

PARŠELIŲ IR SUAUGUSIŲ KIAULIŲ AKIES OPTINĖS DALIES ELEMENTŲ MORFOMETRINĖ ANALIZĖ

Vida Babrauskienė¹, Marija Paunksnienė¹, Vida Juozaitienė², Judita Žymantienė¹

¹*Anatomijos ir fiziologijos katedra, Veterinarijos akademija, LSMU*

Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas; el. paštas: oftalmolog@lva.lt

²*Gyvūnų veislinės vertės tyrimų ir selekcijos laboratorija, Veterinarijos akademija, LSMU*

Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas; el. paštas: biometrija@lva.lt

Santrauka. Tirta 6–8 mėnesių suaugusių kiaulių (n=12) ir dviejų dienų paršelių (n=12) akių optinės dalies elementų parametrai ir jų koreliacijos. Enukleuotoms akims buvo taikytas A tipo ultragarsinis metodas. Gyvūnų amžius statistiškai patikimai siejosi su akies optinės dalies struktūromis – išorinės akies obuolio ašies ilgiu, priekinės kameros gyliu, lęšio storiu ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu ($p<0,001$). Teigiami statistiškai reikšmingi koreliacijos koeficientai nustatyti priekinės kameros gylio su išorinės akies obuolio ašies ilgiu, lęšio storiu, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu; taip pat išorinės akies obuolio ašies ilgio su lęšio storiu ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu; lęšio storio su stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu ($r=0,924-0,968$; $p<0,001$). Neigiamai, bet statistiškai reikšmingai ragenos storis koreliavo su išorinės akies obuolio ašies ilgiu, priekinės kameros gyliu, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu ($r=-0,398-0,464$; $p<0,05$). Nustatėme, kad kiaulių amžius turėjo įtakos akies optinės dalies struktūrų tarpusavio ryšiams, ypač išorinės akies obuolio ašies ilgio ir priekinės kameros gylio, ragenos ir lęšio storio, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio ir priekinės kameros gylio, lęšio storio ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio koreliacijai. Mažiausiai su amžiumi siejosi išorinės akies obuolio ašies ilgio ir ragenos storio, išorinės akies obuolio ašies ilgio ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio, priekinės kameros gylio ir lęšio storio koreliacija.

Raktažodžiai: paršelis, kiaulė, akies optinė sistema.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE OPTICAL PARAMETERS OF THE EYE IN PIGS AND PIGLETS

Vida Babrauskienė¹, Marija Paunksnienė¹, Vida Juozaitienė², Judita Žymantienė¹

¹*Department of Anatomy and Physiology, Veterinary Academy, Lithuanian University of Health Sciences*

Tilžės 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania; E-mail: oftalmolog@lva.lt

²*Laboratory of Animal Genetic Evaluation and Selection, Veterinary Academy*

Lithuanian University of Health Sciences; Tilžės 18, Kaunas, Lithuania; E-mail: biometrija@lva.lt

Abstract. Correlations and parameters of the optical components of the eye in adult pigs aged 6–8 months (n=12) and 2 days old piglets (n=12) were investigated. A-type ultrasound method was implemented for enucleated eyes. The age of the animals was statistically reliably related to the structures of eye optical components – length of eye axis, deepness of camera anterior, thickness of the lens and eye vitreous axis length ($p<0.001$). Statistically positive and meaningful correlation coefficients were established for camera anterior depth with eye axis length, thickness of the lens and eye vitreous axis length, and also eye axis length with thickness of lens and eye vitreous axis length ($r=0.924-0.968$; $p<0.001$). The thickness of cornea with the length of eye axis, depth of anterior camera, and vitreous axis length ($r=-0.398-0.464$; $p<0.05$) correlated negatively but statistically significantly. We determined that the age of pigs influences the internal relations of eye optical components structures, especially the correlations between eye axis length and anterior camera depth, thickness of cornea and lens, vitreous axis length and anterior camera depth, and lens thickness and vitreous axis length. Least related with age were correlations between eye axis length and corneal thickness, eye axis length and vitreous axis length, and anterior camera depth and lens thickness.

Keywords: piglet, pig, eye optical system.

Įvadas. Regos organas yra vienas svarbiausių ir pagrindinių informacijos šaltinių ir žmonių, ir gyvūnų organizme. Pastaruoju metu akių ligos, susijusios su optinės ir fotorecepacinės sistemos degeneraciniais pokyčiais, vis dažniau diagnozuojamos žmonėms ir įvairių rūšių gyvūnams. Dirbtiniai lęšiai sėkmingai padeda spręsti kataraktos problemą. Tokie lęšiai jau pradėti gaminti ir taikyti gydant nuo akių ligų net ir šunis. Žmogaus lęšis su amžiumi kinta, storėja ir drumstėja (Kashima et al., 1993), dėl to kietėja jo branduolys ir silpsta akomodacinis pajėgumas.

Mokslininkai atliko daugybę studijų, analizuodami įvairių rūšių gyvūnų optinės akies dalies parametrus ir nustatė, kad su amžiumi susiję akies lęšio baltymų pokyčiai gali būti vienas iš kataraktos išsivystymo mechanizmų. Be to, su amžiumi mažėja vandenyje tirpių lęšio baltymų kiekis (Chader, 2002; Williams, 2004). Jie persiskirsto iš mažos molekulinės masės į didesnės molekulinės masės frakcijas, kurios sąlygoja lęšio skaidrumo pokyčius.

Suaugusių kiaulių akies receptorinės ir optinės dalies struktūrų biometrinius parametrus daugelis mokslininkų

tyrinėjo *in vivo*, tačiau literatūroje nėra pakankamai duomenų apie šios rūšies gyvūnų akių palyginamas koreliacijas *in vitro* sistemoje. Kiaulės akis, kaip žmogaus akių ligų modelį (tinklainės degeneracijoms tirti, regos nervo patologijoms analizuoti), bandė pritaikyti daugelis mokslininkų (He et al., 1992; Luo et al., 2001; Chader, 2002; Ruiz-Ederra et al., 2005; Voss-Kyhn et al., 2007; Kyhn et al., 2009; Johansson et al., 2010), tačiau vieningos nuomonės ir sukurto akių ligų modelio šiuo klausimu nėra.

S. Langner ir kiti tyrėjai (2010) atliko suaugusių triušių, beždžionių, kiaulių ir žmogaus akių optinės dalies struktūrų palyginamuosius tyrimus, taikydami magnetinio rezonanso metodą, tačiau gyvūno akies modelis oftalmologijoje dar nesukurtas. Daugiausia tyrimų oftalmologijoje mokslininkai atlieka naudodami suaugusių gyvūnų akis (Williams, 2004).

Šio darbo tikslas buvo įvertinti paršelių ir suaugusių kiaulių akies optinės dalies struktūrinių elementų morfometrinius pokyčius ir jų tarpusavio koreliaciją.

Medžiagos ir metodai. Taikant A ultragarsinį biometrinių metodą, aparatu „OTI-1000“, 12 MHz keitikliu tirta kiaulių akys. Ultragarsinis A metodas skirtas labai plonų struktūrinių elementų, kokios ir yra akies obuolį sudarančios struktūros, storio matavimams. Pirmoje grupėje tirta 6–8 mėnesių sveikų kiaulių (n=12), o antroje – dviejų dienų paršelių akys (n=12), gautos iš skerdyklos A. Tokio amžiaus skirtumo grupės buvo pasirinktos atsižvelgiant į anksčiau atliktus mokslininkų tyrimus (Ekesten, 1994; Larsen, 1971), kurie rodo, kad pagrindinės šviesą laužiančios struktūros akyje kinta lėtai.

Moksliniai tyrimai atlikti vadovaujantis gyvūnų naudojimo etikos reikalavimais, laikantis „Gyvūnų, skirtų

eksperimentams ir kitiems mokslo tikslams, laikymo, priežiūros ir naudojimo reikalavimų“, patvirtintų Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos direktoriaus 2008 12 18 įsakymu Nr. B1-639 (Žin., 2009, Nr. 287).

Enukleuotų akių tyrimus atlikome kiaulės akis patalpinę į specialų fiksavimo įtaisą, kuris padėjo tiksliai fiksuoti keitiklio padėtį akies centre bei išvengti akies deformacijos ir intraokulinių spaudimo pokyčių. Atlikę gyvūnų akių optinės dalies struktūrų (išorinės akies obuolio ašies ilgio, priekinės kameros gylio, lęšio storio, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio bei ragenos) matavimus, nustatėme amžiaus įtaką kiekybinių parametru kitimui bei koreliacijai.

SPSS statistiniu paketu (versija 15, SPSS Inc., Chicago, IL) įvertinome kiaulių akių tirtų parametru aritmetinį vidurkį (M) ir jo paklaidą (SE), požymių tarpusavio ryšius pagal Pearsono koreliacijos koeficientus (r) bei jų statistinį reikšmingumą (p). Rezultatai laikyti patikimais, kai $p < 0,05$. Ryšys laikytas silpnu, kai $r < 0,3$; vidutinio stiprumo, kai $0,3 \leq r < 0,6$; stipriu, kai $r \geq 0,6$.

Tyrimų rezultatai. Kaip matyti iš rezultatų, pateiktų 1 lentelėje, gyvūnų amžius statistiškai patikimai siejosi su akies optinės dalies struktūromis – išorinės akies obuolio ašies ilgiu, priekinės kameros gyliu, lęšio storium ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu ($p < 0,001$). Suaugusių kiaulių beveik visų akies optinės dalies struktūros parametru aritmetiniai vidurkiai buvo didesni nei paršelių (išorinės akies obuolio ašies ilgis – 44,21 proc., priekinės kameros gylis – 55,30 proc., lęšio storis – 31,53 proc., stiklakūnio sagitalinės ašies ilgis – 51,92 proc.). Tik paršelių ragenos buvo 6,77 proc. storesnės palyginti su suaugusių kiaulių, tačiau šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas.

1 lentelė. Kiaulių akies optinės dalies elementų palyginamoji analizė

Eil. Nr.	Rodiklis, mm	I grupė	II grupė	Visi gyvūnai
1.	Išorinės akies obuolio ašies ilgis	24,33±1,65	13,58±0,35***	18,95±5,62
2.	Priekinės kameros gylis	3,69±0,10	1,65±0,26***	2,67±1,06
3.	Lęšio storis	7,36±0,46	5,05±0,21***	6,21±1,24
4.	Stiklakūnio sagitalinės ašies ilgis	12,83±1,63	6,17±0,62***	9,503,61
5.	Ragenos storis	1,11±0,03	1,18±0,13	1,15±1,10

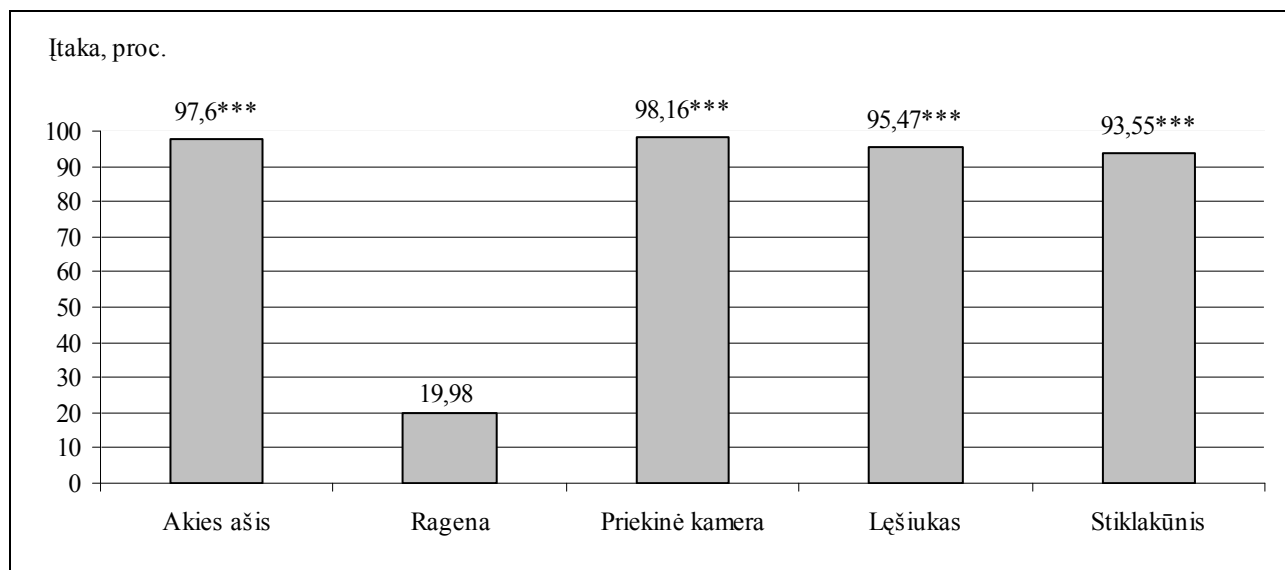
Pastaba: žymėjimai I ir II grupių palyginimo ($p < 0,001$ – ***; $p < 0,01$ – **; $p < 0,05$ – *).

Ragenos storio kaitai amžiaus (faktorinė) dispersija sudarė 19,98 proc. nuo bendrosios požymio dispersijos ($p > 0,05$). Remdamiesi kitais vienfaktorinės dispersinės analizės rezultatais, pateiktais 1 pav., matome, kad amžiaus įtaka svyravo nuo 93,55 proc. stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiui iki 98,16 proc. priekinės kameros gylio kaitai ($p < 0,001$).

Teigiami labai ženklūs statistiškai reikšmingi koreliacijos koeficientai nustatyti priekinės kameros gylio su išorinės akies obuolio ašies ilgiu, lęšio storium, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu; taip pat išorinės akies obuolio ašies ilgio su lęšio storium ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu; lęšio storio su stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu ($r = 0,924$ – $0,968$; $p < 0,001$). Neigiamai, vidutiniškai glaudžiai, bet statistiškai reikšmingai koreliavo ragenos storis su išorinės akies obuolio ašies ilgiu, priekinės

kameros gyliu, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu ($r = 0,398$ – $0,464$; $p < 0,05$). Ragenos ir lęšio storių koreliacijos koeficientas buvo neigiamas, bet statistiškai nepatikimas ($p > 0,05$).

Nustatėme, kad amžius turėjo įtakos akies optinės dalies struktūrų tarpusavio ryšiams, ypač išorinės akies obuolio ašies ilgio ir priekinės kameros gylio, ragenos ir lęšio storio, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio ir priekinės kameros gylio, lęšio storio ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio koreliacijai. Minėtos priklausomybės buvo kardinaliai priešingos kitimo krypties lyginant paršelių ir suaugusių kiaulių akies optinės dalies elementų ryšius. Mažiausiai su amžiumi siejosi išorinės akies obuolio ašies ilgio ir ragenos storio, išorinės akies obuolio ašies ilgio ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio, priekinės kameros gylio ir lęšio storio koreliacija (2 pav.).



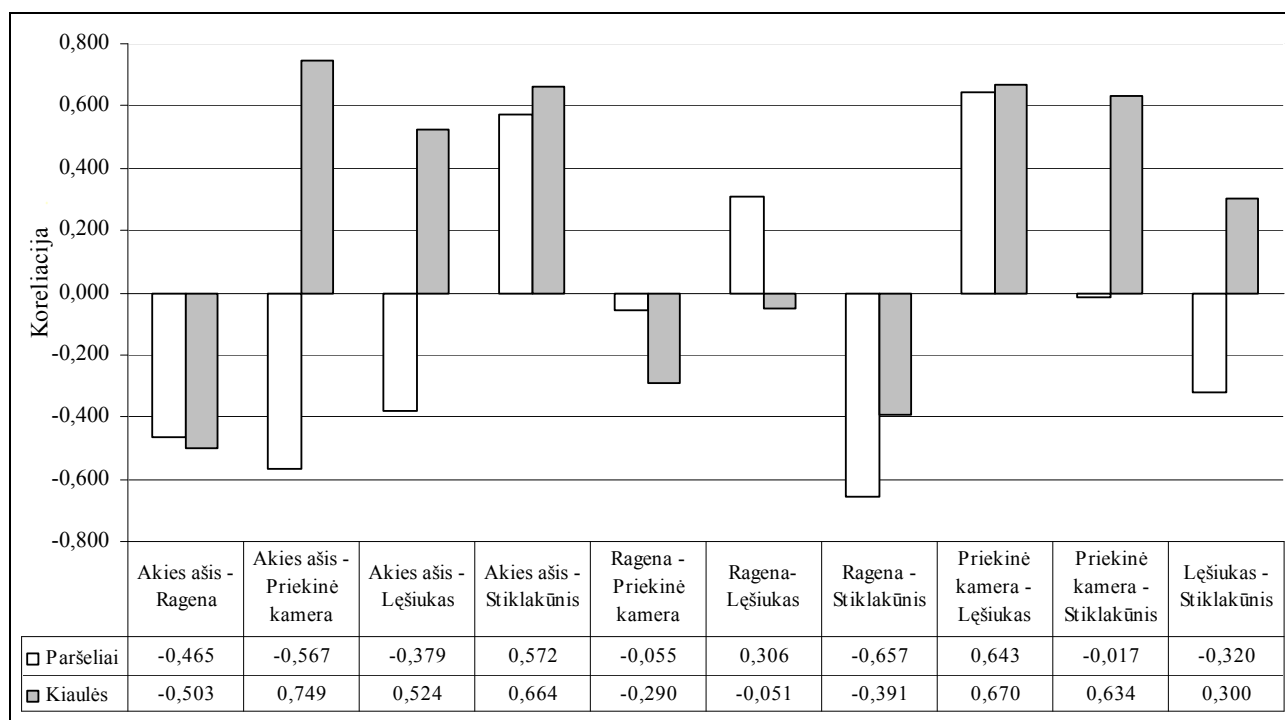
1 pav. Amžiaus įtaka kiaulių akies optinės dalies struktūrų kintamumui

Pastaba: žymėjimas $p < 0,001$ - ***.

2 lentelė. Kiaulių akies optinės dalies struktūrų koreliacija

Rodikliai	Išorinės akies obuolio ašies ilgis	Ragenos storis	Priekinės kameros gylis	Lęšio storis
Ragenos storis	-0,422*			
Priekinės kameros gylis	0,968***	-0,398*		
Lęšio storis	0,964***	-0,346	0,967***	
Stiklakūnio ašies ilgis	0,967***	-0,464*	0,939***	0,924***

Pastaba: žymėjimai – $p < 0,001$ ***; $p < 0,05$ *.



2 pav. Amžiaus įtaka kiaulių akies optinės dalies struktūrų koreliacijai

Duomenys apie visų tirtų gyvulių akies optinės dalies struktūrų koreliacijos koeficientus pateikti 2 lentelėje.

Rezultatų aptarimas. Ultragarso bangos leidžia charakterizuoti biologines terpes nustatant ultragarso greitį ir slopinimą. Ultragarsinis A signalas, ypač nedetektuota jo forma, teikia daug informacijos apie ultragarso bangų sklidimą tiriamajame audinyje, apie audinio akustines ir fiziologines savybes (Brazitikos et al., 2003; Paunksnienė ir kt., 2006). A. P. Beers ir G. L. Van Der Heijde (1994) nustatė, kad jaunų žmonių lęšiai yra minkšti, lengvai deformuojami mechaniškai. Tas ir apsprendžia jų didelį akomodacijos pajėgumą. Tačiau su amžiumi laipsniškai didėja lęšio pasipriešinimas mechaninei deformacijai, todėl mažėja jo akomodacinės galimybės. Taip pat moksliniais tyrimais nustatyta, kad svarbaus optinės dalies akies lęšio storis didėja priklausomai nuo amžiaus. Storėjant lęšiui, ultragarso slopinimo koeficientas didėja (Chuprov et al., 2001).

Akyje šviesą daugiausia laužia ragena ir lęšis. Spinduliai, sklindantys per ragenos ir lęšio centrą (t. y. per pagrindinę akies optinę ašį) statmenai jų paviršiumi, nelaužiami. Visi likusieji spinduliai laužiami ir susieina akies kameros viduje, viename taške – fokuse, todėl akies optinės dalies struktūrų koreliacijos gali teigti daug naudingos informacijos sprendžiant ir žmonių, ir gyvūnų problemas oftalmologijoje. Pastaruoju metu vis blogėjančiu regėjimu skundžiasi ne tik vyresnio amžiaus asmenys, bet ir jaunesni. Ligos, kurios anksčiau buvo vadinamos senatvinėmis, – glaukoma, katarakta, geltonosios dėmės degeneracija – pasireiškia žymiai anksčiau, todėl kiaulių akys, kaip gyvūno akių modelis, gali išspręsti daugybę akių ligų problemų eksperimentinėje ir klinikinėje oftalmologijoje. Mūsų tyrimų duomenimis, teigiami, statistiškai reikšmingi koreliacijos koeficientai nustatyti priekinės kameros gylio su išorinės akies obuolio ašies ilgiu, lęšio storiumi, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu; taip pat išorinės akies obuolio ašies ilgio su lęšio storiumi ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu; lęšio storio su stiklakūnio sagitalinės ašies ilgiu.

S. Langner ir kiti mokslininkai (2010) tyrinėjo akių komponentų biometrinius įvairių rūšių gyvūnų (triušių, kiaulių, beždžionių) ryšius ir panašiausi į žmogaus akies rezultatai gauti naudojant 6 mėnesių kiaules; bet nebuvo nagrinėjama, kaip atskiri kiaulių akies optinės sistemos elementai priklauso vienas nuo kito, kokia yra jų koreliacija.

A. Paunksnis ir kiti tyrėjai (2001) nustatė, kad tik tarp lęšio storio ir išorinės akies obuolio ašies ilgio statistiškai reikšminga priklausomybė nuo amžiaus yra šunims.

X. Zhou su grupe mokslininkų (2006), A. Galgauskas ir kiti tyrėjai (2010), K. A. Konrade su bendradarbiais (2012), taip pat R. Ofri su kitais tyrėjais (2012) įrodė, kad akies optinės dalies elementams turi įtakos amžius, ir tas lemia akių ligų gydymo prognozę.

Tyrinėjami optinės akies elementų priklausomybę nuo kiaulių amžiaus nustatėme, kad amžius gali turėti įtakos ir akies biometriniais parametrams, ir tarpusavio struktūrų bei jų priklausomybių kitimui. Ši prielaida gali būti reikšminga atliekant atskirų akies struktūrų (ragenos,

lęšiuko) transplantaciją ir kuriant gyvūno akių ligų modelį.

Išvados

1. Morfologiniu požiūriu svarbūs ir informatyvūs duomenys yra apie paršelių ir kiaulių akių optinės sistemos dalių parametrus, jų kaitą ir tarpusavio ryšį.

2. Kiaulių amžius turėjo įtakos akies optinės dalies struktūrų tarpusavio ryšiams – išorinės akies obuolio ašies ilgio ir priekinės kameros gylio, ragenos ir lęšio storio, stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio ir priekinės kameros gylio, lęšio storio ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio koreliacijai ($p < 0,001$).

3. Lyginant I ir II grupės kiaulių akies optinės dalies elementų ryšius, mažiausiai su amžiumi siejosi išorinės akies obuolio ašies ilgio ir ragenos storio, išorinės akies obuolio ašies ilgio ir stiklakūnio sagitalinės ašies ilgio, priekinės kameros gylio ir lęšio storio koreliacija ($p < 0,05$).

Literatūra

1. Beers A. P., Van Der Heijde G. L. In vivo determination of the biomechanical properties of the component elements of the accommodation mechanism. *Vision Res.* 1994. 34. P. 2897–2905.

2. Brazitikos P. D., Androudi S., Papadopoulos N.T., Christen W.G., Stangos N. T. A-scan quantitative echography of senile cataracts and correlation with phacoemulsification parameters. *Curr Eye Res* 2003. 27(3). P. 175–181.

3. Chader G. J. Animal models in research on retinal degenerations past progress and future hope. *Vision Research.* 2002. 42 (4). P. 393–399.

4. Chuprov A. D., Pekshev V. M., Dmitriev K. V., Zamyrov A. A. Evaluation of mechanical and ultrasonic characteristics of the lens nucleus. *Vestn Oftalmol* 2001. 117(1). P.27–29.

5. Ekestén B. Primary glaucoma in the samoyed dog. *Dissertation.* Uppsala. 1994.

6. Galgauskas S., Cikanavičiūtė E., Garlaitė O., Juodkaitė G., Tutkuvienė J. Ragenos centrinės dalies storį lemiantys veiksniai. *Medicinos teorija ir praktika.* 2010. T. 16 (1). P. 4–9.

7. He Y. G., McCulley J. P., Alizadeh H., Pidherney M., Mellon J., Ubelaker J. E., Stewart G. L., Silvano R. E., Niederkorn J. Y. A pig model of *Acanthamoeba keratitis*: transmission via contaminated contact lenses. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1992. 33(1). P. 126–133.

8. Johansson E.U., Eftekhari S., Warfvinge K. A battery of cell- and structure-specific markers for the adult porcine retina. *J Histochem Cytochem.* 2010. 57(4). P. 377–389.

9. Kashima K., Trus B. L., Unser M., Edwards P. A., Datiles M. B. Aging studies on normal lens using the Scheimpflug Slit-lamp camera. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993. 34(1). P. 262–299.

10. Kyhn M.V., Klassen H., Johansson U. E., Warfvinge K., Lavik E., Kiilgaard J. F., Prause J. U. Delayed administration of glial cell line-derived neurotrophic factor (GDNF) protects retinal ganglion cells in a pig model of acute retinal ischemia. *Exp Eye Res*. 2009. 89. P. 1012–1020.

11. Konrade K. A., Hoffman A. R., Ramey K. L., Goldenberg R. B., Lehenbauer T. W. Refractive states of eyes and associations between ametropia and age, breed, and axial globe length in domestic cats. *American Journal of Veterinary Research*. 2012. 73(2). P. 279–284.

12. Langer S., Martin H., Terwee T., Koopmans S.A., Kruger P.C., Hosten N., Schmitz K.P., Guthoff R.F., & Stachs O. 7.1. TMRI to assess the anterior segment of the eye. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2010. 51(12). P. 6575–6581.

13. Larsen J. The sagittal growth of the eye. *Acta Ophthalmologica*. Copenhagen. 49(2). P.239–262.

14. Luo X., Heidinger V., Picaud S., Lambrou G., Dreyfus H., Sahel J., Hicks D. Selective excitotoxic degeneration of adult pig retinal ganglion cells in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001. 42. P.1096–1106.

15. Ofri R., Hollingsworth S. R., Groth A., Motta M. J., Doval J. H., Kass P. H., Murphy C. J. Effect of optical defocus on performance of dogs involved in field trial competition. *American Journal of Veterinary Research*. 2012. 73(4). P. 546–550.

16. Paunksnienė M., Babrauskienė V., Svaldenienė E., Paunksnis A., Kurapkienė S.; Ryšys tarp ultragarsinių ir mechaninių akies lęšio branduolio savybių. *Veterinarija ir zootechnika*. 2006. T.34 (56). P.36–39.

17. Paunksnis A., Svaldenienė E., Paunksnienė M., Babrauskienė V. Ultrasonographic evaluation of the eye parameters in dogs of different age. *Ultragarsas*. 2(39). 2001. P. 1–4.

18. Ruiz-Ederra J., García M., Hernández M., Urcola H., Hernández-Barbáchano E., Araiz J., Vecino E. The pig eye as a novel model of glaucoma. *Exp Eye Res*. 2005. 81. P.561–569.

19. Voss-Kyhn M., Kiilgaard J. F., Lopez A. G., Scherfig E., Prause J. U., la Cour M. The multifocal electroretinogram (mfERG) in the pig. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007. 85. P.438–444.

20. Williams D. Lens morphometry determined by B-mode ultrasonography of the normal and cataractous canine lens. *Veterinary Ophthalmology*. 2004. 7 (2). P. 91–95.

21. Zhou X., Qu J., Xie R., Wang R., Jiang L., Zhao H., Wen J., Lu F. Normal development of refractive state and ocular dimensions in guinea pigs. *Vision Research*. 2006. 46. P. 2815–2823.

Gauta 2012 04 17

Priimta publikuoti 2013 03 20