

Szent István Egyetem
Állatorvos-tudományi Kar
Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika

**A szívárnyék morfometriai vizsgálata számítógépes területmérés
segítségével kutyák mellkasi röntgenfelvételén**

Készítette: Üski Georgina

Témavezető: Dr. Arany-Tóth Attila PhD.
SZIE-ÁOTK, egyetemi adjunktus

Budapest
2014.

Tartalomjegyzék

1 Bevezetés	2
2 Irodalmi áttekintés	
2.1 A mellkas röntgenvizsgálata	3
2.1.1 Szívárnyék megítélése a mellkasi röntgenfelvételen	5
2.2 Szív méretének meghatározása	7
2.2.1 Vertebral Heart Score/Size (VHS)	8
2.2.2 Cardiothoracic ratio (CTR)	10
2.2.3 Cardiac Area	12
2.3 Digitális röntgenfeldolgozás	13
2.3.1 Számítógépes képanalitikai rendszerek a diagnosztikában	13
2.3.2 Cardiothoracic area ratio (CTAR)	14
3 Anyag és módszertan	
3.1 Vizsgálatok anyaga	17
3.2 Vizsgálatok módszerei	20
4 Eredmények	25
4.1 Eredmények megvitatása	33
5 Összefoglalás	35
6 Summary	37
7 Hivatkozások jegyzéke	38
8 Köszönetnyilvánítás	42

1. Bevezetés

A mellkas röntgenvizsgálata az egyik legfontosabb és leggyakrabban használt diagnosztikai eszköz a kisállatpraxisban. A röntgenfelvétel lehetővé teszi a mellkasban található szervek, anatómiai képletek méretének meghatározását, illetve a normális anatómiai szerkezettől való eltérés detektálását. A röntgenvizsgálat az echocardiographia elterjedésének ellenére, továbbra is fontos helyet foglal el a szívmeagnagyobbodás kimutatásában, illetve nyomon követésében.¹ A mellkasi röntgenvizsgálat elterjedtségéből fakadóan a szívmeagnagyobbodás gyakran csak véletlenszerűen kerül diagnosztizálásra, mint melléklelet, egy más okból készült mellkasi felvételen. Ez segítséget jelenthet a szívbetegségek korai, még tünetmentes szakaszban történő diagnosztizálásában.

A szív méretének röntgenképen történő meghatározására számos módszer létezik. A radiológia kezdeti időszakában a szívárnyék méretét és alakját szubjektíven bírálták. Később valamilyen más anatómiai képlethez viszonyítva határozták meg a méretét. Ezek közül jól ismert és sokak által ma is használt módszer a szívárnyék méretének meghatározása a bordaközi távolságok segítségével.³⁻⁶ Ennél sokkal pontosabb és objektívebb a *Buchanan és Bücheler* által leírt VHS módszer, amely szív hossz- és keresztátmérőjét viszonyítja a hátcsigolyák hosszához.² A kisállatpraxisban kevésbé gyakori, de a humán vonalon elterjedt a szívátmérő mellkasátmérőhöz (CTR) való viszonyítása.⁷⁻⁹

A digitális képreceptorok elterjedése lehetővé tette különböző számítógépes programok alkalmazását a röntgenképek analízisének. Ezek segítségével olyan új paraméterek határozhatók meg, mint a szív terület vagy a mellkas terület. A két terület arányát jelző index szám a CTAR (cardiothoracic area ratio), humán radiológiában a szív méret meghatározására alkalmazott módszer. Kezdetben a két paraméter meghatározása manuálisan, kurzor segítségével történt. A közelmúltban azonban, számos kutatás témáját képezte olyan programok kifejlesztése, amely képes ezek automatizált mérésére, ami lehetővé tenné a CTAR egyszerű alkalmazását a mindennapi klinikai gyakorlatban. Az állatorvoslásban a számítógépes területmérés használata napjainkig kevésbé kutatott téma. Szakdolgozatomban azt vizsgálom, hogy a szívárnyék területének mérése milyen sikerességgel alkalmazható kutyák szív méretének meghatározásában.

2. Irodalmi áttekintés

2.1 A mellkas röntgenvizsgálata

A mellkas röntgenvizsgálata esszenciális eszköz a mellkas patológiás elváltozásainak, illetve egyes szisztémás betegségek tanulmányozásában. Általánosságban alkalmas az egyes kórfolyamatok jelenlétének igazolására és azok elhelyezkedésének meghatározására, az elváltozás típusának és kiterjedésének definiálására. Segítséget nyújt a differenciáldiagnózis felállításában, illetve a betegség előrehaladtának és lefolyásának nyomon követésében.

A röntgenvizsgálat széleskörű népszerűségét és elterjedtségét kedvező tulajdonságainak köszönheti, (idő- és költséghatékony, könnyen elérhető, könnyen használható, általában nem igényel általános anesztéziát, nem invazív és relatív kis stresszel jár a beteg részére) amihez hozzájárult a digitális röntgen által nyújtott számos kényelmi szempont. Így például a digitális röntgendetektorok elterjedése lehetővé teszi az automatizált rendszerek és számítógépes programok mindennapi gyakorlatban való alkalmazását.^{12,31,36-38}

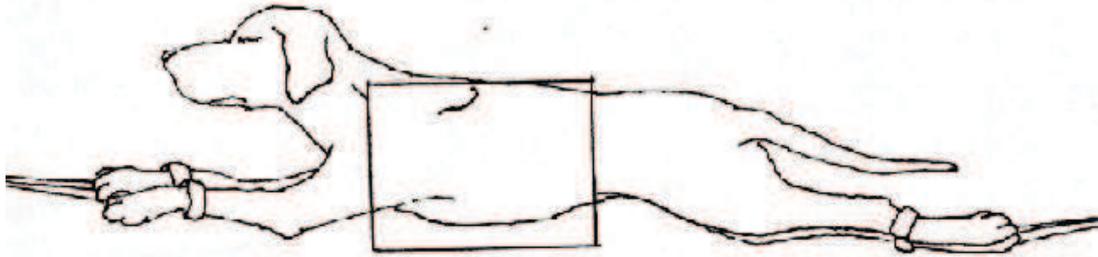
Bár egy röntgenfelvétel készítése nem okoz nagy nehézséget, a kivitelezéshez gondos, precíz technikára van szükség, amely biztosítja, hogy megfelelő minőségű, értékelhető képet kapjunk. Számos esetben a helytelen technika az oka a hibás vagy hiányos diagnózisnak.¹⁰

A mellkas röntgenvizsgálatának technikai kivitelezése^{11,12}

Mellkasi felvétel laterolateralis (LL) jobb és bal oldali, dorsoventralis (DV) valamint ventrodorsalis (VD) fektetésben készülhet. A helyes kivitelezéshez szükséges a következő szempontokat figyelembe venni:

Laterolateralis felvétel:

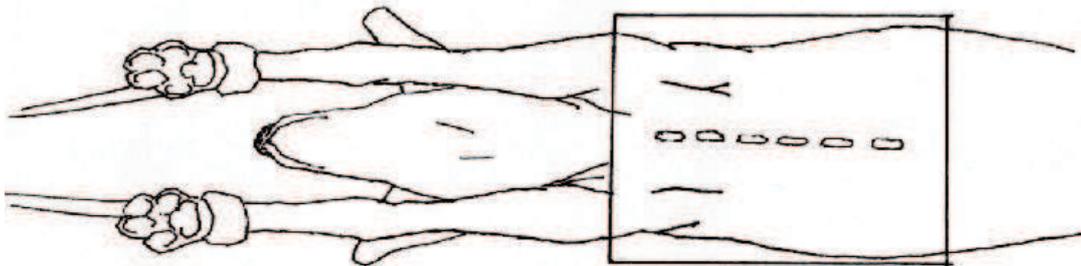
- az állat úgy feküdjön az oldalán, hogy a sternum és a gerincoszlop a filmtől egyforma távolságra legyen
- a mellkas ne legyen a gerinc körül rotálódva
- a mellső lábakat maximálisan előre kell húzni, hogy a m. triceps brachii árnyéka ne vetüljön a mellüregre



A jobb és bal oldali *laterolateralis* fektetésű felvétel eltér egymástól, különböző információkat hordoznak. Ideális esetben mindkét felvétel elkészül az adott vizsgálat során. Amennyiben erre nincs lehetőség, célszerű a *jobb oldali laterolateralis* felvételt választani, mert így a rekesz kevesebbet takar a tüdő caudodorsalis területéből, a szív pedig állandóbb, stabilabb helyzetbe kerül azt őt körülvevő tüdőlebenyeknek köszönhetően.

Dorsoventralis vagy *ventrodorsalis* felvétel:

- a gerincoszlop és a sternum pont egymás fölött kell legyen, hogy a felvételen egymásra vetüljenek



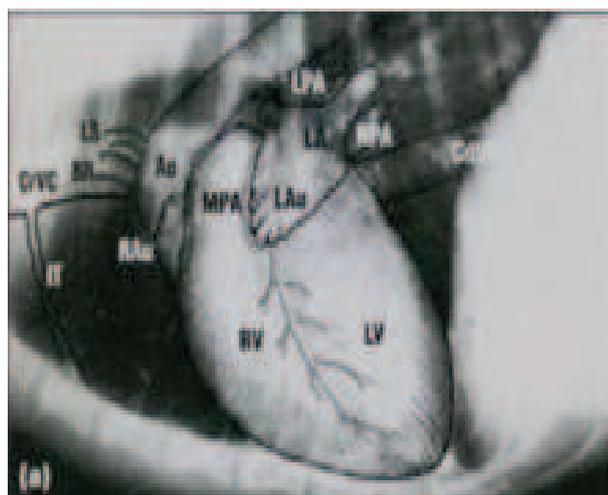
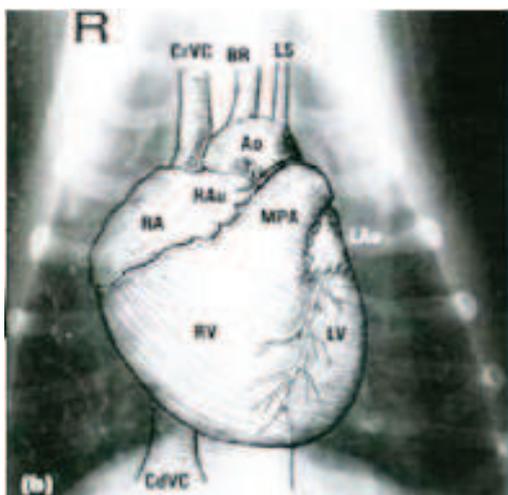
A *ventrodorsalis* és *dorsoventralis* fektetés közül gyakrabban használt a *DV*, mert ezen a szívárnyék formája és mérete konstansabb, a caudalis tüdővénák és artériák könnyebben azonosíthatók, a levegő akadálymentes áramlása jobban biztosított így a szívet és tüdőt érintő megbetegedésben szenvedő állatoknál kedvezőbb.

2.1.1 Szívárnyék megítélése a mellkasi röntgenfelvételen

A szív ovális alakú képlet, amely mediastinumban található. Laterolateralis felvételen a 3. és 6. bordaközben, dorsoventralis nézetből pedig a 3. és 9. bordaközben foglal helyet. A szív tengelye kissé döntött, a csúcsa caudalisabban helyeződik mint a bázisa. A középvonaltól nézve körülbelül 30% a bal oldalon, 60% a jobb oldalon fekszik. A szívcsúcsot a rekeszhez a ligamentum phrenicopericardiacum rögzíti.

A röntgenfelvételen a szívárnyék magában foglalja a pericardiumot, a pericardialis zsírt, az aortagyököt és a tüdő artériákat is. A szív valódi körvonalát, illetve annak szomszédságában található nagyereket, zsírt nem lehet egymástól elkülöníteni.¹¹⁻¹⁴

Bizonyos mértékig azonban lehet következtetni a szívüregek helyeződésére, illetve azok méretbeli változására (1. kép).¹³



1. kép A szívröntgenanatómiája. LA: bal pitvar; Lau: bal szívfülcse, LPA: bal tüdőartéria, RPA: jobb tüdőartéria, CdVC: hátsó üres véna, Ao: aorta, Rau: jobb szívfülcse, RA: jobb pitvar, RV: jobb kamra, LV: bal kamra, CrVC: elülső üres véna (Johnson et al., 2008)

A szívárnyék radiológiai megjelenését számos tényező befolyásolhatja kutyákban. Ilyen a fektetés, fajta, mellkas konformáció, kor, testsúly, légzési fázis, szív ciklus és egyes mellüreget érintő elváltozások, betegségek.^{1,11,12}

Fektetés

Jobb oldali laterolateralis fektetésnél a szívárnyék megnyúltabbnak ovalisabbnak tűnik mint a bal oldali lateralis fektetésnél. VD felvételnél a szív sziluett mérete kissé megnagyobbodott.¹⁰ Eltérőek a vélemények azzal kapcsolatban, hogy a jobb és bal oldali LL felvétel milyen hatással van a szív méretének (VHS módszerrel való) meghatározására.

Egyesek szerint a jobb oldali fektetés a legideálisabb a szívárnyék elbírálásához, mások úgy tartják, hogy nincs számottevő különbség.^{2,15-17,}

Fajta

Leírták, hogy a fajták, illetve egyedek közötti különbségek a kutyák mellkas alakulásában gyakran vezetnek téves negatív vagy pozitív diagnózishoz.⁵ Mellkas alakulás szempontjából három fő csoportot különböztetünk meg a kutyafajták között, aminek legnagyobb jelentősége a szívárnyék elbírálásánál van.^{1,5,17-21}

a, mély mellkasú fajták (pl. ír szetter, afgán agár, angol agár)

Laterolateralis felvételen a szív sziluett függőlegesebb, így kisebb részen érintkezik a sternummal, és keskenyebb, nagyjából 2,5 bordaköz méretű. Dorvosventralis felvételen kisebbnek és lekerekítettebbnek tűnik.

b, közepes mellkasú fajták (pl. boxer, retriever, német juhász, labrador)

Laterolateralis felvételen kb. 3 bordaköz nagyságú a szívárnyék.

c, széles mellkasú fajták (pl. boston terrier, bulldog)

Laterolateralis felvételen a szívárnyék kerekesebbnek és nagyobbaknak tűnik, kb. 3,5 bordaköznyi nagyságú és nagyobb felületen érintkezik a sternummal.

Kor

Fiatál állatokban a szívárnyék relatív nagyobbaknak tűnik a mellüreghez viszonyítva mint felnőtt, kifejlett állatokban.^{22,}

Testsúly

A elhízás a pericardium elzsírosodása miatt megnöveli a szívárnyék méretét a röntgenfelvételen, szívmeagnagyobbodást imitálva, míg a súlyos senyveség megkisebbedett szívárnyékot okozhat.^{12,21,2}

Légzési fázis

Laterolateralis röntgenfelvétel esetében akkor beszélünk *belégzési* fázisról, amikor a rekesz a tizenkettedik hátcsigolya (Th12) caudalis szélének magasságában metszi a gerincoszlopot. DV vagy VD felvételen akkor beszélünk *belégzési* fázisról, ha a rekesz a kilencedik hátcsigolya caudalis szélének magasságában metszi a gerincoszlopot. Belégzés során a szív mérete kisebbnek, kilégzéskor pedig nagyobbak tűnik a mellüreg méretéhez viszonyítva. Kilégzési fázisban nagyobb felületen érintkezik a sternummal és a légcső pozíciója dorsalisabbnak látszik.^{12,15,23}

Szív ciklus

Szisztolé során a szív kisebb, diasztolé során pedig nagyobb. Ez a változás azonban minimális, röntgenfelvételen általában nem észrevehető.

2.2 A szív méretének meghatározása

A szív méretének növekedése nem egyenlő a szívbetegséggel, de gyakran indikátora annak, ezért elengedhetetlen a szívárnyék méretének meghatározása a mellkasi röntgenfelvételek értékelésekor.

A szív méretének meghatározása röntgenfelvétel alapján történhet *becsléssel*, *viszonyítással* vagy *méréssel*.

Becsléssel történő meghatározása, illetve a szívmegnagyobbodás jelenlétének elbírálása a kiértékelő személy tapasztalatán alapszik, így rendkívül szubjektív.

A bordák közötti távolsághoz való *viszonyítás* módszerét 1968 óta alkalmazzák radiológusok a normál szív méret indikátoraként laterolateralis mellkasfelvételen.²⁵ A szív craniocaudalis átmérője nagyjából 2,5 bordaköz nagyságú a szűk mellkas alakulású kutyákban, és 3,5 bordaközi távolság méretű a széles mellkasú kutyákban.³ Számos tényező befolyásolja ezt a módszert, mint pl. a már említett mellkas konformáció, a légzés fázisa, bordák összevetülése stb., így jelentősége és alkalmazása mára sokat csökkent.²

A szív méretének megváltozása bírálható azáltal is hogy, hány sternebrával érintkezik a szívárnyék. Ez alapján akkor beszélünk szívmegnagyobbodásról, ha a szív több mint három sternebrával érintkezik.²⁶

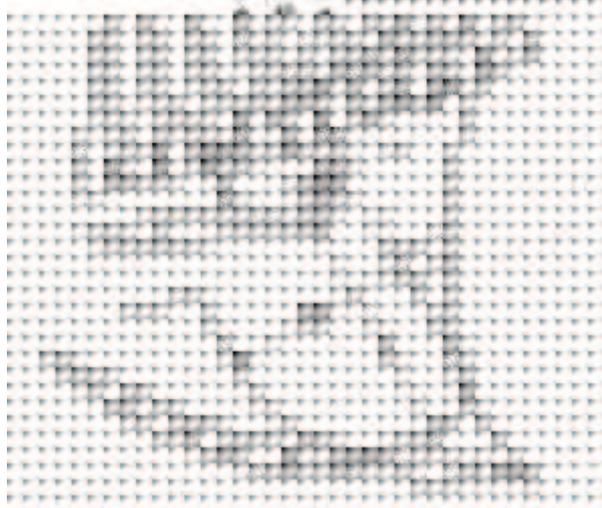
A szív méretének meghatározására és az esetleges megnagyobbodásának megállapítására a legpontosabb, legobjektívebb módszer a szív sziluett *mérése*, ami számos módon történhet.

- *Vertebral Heart Scale/ Size (VHS)*: a szív hosszának és szélességének összehasonlítása a háti csigolyák hosszával.
- *Szív- mellkas arány (CTR=cardiothoracic ratio)*: a szív legnagyobb átmérőjének és a mellüreg legnagyobb átmérőjének aránya.
- *Szív- mellkas terület arány (CTAR=cardiothoracic area ratio)*: a szív területének és a mellkas területének aránya.

2.2.1 Vertebral Heart Scale (VHS)

A VHS módszert *Buchanan és Bücheler* fejlesztették ki, kutyák szív méretének röntgenfelvételen való meghatározására. A módszerük alapja a szív mérete és a hátcsigolyák hossza közötti jó korreláció. Céljuk, egy olyan objektív módszer kialakítása volt, amely független a légzés fázisától, a mellkas alakulásától, a pozicionálástól vagy a vizsgálatot végző személy tapasztalatától, és ezáltal egy olyan érték meghatározása, amely támpontot jelenthet az állatorvosoknak a szív méretének elbírálásához a gyakorlatban.

A VHS érték meghatározása oldalirányú röntgenfelvételen történik. Meghatározzuk a szív hosszanti átmérőjét, a bifurkációtól a szívcsúcsig húzott egyenessel, majd a kapott egyenest rávetítjük a gerincoszlopra és megszámloljuk, hogy hány csigolyatest hosszú, úgy, hogy a kiindulópont a negyedik hátcsigolya cranialis fele legyen. Ezután meghatározzuk a szív legnagyobb szélességét az előzőre merőleges egyenes segítségével, nagyjából a hátulsó üres véna magasságában, majd a már említett módon rámérjük a gerincoszlopra (**2. kép**). Az így kapott két számot összeadva kapjuk meg a VHS értéket. A szerzők által meghatározott VHS érték egészséges kutyákban: $9,7 \pm 0,5$ (9,2 – 10,2).²



2. kép Buchanan JW, Bucheler J. Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *JAVMA*. 1995;206(2):194–199.

S: a szívárnyék legnagyobb szélessége, *L*: a szívárnyék legnagyobb hosszúsága, *T4*: 4. hátszigolya, *T*: légcső VHS: $5,6 (L) + 4,8 (S) = 10,4$

A VHS módszer alkalmas a szívmegegyobbodás megállapítására, de nem alkalmas szívbetegség diagnosztizálására, mert tekintélyes átfedés lehet az egészséges és szívbeteg kutyák értékei között. Ugyanakkor a szívbetegségek progressziójának nyomon követésében nagy segítséget nyújthat az időben egymásután készült röntgenfelvételeken mért VHS értékek összehasonlítása.

A VHS módszer kétségtelenül hasznos a szív méretének meghatározásában, azonban sok limitáló tényezővel rendelkezik, ami számos tanulmány és vita témáját képezte.

Azt találták, hogy egyes kutyafajtákban a VHS érték következetesen kívül esik a Buchanan és Bücheler által meghatározott tartományon. Általánosságban nagyobb értékkel rendelkeznek a boxerek, labradorok és Cavalier King Charles spánielek. Ezekben a fajtákban az eltérés oka a kisebb méretű csigolyatestekben keresendő.^{18,27} Brachycephal kutyákban szintén nehézségekbe ütközik a VHS módszer alkalmazása, a gyakran előforduló gerinc fejlődési rendellenességek miatt (hemivertebra). A beagle fajtára megállapított átlagos érték (10,3) is nagymértékben eltér az eredeti tanulmányban meghatározottól.²⁸

A fajták közötti eltéréseken kívül a VHS elbírálásánál figyelembe kell venni a nemek közötti különbséget is. A nőstényeknél mért VHS érték átlagosan kisebb mint a hímeknél.¹⁸

Eltérőek a vélemények arról, hogy a fektetés milyen mértékben befolyásolja a kapott eredményt.

Számos tanulmányban jelentős eltérést tapasztaltak jobb és bal oldali fektetésben mért VHS eredmények között. Nagyjából 1-3%-kal nagyobb értéket mértek jobb oldali felvételnél.^{15,17,21,28} Ezzel ellentétben, az eredeti tanulmányban a szerzők nem találtak szignifikáns eltérést a különböző kutya fajták, hímek és nőstények, illetve a bal és jobb oldali fektetés között.²

A VHS módszer széles körben elterjedt a gyakorlatban. Lényegében egy jó viszonyítási alapot biztosít az állatorvosoknak a szívmegegyobbodás jelenlétének elbírálására, valamint segítséget nyújt a szívbetegségek monitorozásában, de használatánál fontos szem előtt tartani a fent említett limitáló tényezőket.²⁹

2.2.2 Cardiothoracic ratio (CTR)= szív-mellkas arány

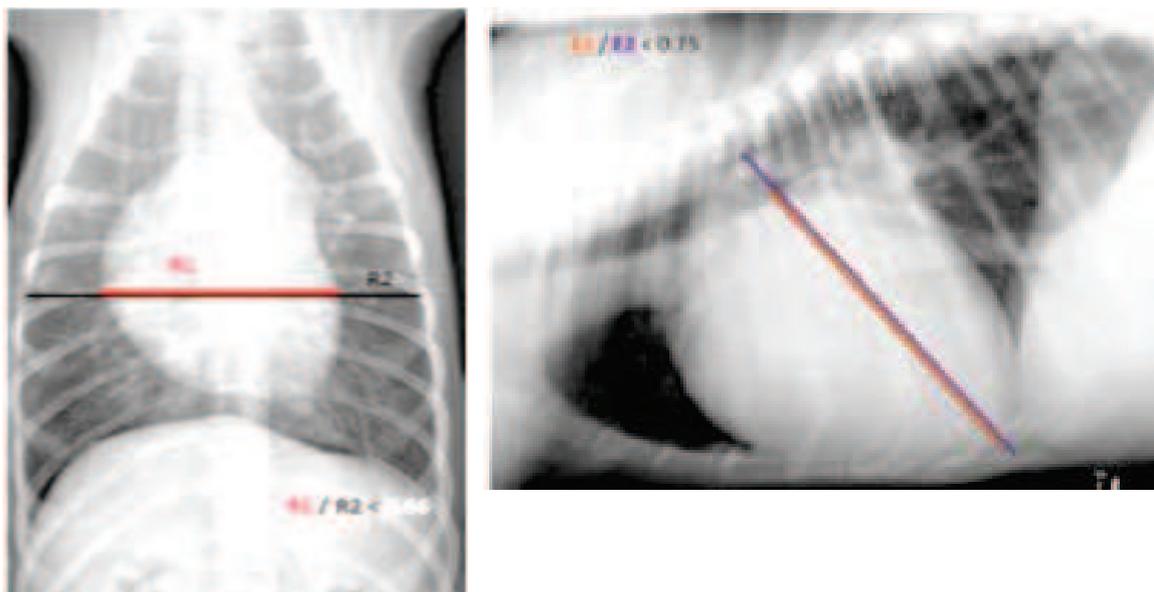
A cardiothoracic ratio (CTR) elsősorban humán vonalon elterjedt módszer a szívmegegyobbodás megállapítására. Kutya kban a fajták közötti eltérő mellkas alakulásból adódóan a standard humán típusú CTR csekély diagnosztikai értékű. A standard arányok megbízhatatlanok, még ugyanazon állat szív méret változásának elbírálásában is.²

A módszert először *Denzer* alkalmazta 1919-ben katonák szűrővizsgálatánál.⁹ A CTR a szív és a mellkas átmérőjének aránya, amelyet úgy kapunk, hogy összeadjuk a középponttól vízszintesen mért távolságot a bal szív fél leglateralisabb pontja, és a jobb szív fél leglateralisabb pontja között, majd osztjuk a mellüreg maximális keresztirányú átmérőjével, amelyet a rekesz csúcsi vonalában mérünk, emberekben PA (posterior-anterior), állatokban DV irányú röntgenfelvételen. Matematikailag $CTR = (d_L + d_R) / w_T$, ahol d_L és d_R a gerincoszloptól mért távolság a szív sziluett legbaloldalibb (d_L), illetve legjobboldalibb (d_R) pontjáig, w_T pedig a mellüreg legnagyobb keresztirányú átmérője.^{7,8} Kutya kban a referencia CTR tartomány 0.60 – 0.65.³⁰ Emberekben 0.50-0.60.⁷

Számos vizsgálat számol be a szívbetegségek és szív méret közötti kapcsolatról, és igazolja a CTR hasznosságát a klinikai gyakorlatban. *Fuster és munkatársai* a halálozás és a CTR mint prognosztikai faktor közötti összefüggést vizsgálták. Azt találták, hogy minél nagyobb a CTR, annál nagyobb a halál valószínűsége.^{31,32}

Nickole és Wade a szív méret és a CTR közötti kapcsolatot vizsgálva, arra a következtetésre jutottak, hogy egyetlen felső határérték meghatározása nem elegendő, szükséges volna külön CTR érték meghatározására korcsoportonként és rasszonként.^{31,33}

Kutyákban a szív-mellkas arány meghatározása dorsoventralis vagy lateralis röntgenfelvételen is történhet.¹²



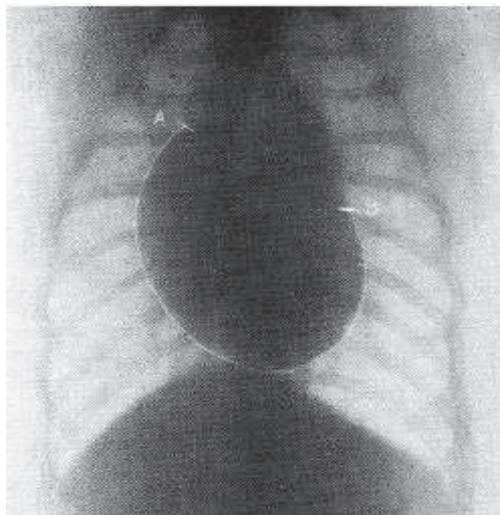
3. kép a, CTR meghatározás DV felvételen; *R1 = szív legnagyobb átmérője; R2 = mellüreg legnagyobb átmérője; R1/R2 kisebb mint 0.66, tehát nincs szívmeagnagyobbodás*
b, CTR laterolaterális felvételen; *E1 = szív legnagyobb hosszanti átmérője; E2 = legnagyobb mellüregi átmérő; E1/E2 kb.0,85 (szívmeagnagyobbodás)*

DV felvételen a gerincoszlopra merőlegesen húzott egyenessel meghatározzuk a szív laterális határait (R1), ott ahol a mellkas a legszélesebb, majd ezzel párhuzamos egyenessel a mellkas legnagyobb átmérőjét (R2) (**3. kép, a**). A szív- mellkas arány az R1 és R2 érték hányadosa. A CTR felső határértéke 66%, ha ennél nagyobb, felmerül a szívmeagnagyobbodás gyanúja.¹³ A laterolaterális felvételen először meg kell határozni szív legnagyobb hosszanti átmérőjét, a szívcsúcstól a bifurkációig húzott egyenessel (E1), majd ugyanebben a síkban az előzővel párhuzamosan a legnagyobb mellüregi átmérőt, a ventralistól a dorsalis falig (E2) (**3. kép, b**). A két átmérőt egymással elosztva kapjuk meg az arányt (E1 / E2). Ha a szív sziluett nagyobb mint 75 % a mellüregnek akkor szívmeagnagyobbodásról beszélünk.²⁶

2.2.3 Cardiac area

Elsőként 1926-ban *Herold J. Stewart* foglalkozott a szívárnyék területének meghatározásával röntgenfelvételen. A méréshez dorsoventralis fektetést alkalmazott, ahol a szív körvonalának jól látható vonalait egy röntgenfelvételre helyezett papírlapra átrajzolta, a kevésbé jól definiálható kontúrokat, a szív bázisánál számítással határozta meg (**4. kép**). Az így körvonalazott szívárnyék területének mérése planiméter segítségével történt. A mért terület összehasonlítási alapként szolgált a szív méret változásának megállapításához a későbbiekben.³⁴ E módszer nagyon időigényes és bonyolult, a klinikai gyakorlatban nem alkalmazták.

A digitális röntgenfeldolgozás elterjedéséig szinte nem is készült egyéb tanulmány, amely a szív sziluett területének meghatározásával vagy annak diagnosztikai felhasználásával foglalkozna. Az elmúlt pár évben azonban, a számítógépes programoknak köszönhetően a területmérés egyszerűbbé vált és egyre inkább előtérbe kerül, mint módszer a szívmegegyesülés meghatározásában.



4. kép *Herold J. Stewart, A technic for measuring X-ray photographs of the cardiac areas of dogs, 1926*

A szerző területmérési technikája dorsoventrális röntgenfelvételen

A pont: az a pont, ahol a jobb szívfülcse röntgenárnyéka és a nagy erek röntgenárnyéka találkozik.

B pont: az a bemélyedés, ahol a bal kamra árnyéka áttér a bal szívfülcse árnyékába

2.3 Digitális röntgenfeldolgozás

A digitális jelfeldolgozású radiológiai rendszerek nagyjából 20 évvel ezelőtt jelentek meg, az informatika és a digitális világ robbanásszerű fejlődésével párhuzamban. Ezek kezdetben jelentős hátrányban voltak a hagyományos berendezésekkel szemben, azonban az elmúlt két évtizedben nagymértű fejlődésen estek át, és fokozatosan kiszorítják az analóg képfeldolgozást. Elsőként a humán radiológiában terjedt el használata, de napjainkban már egyre szélesebb körben használt és elfogadott az állatgyógyászatban is. A digitális leképzésű radiológiai rendszerekben a hagyományos ezüst-nitrát alapú filmeket és kazettákat digitális érzékelő helyettesíti. A keletkezett digitális jel feldolgozása informatikai rendszerek segítségével történik. A digitális feldolgozású radiológiai rendszereknek mára számos előnye ismert az analóg filmfeldolgozású rendszerekkel szemben. Bár a digitális rendszerek beszerzési költsége magasabb, a használatból adódó járulékos költségek minimálisak.³⁵

A felvétel tárolása a számítógépes fájlhoz hasonlóan történik. Bármikor egyszerűen megtekinthető, elektronikus úton továbbítható, vagy kinyomtatható papírra, röntgenfilmre. Számítógépes szoftver segítségével lehetőség van a már elkészült felvétel manipulálására (élesség, fényerősség, nagyítás), így javítható a képminőség és csökkenthető az ismételt felvétel szükségessége. Egyes programok alkalmazásával nem csak az élesség és a fényerő módosítható a készült felvételen, de mérések, kvalitatív és kvantitatív analízisek is végezhetőek. Ezek segíthetik a radiológust az elváltozás detektálásában és a diagnózis felállításában.^{35,36}

2.3.1 Számítógépes képanalitikai rendszerek a diagnosztikában

Computer-aided diagnosis (CAD)

A digitális feldolgozású rendszerek megjelenése lehetőséget biztosított a különböző számítógépes programok használatára az orvosi képanalitikában. Az elmúlt néhány évtized során számos tanulmány foglalkozott olyan számítógépes programok megalkotásával, amelyek képesek automatikusan detektálni és analizálni az esetleges elváltozásokat a röntgenképen.

Az 1960-as években úgy tartották, hogy a számítógépek képesek felülmúlni és helyettesíteni a radiológusokat, az erre irányuló kísérletek azonban sikertelennek bizonyultak. Az 1980-as években egy másik megközelítés alakult ki, mely szerint a számítógépes program, mint eszköz segítheti a radiológust, de nem helyettesítheti. Napjainkban ez a koncepció a CAD, amely gyorsan és széles körben terjed. A CAD meghatározható mint, a radiológus által felállított diagnózis, mely figyelembe veszi a számítógépes program eredményeit, mint „második véleményt”, ahol a számítógépes eredmények a röntgenkép kvantitatív analizéséből származnak. Fontos figyelembe venni, hogy a számítógép -csak mint eszköz- kiegészítő információkat szolgáltat az orvosnak, aki meghozza a végső döntést és felállítja a diagnózist. A CAD célja, hogy mint útmutató segítse a radiológusokat a pontosabb, objektívebb képelemzésben.

Humán radiológiában a számítógépes képanalitikai programok számos kutatás tárgyát képezték a közelmúltban. Különböző programokat fejlesztettek ki a tüdő és emlő tumorok mellkasröntgenen történő automatikus detektálására, cardiomegália meghatározására.

Állatorvoslásban a számítógépes diagnózis ezidáig kevésbé ismert terület.

Várhatóan, a jövőben a számítógépes diagnosztikai rendszerek a mindennapi klinikai gyakorlat részét fogják képezni. Minden mellkasi röntgent, bármilyen okból is készítették, egy számítógépes keresőprogramnak vetnek alá, amely képes detektálni az esetleges szerkezetbeli vagy méretbeli elváltozásokat a különböző szervekben. Addig azonban számos pontosítás és fejlesztés szükséges, hogy csökkentsék a fals pozitív és negatív diagnózisokat.^{31,35-37}

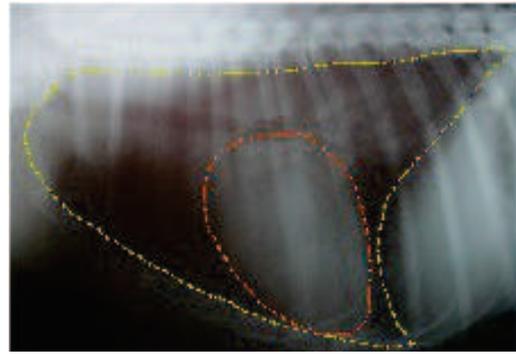
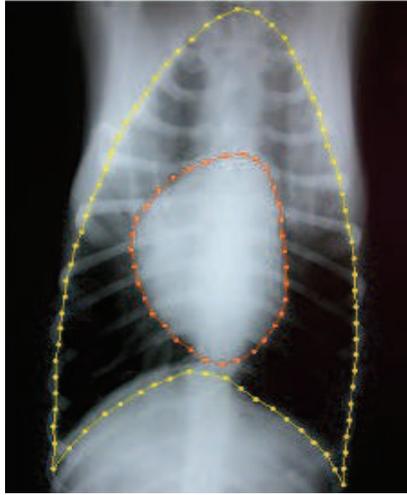
2.3.2 Cardiothoracic area ratio (CTAR, szív-mellkas terület arány) Two-dimensional cardiothoracic ratio (2D-CTR, kétdimenziós szív-mellkas arány)

A számítógépes programok képanalitikában való megjelenése óta számos kísérletet végeztek a szív méret meghatározására a szívárnyék területmérésének segítségével.

A szív-mellkas terület arány digitális röntgenen való meghatározásával elsőként *Brownie* és munkatársai foglalkoztak.³⁹ Számítógépes kurzorral körberajzolták a szív és a mellkas határait, majd képanalitikai program segítségével meghatározták azok területét. A 2D-CTR a szív és a mellkas területe közötti különbség, pixelben kifejezve. Kimutatták, hogy az új módszer és a hagyományos CTR között szoros korreláció áll fenn. Ezen túlmenően, úgy találták, hogy a kétdimenziós szív-mellkas arány jobban korrelál a szívfunkcióval, mint a hagyományos CTR. A 2D-CTR kétségtelenül hasznosnak bizonyult ugyan, de használata a klinikai gyakorlatban időigényes és nehéz. Annak érdekében, hogy ez a mindennapi gyakorlatban alkalmazható legyen, 2010-ben *Muhammad* és munkatársai egy teljesen automatizált módszert mutattak be a kétdimenziós szív-mellkas arány meghatározására. Tanulmányukban beszámolnak egy újfajta módszerről a szív és tüdőhatárok elkülönítésére, amely megkönnyíti a területek mérését és a CTAR automatikus számítását.^{40,38}

Kutyákban napjainkig a szív-mellkas terület arány meghatározása röntgenfelvételen kevésbé kutatott téma. Elsőként idén, 2014-ben a cairoi egyetemen készített tanulmányban írják le a módszer használatát és annak diagnosztikai jelentőségét német juhász kutyákban. A vizsgálathoz négy beállításban készült mellkasi röntgenfelvétel minden kutyáról. Jobb oldali laterolateralis és ventrodorsalis fektetésben mind a belégzés, mind a kilégzés fázisában. A terület méréséhez számítógépes alkalmazás segítségével körberajzolták a szívárnyék és a mellkas határait majd meghatározták a területüket mm² kifejezve (**5. kép**). A kétdimenziós szív-mellkas arány a szív sziluett területének százalékos aránya a mellkas területhez viszonyítva. $2D-CTR = \text{cardiac area} / \text{thoracic area} \times 100$.⁴⁰

Egészséges német juhász kutyákban laterolateralis röntgenfelvételen a kétdimenziós CTR értéke belégzési fázisban 27,60% +/- 1,10%, kilégzési fázisban 30,13 +/- 1,42%. Ventrodorsalis felvételen belégzési fázisban 30,45 +/- 1,39%, kilégzési fázisban 33,34 +/- 1%. A CTAR küszöbértékei cardiomegália esetében 30,28% (belégzés), 33,44% (kilégzés) laterolateralis felvételen és 36,80% (belégzés), 37,99% (kilégzés) ventrodorsalis röntgenképen.⁴⁰



5. kép *Faisal A. Torad, Elham A. Hassan, Two-dimensional cardiothoracic ratio for evaluation of cardiac size in German shepherd dogs, Journal of Veterinary Cardiology (2014)*

a, *A mellüreg és a szívárnyék határai számítógépes program segítségével meghatározva, ventrodorsalis mellkasi röntgenfelvételen, kilégzési fázisban.*

b, *A mellüreg és a szívárnyék határai számítógépes program segítségével detektálva, jobb oldali laterolateralis mellkasi röntgenfelvételen, kilégzési fázisban.*

3. Anyag és módszertan

3.1 A vizsgálatok anyaga

Vizsgálatok anyagát képző röntgenfelvételek a Szent István Egyetem Állatorvostudományi Kar Sebészeti és Szemészeti Tanszékének klinikáján készültek és annak archívumában található.

A felvételek véletlenszerűen kerültek kiválasztásra, de bizonyos kritériumoknak meg kellett felelniük. A vizsgálathoz a szívárnyék elbírálásához legidálisabb, jobb oldali laterolateralis fektetésben készült mellkasi röntgenképeket használtunk. Kizárólag olyan felvételeket alkalmaztunk a mérésekhez, amelyek helyes technikai kivitelezéssel készültek, vagyis ahol a gerincoszlop és a sternum egyforma távolságra van a filmtől, a mellkas nem rotálódik a gerincoszlop körül, illetve a mellső lábak árnyéka nem vetül a mellüregre. Ezen kívül fontos szempont volt, hogy a 12. hátcsigolya és a processus xiphoideus jól látható legyen a röntgenfelvételen.

Az ezen kritériumoknak megfelelő röntgenképek kiválasztása után, tanulmányoztuk az állatok kórlapját és feljegyeztük a következő adatokat: fajta, testtömeg (tkg), ivar, kor (év,hónap). Azokat az egyedeket amelyeknél a kórelőzményben szívbetegség szerepelt, kizártuk a vizsgálatból.

A fent leírt kikötéseket figyelembe véve, összesen 50 kutya LL mellkasi röntgenfelvételét használtuk fel a vizsgálatokhoz, korra, nemre és fajra való tekintet nélkül. A mérések anyagát képző adatokat az **1. táblázatban** foglaltam össze.

	Törzsszám	Fajta	Ttkg	Ivar	Kor
1	113238	West highland terrier	9,8	Kan	13
2	134583	Palota pincsi	10	Szuka	13
3	142240	Golden retriever	39	Kan	11
4	188815	Keverék	37	Szuka	9,7
5	198700	Dobermann	33	Szuka	7,5
6	203427	Border Collie	27,2	Kan	9,7
7	206485	Keverék	28,8	Kan	9,1
8	216330	Keverék	4,6	Szuka	4,9
9	221080	Közép uszár	8,6	Szuka	7,5
10	222031	Kínai kopaszkutya	5,2	Szuka	5
11	222091	West highland terrier	9,8	Kan	6,6
12	224459	Keverék	8,6	Kan	3
13	226187	Kuvasz	55	Kan	5
14	226364	Yorkshire terrier	2,5	Szuka	14,6
15	226922	West highland terrier	6	Szuka	13
16	230311	Magyar vizsla	26,4	Szuka	3,5
17	232418	Német vizsla	20	Szuka	3
18	233221	Bolognese	5,6	Kan	3
19	233505	Keverék	17,2	Szuka	3,8
20	235261	Beagle	11,6	Kan	1
21	236209	Keverék	13	Kan	0,9
22	236490	Yorkshire terrier	3,4	Szuka	5,7
23	236802	Malinois	28	Szuka	9
24	237074	Német juhász	33	Szuka	1,5
25	237223	Berni pásztor	55	Kan	10

26	237509	Keverék	16,5	Kan	2,7
27	238034	Keverék	40	Kan	1,5
28	238309	Keverék	23	Szuka	7,7
29	238418	Golden retriever	38,2	Szuka	11
30	238626	Keverék	13,2	Kan	8
31	238728	Keverék	20	Kan	9
32	238932	Beauceron	15,6	Szuka	0,4
33	239007	Labrador keverék	22	Szuka	14
34	239059	Keverék	23,2	Szuka	4,5
35	239098	Labrador keverék	23	Kan	4
36	239278	Staffordshire terrier	28,8	Kan	4,5
37	239285	Russel terrier	9,8	Kan	7
38	239329	Pincser	6	Szuka	7
39	239403	Máltai selyemkutya	5	Szuka	13
40	239414	Bassethound	25,4	Szuka	7
41	239416	Labrador retriever	29	Szuka	8
41	239416	Labrador	29	Szuka	8
42	239463	Tacskó keverék	12	Szuka	2,8
43	239670	Yorkshire terrier	1,9	Kan	14,5
44	239683	Keverék	17,2	Szuka	11
45	239759	Husky	19,4	Szuka	10
46	239824	Keverék	10	Szuka	10,11
47	240107	Keverék	28	Kan	8,11
48	240101	Keverék	8,4	Szuka	14
47	240107	Keverék	28	Kan	8,11
49	240134	Amerikai staffordshire terrier	24	Szuka	4
50	240170	Bichon	4,4	Szuka	6

1. táblázat *A vizsgálatban felhasznált kutyák adatai.*

3.2 A vizsgálatok módszere

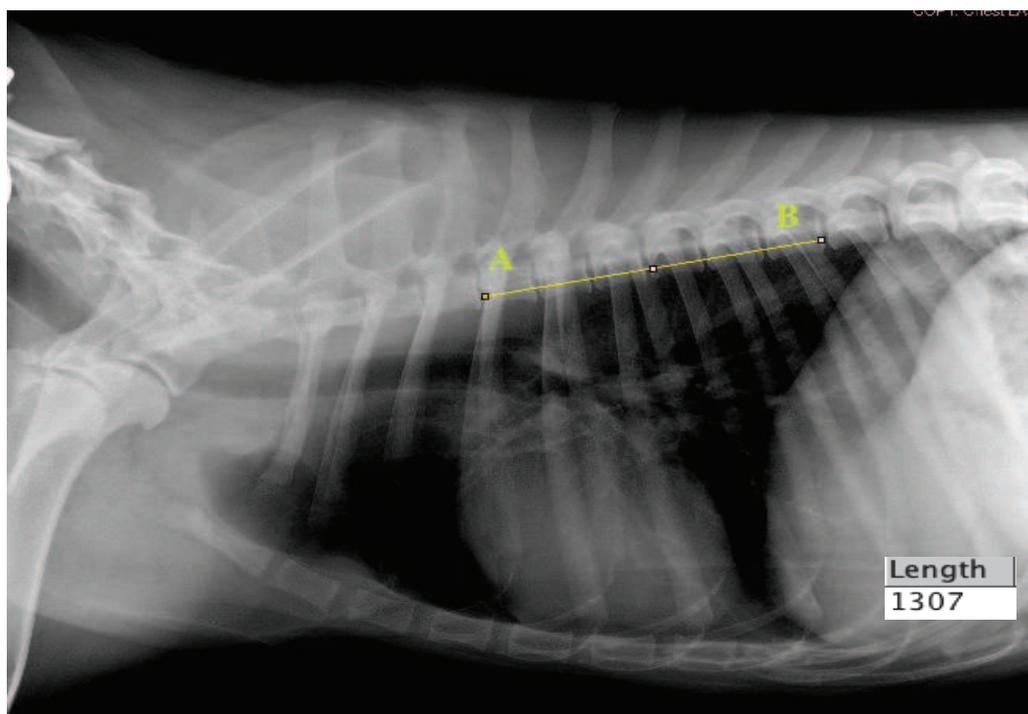
A mérések módszere

A vizsgálatok anyagaként kiválasztott digitális mellkasi röntgenfelvételeken különböző méréseket végeztünk az ImageJ® digitális képanalizáló program segítségével.

Az általunk megmért paraméterek és a mérésekre használt módszerek a következők:

- *Hátcsigolyák hossza (Th4-9)*

A negyedik hátcsigolya (Th4) cranialis szélé és kilencedik hátcsigolya (Th9) caudalis szélé közötti távolság pixelben kifejezve. A méréshez az ImageJ® program megfelelő eszközét alkalmaztuk.



5. kép *Hátcsigolyák hosszának meghatározása ImageJ® programmal.*

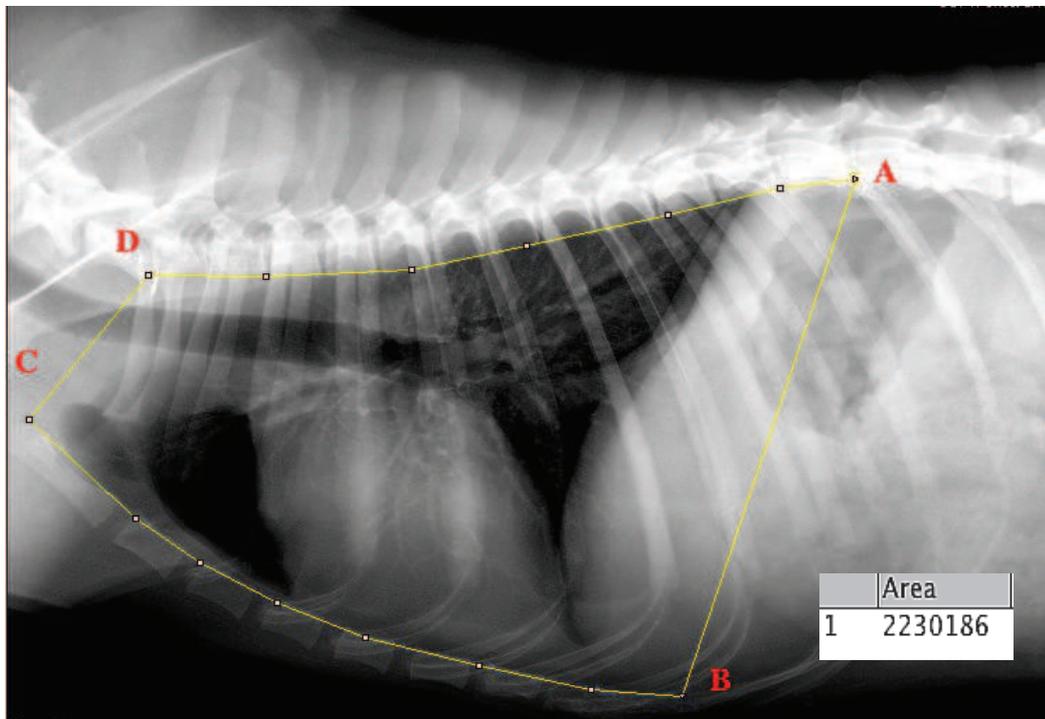
A:Th4, **B:**Th9

Th4-9 = 1370 pixel (X)

- *A mellkas területe (Thx ae)*

A mellkas határait kurzor segítségével körberajzoltuk. Caudalisan a 12.hátsigolya (Th12) hátulso szélétől a processus xiphoideusig, ventralisan a sternebrák dorsalis felülete mentén, cranialisan a manubrium sternitől az 1. hátsigolya (Th1) elülső széléig, majd a hátsigolyák ventralis felülete mentén vissza a kiindulópontig. A mellkas caudalis határának meghatározásánál igyekeztünk olyan mérési pontokat alkalmazni, amelyek függetlenek a légzés fázisától.

Ezt követően a vonalak által határolt területet az ImageJ® program területmérő eszközével mértük. A mellkas területének méretét pixelben kifejezve kaptuk.



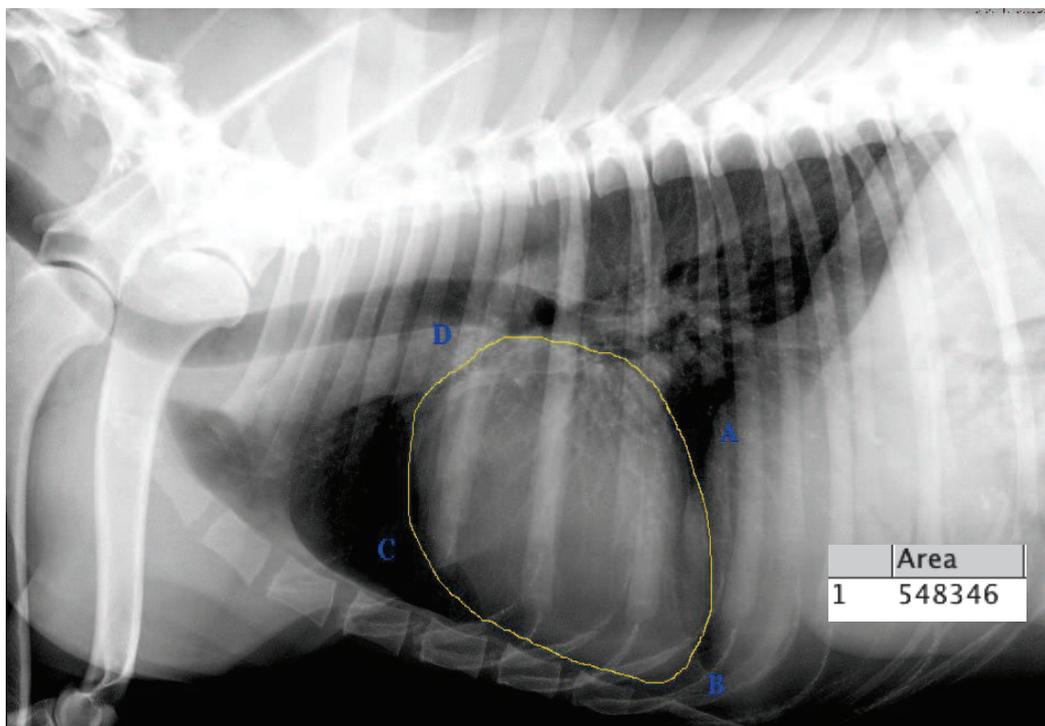
6. kép *A mellkas határainak és területének meghatározása ImageJ számítógépes képanalizáló program segítségével.*

A: Th12, **B:** processus xiphoideus, **C:** manubrium sterni, **D:** Th1

Thx area = 2230186 pixel (X)

- *A szív területe (card.ae)*

A szívárnyék területét a mellkas területéhez hasonlóan az ImageJ® program és számítógépes kurzor segítségével határoztuk meg és az eredményt pixelben kaptuk. A szív határainak körberajzolásánál nem tudtunk fix pontokhoz igazodni, így én minden esetben háromszor mértem és a mérések átlagát vettem végső értéknek. A szívárnyék körülhatárolása során a pericardiális zsírt és a ligamentum phrenicopericardiacumot igyekeztünk elkülöníteni a szív valódi határától és nem belevenni a mérésbe.



7. kép *A szív határainak és területének meghatározása ImageJ® számítógépes képanalizáló program segítségével.*

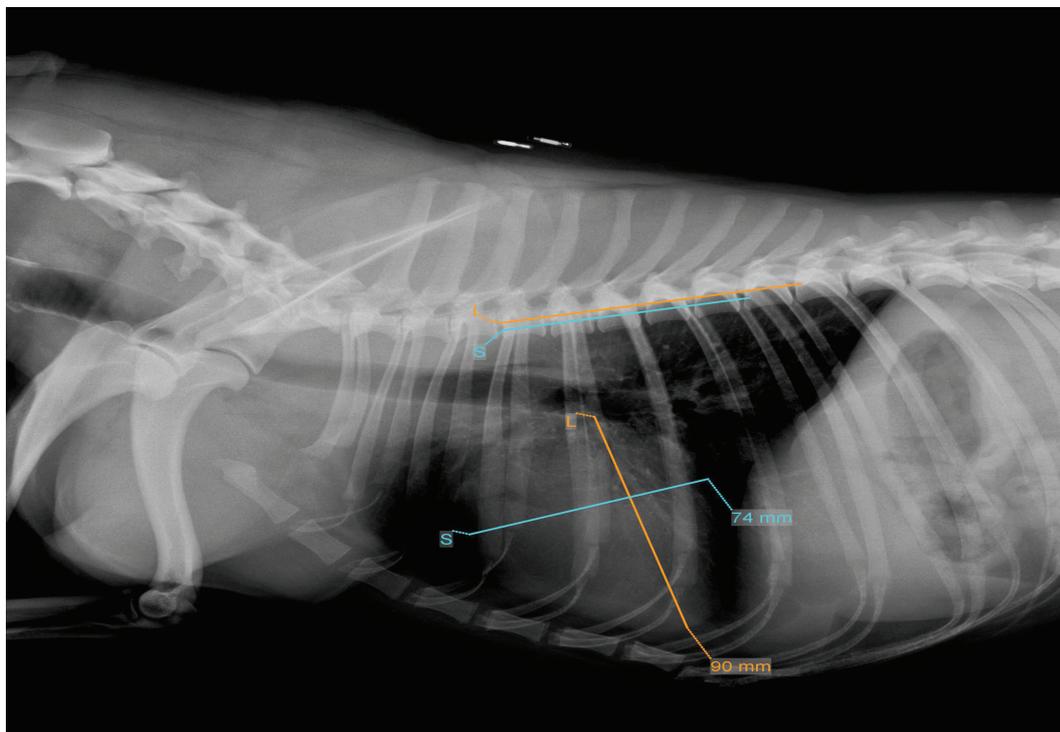
A: szívárnyék caudalis határa, **B:** szívcsúcs, **C:** szívárnyék cranialis határa,

D: szívbázis

Card.area = 548346 pixel (X)

- *Vertebral Heart Size (VHS)*

VHS meghatározásához a klinikán alkalmazott *dicomPACS®* vet képanalitikai programot használtuk. A szív **hosszanti átmérőjét (L)** a bifurkációtól a szívcsúsig húzott egyenessel, a **legnagyobb szélességét (S)** pedig a véna cava caudalis volnalában az előzőre merőleges egyenessel határoztuk meg. Ezt követően a két egyenest a 4. hátcsigolya cranialis szélétől kezdődően rávetítettük a gerincoszlopra és külön-külön megszámoltuk, hogy a volnalak hány csigolya hosszúságúak, majd a kapott két számot összeadtuk.



8. kép A VHS meghatározásának módszere a vizsgálataink során.

S: Short axis, a szív rövid tengelye $S=5,1$

L: Long axis, a szív hosszú tengelye $L=6,1$

$VHS = 11,2$

Statisztikai analízis

A mérések során kapott eredményeket különböző statisztikai módszerekkel vizsgáltuk az Excel program segítségével.

A leíró statisztika módszereit alkalmazva meghatároztuk a móduszt, mediánt, átlagot, szórást, varianciát, maximum és minimum értékeket.

Pearson-féle korreláció segítségével vizsgáltuk, hogy a mért paraméterek között milyen kapcsolat áll fenn. A korreláció vizsgálatánál a területek négyzetgyökös értékeit használtuk.

A szívterület és a mellkasterület, valamint a szívterület és a csigolyák hossza közötti szoros korrelációt alapul véve, indexeket alkottunk a szív méret röntgenképen való meghatározására.

- **CAVI** (cardiac area-vertebral index): szívterület négyzetgyöke ($\sqrt{\text{gyök card ae}}$) / 4. hátcsigolya cranialis szélé és a 9. hátcsigolya caudalis szélé közötti távolság (T4-9)
- **CTAR** (cardiothoracica area ratio): szívterület négyzetgyöke ($\sqrt{\text{gyök card ae}}$) / mellkasterület négyzetgyöke ($\sqrt{\text{thx ae}}$).

Az általunk meghatározott indexek közötti összefüggés, illetve az új indexek és a VHS közötti összefüggés vizsgálatára *Pearson-féle korrelációs* számítást alkalmaztunk (r). Annak meghatározására, hogy az egyik változó változásai milyen mértékben járnak a másik változó változásaival, vagyis, hogy mennyire lehet az egyikből a másikat előrejelezni *determináltsági koefficiens*t alkalmaztunk (r^2).

4. Eredmények

A mért és számított eredményeket az alábbi táblázatokban foglaljuk össze.

VHS	Th4-9	Thx ae	Card.ae	VHS ATA	Th4-9 ATA	Thx ae ATA	Card.ae ATA
10,8	896	1577899	528117	10,9	911	1597626	576828
10,1	923	1562681	474196	10,2	896	1619321	472441
9,7	1055	2132552	529006	9,6	1046	2270332	571703
11,3	980	2339365	617275	11	976	2445248	705901
10,5	1430	5719465	1354130	10,8	1476	6097598	1366936
10,5	1319	3938896	1082537	10,2	1338	3966231	1173219
10,9	1281	4023452	996870	10,5	1326	3975099	998829
10,1	732	949286	302788	10,1	736	934554	321138
10,3	700	957596	265125	9,9	708	1011690	284967
9,7	545	595222	135963	9,7	542	705950	146284
11,1	608	716436	233558	11,2	615	755905	252511
9,7	748	863335	288564	9,2	758	1011541	292885
10,4	548	711319	184760	10,2	559	736860	202655
9,9	635	655658	224044	10,4	631	719567	232274
9,7	789	1153839	334399	9,4	803	1132182	330307
11,3	1356	4295320	1203351	11,3	1362	4388790	1173540
11,5	852	1537794	535706	11,9	837	1752278	541062
9,5	803	1360014	353698	9,8	835	1302066	357862
11,1	1083	2895662	787543	11	1104	2836451	805626
10,8	1009	2117227	669255	10,7	1026	2202318	728196
9,7	853	1415284	330488	10	868	1543686	396924
11	583	706649	213775	10,8	600	742725	227806
10,6	1004	2294350	545547	9,9	1032	2277319	574022
10,5	1061	2754328	673852	10,5	1048	2856145	724105
9,4	1180	2606771	682598	9,6	1198	2660230	729108
10,9	804	1332599	434358	11	815	1326996	431981
9,9	1089	2698704	606442	9,7	1095	2675174	622626

10,8	852	1666605	417741	9,8	854	1716748	434869
10,8	988	1968915	586157	10,4	1000	2102711	616719
9,4	1032	2104114	530078	9,2	1036	2124015	557839
9,8	1278	3910779	805186	9,8	1300	3967969	823656
10,6	1099	2467564	674491	10,4	1105	238932	688380
9,8	1422	4080820	987462	9,6	1397	4218634	988229
10,1	1302	3931508	829499	9,5	1331	3913802	872786
9,4	1386	3859467	940383	9,5	1410	4398823	905538
9,8	1260	3926880	945334	10,4	1274	3978750	935682
11,6	896	2025277	559487	11,6	900	2063313	570442
8,9	851	1416922	320383	9,1	855	1674448	332504
10,8	753	1057671	370493	11,2	774	1250075	401594
9,5	1432	3046708	876003	9,3	1387	3082618	883882
11,1	1241	3547919	1000211	10,8	1284	3512463	1000438
9,5	931	1709763	398846	9,8	950	1859620	411756
10,8	536	508686	147159	9,8	551	503787	146500
9,5	1125	2560103	632231	9,3	1142	2588473	610811
9,6	1317	3444100	770075	9,3	1340	3238428	826838
9,5	913	1747794	440011	9,2	930	1727110	415794
10,6	958	1913690	528098	10,2	947	1827324	559192
10,5	1274	4040320	958895	10,1	1284	4065868	934080
11,1	1228	3738695	1108973	11,2	1237	3699292	1089617
9,9	765	1092243	299175	10	779	1088192	305092

2. táblázat *A röntgenképen végzett mérések eredményeit összefoglaló adatbázis*
VHS: Vertebral Heart Size, Th4-9: negyedik hátcsigolya cranialis széle és kilencedik
hátcsigolya caudalis széle közötti távolság, Thx ae: a mellkas területe, Card.ae: a szív
területe, ATA: Dr. Arany-Tóth Attila

	VHS	T4-9	Thx area	Card.area
Módusz	10,8	896	-	-
Medián	10,35	984	2064695,5	540626,5
Átlag	10,286	994,0854	2273564,92	594286,32
Szórás	0,6710	259,0659	1254770,2	300536,88
Variancia	0,4502	67115,138	1,57E+012	9,03E+010
Minimum	8,9	536	508686	135963
Maximum	11,6	1431,89	5719465	1354130

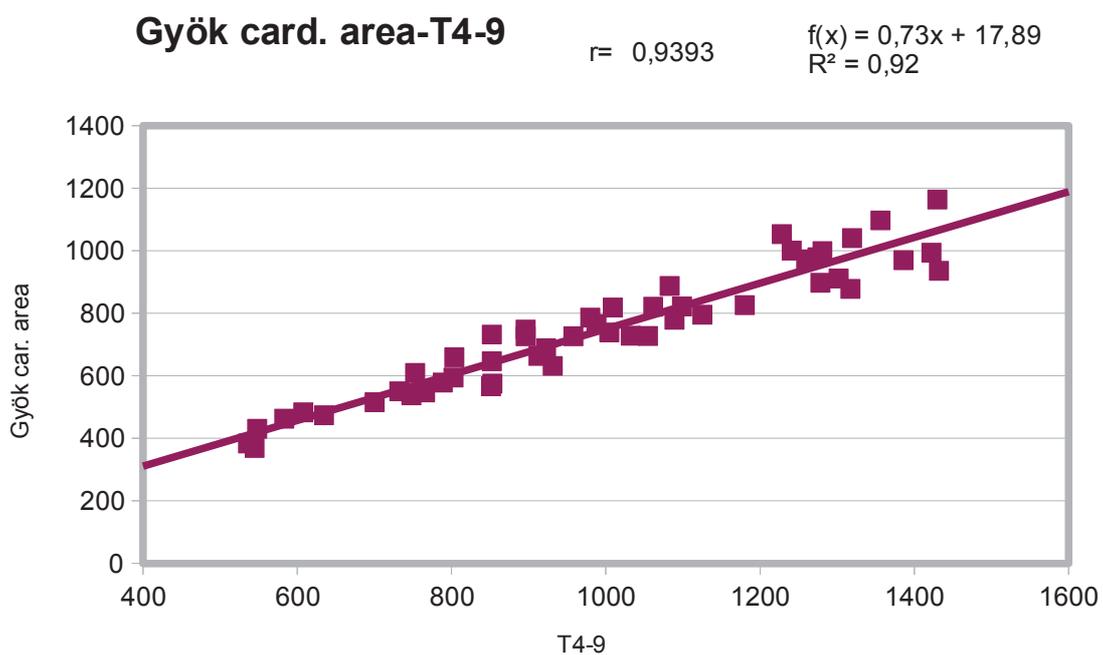
3. táblázat *A saját méréseim eredményei alapján készült statisztika.*

	VHS ATA	T4-9 ATA	Thx area ATA	Card.areaATA
Módusz	9,8	1284	-	-
Medián	10,1	988	2083012	572862,5
Átlag	10,18	1004,16	2287705,54	611079,48
Szórás	0,7004	261,3899	1308776,01	299351,542
Variancia	0,4906	68324,6678	1,71E+012	8,96E+010
Minimum	9,1	542	238932	146284
Maximum	11,9	1476	6097598	1366936

4. táblázat *Dr. Arany-Tóth Attila (ATA) mérési eredményei alapján készült statisztika*

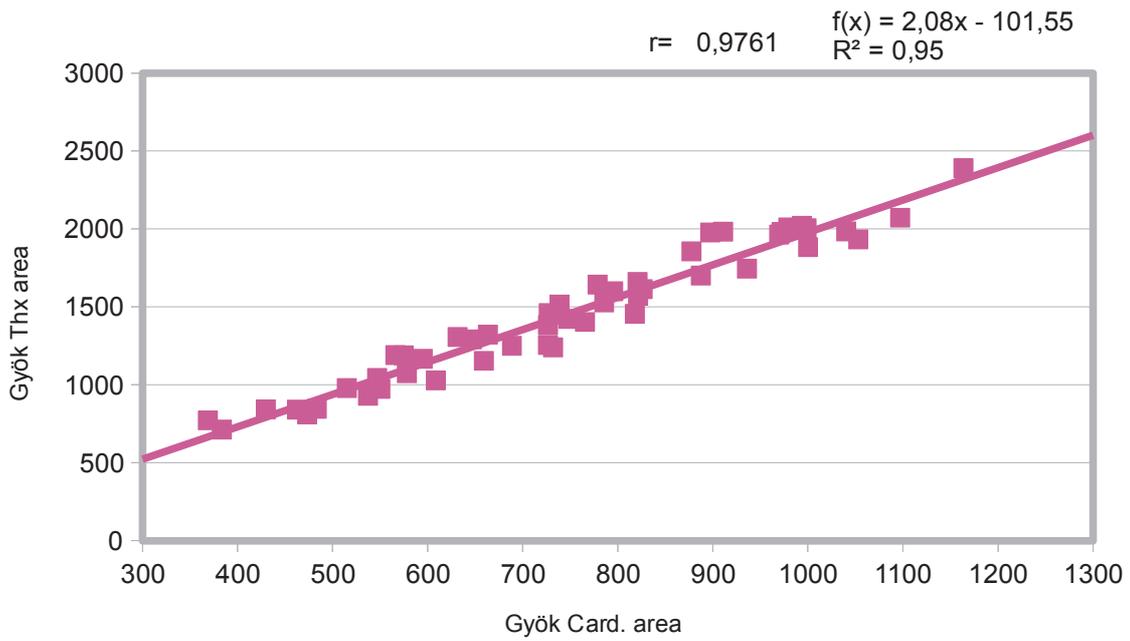
Korreláció	VHS ATA	T4-9 ATA	Thx ae ATA	Card ae ATA
VHS	0,8779	-	-	-
T4-9	-	0,9979	-	-
Thx ae	-	-	0,9648	-
Card ae	-	-	-	0,9959

5. táblázat A két vizsgáló mérési eredményei közötti korreláció vizsgálata.



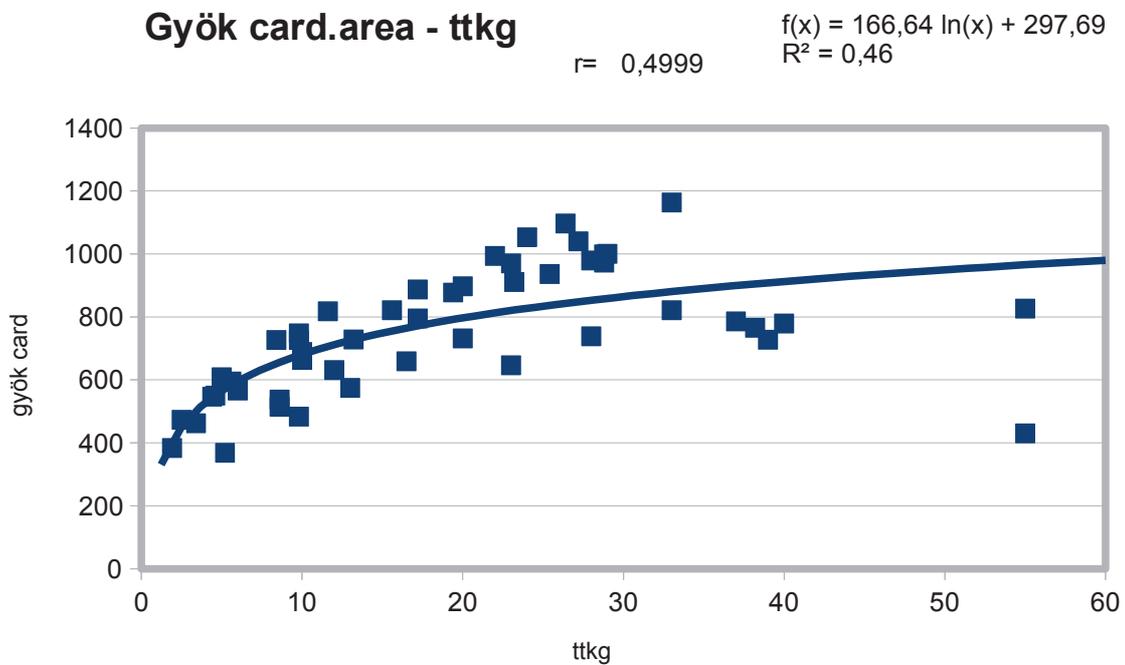
1. grafikon A szív terület négyzetgyöke és a hátcsigolyák hossza közötti lineáris összefüggés.

Gyök card.area - Gyök Thx area



2. grafikon A szív terület négyzetgyöke és a mellkas terület négyzetgyöke közötti összefüggés.

Gyök card.area - ttkg



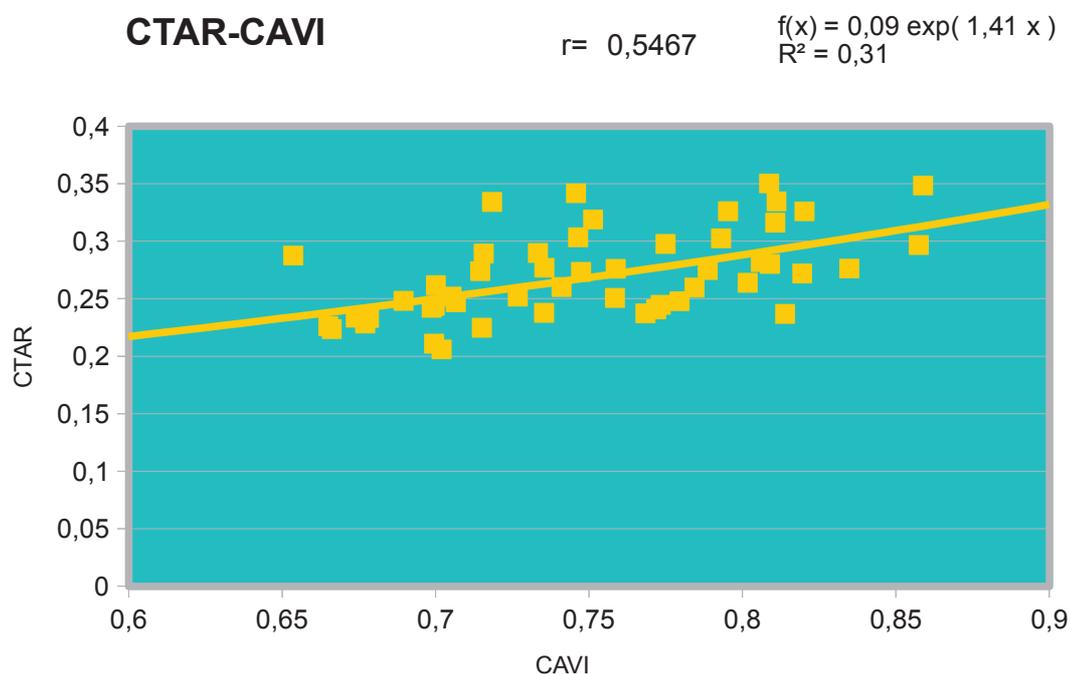
3. grafikon A szív területének négyzetgyöke és a testtömeg közötti (log) összefüggés.

	CAVI	CAVI %	CTAR	CTAR %		CAVI	CAVI %	CTAR	CTAR %
1	0,811	81,11	0,33	33,47	26	0,820	82,02	0,33	32,59
2	0,746	74,64	0,30	30,35	27	0,715	71,51	0,22	22,47
3	0,690	68,96	0,25	24,81	28	0,758	75,85	0,25	25,07
4	0,802	80,17	0,26	26,39	29	0,775	77,49	0,30	29,77
5	0,814	81,39	0,24	23,68	30	0,705	70,52	0,25	25,19
6	0,789	78,87	0,27	27,48	31	0,702	70,20	0,21	20,59
7	0,780	77,95	0,25	24,78	32	0,747	74,74	0,27	27,33
8	0,751	75,13	0,32	31,90	33	0,699	69,87	0,24	24,20
9	0,735	73,55	0,28	27,69	34	0,700	69,95	0,21	21,10
10	0,677	67,71	0,23	22,84	35	0,700	69,97	0,24	24,37
11	0,795	79,53	0,33	32,60	36	0,772	77,19	0,24	24,07
12	0,718	71,84	0,33	33,42	37	0,835	83,48	0,28	27,63
13	0,784	78,44	0,26	25,97	38	0,665	66,50	0,23	22,61
14	0,746	74,58	0,34	34,17	39	0,809	80,87	0,35	35,03
15	0,733	73,34	0,29	28,98	40	0,654	65,36	0,29	28,75
16	0,809	80,89	0,28	28,02	41	0,806	80,60	0,28	28,19
17	0,859	85,88	0,35	34,84	42	0,678	67,83	0,23	23,33
18	0,741	74,11	0,26	26,01	43	0,716	71,57	0,29	28,93
19	0,819	81,95	0,27	27,20	44	0,707	70,66	0,25	24,70
20	0,811	81,07	0,32	31,61	45	0,666	66,62	0,22	22,36
21	0,674	67,40	0,23	23,35	46	0,727	72,68	0,25	25,18
22	0,793	79,31	0,30	30,25	47	0,759	75,87	0,28	27,60
23	0,735	73,54	0,24	23,78	48	0,768	76,84	0,24	23,73
24	0,773	77,34	0,24	24,47	49	0,857	85,75	0,30	29,66
25	0,700	70,01	0,26	26,19	50	0,715	71,46	0,27	27,39

6. táblázat Az általunk létrehozott indexek értékei. CAVI: cardiac area vertebral index,
CTAR: cardiothoracic area ratio

	CAVI	CAVI %	CTAR	CTAR%
Medián	0,7469	74,6933	0,2679	26,7919
Átlag	0,7508	75,0814	0,2712	27,1210
Szórás	0,0534	5,3440	0,0375	3,7545
Variancia	0,0029	28,5585	0,0014	14,0963
Minimum	0,6536	65,3647	0,2059	20,5889
Maximum	0,8588	85,8828	0,3503	35,0291

7. táblázat Az általunk létrehozott indexek vizsgálata leíró statisztikai módszerekkel.
CAVI: cardiac area vertebral index, CTAR: cardiothoracic area ratio

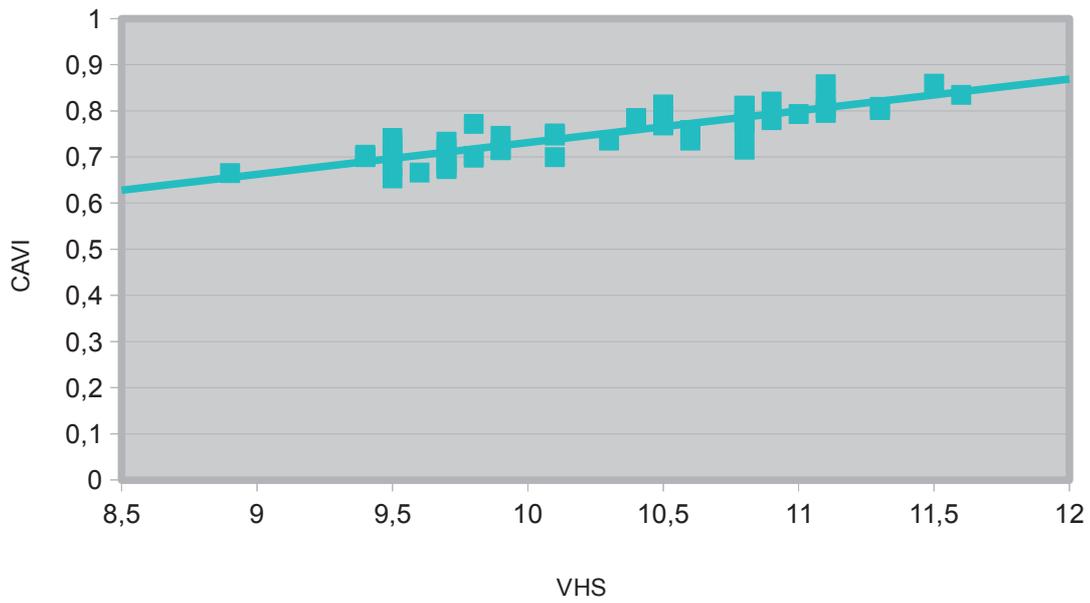


4. grafikon Az általunk létrehozott indexek közötti összefüggés vizsgálata. CAVI: cardiac area vertebral index, CTAR: cardiothoracic area ratio

CAVI-VHS

$r = 0,8656$

$$f(x) = 0,07x + 0,04$$
$$R^2 = 0,75$$

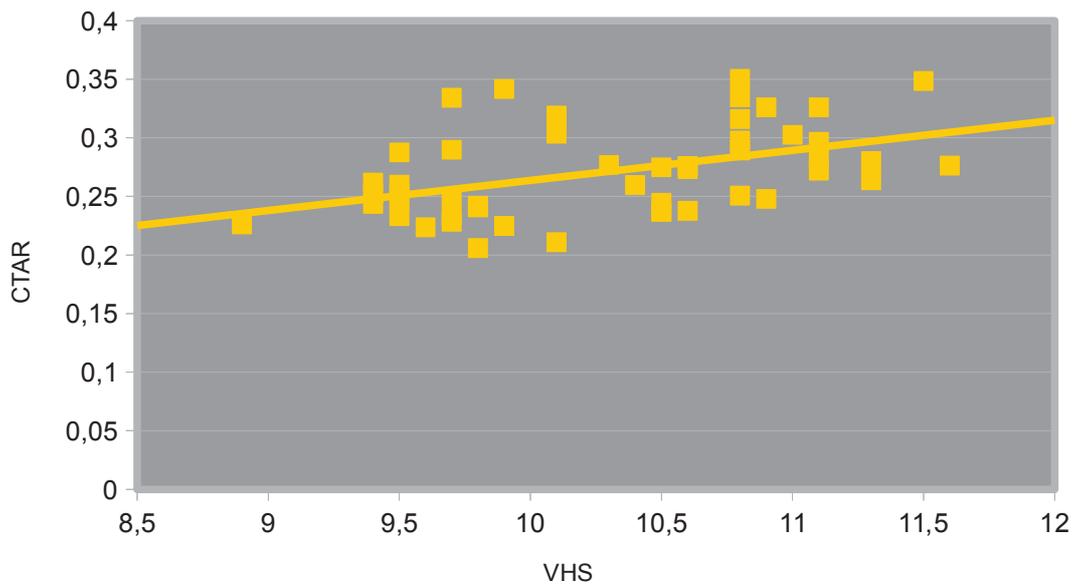


5. grafikon A CAVI (cardiac area vertebral index) és a VHS (vertebral heart size) közötti összefüggés.

CTAR-VHS

$r = 0,4556$

$$f(x) = 0,03x + 0,01$$
$$R^2 = 0,21$$



6. grafikon A CTAR (cardiothoracic ratio) és VHS (vertebral heart size) közötti összefüggés.

4.1 Az eredmények megvitatása

A digitális képfeldolgozás röntgendiagnosztikában való megjelenése óta számos kutatás témáját képezte a szívterület számítógépes programmal történő meghatározása, és annak a szívmegegyesítés diagnosztikájában való használatának vizsgálata.^{31,38,39,40}

Az általunk végzett vizsgálatokkal arra kerestük a választ, hogy a szívárnyék területe alkalmazható-e kutyák szív méretének elbírálására. Feltételezésünk szerint, a szív területe sok esetben még pontosabban jellemzi a szív méretét, mint a szélességi és magassági adatok összege. Ennek érdekében számos paramétert mértünk és vizsgáltunk LL mellkasi röntgenfelvételeken, egy általunk véletlenszerűen összeállított random populációban (**2. táblázat**). A méréseket egy gyakorlott és egy kezdő vizsgáló egymástól függetlenül végezte. A kapott eredményeket összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy minden mért paraméter tekintetében az eredmények között szoros korreláció áll fenn ($r \geq 0,8779$)(**5. táblázat**). Ebből arra következtettünk, hogy a méréseket végző személy tapasztalata csak kis mértékben befolyásolja mérési eredményeket. A kapott korreláció a szívterület esetében egyértelműen szorosabb volt mint VHS esetén ($r=0,99$ vs. $r=0,87$), ami alapján úgy tűnik, hogy a szívterület konzekvensebben és megbízhatóbban mérhető paraméter, mint a VHS. Az általunk végzett mérések során kapott VHS értékekből átlagot számítottunk, amely a szerzők által meghatározott normál referencia érték ($9,7 \pm 0,5$)² felső határán vagy afölött volt (10,18; 10,28). A vizsgálat során kapott eredmények további statisztikai elemzését a **3. és 4. táblázat** tartalmazza.

A következő lépésben arra kerestük a választ, hogy a szív magasság és szélesség adatához hasonlóan, vajon a szív terület is megfelelő korrelációban áll-e a testi mutatókkal. Amennyiben területet hosszúsággal hasonlítottunk össze, a szívterület négyzetgyökét használtuk a számításokhoz. A vizsgálatok eredményei alapján a szív területe és a csigolyák hossza ($r=0,9393$), valamint a szív területe és a mellkas területe között ($r=0,9761$) igen erős, a szív területe és a testtömeg között ($r=0,4999$) mérsékelten erős a kapcsolat (**1-3. grafikonok**). A *Buchanan és Bücheler* által végzett vizsgálat során a szív hossz- és keresztátmérőjének összege és a hátcsigolyák hossza között szoros korreláció áll fenn ($r=0,98$).²

Mivel a szív területe a megvizsgált testi mutatókkal jól korrelált, a vizsgálat következő fejezeteként a szívterület és mellkasterület, illetve a szívterület és a csigolyahossz között fennálló szoros korrelációt alapul véve indexeket alkottunk, amelyek feltételezésünk szerint a VHS alternatívájaként szolgálhatnak egy automatizált mérési eljárásban. Így létrehoztuk a szívterület/mellkasterület = **CTAR** (cardothoracic ratio), szívterület/csigolyahossz = **CAVI** (cardiac area vertebral index) mutatókat.

Vizsgáltuk, hogy az általunk alkotott értékek hogyan korrelálnak adott egyed esetében a VHS értékekkel, illetve egymással. Az összefüggéseket a **4-6. grafikonok** ábrázolják. A **4. grafikon** adataiból kitűnik, hogy a $r=0,8676$ -os korrelációs koefficiens alapján a CAVI érték az, amely szorosabb összefüggést mutat a VHS értékkel, így vélhetően alkalmasabb lesz a klinikai felhasználásra. A CTAR és a VHS közötti alacsony fokú korrelációra ($r=0,4556$) nehéz magyarázatot találni, mivel külön a szívterület és a mellkasterület négyzetgyökeinek korrelációja ($r=0,9761$) még magasabb is volt, mint a gerincoszlop és a szívterület gyökének korrelációja ($r=0,9393$).

A kapott relatíve alacsony érték abból a szempontból sem biztató, hogy a tervezett automatikus képanalitikai eljárás során a mellkas területének mérése vélhetően jobban autamtizálható, mint a csigolyák hosszának mérése. További vizsgálatok szükségesek ahhoz, választ kapjunk arra, hogy mi lehet az alacsony összefüggések hátterében, esetleg matematikusok, statisztikusok bevonásával.

Eredményeink alapján elmondható, hogy a szívterület mérése manuális területbehátárolással megbízhatóan reprodukálható, vizsgálófüggetlen eredményt ad. A szív területe nagyfokú korrelációt mutat a mellkasterülettel és a gerinchosszal is, amely utóbbi mutató szorosan az általánosan használt VHS-hez esik közel. A vizsgálatunk eredményét korlátozza, hogy csak 50 kutya röntgenképét használtuk fel, ami nem elégséges a módszer alkalmazhatóságának elbírálására. Méréseink további korlátja, hogy az általunk alkalmazott populáció túl sokféle fajtát tartalmazott, illetve, hogy a kutyák nem voltak bizonyítottan egészségesek. Célszerű lenne további vizsgálatokat végezni nagyobb esetszámmal, ahol a kísérleti csoportot azonos fajtájú cardiomegáliás kutyák alkotják egészséges kontrollcsoport mellett, annak érdekében, hogy egyértelműen bizonyítható legyen a szívterület alapú indexek klinikai alkalmazhatósága.

5. Összefoglalás

Az echocardiographia elterjedésének ellenére a mellkasröntgen, továbbra is fontos helyet foglal el a szívmeagnagyobbodás kimutatásában, illetve nyomon követésében a kisállatpraxisban.

Számos technika létezik a szív méret röntgenképen való meghatározására. Napjainkban, az állatorvosi gyakorlatban a legelterjedtebb a *Buchanan és Bücheler* által leírt VHS (Vertebral Heart Size) módszer, amely szív hossz- és keresztátmérőjét viszonyítja a hátsigolyák hosszához. A VHS lényegében egy jó viszonyítási alapot biztosít az állatorvosoknak a szívmeagnagyobbodás jelenlétének elbírálására, valamint segítséget nyújt a szívbetegségek monitorozásában, de használatánál fontos szem előtt tartani a módszer limitáló tényezőit.

A digitális feldolgozású radiológiai rendszerek megjelenése lehetőséget biztosított a különböző számítógépes programok használatára az orvosi képanalitikában. Humán radiológiában, az elmúlt néhány évtized során számos kutatás témáját képezte a szív méret meghatározása a szívárnyék számítógépes területmérése segítségével. A vizsgálatok eredményei az új módszer hasznosságát igazolták.

Szakterületben arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a szívterület, mint új diagnosztikai paraméter, milyen sikerességgel alkalmazható kutyákban, a szív méret meghatározására. A vizsgálatok anyagaként kiválasztott digitális mellkasi röntgenfelvételeken az ImageJ® digitális képanalizáló program segítségével a szívterületen kívül, számos egyéb paramétert is megmértünk (mellkasterület, csigolyahossz, VHS). A méréseket egy gyakorlott és egy kezdő vizsgáló egymástól függetlenül végezte. A mérések során kapott eredményeket különböző statisztikai módszerekkel vizsgáltuk, annak érdekében, hogy megállapítsuk a közöttük fennálló kapcsolatot. A két vizsgáló eredményei között fennálló szoros korreláció arra enged következtetni, hogy a méréseket végző személy tapasztalata csak kis mértékben befolyásolja mérési eredményeket.

A szívterület és a mellkasterület, valamint a szívterület és a csigolyák hossza közötti szoros korrelációt alapul véve indexeket alkottunk, majd Pearson-féle korrelációs számítást alkalmazva vizsgáltuk az új indexek és a VHS közötti összefüggést. Az általunk létrehozott mutatók a szívterület/mellkasterület = **CTAR** (cardiothoracic ratio), valamint a szívterület/csigolyahossz = **CAVI** (cardiac area vertebral index). A korrelációs koefficiens alapján a CAVI érték az, amely szorosabb összefüggést mutatott a VHS értékkel, így vélhetően alkalmasabb lesz a klinikai felhasználásra.

Az általunk végzett vizsgálatok során kapott eredmények alapján elmondható, hogy a szívterület mérése manuális területbehatarolással megbízhatóan reprodukálható, vizsgálófüggetlen eredményt ad, illetve, hogy szív területe nagyfokú korrelációt mutat a mellkasterülettel és a gerinchosszal is. A szívterület alapú indexek klinikai alkalmazhatóságának bizonyításához azonban további vizsgálatok elvégzése szükséges nagyobb esetszámmal, ahol a kísérleti csoportot azonos fajtájú cardiomegáliás kutyák alkotják egészséges kontrollcsoport mellett.

6. Summary

Radiological evaluation of the thorax in small animals is one of the most important and frequently performed diagnostic tests in small animal practice. Despite the advent of echocardiography, thoracic radiography remains an integral part of the diagnosis and management of cardiac disease. Several techniques exist for determining the size of the heart on radiographs. The most commonly used method to evaluate the cardiac size is the vertebral heart size (VHS), first described by *Buchanan and Bücheler* in 1995. The VHS measurement is based on measuring the cardiac height (long axis) and width (short axis) compared to the animal's vertebral body length. It can be very useful for veterinarians to evaluate the size of the heart but it's important to keep in mind its limitations while using this method.

The appearance of the digital radiographic systems in medical imaging has made the possibility to use various computer programs in image analysis. To determine the cardiac size by measuring its area with computer programs has been the subject of several studies in human radiology. The results of these studies have demonstrated the usefulness of this new method.

The aim of my thesis was to answer the question if the method of measuring the cardiac area with computer can be used in clinical practice to evaluate the heart size in dogs. Different types of measurements were made on the selected digital radiographs using the ImageJ® digital analysis program (cardiac area, thoracic area, vertebral length, VHS). The measurements were made by two examiners and their results were compared. The strong correlation between them suggests that the observer had only slight influence on the results.

The results of the measurements were analyzed with statistical methods in order to determine the relationship between them. Based on the strong correlation between cardiac area and thoracic area, and cardiac area and vertebral size we have made two indices, the CTAR= cardiothoracic area ratio and the CAVI= cardiac area vertebral index. Pearson correlation was used to examine the relation between this new indices and the VHS. The results have shown good correlation between the VHS and the CAVI so probably this parameter will be suitable for clinical use.

However, our studies have shown a good correlation between cardiac area and thoracic area, and cardiac area and vertebral size, further studies are required to provide the applicability of the use of the area based indices in clinical practice.

7.Hivatkozások jegyzéke

1. Root, C.R.; Bahr, R.J.: The heart and great vessels in Textbook of diagnostic veterinary radiology, Thrall DE (ed) 4th edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia 2002; pp: 402-419
2. Buchanan JW, Bücheler J.: Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. J Am Vet Med Assoc 1995; 206:194-199.
3. Kealy J.K., McAllister, H., Graham J.P.: Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat. Saunders Elsevier, Philadelphia 2011; 298 pp.
4. Owens JM.: Radiology of the heart. In: Tilley LP, Owens JM, editors. Manual of small animal cardiology. New York: Churchill Livingstone Inc.; 1985. p. 37.
5. Owens JM, Biery DN.: Radiographic interpretation for the small animal clinician. 2nd ed. Williams and Wilkins Company; 1999. p. 190.
6. Lamb CR, Boswood A.: Role of survey radiography in diagnosing canine cardiac disease. Comp Cont Ed Prac Vet 2002; 24:316-326.
7. Baron, M.G.: Radiology of the heart. Cecil Textbook of Medicine. 2004
8. Miller, J.A., Singer, A., Hinrichs, C., Contractor, S. and Doddakashi, S.: Cardiac dimensions derived from computed tomography: Corr with plain film radiography. Internet Journal of Radiology ISSN; 2000
9. Danzer, CS: The cardiothoracic ratio: an index of cardiac enlargement. Am J Med Sci 157:513-521, 1919
10. Rudolf H., Taeymans, O., Johnson, V.: Basics of thoracic radiography and radiology. In BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging. T. Schwarz and V. Johnson (Eds.). British Small Animal Veterinary Association, Shurdington, UK; 2008 pp. 1-19.
11. Arany-Tóth Attila: Radiológiai előadások SZIE-ÁOTK, Sebészet 2009
12. Xavier Sánchez Salguero, David Prandi Chevalier: Nuevas medidas radiográficas para la detección del incremento del atrio izquierdo en perros y nuevo método para la obtención del Vertebral Heart Scale. Tesis doctoral, Departamento de Medicina y Cirugía Animales Facultad de Veterinaria Universidad Autónoma de Barcelona Julio del 2012

13. Johnson et al.: The heart and major vessels. In BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging. T. Schwarz and V. Johnson (Eds.). British Small Animal Veterinary Association, Shurdington, UK; 2008 pp. 86-176.
14. Fehér Gy.: A háziállatok funkcionális anatómiája
15. Greco et al.: Effect of left vs. right recumbency on the vertebral heart score in normal dogs; *Veterinary Radiology & Ultrasound*, Vol. 49, No. 5, 2008; pp 454–455.
16. Spencer CP, Ackerman N, Burt JK.: The canine lateral thoracic radiograph. *Vet Radiol* 1981; 22:262–266.
17. Bavegems et al.: Vertebral heart size ranges specific for whippets. *Vet Radiol Ultrasound* 2005; 46:400–403.
18. Lamb et al.: Use of breed-specific ranges for the vertebral heart scale as an aid to the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs. *Vet. Rec.* 2001;148: 707–711.
19. Hansson, K.; Haggstrom, J.; Kvarn, C. and Lord, P.: Interobserver variability of vertebral heart size measurements in dogs with normal and enlarged hearts. *Vet. Radiol. Ultrasound* 2005; 46: 122-30.
20. Jinhwa Chang et al.: Establishment of normal canine thoracic radiograph database in small breed dogs. *J. Biomed. Res.* 2012, 13(3), 219-221
21. Ghadiri A., Avizeh R., Fazili G.: Vertebral heart scale of common large breeds of dogs in Iran. *Int. J. Vet. Res* 2010; 2: 107-111.
22. Sleeper M.M.; Buchanan J.W.:Vertebral scale system to measure heart size in growing puppies. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 2001; 219: 57-59.
23. Silverman S.; Suter P.F.: Influence of inspiration and expiration on canine thoracic radiographs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1975; 166: 502-510
24. Fox, P., Sisson, D., Moise, S.: *Textbook of canine and feline cardiology: principles and clinical practice.* Saunders, London 1999; 109 pp.
25. Hamlin RL.: Analysis of the cardiac silhouette in dorsoventral radiographs from dogs with heart disease. *J Am Vet Med Assoc* 1968; 153:1444-1460
26. Suter P.F., Lord P.: Cardiac Diseases. In *Thoracic radiography: a text atlas of thoracic diseases of the dog and cat.* P.F. Suter (Eds.). Wettswil, Switzerland, 1984; pp. 362
27. Lamb et al.: Assessment of the value of the Vertebral Heart Scale in the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs. *Veterinary Record* 2000; 146:687-690.

28. Kraetschmer et al.: Vertebral Heart Scale in the beagle dog. *Journal of Small Animal Practice* 2008; 49:240-243.
29. Gugjoo et al.: Vertebral Scale System to Measure Heart Size in Dogs in Thoracic Radiographs ,*Advances in Animal and Veterinary Sciences* 2013; 1 (1): 1 – 4.
30. Schnellling, C.G.: Radiology of the Heart. In Miiller MS and Tilley LP (eds): *Manual of Canine and Feline Cardiology*, 2nd ed., WB Saunders Co., Philadelphia, 1995
31. Nobuyuki Nakamori, Kuino Doi, Victoria Sabeti and Heber MacMahon: Image feature analysis and computer-aided diagnosis in digital radiography: Automated analysis of sizes of heart and lung in chest images, *Med. Phys.*17(3) 1990
32. Fuster et al.: The natural history of idiopathic dilated cardiomyopathy; *Am.J. Cardio.*47, 1981; 525-531
33. K. Nickol, A.J. Wade: Radiograph heart size and cardiothoracic ratio in three ethnic groups for a simple screening test for cardiac enlargement in men. *Br. Radiol.*55, 1982; 399-403
34. Herold J. Stewart: A technic for measuring X-ray photographs of the cardiac areas of dogs. *From the Hospital of the Rockefeller Inst. for Med. Research, New York* 1926
35. John S. Matton, Carin Smith: *Breakthroughs in Radiography: Computed Radiography; Compendium* 2004
36. Kunio Doi :Computer-aided diagnosis in medical imaging: Historical review, current status and future potential; *Comp. Medical Imaging and Graphics* 31 2007; 198–211
37. Kunio Doi :Computer-aided diagnosis in medical imaging and its Potential impact on Diagnostic Radiology, *Computer-aided Diagonosis in Medical Imaging*, Elsevier Science B.V. 1999
38. Muhammad et al.:Automatic evaluation of cardiac hypertrophy using cardiothoracic area ratio in chest radiograph images. *Computer methods and programs in biomedicine* 105, 2012; 95-108
39. Browne et al.: Extraction of the two-dimensional cardiothoracic ratio from digital PA chest radiographs: correlation with cardiac function and the traditional cardiothoracic ratio, *J. Digit. Imaging* 17 (2) ,2004; 120–123.
40. Faisal A. Torad, Elham A. Hassan: Two-dimensional cardiothoracic ratio for evaluation of cardiac size in German sheperd dogs; *Journal of Veterinaty Cardiology* 2014

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Arany-Tóth Attilának a dimpomamunkám elkészítése során nyújtott szakmai és emberi segítségéért, a türelméért és a rengeteg időért, amit a konzultációkra áldozott. Köszönet illeti továbbá a Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika Radiológiai részlegén dolgozókat, akik elkészítették az általunk felhasznált felvételeket.