

Dažādu faktoru ietekmes analīze uz sirdsdarbību suņiem

Analysis of the influence of different factors on electrical activity of the heart in dogs

Dace Upeniece, Edīte Birģele

Preklīniskais institūts, LLU Veterinārmedicīnas fakultāte, e-pasts: ebirģele@cs.llu.lv
Preclinical Institute, Faculty of Veterinary Medicine, LLU, e-mail: ebirģele@cs.llu.lv

Irina Arhipova

LLU Informācijas Tehnoloģiju fakultāte, e-pasts: irina@cs.llu.lv
Faculty of Information Technologies, LLU, e-mail: irina@cs.llu.lv

Abstract. The aim of this research was to investigate the influence of breed, age, sex and the complex interaction of these factors on electrical activity of the heart in dogs by using II electrocardiographical lead. The functional parameters of the heart activity in 144 clinically healthy Cocker Spaniel, Rotweiler and German Shepherd dogs of different age were analyzed. The data were statistically processed by using analysis of variance (ANOVA), linear regression analysis and analysis of covariance. The animal's breed was found to be one of most essential factors influencing the heart rate. Investigations on the dog heart rate dynamics proved that the heart rate tends to diminish with the aging of a dog. The amplitude of P wave in lead II is directly related to heart rate - the amplitude of P wave increases with the increase of heart rate. The amplitude of electrocardiogram P wave is essentially dependent on the animal's heart rate and breed as main factors, on the interaction of heart rate and breed, and age and breed.

Key words: electrocardiogram, dog, breed, factor.

Ievads

Iepriekšējos savos darbos analizējām dažus elektrokardiogrammas (EKG) parametru izmaiņas atkarībā no dzīvnieka šķirnes, vecuma un dzimuma (Upeniece, Birģele, 1998; Upeniece, Birģele, Arhipova, 1999). Pētot triju šķirņu suņu EKG atsevišķu parametru dinamiku 10 novadījumos, konstatējām, ka viens no informatīvākajiem EKG novadījumiem ir otrais (II). Kā liecina literatūras dati, suņiem kā sugai šī novadījuma atsevišķie parametri ir arī visvairāk pētīti (Eckenfels, Trieb, 1979; Bernal, 1995; Blumenthal, 1996).

Tomēr vispusīgu analīzi, kas atspoguļotu šo dažādu faktoru komplekso ietekmi uz dzīvnieka sirdsdarbību, līdz šim literatūrā mums nav izdevies atrast. Minēts, ka tāds būtisks sirdsdarbības funkcionālais parametrs kā frekvence ir tieši saistīts ar dzīvnieka vecumu (Eckenfels, Trieb, 1986; Oguchi, 1993; Bernal, 1995). Atsevišķi pētījumi liecina arī par dzīvnieka dzimuma saistību ar sirdsdarbības frekvenci - izrādās, ka sievišķiem indivīdiem tā ir salīdzinoši ātrāka nekā vīrišķiem (Bernal, 1995).

Šī darba galvenais mērķis bija izpētīt šķirnes, vecuma un dzimuma faktoru, kā arī šo faktoru mijiedarbības komplekso ietekmi uz sirdsdarbību suņiem.

Materiāli un metodes

Pētījumā izmantotā elektrokardiogrāfijas metodika, atsevišķās EKG novadījumu sistēmas, dzīvnieku novietojums elektrokardiogrāfijas procesa

laikā, dzīvniekiem veiktie papildus izmeklējumi, kā arī datu apstrādes modeļi ir aprakstīti mūsu iepriekšējos darbos (Upeniece, Birģele, 1997; Upeniece, Birģele, 1998; Upeniece, Birģele, Arhipova, 1999).

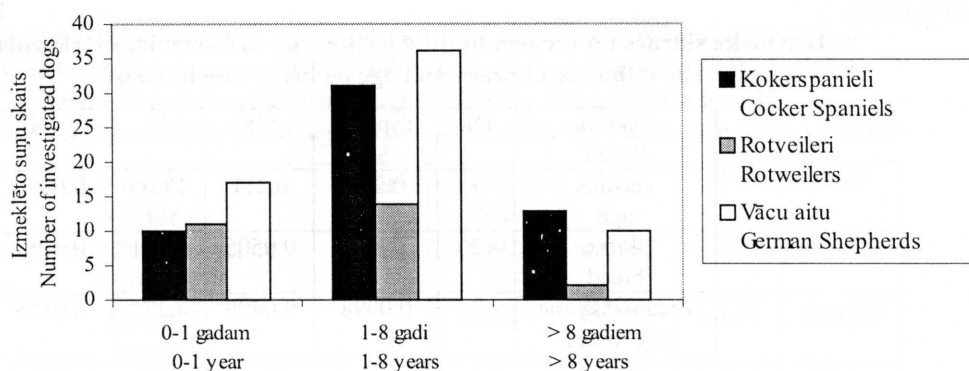
Šajā darbā apkopotu un analizēti dati par sirdsdarbības funkcionālajiem parametriem 144 dažāda vecuma Kokerspaniela, Rotveilera un Vācu aitū šķirnes suņiem (1. att.).

Savos iepriekšējos darbos elektrokardiofizioloģisko datu apstrādē galvenokārt izmantojām daudzfaktoru dispersijas analīzes metodi un regresijas analīzi (Upeniece, Birģele, Arhipova, 1999). Šajā pētījumā kā papildus statistiskās datu apstrādes modeļi izmantojām arī kovariācijas analīzi, kas kopumā ļauj spriest par tā vai cita faktora prevalēšanu attiecībā uz konkrētu sirds funkcionālo parametru.

Rezultāti

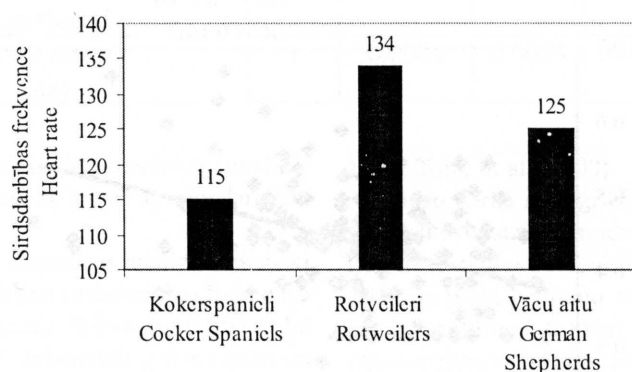
Datu analīzi sāksim ar sirdsdarbības frekvences dinamikas izpēti saistībā ar diviem faktoriem - suņu šķirni un dzimumu.

Izmantotais divu faktoru dispersijas analīzes modelis skaidri parādīja, ka galvenais dzīvnieka sirdsdarbības frekvenci ietekmējošais faktors ir suņa šķirne (2. att.). Redzams, ka sirdsdarbības frekvences rādītāji būtiski atšķiras Kokerspaniela un Rotveilera šķirnes suņiem, kā arī Kokerspanieliem un Vācu aitū šķirnes suņiem. Turpretim, salīdzinot sirdsdarbības frekvences rādītājus Rotveilera un Vācu aitū šķirnes suņiem, atšķirības bija mazāk izteiktas.



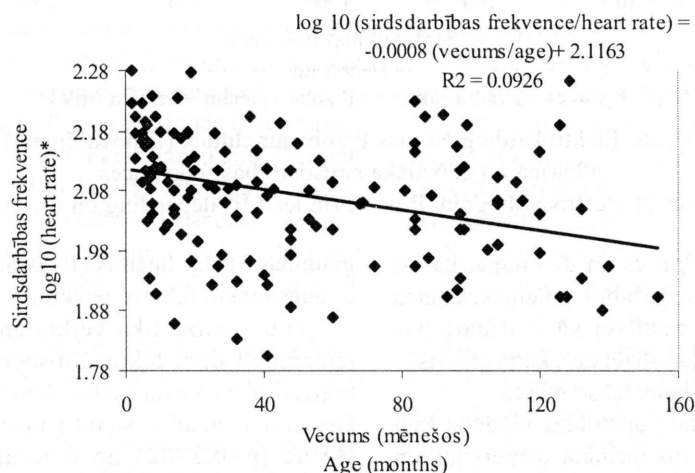
1. att. Izmeklēto triju šķirņu suņu iedalījums vecuma grupās.

Fig. 1. Distribution of investigated three breeds of dogs in age groups.



2. att. Dzīvnieka sirdsdarbības frekvence saistībā ar suņa šķirni.

Fig. 2. The heart rate depending on the breed of a dog.



*log₁₀ - heart rate/logaritms no sirdsdarbības frekvences

3. att. Sirdsdarbības frekvence pētīto triju šķirņu suņiem saistībā ar to vecumu.

Fig. 3. The heart rate of investigated three breeds of dogs depending on their age.

Kas attiecas uz otra faktora - dzimuma - ietekmi uz sirdsdarbības frekvenci, tad konstatējām, ka tas pats par sevi ir maz saistīts ar sirdsdarbības frekvences izmaiņām.

Tālāk analizējām sirdsdarbības frekvences dinamiku saistībā ar citu faktoru - dzīvnieka vecumu.

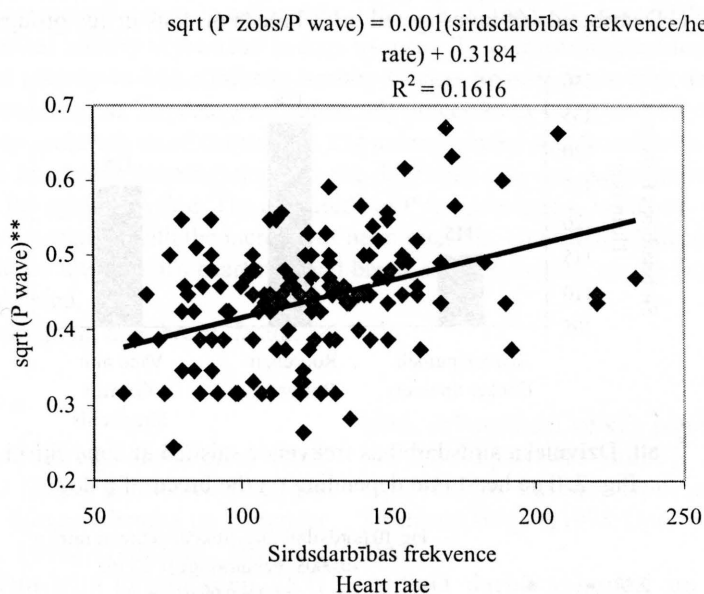
Izmantotais lineārās regresijas modelis statistiski ticami parādīja, ka suņiem, kļūstot vecākiem,

sirdsdarbības frekvence izteikti palēninās, turklāt tas attiecas uz visām mūsu izpētītajām suņu šķirnēm (3. att.).

Tālāk, izmantojot kovariācijas datu apstrādes modeli, analizējām sirdsdarbības frekvences dinamiku saistībā ar katra iepriekš pētītā faktora atsevišķo ietekmi, kā arī šo faktoru summāro ietekmi. Izslēdzot no pārbaudāmā modeļa statistiski maznozīmīgo

Dzīvnieka šķirnes un vecuma būtiskā ietekme uz sirdsdarbības frekvenci
The influence of breed and age on heart rate in dogs

Faktors Factor	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
vecums age	1	0.211	0.211	18.09	0.0000
šķirne breed	2	0.101	0.0505	4.321	0.0151
vecums*šķirne age*breed	2	0.0998	0.0499	4.272	0.0158



**sqrt(P wave) – kvadrātsakne no P zoba vidējām vērtībām (mV)

4. att. Elektrokardiogrammas P zoba amplitūda (II novadījumā) atkarībā no dzīvnieka sirdsdarbības frekvences.

Fig. 4. Mean values of electrocardiogram P wave (in lead II) depending on the animal's heart rate.

faktoru kombinācijas (šķirnes un dzimuma, kā arī vecuma un dzimuma mijiedarbību), izrādījās, ka tāda fizioloģiskā parametra analīzei kā sirdsdarbības frekvence ir ļoti būtiski izanalizēt tieši katra atsevišķā faktora ietekmi, nevis to komplekso efektu.

Tāpat kovariācijas datu apstrādes modelis šajā gadījumā tikai vēlreiz apstiprināja dispersijas un regresijas analīžu rezultātus, proti, sirdsdarbības frekvenci būtiski ietekmē suņu šķirne un vecums (1. tabula).

Pirmajā tabulā ir skaidri parādīta ļoti nozīmīgā mūsu pētīto triju šķirņu suņu vecuma ietekme uz sirdsdarbības frekvenci ($p=0.0000$). Tāpat augsti nozīmīgs faktors, kas ietekmē sirdsdarbības dinamiku, izrādījās dzīvnieka šķirne ($p=0.0151$).

Mūsu galējā datu apstrāde liecina, ka sirdsdarbības frekvence ir atkarīga gan no dzīvnieka šķirnes, gan vecuma.

Otrs sirdsdarbību raksturojošs fizioloģiskais parametrs, kuru izanalizējām, bija elektrokardio-

grammas P zoba dinamika II novadījuma EKG saistībā ar augšminēto faktoru ietekmi.

Datu analīze tika veikta analogiski: vispirms izmantojot divu faktoru dispersijas metodi, tad - regresijas un kovariācijas datu apstrādes modeļus. Dispersijas analīze skaidri liecināja, ka dzīvnieka šķirne ($p=0.3702$) un dzimums ($p=0.2692$) ir statistiski maznozīmīgi P zoba amplitūdu ietekmējoši faktori. Lineārās regresijas analīze parādīja, ka P zoba parametri nav būtiski atkarīgi no dzīvnieka vecuma ($p=0.7942$).

Turpretim sirdsdarbības frekvence ir faktors, kas būtiski ietekmē P zoba amplitūdas dinamiku: pieaugot sirdsdarbības frekvencei, pieaug arī P zoba amplitūda (4. att.).

Tāpat veiktā datu analīze skaidri parāda, ka II novadījuma elektrokardiogrammas P zoba amplitūda ir būtiski atkarīga no dzīvnieka sirdsdarbības frekvences.

Tālāk izmantotā kovariācijas datu analīzes metode

Elektrokardiogrammas II novadījuma P zoba amplitūdas dinamika saistībā ar dzīvnieka šķirni, vecumu, sirdsdarbības frekvenci un šo faktoru mijiedarbību

Dynamics of the electrocardiogram P wave amplitude (in lead II) depending on the animal's breed, age, heart rate and on the interaction of these factors

Faktors Factor	DF	Type III SS	MS	F	Pr>F
sirdsdarbības frekvence heart rate	1	0.0973	0.0973	19.56	0.0000
šķirne breed	2	0.0511	0.0256	5.141	0.0070
sirdsdarbības frekvence*šķirne heart rate*breed	2	0.051	0.0255	5.132	0.0071
vecums*šķirne age*breed	2	0.0451	0.0226	4.539	0.0124
vecums age	1	0.0004	0.0004	0.0772	0.7816

attiecībā uz P zoba dinamiku jāva vienlaicīgi analizēt visus mūsu pētāmos faktorus, kā arī to mijiedarbības ietekmi kopumā.

Izrādījās, ka P zoba dinamikas analīzē statistiski būtiski un vērtīgi ņemami ir gan sirdsdarbības frekvence ($p=0.0000$), gan dzīvnieka šķirne ($p=0.0070$) kā atsevišķi faktori, gan arī sirdsdarbības frekvences un šķirnes ($p=0.0071$), un vecuma un šķirnes savstarpējā mijiedarbība ($p=0.0124$) (2. tabula).

Veiktā datu vispusīgā analīze liecināja, ka II novadījuma P zoba amplitūdu būtiski ietekmē ne tikai sirdsdarbības frekvence, bet arī dzīvnieka šķirne, abu šo faktoru, kā arī vecuma un šķirnes summārā ietekme.

Turklāt izrādījās, ka P zoba amplitūda ir savstarpēji atšķirīga visām trim izmeklētajām suņu šķirnēm ($p=0.0001$) un tā ir ļoti būtiski atkarīga no sirdsdarbības frekvences ($p=0.0000$) (3. tabula).

Tomēr bija svarīgi noskaidrot, cik lielā mērā savstarpēji atšķiras P zoba amplitūda katrai suņu šķirnei.

Izrādās, ka visaugstākā P zoba amplitūda ir Vācu ait šķirnes suņiem, turpretim Kokerspanieliem tā ir viszemākā (5. att.).

Ja P zoba amplitūdu apskatām atsevišķi katrai suņu šķirnei pa vecuma grupām, tad redzam, ka tā ir tieši saistīta ar vecuma un šķirnes faktora kompleksu mijiedarbību (6. att.). Novecojot Rotveilera un Vācu ait šķirnes dzīvniekiem, P zoba amplitūda pazeminās, turpretim novecojot Kokerspaniela šķirnes suņiem, P zoba amplitūdai ir tendence nedaudz paaugstināties.

Diskusija

EKG datu apstrādei šobrīd pasaulē visplašāk izmanto vai nu daudzfaktoru dispersijas analīzes, vai regresijas, vai arī tikai kovariācijas datu apstrādes modeļus (Eckenfels, Trieb, 1979; Morrison et al., 1992; Bernal, 1995; Blumenthal et al., 1996; Strasser,

1997; Torre et al., 2000).

Mūsu darbā svarīgi bija, pirmkārt, pārbaudīt šo statistiskās apstrādes modeļu izmantojamību izvirzīto konkrēto uzdevumu veikšanai un, otrkārt, veikt ārkārtīgi plašā pētījumu materiāla pilnīgu analīzi un iegūt pētāmo faktoru ietekmes būtiskuma raksturojumu katram sirdsdarbības funkcionālā parametra rādītājam.

Raksturojot sirdsdarbības frekvenci, mūsu pētījumi skaidri parādīja, ka tā galvenokārt ir saistīta ar dzīvnieka šķirni.

Attiecībā uz dzīvnieka dzimumu jāuzsver, ka šis faktors sirdsdarbības frekvenci ietekmē salīdzinoši maz, kā to atzīmējuši arī citi autori Bīglu šķirnes suņiem (Osborne, Leach, 1971; Eckenfels, 1986). Atsevišķi dati gan liecina, ka sievišķajiem indivīdiem sirdsdarbība varētu būt caurmērā ātrāka nekā vīrišķajiem, tomēr šīs atšķirības nav statistiski nozīmīgas (Bernal et al., 1995).

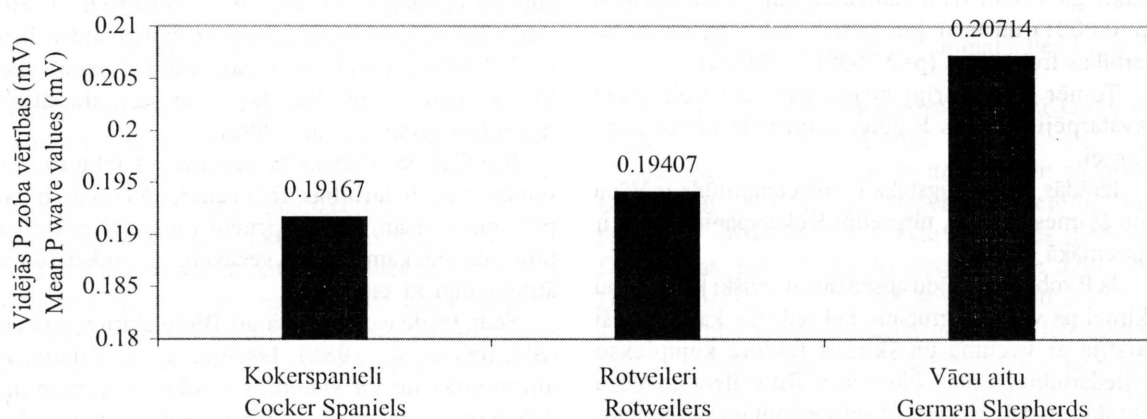
Runājot par dzīvnieka vecumu kā faktoru, kas ietekmē sirdsdarbības frekvenci, jāuzsver mūsu pētījumos visām suņu šķirnēm pierādītā sakarība, proti, dzīvniekam kļūstot vecākam, tā sirdsdarbības ātrums būtiski samazinās.

Šāda tendence atzīmēta arī Bīglu šķirnes suņiem (Shimizu et al., 1986). Iespējams, tas saistīts ar autonomās nervu sistēmas ietekmes izmaiņām, dzīvniekam novecojot, - vai tam prevalē simpātiskās nervu sistēmas ietekme un kateholamīnu darbība, vai arī parasimpātiskā n. vagus aktivitāte (Davidowski, Wolf, 1984). Simpātiskās nervu sistēmas funkcionālās izmaiņas, suņiem novecojot, konstatējis Strassers ar līdzautoriem (Strasser et al., 1997). Viņš uzsvēris, ka tieši kateholamīnu trūkums daļēji rada kardiovaskulārās sistēmas novecošanos un vienlaicīgi arī orgānu rezervju un adaptēšanās spēju izsīkumu.

Jāatzīmē, ka literatūrā ir arī dati, kuros dzīvnieka

Elektrokardiogrammas II novadījuma P zoba amplitūda pētīto triju šķirņu suņiem
The amplitude of electrocardiogram P wave (in lead II)
for three investigated breeds of dogs

Parametri Parameters		Parametru vērtējums Estimate	Standartkļūda Standard error	T	Pr> T
sirdsdarbības frekvence heart rate		0.00000			
šķirne breed	Kokerspanieli Cocker Spaniels	0.22705	0.042515	5.34	0.0001
šķirne breed	Vācu aitū German Shepherds	0.28340	0.044825	6.32	0.0001
šķirne breed	Rotveileri Rotweilers	0.47132	0.063699	7.40	0.0001
vecums age		0.00000			
sirdsdarbības frekvence*šķirne heart rate*breed	Kokerspanieli Cocker Spaniels	0.00149	0.000510	2.92	0.0041
sirdsdarbības frekvence*šķirne heart rate*breed	Vācu aitū German Shepherds	0.00141	0.000506	2.79	0.0060
sirdsdarbības frekvence*šķirne heart rate*breed	Rotveileri Rotweilers	-0.00079	0.000391	-0.20	0.8398
vecums*šķirne age*breed	Kokerspanieli Cocker Spaniels	0.00139	0.000512	2.72	0.0074
vecums*šķirne age*breed	Vācu aitū German Shepherds	0.00071	0.000513	1.38	0.1702
vecums*šķirne age*breed	Rotveileri Rotweilers	-0.00075	0.000457	-1.65	0.1021



5. att. P zoba amplitūdu vidējās vērtības II novadījuma EKG atkarībā no suņa šķirnes.

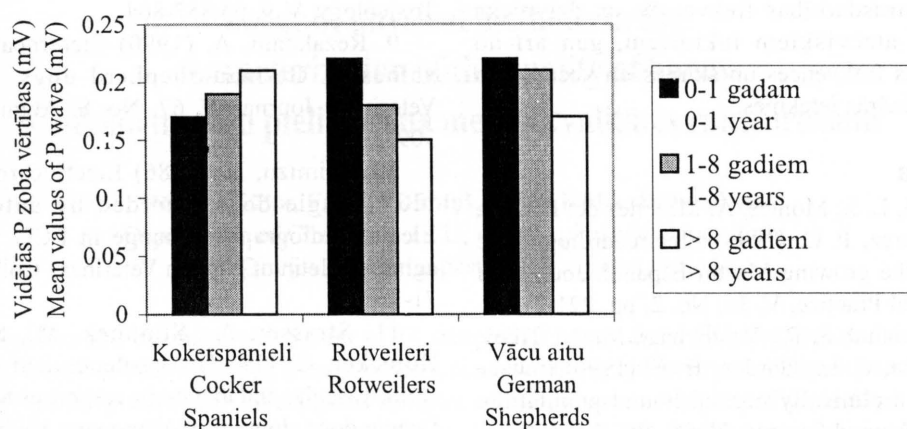
Fig. 5. Mean values of ECG P wave (in lead II) depending on the breed of a dog.

vecuma saistība ar sirdsdarbības frekvenci nav konstatēta (Eckenfels, Trieb, 1979). Tomēr tie ir jāvērtē kritiski, jo pētījumos izmantoti galvenokārt tikai jauni suņi.

Kas attiecas uz elektrokardiogrammas P zoba amplitūdas dinamiku saistībā ar mūsu izpētītajiem

faktoriem, tad jāuzsver, ka iegūtie datu analīžu rezultāti ir ļoti atkarīgi no datu statistiskā apstrādes modeļa.

Tā, piemēram, daudzfaktoru dispersijas analīze parādīja tikai sirdsdarbības frekvences būtisko ietekmi uz P zoba amplitūdu, bet neatspoguļoja pārējo faktoru



6. att. P zoba amplitūdu vidējās vērtības II novadījuma EKG atkarībā no faktoru vecums un šķirne summārās ietekmes.
Fig. 6. Mean values of electrocardiogram P wave (in lead II) depending on the interaction of age and breed factors.

un šo faktoru summāro ietekmi, kuru savukārt konstatējām, izmantojot kovariācijas datu analīzes modeli.

Kopumā mūsu darba rezultāti skaidri pierādīja sirdsdarbības frekvences būtisko saistību ar P zoba amplitūdas dinamiku II novadījuma EKG - pieaugot sirdsdarbības frekvencei, pieauga arī P zoba amplitūda.

Jāatzīmē, ka literatūrā datus par sirdsdarbības frekvences varbūtējo ietekmi uz P zoba amplitūdu suņiem praktiski vispār (nemaz nerunājot par atsevišķiem novadījumiem) atrast neizdevās.

Ir dati, kas liecina par sirdsdarbības frekvences saistību ar ehokardiogrāfiskajiem parametriem Greyhoundu, Vipetu un Itāļu Greyhoundu šķirnes suņiem (Torre et al., 2000). Parādīts, ka statistiski ticama ($p=0.0010$) šī saistība ir augumā vislielākajai suņu šķirnei - Itāļu Greyhoundiem. Savukārt pētījumos par Bīglu šķirnes suņiem šāda saistība netika konstatēta (Morrison et al., 1992).

Mūsu dati liecina, ka otrs faktors, kas nenoliedzami ir saistīts ar P zoba amplitūdas dinamiku, ir dzīvnieka šķirne. Literatūrā ir atsevišķas norādes, ka dažādu šķirņu suņiem varētu būt atšķirības sirds elektrofizioloģiskajos parametros. Piemēram, Vācu aitu šķirnes suņiem elektrokardiogrammas I novadījuma P zobs vairumā gadījumu ir ļoti zemas amplitūdas (Rezakhani, 1992). Autors uzsver, ka tā ir raksturīga īpatnība šai suņu šķirnei. Kas attiecas uz II novadījuma EKG, tad mūsu pētījumi liecina, ka Vācu aitu un Rotveilera šķirnes suņiem P zoba amplitūda caurmērā ir lielāka nekā Kokerspaniela šķirnes suņiem. Jādomā, ka šī elektrokardiogrammas II novadījuma īpatnība saistīta ar Vācu aitu un Rotveilera šķirnes dzīvnieku salīdzinoši lielo ķermeņa masu.

Mūsu pētījumu rezultāti skaidri parāda, ka P zoba dinamikas analīzē statistiski būtiska un vērā ņemama

ir vecuma un šķirnes summārā ietekme ($p=0.0124$). Attiecībā uz dzīvnieka vecumu literatūrā ir norāde, ka P zoba amplitūda II novadījuma EKG Mastīno šķirnes suņiem caurmērā pieaug līdz ar dzīvnieka vecumu (no 0.10 mV līdz 0.20 mV). Tomēr jāuzsver, ka sirds elektrofizioloģiskie parametri ir pētīti tikai kucēniem līdz 1 gada vecumam un 2-3 gadu veciem suņiem, tātad galvenokārt jauniem dzīvniekiem (Bernal, 1995). P zoba amplitūdas palielināšanās līdz ar dzīvnieka vecumu konstatēta arī Bīglu šķirnes suņiem (Shimizu et al., 1986). Savukārt pētījumi bezšķirnes suņiem (līdz 14 mēnešu vecumam) liecināja, ka tiem nav būtiskas saistības starp P zoba amplitūdu un dzīvnieka vecumu (Trautvetter et al., 1981). Tā kā augšminētajos pētījumos nav izmantoti kādas vienas noteiktas šķirnes un vecuma dzīvnieki, tad rezultāti nav savstarpēji salīdzināmi.

Kopumā mūsu pētījumi liecina, ka atsevišķi sirds funkcionālie parametri dažādu šķirņu suņiem ir ļoti atšķirīgi, turklāt šo parametru izmaiņas izraisa daudzu faktoru summārā ietekme.

Secinājumi

1. EKG datu statistiskajā apstrādē ieteicamākie modeļi ir daudzfaktoru dispersijas analīze, regresijas analīze un kovariācijas analīze.

2. Sirdsdarbības frekvenci ļoti būtiski ietekmē suņa šķirne un tās nozīmīgākais faktors - dzīvnieka dzīvmasa.

3. Vācu aitu, Rotveilera un Kokerspaniela šķirnes suņiem konstatēta ļoti svarīga sirdsdarbības frekvences likumsakarība - suņim kļūstot vecākam tā sirdsdarbības ātrums būtiski samazinās.

4. P zoba amplitūda II novadījuma EKG ir tieši saistīta ar sirdsdarbības frekvenci - pieaugot sirdsdarbības frekvencei, pieaug arī P zoba amplitūda.

5. P zoba amplitūda ir būtiski atkarīga gan no

dzīvnieka sirdsdarbības frekvences un dzīvnieka šķirnes kā atsevišķiem faktoriem, gan arī no sirdsdarbības frekvences un šķirnes un vecuma un šķirnes summārās ietekmes.

Literatūra

1. Bernal, L. J., Montes, A. M., Fdez del Palazio, M. J., Gutierrez, P. C. (1995) Electrocardiographic changes in the growing Mastin Espanol. *Journal of Small Animal Practice*, V. 36, No. 2, pp. 221-228.
2. Blumenthal, S. R., Vonderhaar, M. A., Tilley, L. P., Pulliam, C. L., Gordon, B. E. (1996) P-wave duration in a clinically normal hound population. *Laboratory Animal Science*, V. 46, No. 2, April, pp. 211-214.
3. Davidowski, T. A., Wolf, S. (1984) The QT interval during reflex cardiovascular adaptation. *Circulation*, V. 69, pp. 22-25.
4. Eckenfels, A. (1986) Über die voltage der R-zacken im normalen Electrocardiogramm wacher Beagle-hunde. *Arzneim. Forsch./Drug research*, V. 36 (II), No. 7, pp.1024-1029.
5. Eckenfels, A., Trieb, G. (1979) The normal electrocardiogram of the conscious beagle dogs. *Toxicology and Applied Pharmacology*, V. 47, No. 4, pp. 567-584.
6. Morrison, S. A., Moise, S. N., Scarlett, J., Mohammed, H., Yeager, E. A. (1992) Effect of breed and body weight on Echocardiographic values in four breeds of dogs of differing somatotype. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, V. 6, pp. 220-224.
7. Oguchi, Y., Hamlin, R. L. (1994) Rate of change of QT interval in response to a sudden change in the heart rate in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, V. 55, No. 11, November, pp. 1618-1623.
8. Osborne, B. E., Leach, G. D. H. (1971) The beagle electrocardiogram. *Food and Cosmetics Toxicology*, V. 9, pp.857-864.
9. Rezakhani, A. (1990) Electrocardiographic values of German shepherd dogs. *Australian Veterinary Journal*, V. 67, No. 8, August, pp. 307-309.
10. Shimizu, N. (1986) Electrocardiograms of 1139 Beagle dogs recorded by autoanalyzing Electrocardiographs. Change in ECG values with aging. *Bulletin of Nippon Veterinary Coll.*, V. 35, pp. 71-76.
11. Strasser, A., Simunek, M., Seiser, M., Hofecker, G. (1997) Age-dependent changes in cardiovascular and metabolic responses to exercise in Beagle dogs. *Journal of Veterinary Medicine*, V. 44, pp. 449-460.
12. Torre, D., Kirby, A. C., Church, D. B., Malik, R. (2000) Echocardiographic measurements in Greyhounds, Whippets and Italian Greyhounds - dogs with a similar conformation but different size. *Australian Veterinary Journal*, V. 78, No. 1, pp. 49-55.
13. Trautvetter, E., Detweiler, D. K., Patterson, D. F. (1981) Evolution of the electrocardiogram in young dogs during the first 12 weeks of life. *Journal of Electrocardiology*, V. 14, No. 3, pp. 267-274.
14. Upeniece, D., Birģele, E. (1998) Elektrokardiofizioloģiskie parametri praktiski veselēm vācu aitū šķirnes suņiem. *Veterinārmedicīnas Raksti*, 1998 (ISSN Nr. 1407-1754), lpp. 148-155.
15. Upeniece, D., Birģele, E. (1997) Sirds elektrofizioloģiskie parametri praktiski veselēm kokerspaniela šķirnes suņiem. *Veterinārmedicīnas Raksti*, 1997 (ISSN Nr. 1407-1754), lpp. 179-182.
16. Upeniece, D., Birģele, E., Arhipova, I. (1999) Analysis of the electrocardiogram P wave in dogs of different breeds and ages. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, V. 1, (295), pp.15-23.