plotis turi vidutinę koreliaciją su kaukolės smegenų tūriu (-0,5 iki -0,7), o patinai turi labai silpną koreliaciją (0,3 iki -0,3).

Iš šių duomenų galime daryti išvadą, jog patinai turi didesnę kaukolės smegenų ertmės tūrį, kuris priklauso nuo kiaušo pločio.

Raktažodžiai: Matavimai, Vokiečių aviganis, patinai, patelės, kaukolė, smegenų tūris

Summary

Comparison of the volumes of the cranial cavity of German shepherds.

Saulius Kaminskas

Master's Thesis

The German Shepherd breed is very popular, but morphological skull studies of this kind have not been carried out so far. With these studies, you can learn more about this breed, as well as the differences between males and females.

The study have examined eight adult German shepherd's skulls, four males and four females. Skulls were prepared by separating and removing soft tissues. Later, the skulls were dried. Dried skulls were measured with whole not crushed black peppers, which filled the cranial cavity through *foramen magnum*. Six additional morphological measurements was taken of the skull: skull length, skull width, muzzle length, width between cheekbones, cranium width, width between cheekbones are also performed.

Measuring the volume of the brain of the skull, set to 6.18 ml. volume difference between males and females ($p < 0.05$), male cavity volume is higher than females. Also, after measuring the width of the cranium, it was found that the width of the male cranium is higher than that of the females, the volume difference is 0.31 cm. ($p < 0.05$). The width of the femoral neck has an average correlation with the volume of the cranial cavity (-0.5 to -0.7), and the males have a good correlation (0.3 to -0.3).

From these data we can conclude that males have a larger cranial cavity volume, which depends on the width of the cranium.

Key words: Measurements, German Shepherd, male, female, skull, brain volume.

Ivadas

Tokio pobūdžio tyrimai jau buvo atlikti karaliaus kavalieriaus karolio spanieliams (12), taip pat kitom gyvūnų rūšim tokiom kaip avys (5). Yra didelė kaukolių formos ir dydžių variacija tarp naminių šunų, tačiau iki šiol tikslių duomenų skirtumų nėra pateikiama. Vokiečių aviganiai yra labai populiarūs šunų veislė, tačiau apie šią veislę nėra kaukolės morfologinių duomenų. Šis tyrimas atskleidžia vokiečių aviganių pagrindinius kaukolės morfologinius duomenis, bei koreliacijas su kaukolės ertmės tūriu. Gautų duomenų dėka bus kaupiami statistiniai duomenys, kurie gali būti panaudoti tolimesniems moksliniams tyrimams, archeologų iškastinių kaukolių vertinimui, bei kriminalistinei analizei.

Tyrimas buvo atliktas Lietuvos Sveikatos Mokslų Universitete, Veterinarijos akademijoje, anatomijos ir fiziologijos katedroje.

Tyrimo tikslas: Išmatuoti ir palyginti Vokiečių aviganių patinų ir patelių kaukolės smegenų ertmės tūrį.

Darbo uždaviniai:

1. Išmatuoti ir įvertinti Vokiečių aviganių patinų ir patelių kaukolės smegenų ertmės tūrį, bei palyginti kaukolės smegenų ertmės tūrio skirtumus tarp lyčių
2. Išmatuoti patinų ir patelių kaukolės ir įvertinti pagrindinių kaukolės matmenų skirtumus tarp lyčių.
3. Nustatyti smegenų ertmės tūrio ir atskirų kaukolės matmenų koreliacijas.

Raktažodžiai: Matavimai, Vokiečių aviganis, patinai, patelės, kaukolė, smegenų tūris.

Literatūros apžvalga

Vokiečių aviganiai

Ši veislė yra kilusi Vokietijoje XIX amžiuje, kuri buvo sukurta darbui policijoje ir kariuomenėje. Vokiečių aviganiai stipriai pasižymėjo pirmajame pasauliniame kare, padėdami Vokietijos kareiviams mūšio lauke, ieškant minu, atnešant pirmąją pagalbą prie sužeistųjų. (19,20)

Po pirmojo pasaulinio karo, ši veislė labai išpopuliarėjo. (17) Vokiečių aviganių veislės šunys pasižymi tvirta, atletiška ir raumeninga išvaizda. Šios veislės šunys yra puikiai subalancuoti, nėra tingūs ar nerangūs, tačiau ir nėra hyper aktyvūs. (17,18)

Patinai turi daugiau raumenų masės, jų kaulai sunkesni ir stambesni, kaklas storas, patelės labiau atletiškos, kaulai smulkesni ir lengvesni, todėl pati šuns išvaizda yra smulkesnė už patinų. (19,20,27)

Akys vidutinio dydžio, tamsios, migdolo formos. Snukis ilgas, tačiau ne toks ilgas kaip koli veislės šunų, raumeningas, bet ne taip stipriai kaip kovinių šunų snukiai. Ausys stačios ir palinkusios į priekį. Ausų apačia plati, viršūnė smailėjanti, o pats galiukas apvalus. Uodega yra ilga su ilgais plaukais, kuomet yra atpalaiduota yra šiek tiek išlinkusi. Kailis vidutinio ilgio su dviejų sluoksnių pavilne. (21,27)

Suaugusio patino svoris yra 30–40 kg, o patelių 22–32 kg. Suaugusio patino aukštis 60–65 cm, o patelių 55–60 cm. (21,22,27)

Išvesta veislė turėjo būti vidutinio dydžio, tačiau šiuo metu ši veislė išsigimė ir tapo didele šunų veisle. Šio išsigimimo rezultatas yra neigiamas, nes šie dideli šunys turi mažiau energijos, ištvermės ir yra lėtesni už tą veislę, kuri buvo iš pradžių išvesta. (27)

Šios veislės šunys turi puikų periferinį regėjimą, geba puikiai susekti pagal kvapus. Ausys, kaip radarai, gali pasisukti tiesiai į sklindančio garso kryptį ir pagauti menkiausią krebždesį. Naujagimiai pirmosiomis savo gyvenimo dienomis naudoja prisilietimų sensoriką, tam, jog orientuotūsi aplinkoje. Ūsai ant veido, virš akių ir po apatiniu žandikauliu yra pakankamai jautrūs, jog pajusti oro srauto krypties pakitimus. Taip pat šunys turi lietimui jautrias nervų galūnes per visą kūną. (27)

Kaukolės anatomija

Kaukolės smegenų ertmę ribojančios dalys

Pakaušio žvynas (*squama occipitalis*) yra neporinė kaulinė plokštelė, kuri sudaro kaudalinę smegenų ertmės sieną. Mėsėdžių pakaušio pamatinio kaulo dalis yra plokščia ir savo kraštais liečia ausies piramidę. Pakaušio žvynas trikampio formos. Pakaušio skiauterė gerai išsivysčiusi, o pakaušio žvyno gumburas neryškus. Jungo ataugos trumpos ir tiesios. (25,28)

Pleištakaulis (*os sphenoidale*) guli ventralinėje smegenų ertmės sienoje į priekį nuo pakaušio kaulo pamatinės dalies. Jaunų gyvūnų pleištakaulis susideda iš pamatinio pleištakaulio ir priekinio pleištakaulio. Suaugusių gyvūnų pleištakaulis susideda iš dviejų sparnų – orbitaliniai sparnai (*alae orbitales*) ir temporaliniai sparnai (*alae temporales*), kūno (*corpus*), bei sparninių ataugų (*processus pterygoideus*). Mėsėdžių temporaliniai sparnai yra geriau išsivystę už orbitalinius sparnus. Vidinėje kaulo pusėje yra turkiškasis balnas (*sella turcica*), bei balno nugarėlė (*dorsum sellae*). Mėsėdžiai turi ryškiają balno nugarėlę. Taip pat viduje kaulo yra pleištinis gomurio sinusas (*sinus sphenopalatinus*) (25,28)

Akytkaulis (*os ethmoidale*) guli riboje tarp smegenų ertmės ir nosies ląstos. Akytkaulis susideda iš plonų kaulinių plokštelių: *lamina tectoria*, *lamina orbitalis*, *lamina basalis*, *lamina perpendicularis*. (25,28)

Viršugalvio kaulas (*os parietale*) sudaro didesnę smegenų ertmės skliauto dalį ir šiek tiek nusileidžia į šonines sienas. Viršugalvio kaulas yra tipiškas porinis plokščiasis kaulas. Jis neturi jokių ataugų. Išorinėje viršugalvio kaulo pusėje vidurinėje linijoje yra skiauterė (*crista sagitalis externa*). Tokia skiauterė yra ir vidiniame paviršiuje (*crista sagitalis interna*). Vidinis viršugalvio kaulo paviršius turi smegenų vingių atspaudus (*impressiones digitatae*). Lateralinė viršugalvio kaulo dalis įeina į smilkinkaulio duobės sienos sandarą. (25,28)

Kaktikaulis (*os frontale*). Kaktikaulis nusitęsia į smilkinio sritį ir dalyvauja akiduobės sienos sudaryme. Šis kaulas skirstomas į tris dalis: *pars nasofrontalis*, *pars orbitalis*, *pars temporalis*. Tarp kaktikaulio plokštelių yra kaktikaulio sinusas (*sinus frontalis*) Kaktos sinusas palyginti didelis, kauline plokštele padalintas į dvi dalis. Abi sinuso dalys komunikuoja su vidurine nosies landa. (25,28)

Smilkinkaulis (*os temporale*) sudaro šonines smegenų ertmės sienas. Jis susideda iš smilkinkaulio žvyno (*squama temporalis*), uolinės dalies (*pars petrosa*), bei būgninės dalies (*pars tympanica*). Uolinė dalis susideda iš išorinės klausomosios landos (*meatus acusticus externa*), būgninė dalis susideda iš vidinės klausomosios landos (*meatus acusticus interna*), ausies piramidės (*pyramis optica*). *Squama temporalis* turi gerai išsivysčiusią skruostinę ataugą (*processus zygomaticus*). Ši atauga susijungia su skruostikauliu ir įeina į skruosto lanko (*arcus zygomaticus*) sandarą. Vidiniame smilkinkaulio žvyno paviršiuje, taip pat yra smegenų vingių atspaudai (*impressiones digitatae*). Smilkinkaulio žvynas susijungdamas su viršugalvio kaulu, formuoja smilkinio landą (*meatus temporalis*) (25,28)

Snukio griaučių dalys:

Viršutinis žandikaulis (*maxilla*) sudaro šoninę veido dalį. Šuns viršutinis žandikaulis yra trumpas, nėra bedančio krašto, paakinis kanalas trumpas, gomurinė atauga plati, žandikaulio sinusas mažas. (23,25,28)

Tarpinis žandikaulis (*os incisivum*) yra įsiterpęs tarp viršutinio žandikaulio, norikaulio ir žagrikaulio. Šuns tarpinis žandikaulis turi plokščią kūną, nosinė atauga ilga, o gomurinė trumpa. (23,24,28)

Nosikaulis (*os nasale*) guli priekyje kaktikaulio ir sudaro lubas nosies ląstai. Nosikaulis siauras, į priekį plėtėjantis. (23,24,28)

Ašarikaulis (*os lacrimale*) guli medialiniame akiduobės kampe, tarp kaktikaulio, nosikaulio, skruostikaulio ir viršutinio žandikaulio. Tačiau šuns ašarikaulis yra mažas. (23,24,28)

Skruostakaulis (*os zygomaticum*) guli tarp ašarikaulio, viršutinio žandikaulio ir smilkinkaulio skruostinės ataugos. (23,24,28)

Gomurikaulis (*os palatinum*) guli tarp pleištakaulio ir viršutinio žandikaulio. Šuns gomurikaulio gulsčioji dalis (*lamina horizontalis*) plati, o stačioji dalis (*lamina perpendicularis*) neturi sinuso. (23,24,28)

Sparnakaulis (*os pterygoideum*) maža pailga plokštelė, prisijungianti iš medialinės pusės prie pleištakaulio sparninės ataugos ir gomurikaulio vertikaliosios dalies. (23,24,28)

Apatinis žandikaulis (*mandibula*) yra porinis kaulas, mėsdžių apatinio žandikaulio pusės iki senatvės lieka judriai susijungusios. Nėra bedančio krašto, turi gerai išsivysčiusią kampo ataugą (*procesus angularis*). Žandikaulio šakos vainikinė atauga labai plati, aukšta ir šiek tiek palinkusi į kaudalinę pusę. (23,24,28)

Žagrikaulis (*vomer*) yra neporinis kaulas gulintis ant viršutinio ir tarpinio žandikaulių, gomurinių ataugų dorsalinio paviršiaus, bei jungiais su pleištakauliu, sparnakauliu ir gomurikauliu. (23,24,28)

Paliežuvinis kaulas (*os hyoideum*) guli apatinio žandikaulio tarpe ir jungiasi su ausies piramide. Šunų paliežuvinis kaulas neturi liežuvinės ataugos. (23,24,28)

Susiję šunų kaukolės diagnostiniai tyrimai

2009 metais Naujojoje Zelandijoje, buvo tirtas šunų treniruotumas pagal kaukolės dydį. Žmonės paprastai reitinguoja šunis pagal treniruotumą neturėdami jokių tikslų įrodymų ar duomenų apie tam tikrą veislę ir pasikliauna tik gyvūno elgsenos savybėmis t.y. gyvūnų veislės vertinamos kaip gerai sugeba atlikti bazinės komandas tokias kaip: „sedėt“, „gulėt“, „ateik“, „stovėk“, bei daiktų atnešimu. Tačiau vietoj elgsenos bruožų, žmonės galėtų taip pat remtis šunų morfologiniais duomenimis, kad nustatyti atskirų šunų veislių treniruotumą. Šunys yra skirstomi pagal kaukolės formas į tris grupes: (13)

1. *Dolichocephalic*
2. *Mesocephalic*
3. *Brachycephalic*

Šis skirstymas yra grindžiamas kaukolės pločio ir ilgio santykiu. *Dolichocephalic* kaukolę turinčių šunų forma yra pailga ir siaura, šie šunys yra pritaikyti bėgimui. *Brachycephalic* kaukolės formos šunys, dar kitaip vadinami bukasnukiais, nes jų kaukolės ilgis yra beveik proporcingas kaukolės pločiui. (13)

Tyrimo eigoje buvo išskirtos dvi šunų grupės, vienoje grupėje veislės su aukšto treniruotumo rodikliais, kitoje grupėje veislės su žemo treniruotumo rodikliais. Buvo išmatuoti kaukolių ilgiai ir pločiai. Vėliau buvo skaičiuojami cefaliniai indeksai su šia formule:

$$(\text{kaukolės plotis/kaukolės ilgis}) \times 100. (13)$$

Tyrimo rezultatai parodė, jog *Brachycephalic* kaukolės formos šunys turi žemą treniruotumo lygį, *Mesocephalic* kaukolės formą turintys šunys turi vidutinį treniruotumo lygį, o didžiausią treniruotumo lygį turi *Dolichocephalic* kaukolės formos šunys. (13)

2013 metais Australijoje, Sidnėjuje, buvo atlikti tyrimai, kurių tikslas nustatyti naminių šunų kaukolių įvairovę tarp veislių, veislių grupių ir jų genetinius ryšius. (15) Tyrimo metu, buvo tirtos populiariausios veislės, iš kiekvienos veislės buvo tirta po šešis patinus ir po šešias pateles. Visi ištirti gyvūnai buvo suaugę t.y. bent dviejų metų. Gyvūnai turėjo atitikti šiuos kriterijus:

- Būti žinomi ANKC(Australijos Nacionalinė Veislyno Taryba)
- Savininkai turi būti registruoti veisėjai
- Privalo turėti registruotus ANKC bent trisdešimt šuniukų

Gyvūnai fotografuoti juos pozicionuojant galvą į dorso-ventralinę pozicija ir nuotraukoje buvo tiksliai matuojami kaukolės ilgiai, bei pločiai. Dėl tikslių matavimų fotografuojant buvo šalia padedama sugraduota matavimo juostelė. Vėliau buvo matuojamas smegenų aktyvumas ir visa tai buvo lyginama su genetika. (15)

Tyrimo rezultatai parodė, jog veisliniai gyvūnai su skirtinga kaukolės morfologija, skirtingu smegenų aktyvumu gali būti priskiriami tam pačiam genotipui. (15)

2013 metais, Anglijoje, buvo atlikti tyrimai, kurių tikslas palyginti *Brachycephalic*, *Mesaticephalic* ir Kavalieriaus karaliaus Karolio spanielio kaukolės smegenų tūrį ir sąryšį su kūno svoriu. (14)

Tyrimui naudotos magnetinio rezonanco nuotraukos. Ištirta šimtas dešimt šunų, kurie buvo suskirstyti į keturias grupes, dvi gupės *Brachucephalic*, viena grupė *Mesaticephalic* ir Kavalieriaus karaliaus Karolio spanielių grupė. Magnetinio rezonanco programų pagalba smegenų ertmė buvo suskirstyta į segmentus ir tiksliai apskaičiuotas smegenų tūris. Vėliau, tolimesnio tyrimo tikslais, kiekvienas gyvūnas buvo pasvertas ir gauti rezultatai lyginti su prieš tai darytais kaukolės smegenų tūrio skaičiavimais. Tyrimo rezultatai parodė, jog nuo kūno masės stipriai priklauso ir kaukolės smegenų ertmė. (14)

2009 metais, Kanadoje, buvo atliktas tyrimas, kurio tikslas nustatyti ar nuo šunų kaukolės formos ir dydžio priklauso jų sukandimo jėga. (10)

Tyrimo metu buvo imamos įvairių veislių ir lyčių anatomiškai paruoštos sausos šunų kaukolės, kurios vėliau buvo fotografuojamos iš lateralinės, ventralinės, dorsalinės ir dorso-kaudalinės pozicijos. (10)

Nuotraukose buvo matuojama kiekviena kaukolė, jų ilgiai, pločiai, aukščiai. Kandimo jėga matuota iš apatinio žandikaulio nuotraukų, naudojantis sverto principo jėgos skaičiavimo formulę. (10)

Tyrimo rezultatai parodė, jog kandimo jėga stiprėja nuo kaukolės formos, *Brachycephalic* kaukolės forma turi stipriausią sukandimą, tokia pagal stiprumą eina *Mesaticephalic* ir *Dolichocephalic* kaukolės formos. (10)

Taip pat sukandimo jėga stipriai skiriasi tarp lyčių, vyriškos lyties šunų sukandimo jėga buvo daug stipresnė, nei tos pačios veislės patelių. (10)

2009 metais Anglijoje, buvo atliktas tyrimas, kurio tikslas buvo kaukolės smegenų tūrio palyginimas tarp kavalieriaus karaliaus Karolio spanielių, panašios kaukolės formos veislių bei Labradorų. (12)

Tyrimo metu gyvūnai buvo suskirstyti į tris grupes, kavalieriaus karaliaus Karolio spanienius, labradorus ir mažąsias šunų veisles. Viso buvo šimtas septyniolika šunų. Eigoje naudotos kaukolių magnetinio rezonanso nuotraukos, iš jų buvo apskaičiuojami kaukolių smegenų tūriai. (12)

Atlikus matavimus ir jų statistinę analizę, rezultatai parodė, jog kavalieriaus karaliaus Karolio spanieliai turi proporcingai vienodą kaukolės smegenų tūrį su Labradorais, tačiau kitų mažųjų veislių šunų smegenų tūris yra mažesnis. (12)

1998 metais Turkijoje, Stambulo universitete, buvo atliktas tyrimas kurio tikslas buvo išanalizuoti Vokiečių aviganių kaukolės morfometrinius duomenis. (9)

Kadangi kaukolės formos ir dydžiai skiriasi tarp veislių. Vienas svarbiausių šunų vertinimo kriterijų ir yra pagal kaukolės formą ir jos dydį, tačiau nėra jokių tikslų morfometrinių duomenų ir matavimų. Šio tyrimo metu buvo išmatuoti kaukolės morfologiniai matmenys nuo 45 iki 105 dienų Vokiečių aviganių jaunikliai. (9)

Tyrimo metu buvo naudotos viso tridešimt trys kaukolės, kurios buvo suskirstytos į dvi grupes:

1. Vienuolika patinų ir dešimt patelių nuo 45 iki 60 dienų
2. Devyni patinai ir trys patelės nuo 61 iki 105 dienų

Kaukolės buvo matuojamos tris kartus po dešimt įvairių matmenų ir tuomet išvedamas vidurkis. Rezultatai parodė, jog augimo metu labiausiai kinta snukio dalis, kuri plėtėja ir ilgėja, bei didėja skruostų lankai (*oss zygomatici*). Tačiau pastebima, jog kiaušo dalis mažai pakinta lyginant su kitais matmenimis, nes visi kiti matavimai ganėtinai stipriai didėjo su amžiumi. (9)

2004 metais buvo atliktas tyrimas, kurio tikslas išmatuoti šunų kaukolių ertmės tūrius bei palyginti su galine kiaušo dalimi. Šiam tyrimui buvo naudotas kompiuterizuotas tomografais. (8)

Tyrimo metu buvo ištirti dvidešimt keturi šunys, penkiolika patinai ir devynios patelės, nuo vienerių metų iki keturiolikos metų. Gyvūnai buvo atrinkti iš Kalifornijos veterinerinės mokymo bazės klinikos istorijos, t.y. tie gyvūnai, kuriems buvo daryti kaukolės tomografiniai tyrimai. (8)

Vėliau eigoje, programų pagalba buvo apskaičiuoti kaukolės smegenų ertmės tūriai taikant linijinius matavimus. Rezultatai parodė teigiamą koreliaciją tarp kaukolės smegenų ertmės tūrio ir kūno svorio. Taip pat ryškus skirtumas tarp patinų ir patelių kaukolės smegenų ertmės tūrių. (8)

2012 metais, Jungtinėse Amerikos Valstijose, Džonsono mieste, buvo atliktas tyrimas, kurio tikslas palyginti laukinių vilkų (*Canis lupus*, *Canis latrans*, *Canis rufus*) kaukolės morfologinius ir geometrinius matmenis su naminių šunų (*Canis familiaris*) kaukolėmis. (7) Ankstesni tyrimai, parodė, jog pilkasis vilkas turi 99,8% tokios pačios genetikos, kaip naminis šuo. Tai yra labai didelis skaičius. Kitos vilkų rūšys turi tik apie 96% bendrą genetikos panašumą. Tačiau iki šiol archeologų iškasenos yra atpažįstamos tik pagal vilkų dantis ir sąkandį. (7)

Tyrimo metu buvo tirtos 65 gyvūnų kaukolės, *C. familiaris* (n = 25), *C. rufus* (n = 6), *C. latrans* (n = 21), ir *C. lupus* (n = 13). Kaukolės buvo matuotos linijiniais matavimais,

atidedant 43 taškus aplink kaukolę identiškose vietose. Kaukolės buvo matuojamos iš viršutinės projekcijos, šoninės projekcijos(*lateral*), bei apatinės projekcijos(*ventral*). (7)

Rezultatai parodė, jog statistiškai reikšmingai skiriasi matavimai daryti iš lateralinės ir ventralinės pusės. Iš šių pozicijų buvo išvesti pagrindiniai vilkų ir naminių šunų skirtumų taškai, pagal kurios, galima atpažinti ar tai yra, naminis gyvūnas ar vilkas. (7)

Panašūs tyrimai atip pat atliekami ir kitoms gyvūnų rūšims, ne tik mėsėdžiams. 2011 metais Vakarų Irane, atliktas tyrimas, kurio tikslas buvo nustatyti Mehraban avių veislės kaukolės morfologinius ir morfometrinius duomenis. (5)

Tyrimo metu buvo tirtos suaugusios aštuonios vietinės veislės avių kaukolės, kurios nebuvo skirstomos pagal lytį ar visą kūno svorį. (5)

Matavimam naudoti matmanys:

- Kaukolės ilgis
- Kaukolės plotis (tarp skruostinių lankų)
- Kaukolės pamato ilgis
- Kaukolės svoris
- Kaukolės indeksas ($(\text{kaukolės plotis} \times 100) / \text{kaukolės ilgis}$)
- Kiaušo ilgis
- Kiaušo plotis
- Kiaušo indeksas ($(\text{Kiaušo plotis} \times 100) / \text{skalpo ilgis}$)
- Kaukolės smegenų ertmės tūris

Taip pat matuoti didžiosios pakaušio skylės (*formamen magnum*) morfologiniai parametrai, orbitalinis kaukolės ilgis, snukio morfologiniai matavimai, nosies morfologiniai matavimai. Šie tyrimai buvo atlikti, tam, jog būtų daugiau duomenų apie šią avių veislę, bei prireikus šie duomenys galėtų būti naudojami tolimesniems moksliniams tyrimams. (5)

Kaukolės smegenų ertmės matavimo metodai

Iki šios dienos yra žinoma nemažai metodų skirtų išmatuoti smegenų ertmės tūrį, pagrindinis skirtumas tarp jų yra tikslumas ir sudėtingumas. Vieni yra tikslesnis, kiti yra mažiau tikslūs, vieni reikalauja sudėtingų atlikimo technikų kiti yra paprasčiau atliekami.

Tyrimo metodai:

- Linijiniai matavimai
- Užpildymo metodas
 - Pildymas rankiniu būdu
 - Pildymas automatiniu būdu su spec. įranga
 - Guminio baliono metodas
- Smegenų ertmės tūrio vertinimas iš rengenogramų
 - Gyvo organizmo

Linijiniai matavimai

Smegenų ertmė yra matuojama naudojantis trimis matavimo principais:

Matuojamas didžiausias *anteroposterior* ilgis.

Matuojamas maksimalus plotis. (matuojamas tarp dviejų parietalinių išlinkimų)

Matuojamas kaukolės aukštis. (matuojama nuo aukščiausiojo kiaušo taško iki apačios)

Pirmi du metodai matuojama slankmačiu, o trečiasis metodas matuojamas naudojant Todd'o veržiaklį. Tos pačios kaukolės matavimai turi būti atliekami 3 kartus ir iš jų vedamas vidurkis. Šis metodas yra lengvas naudoti, tačiau jis nėra tikslus, nes kaukolės kaulo storio dydis nėra pastovus ir individualiai skirtingas. (11)

Užpildymo metodas

Pildymas rankiniu būdu

Tai dar vienas plačiai naudojamas metodas matuoti kaukolės smegenų ertmės tūrį. Šiam metodui naudojama įvairūs tūrio užpildymo medžiagos, tokios kaip: parakas, smėlis, parafininis vaškas, garstyčių sėklos, juodieji pipirai. (11)

Iš pradžių per *foramen magnum* yra pildomi pvz. Juodieji pipirai, pildant kaukolės smegenų ertmę kaukolė turi būti kartais papurtoma, tam, jog būtų užpildoma visa ertmė, ypač

sunkiau pasiekiamos vietos. Kuomet visa ertmė prisipildo, reikia švelniai įpausti visa turini per *foramen magnum*. Tuomet visas turinys yra išpilamas į sugraduotą tūrio matavimo indą ir taip yra išmatuojamas smegenų ertmės tūris. (11)

Šis metodas yra ganėtinai patikimas, tačiau yra didžiulė rizika įvykti žmogaus padarytai klaidai atliekant kaukolės smegenų ertmės užpildymo procesą, kuomet ne visas tūris yra užpildomas, visa tai lemia klaidingus ir nepatikimus rezultatus. (11)

Pildymas automatinio būdu su spec. įranga

Pildant rankiniu būdu yra tikimybė atsirasti žmogaus klaidai, netinkamai užildant kaukolės smegenų tūrį, todėl tam, jog sumažinti šios klaidos tikimybę yra sukurtas automatinis prietaisas. Šis veikia dviem pagrindiniais principais, tai yra kaukolės smegenų ertmės užpildymas ir sunaudotų sėklų (pvz garstyčių sėklų) matavimų skaičiavimas. Tada tūris gali būti apskaičiuojamas dviem metodais. Subėrus sėklas į graduotą cilindą, išmatuojamas tūris tiesiogiai arba tūriui užpildyti medžiaga yra sverama ir tūris išskaičiuojamas pagal tankį. (11)

Guminio baliono metodas

Labiausiai tinkantis matavimo metodas išmatuoti smegenų tūrį yra naudojant gumini balioną ir pripildyti jį skysčiu. Visų pirma reikia balioną įleisti i kaukolės smegenų ertmę per *foramen magnum*. Baliono užpildas turi būti butinai skystis, tam, jog būtų užpildytos visos oro kišenės yra naudojamas aukštas slėgis. Slėgio pagalba užpildomos visos tuščiuos ertmės. Visas šis procesas yra kontroliuojamas spec. prietaiso, kuris apskaičiuoja kokį slėgį reikia taikyti, kad būtų užpildomos visos ertmės, tačiau guminis balionas išliktų nepažeistas ir neprakiurtu. Vėliau skystis yra išpilamas į matavimo cilindą. (11)

Pagrindinis šio metodo trūkumas yra kaip pasirinkti tinkamą balioną, kuris negali būti per plonas, nes gali sutrūkti ir matavimai nepavyks, taip pat negali būti per storas, nes tuomet atsiranda didelė paklaida. Taip pat, jeigu šiuo metodu nėra naudojamas slėgis, paklaida yra 1ml.-6ml. (11)

Smegenų ertmės tūrio vertinimas iš rengenogramų

Radiografinis metodas su tomografo planimetrija supaprastina kaukolės smegenų tūrio skaičiavimus. Šis metodas grinžiamas tiesioginiais kaukolės smegenų ertmės matavimais naudojant tomografa. Naudojant standartinį tomografa, kaukolė yra padalinama į šešis tūrio vienetus, bei septynias plokštumas. Taip padalintą kaukolę į dalis lengva apskaičiuoti smegenų tūrį. (2,11)

Gyvo organizmo galvos smegenų ertmės tūrio skaičiavimas

Šis 1901 metų metodas pagrįstas kiaušo išoriniais matavimais. Tai yra ilgio, pločio ir aukščio. Šis metodas turi 3-4proc. paklaidą. (11)

1977 metais formulė buvo patobulinta pridendant dar vieną skaitiklį, t.y. kaukolės kiaušo storį. Šis skaičius buvo apskaičiuotas tiriant vidutinį nuo septynių dienų iki dvidešimties metų šunų kaukolės kiaušo storį. (11)

Formulė atrodo taip:

$$V = 0,523 (\text{ilgis} - 2 t) \times (\text{plotis} - 2 t) \times (\text{aukštis} - t)$$

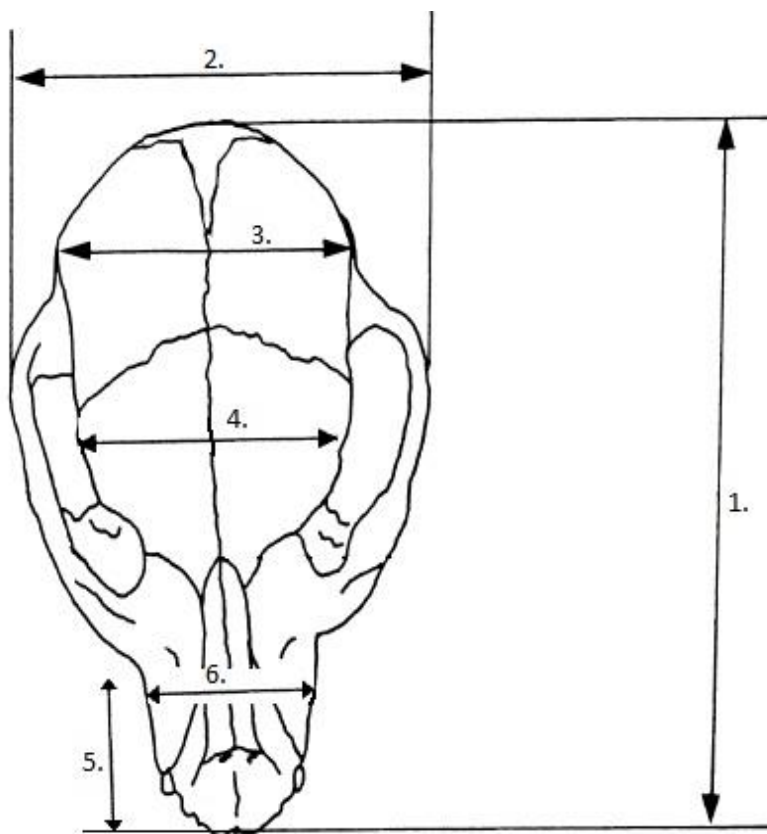
T – kiaušo storis.

Tyrimo metodai ir medžiaga

Tyrimo medžiaga buvo gauta iš LSMU veterinarijos akademijos, anatomijos ir fiziologijos katedros sukauptų kaukolių. Šiam baigiamojo darbo tyrimui atlikti, buvo naudojamos suaugusių Vokiečių aviganių kaukolės.

Tirtos viso aštuonios vokiečių aviganių kaukolės. Keturios patelių ir keturios patinų kaukolės. Kaukolės buvo paruoštos naudojantis 2014 metais Sirijoje patvirtintą mokslinį, veterinarinį skeleto kaulų paruošimo metodiką (22).

Kaukolių - mokomosios medžiagos ruošimas buvo atliktas anatomijos ir fiziologijos katedroje



Pav. 1. Kaukolės morfologiniai matavimai. 1. Kaukolės ilgis 2. Plotis tarp skruostinių lankų 3. Didžiausias kiaušo plotis 4. Plotis tarp katikaulio skruostinių ataugų 5. Snukio ilgis 6. Snukio plotis (11) (autorius redaguotas paveikslas)

šiais etapais:

- Odos ir raumeninių audinių atskirimas nuo kaukolės
- Pašalintos akys, ausys
- Kaukolės buvo virtos vandenyje, šešias valandas.
- Po virimo, buvo pašalinamos kaukolės smegenys per *foramen magnum*, taip pat buvo naudojami šepetėliai, bei skalpelis, tam, jog būtų pašalinamos visos smegenys su savo dangalais
- Pradėtas džiovavimo laikotarpis, kuris truko vieną mėnesį

Išdžiuvus kaukolėms, siekiant išmatuoti jų tūrį buvo naudojami nesmulkinti juodieji pipirai, kuriais buvo užpildoma kaukolės smegenų ertmė per *foramen magnum*. Pripildžius kaukolės

smegenų tūrį, turinys išpilamas į matavimo cilindrą (0,1ml tikslumu). Procesas kiekvienai kaukolei kartojamas keturis kartus ir vedamas matavimo vidurkis.

Kaukolės smegenų ertmės tūrio matavimai, buvo atlikti naudojantis 2002 metais, Indijoje patvirtinta tyrimo metodiką (11).

Vėliau buvo pradėti atskiri kaukolės morfologiniai matavimai. Buvo matuoti kaukolių ilgiai, plotis tarp skruostinių lankų, didžiausias kiaušo plotis, plotis tarp katikaulio skruostiniu ataugų, snukio ilgis, snukio plotis. Matavimai buvo atlikti 0,1mm tikslumu.

Kaukolės ilgis matuotas nuo kaukolės priekio (*prosthion*) iki kaukolės galo (*protuberantia occipitalis externa*)

Plotis tarp skruostinių lankų matuojamas tarp abiejų pusių skruostinių lankų (*arcus zygomaticum*).

Didžiausias kiaušo plotis matuojamas tarp lateralinės smegenų ertmės taško vienoje pusėje ir kitoje pusėje.

Plotis tarp skruostinių ataugų matuojamas nuo ataugos galo iki kitos ataugos galo.

Snukio ilgis matuojamas nuo kaukolės priekio (*os incisivum*) iki *Margo infraorbitalis* pradžios.

Snukio plotis matuotas tarp priešingos pusės krūminių dantų.

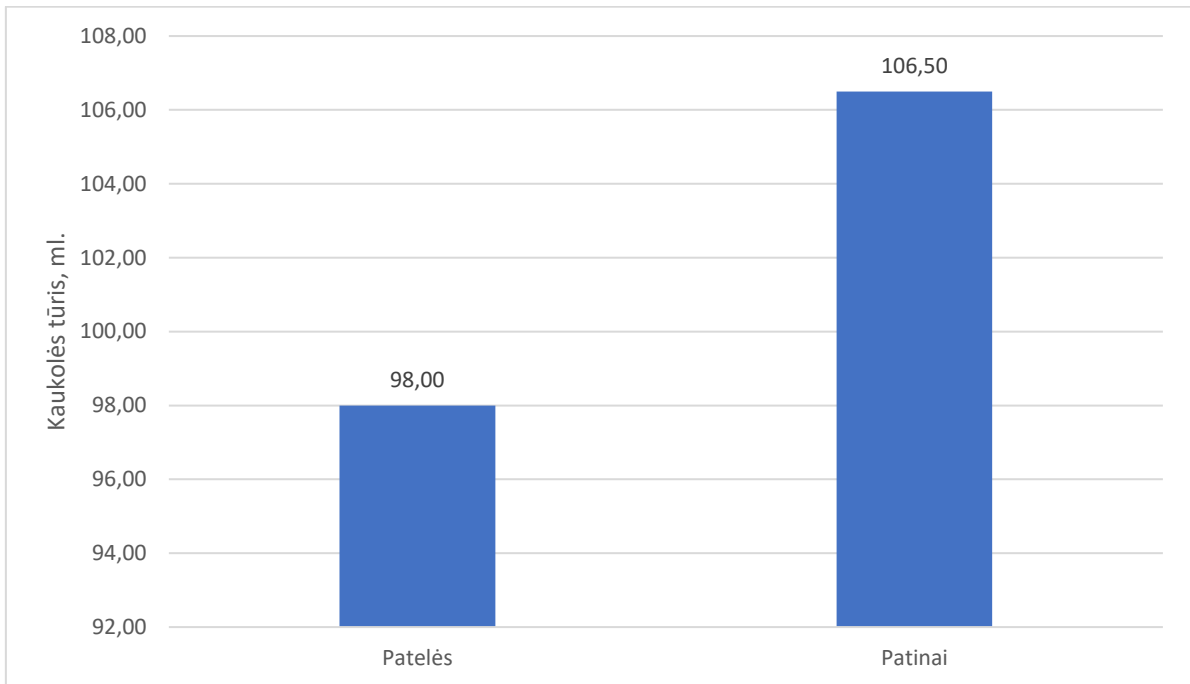
Kaukolės morfologiniai matavimai atlikti naudojantis 1999 metais Stambulo universitete patvirtinta tyrimų metodiką (9).

Atlikus šiuos matavimus buvo skaičiuojami smegenų ertmės tūrio ir atskirų kaukolės matmenų vidurkiai, duomenų skirtumai tarp patinų ir patelių, bei statistinis duomenų reikšmingumas.

Taip pat skaičiuotos koreliacijos tarp kaukolės atskirų morfologinių matmenų ir tūrio.

Skaičiavimai atlikti naudojant Microsoft „Excel“ programą, remiantis statistinio tyrimo alikimo tvarka. Duomenys patikimi kai $p < 0,05$.

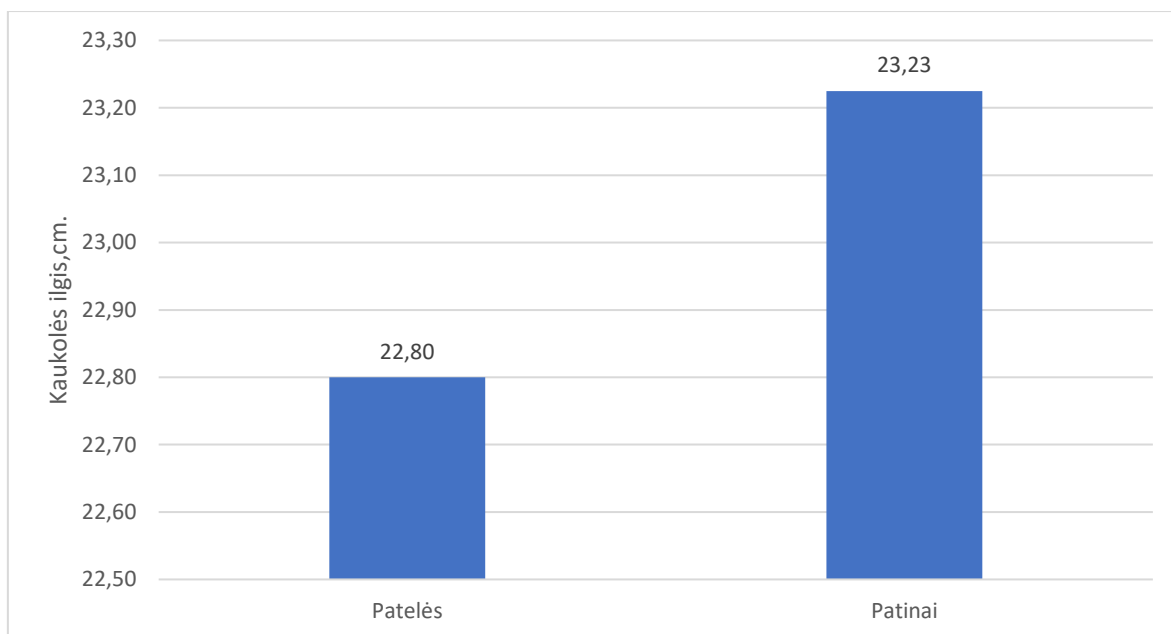
Tyrimo rezultatai



Pav. 2 Kaukolės smegenų ertmės tūrio matavimų vidurkiai

Išmatavus patelių kaukolės smegenų ertmės tūrį gauti tyrimo rezultatai: 98ml; 90ml; 102ml; 102ml. Taip pat nustatytas ir patinų kaukolės smegenų ertmės tūris: 104ml; 110ml; 104ml; 108ml.

Tūrio skirtumas 6,18ml., šis skirtumas yra patikimas ir statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$).



Pav. 3 Kaukolės ilgių vidurkiai.

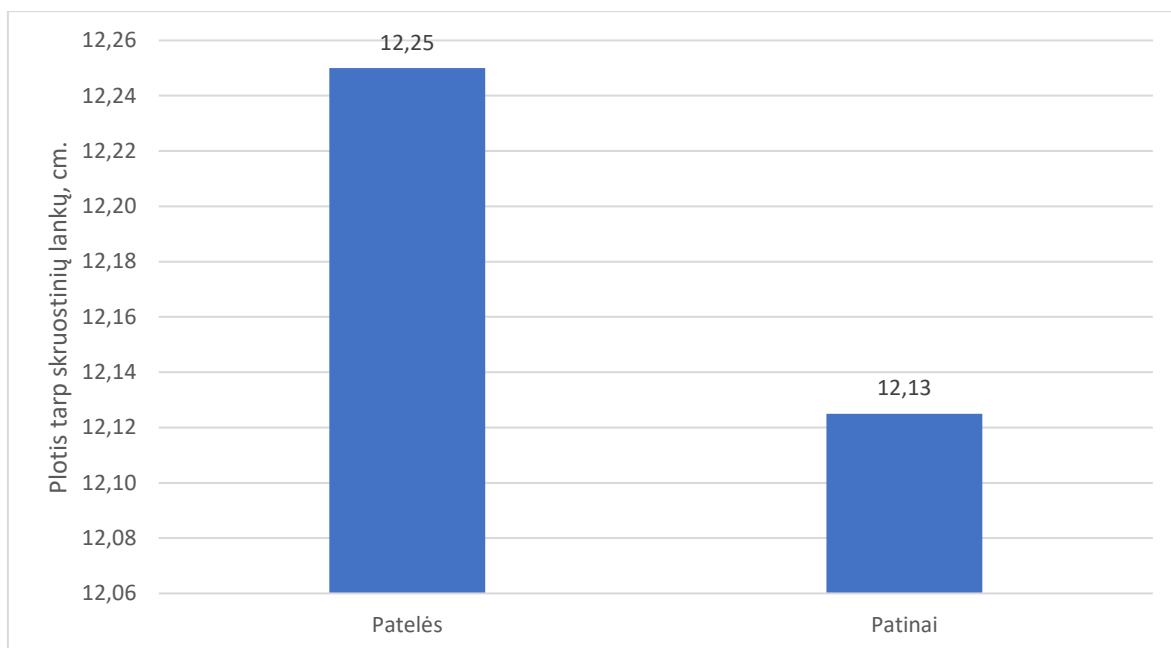
Išmatavus patelių kaukolės ilgius gauti rezultatai: 22,7cm; 22,6cm; 23,2cm; 22,7cm.

Taip pat nustatyti ir patinų kaukolės ilgiai: 24,1cm; 23,8cm; 23,2cm; 21,8cm.

Paskaičiuotas kaukolės ilgio skirtumas 0,73cm., tačiau šie skirtumai yra nepatikimi ir statistiškai nereikšmingi ($p > 0,05$).

Išmatavus patelių kaukolės ilgius, nustatyta vidutinė (0,5 iki 0,7) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Išmatavus patinų kaukolės ilgius, nustatyta labai silpna (0,3 iki -0,3) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.



Pav. 4 Kaukolės pločių tarp skruostinių lankų vidurkiai

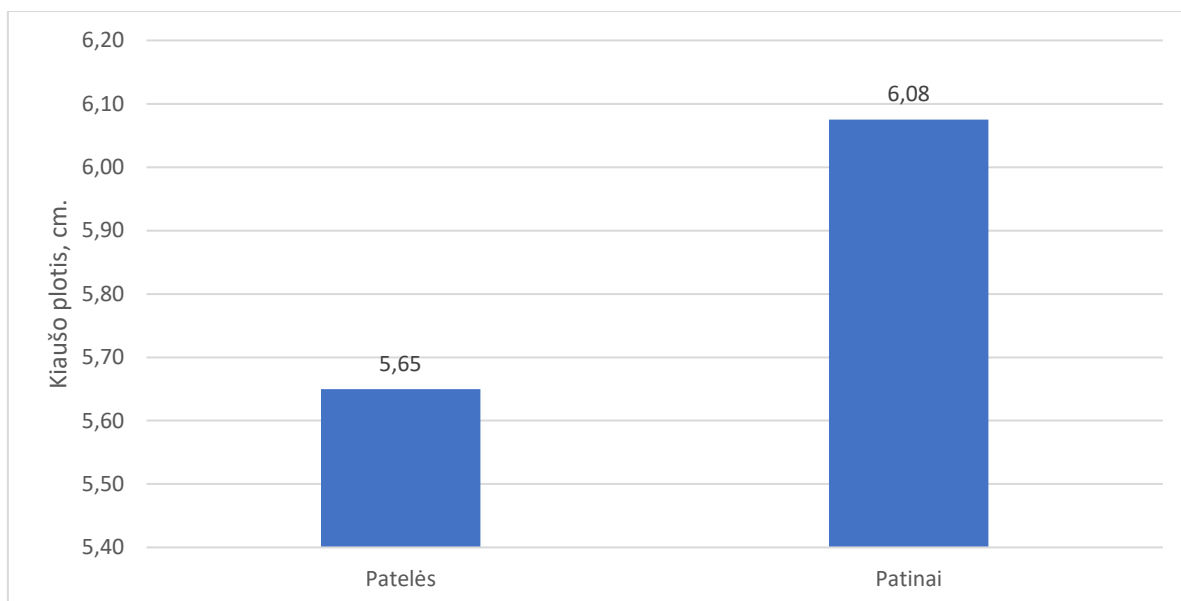
Išmatavus patelių kaukolės plotį tarp skruostinių lankų gauti rezultatai: 13,7cm; 11,8cm; 11,6cm; 11,9cm.

Taip pat nustatyti ir patinų kaukolės pločiai tarp skruostinių lankų: 13,3cm; 12,7cm; 11,6cm; 10,9cm.

Paskaičiuotas pločio skirtumas tarp skruostų 0,95cm., šis skirtumas yra patikimas ir statistiškai reikšmingas ($p < 0,05$).

Išmatavus patelių kaukolės pločius tarp skruostų, nustatyta labai silpna/jokia (0,3 iki -0,3) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Išmatavus patinų kaukolės pločius tarp skruostų, nustatyta labai silpna/jokia (0,3 iki -0,3) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.



Pav. 5 Didžiausio kiaušo pločio vidurkis

Išmatavus patelių kaukolės kiaušo didžiausią plotį gauti rezultatai: 5,5cm; 5,9cm; 5,4cm; 5,8cm.

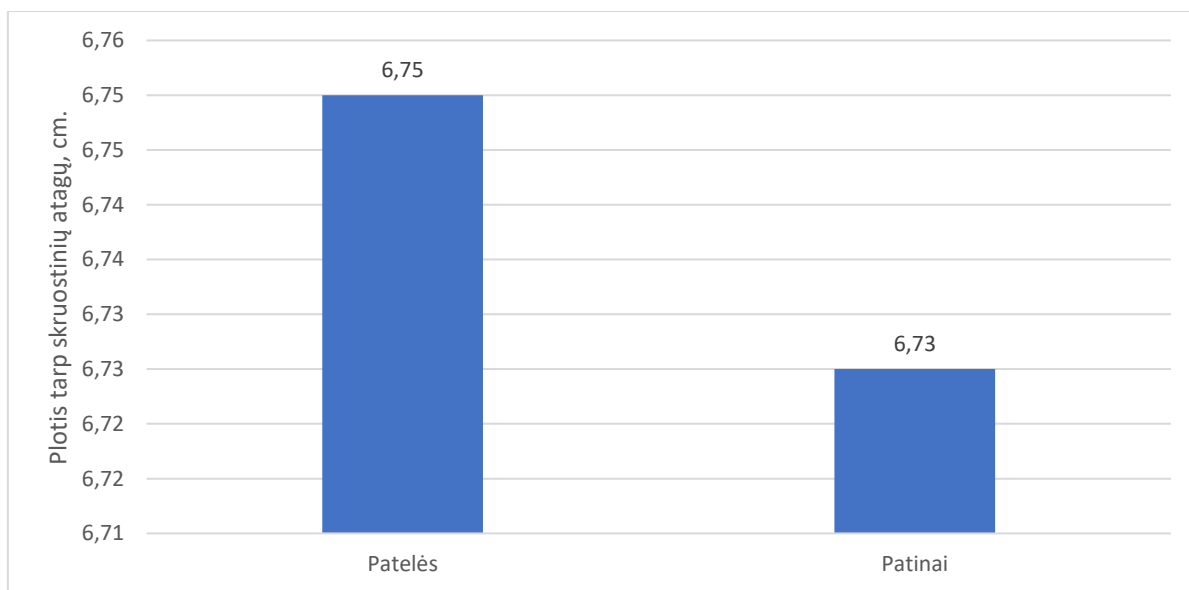
Taip pat nustatyti ir patinų kaukolės kiaušo pločiai: 6,3cm; 6,2cm; 5,8cm; 6cm.

Paskaičiuotas kiaušo pločio skirtumas 0,31cm., šis skirtumas yra patikimas

($p \leq 0,05$)

Išmatavus patelių kaukolės kiaušo pločius, nustatyta vidutinė (-0,5 iki -0,7) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Išmatavus patinų kaukolės kiaušo pločius, nustatyta labai silpna (0,3 iki -0,3) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.



Pav. 6 Vidutinis kaukolės plotis tarp kaktikaulio skruostinių ataugų

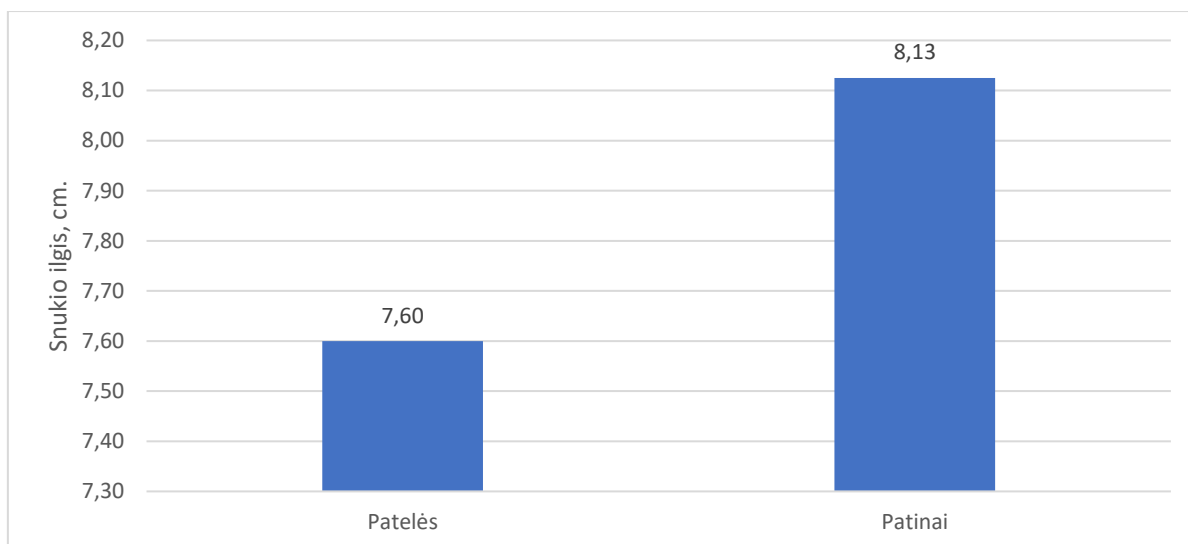
Išmatavus patelių kaukolės plotį tarp kaktikaulio skruostinių ataugų gauti rezultatai: 6,9cm; 6,7cm; 6,4cm; 7cm.

Taip pat nustatytas ir patinų kaukolės plotis tarp kaktikaulio skruostinių ataugų: 7cm; 6,7cm; 6,8cm; 6,4cm.

Paskaičiuotas pločio skirtumas 0,24cm., tačiau šie skirtumai yra nepatikimi ($p > 0,05$).

Išmatavus patelių kaukolės plotį tarp kaktikaulio skruostinių ataugų, nustatyta labai silpna (0,3 iki -0,3) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Išmatavus patinų kaukolės plotį tarp kaktikaulio skruostinių ataugų, nustatyta vidutinė (-0,5 iki -0,7) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.



Pav. 7 Snukio ilgių vidurkiai.

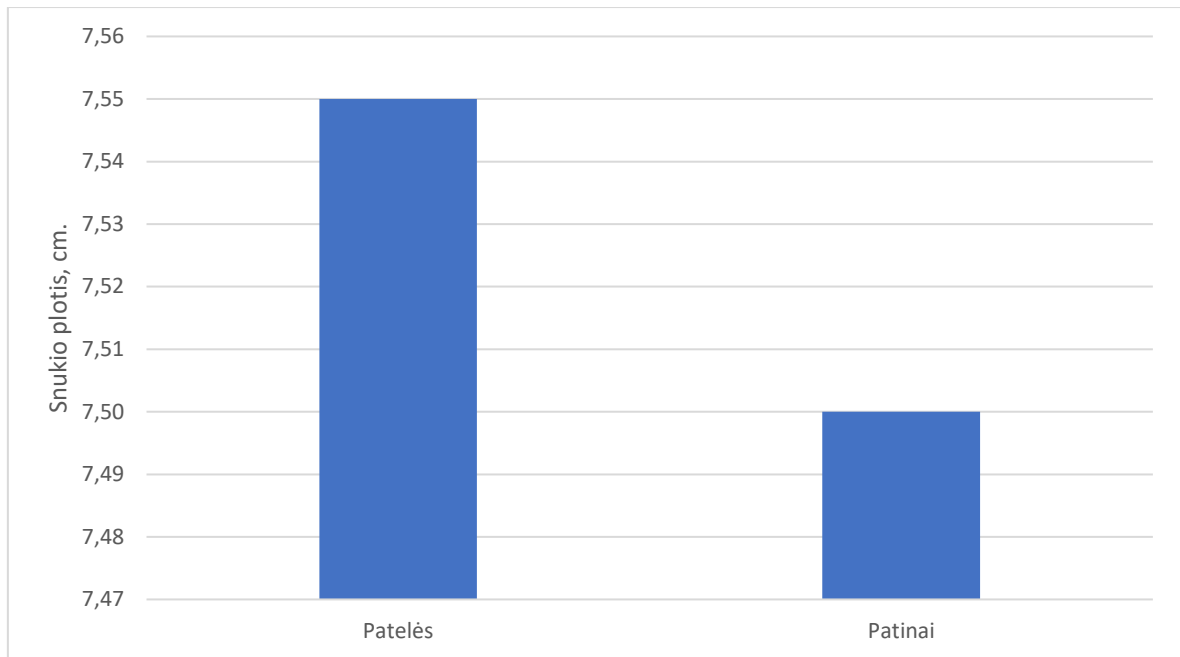
Išmatavus patelių snukio ilgį gauti rezultatai: 7,3cm; 7,8cm; 7,7cm; 7,6cm.

Taip pat nustatytas ir patinų snukio ilgis: 8,5cm; 8cm; 8,5cm; 7,5cm.

Paskaičiuotas snukio ilgių skirtumas 0,44cm., tačiau šie skirtumai yra nepatikimi ($p > 0,05$).

Išmatavus patelių snukių ilgį, nustatyta silpna (-0,3 iki -0,5) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Išmatavus patinų snukių ilgį, nustatyta silpna (-0,3 iki -0,5) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.



Pav. 8 Snukio plotis

Išmatavus patelių snukio pločius gauti rezultatai: 7,8cm; 7,7cm; 7,3cm; 7,4cm.

Taip pat nustatyti ir patinų snukio pločiai: 7,9cm; 7,6cm; 7,1cm; 7,4cm.

Paskaičiuotas snukio pločio skirtumas 0,27cm., tačiau šie skirtumai yra nepatikimi ($p > 0,05$).

Išmatavus patelių snukių pločius, nustatyta stipri (-0,7 iki -0,9) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Išmatavus patinų snukių pločius, nustatyta labai silpna (0,3 iki -0,3) koreliacija su kaukolės smegenų ertmės tūriu.

Rezultatų aptarimas

Buvo tirtos aštuonios Vokiečių aviganių kaukolės (keturi patinai, keturios patelės). Kaukolės smegenų ertmės tūris buvo tirtas pripildant kaukolės smegenų ertmę per *foramen magnum* su nesmulkiniais juodaisiais pipirais. Tyrimo rezultatai parodė, jog patinų kaukolės smegenų ertmės tūris yra didesnis už patelių ir skiriasi statistiškai reikšmingai.

Tyrimas buvo atliktas taikant Indijoje 2002 metais aprašyta ir patvirtintą šunų kaukolės morfologinių tyrimų metodiką. (11)

2004 metais atlikto tyrimo metu, kurio tikslas buvo išmatuoti įvairių šunų kaukolių ertmės tūrius, naudojant kompiuterizuotą tomografą (8), gauti rezultatai taip pat išskyrė patelių ir patinų kaukolės smegenų tūrio skirtumus. Tyrimai parodė, jog patinų kaukolės smegenų tūris yra didesnis už patelių. Šie 2004 metais gauti duomenys buvo taip pat statistiškai reikšmingi. Išmatavus kaukolės kiaušo plotį nustatytas statistiškai reikšmingas pločio skirtumas tarp patinų ir patelių. Patinų kaukolės kiaušo plotis buvo didesnis už patelių.

2013 metais, Australijoje, atlikto tyrimo metu, kurio tikslas buvo nustatyti naminių šunų kaukolių įvairovę tarp veislių. (1) Tyrimo metu buvo daromos kaukolių nuotraukos ir iš jų skaičiuojami kaukolės matavimai. Tyrimo rezultatai gauti panašūs, patinų kaukolės kiaušo plotis yra didesnis už patelių ir tai taip pat statistiškai reikšmingas skirtumas.

Kiti atlikti morfologiniai matavimai, tokie kaip kaukolės ilgis, plotis tarp skruostinių lankų, plotis tarp skruostinių ataugų, snukio ilgis, bei snukio plotis nėra statistiškai reikšmingi tarp patinų ir patelių.

2011 metais, Irane, atlikto tyrimo metu matuojant avių kaukolės morfologinius duomenis taip pat gauti tokie patys statistiškai nereikšmingi matavimai. (5)

2012 metais Jungtinėse Amerikos Valstijose atliktų tyrimų metu, buvo matuoti laukinių vilkų, bei naminių šunų kaukolių morfologiniai matmenys. (7) Gauti rezultatai sutapo, jog kaukolės ilgis, plotis tarp skruostinių lankų, plotis tarp skruostinių ataugų, snukio ilgis, bei snukio plotis tos pačios veislės šunų ar vilkų nesiskiria statistiškai reikšmingai tarp patinų ir patelių.

Išvados

Remiantis tyrimų rezultatais galima daryti šias išvadas:

- Patinų kaukolės ertmės tūris yra didesnis už patelių ir skirasi statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$).
- Patinų kiaušo plotis didesnis už patelių ir skirasi statistiškai reikšmingai ($p < 0,05$).
- Kaukolių matmenys silpnai koreliuoja su kaukolės smegenų ertmės tūriu, tačiau patelių kaukolės ilgis, didžiausias kiaušo plotis ir snukio plotis vidutiniškai koreliuoja su kaukolės ertmės tūriu. Taip pat vidutiniškai koreliuoja ir patinų kaktikaulio skruostinių ataugų plotis.

Literatūros šaltiniai

1. Schoenebeck JJ, Ostrander EA. The genetics of canine skull shape variation. *Genetics*. 2013;193(2):317–25.
2. Schebitz, H.; Wilkens, H. - Atlas of Radiographic Anatomy of the Dog.pdf.
3. Judge RB, Palamara JE a, Taylor RG, Helen MS, Clement JG. of a Dog Skull Loaded in Vitro. 2003;90(1).
4. Wayne K, Science P. Cranial morphology of domestic and wild canids: the influence of development on morphological change. 1986;40(2):243–61.
5. Karimi I, Onar V, Hadipour M, Mazaheri Y. The Cranial Morphometric and Morphologic Characteristics of Mehraban Sheep in Western Iran. 2011;6(2):111–7.
6. Happy Y, Pet H. Shepherd Dog.
7. Schmitt E, Wallace S. Shape change and variation in the cranial morphology of wild canids (*Canis lupus*, *Canis latrans*, *Canis rufus*) compared to domestic dogs (*Canis familiaris*) using geometric morphometrics. *Int J Osteoarchaeol*. 2014;24(1):42–50.
8. García-Real I, Kass PH, Sturges BK, Wisner ER. Morphometric analysis of the cranial cavity and caudal cranial fossa in the dog: A computerized tomographic study. *Vet Radiol Ultrasound*. 2004;45(1):38–45.
9. Onar V. A morphometric study on the skull of the German shepherd dog (Alsatian). *Anat Histol Embryol* [Internet]. 1999;28(4):253–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10488631>
10. Ellis JL, Thomason J, Kebreab E, Zubair K, France J. Cranial dimensions and forces of biting in the domestic dog. *J Anat*. 2009;214(3):362–73.
11. Manjunath KY. Estimation of cranial volume-an overview of methodologies. *J Anat Soc India* [Internet]. 2002;51(1):85–91. Available from: <http://www.indmedica.com/journals.php/17?journalid=8&issueid=33&articleid=418&action=article>
12. Cross HR, Cappello R, Rusbridge C. Comparison of cerebral cranium volumes between cavalier king charles spaniels with chiari-like malformation, small breed dogs and labradors. *J Small Anim Pract*. 2009;50(8):399–405.

13. Helton WS. Cephalic index and perceived dog trainability. *Behav Processes*. 2009;82(3):355–8.
14. Schmidt MJ, Amort KH, Failing K, Klingler M, Kramer M, Ondreka N. Comparison of the endocranial- and brain volumes in brachycephalic dogs, mesaticephalic dogs and Cavalier King Charles spaniels in relation to their body weight. *Acta Vet Scand*. 2014;56(1):30. Available from: <http://www.actavetscand.com/content/56/1/30>
15. Georgevsky D, Carrasco JJ, Valenzuela M, McGreevy PD. Domestic dog skull diversity across breeds, breed groupings, and genetic clusters. *J Vet Behav Clin Appl Res* [Internet]. 2013;9(5):228–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jveb.2014.04.007>
16. Ritobrato Datta, Jongho Lee, Jeffrey Duda, Brian B. Avants, Charles H. Vite, Ben Tseng. *A Digital Atlas of the Dog Brain*. 2012.
17. Lowell, L. (Ed.). (2014, May 14). German Shepherd. Retrieved May 18, 2017, from https://en.wikipedia.org/wiki/German_Shepherd
18. Organisation, Vet Street (2011). German Shepherd Dog Breed Information. Retrieved from <http://www.vetstreet.com/dogs/german-shepherd-dog#finding>
19. Totally Her Media company, (2004, September 4). German Shepherd Dog Breed Information, Pictures, Characteristics & Facts. Retrieved from <http://dogtime.com/dog-breeds/german-shepherd-dog#/slide/1>
20. German Shepherd Dog Retrieved from <https://www.dogbreedinfo.com/germanshepherd.htm>
21. Shep, T. D. (2017, July 08). German Shepherd Size: How Big Is A German Shepherd? Retrieved September 06, 2017, from <https://thedailyshep.com/german-shepherd-size-how-big-is-a-german-shepherd/>
22. Allouch, G. M. (2014, September). Scientific Technique for Skeletons Preservation and Preparation of Anatomical Models to Promote Veterinary Anatomy . Retrieved from <http://www.vetanat.com/v13-pdf/9.pdf>
23. Stanley H. Done, Peter C. Goody, Susan A. Evans, Neil C. Stickland *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 3, The Dog and Cat* 2009. 9-16psl. bei 21-29psl.

24. Horst Erich König, H. Bragulla. Veterinary Anatomy of Domestic Mammals 3rd Edition 2007. 49-61psl.
25. Howard E. Evans, Alexander de Lahunta. Miller's anatomy of the dog (4th ed.). (2013). St. Louis, Missouri: Saunders. 84-103psl.
26. Frances J. Barr, Robert M. Kirberger. BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Imaging. 172-206psl.
27. Liz Palika, German Shepherd 2nd ed. 2008. Hoboken, New Jersey.
28. A. Pabijanskas. Žemės ūkio gyvulių anatomija. 52-67psl.