

Állatorvostudományi Egyetem
Belgyógyászati Tanszék és Klinika

**A pulmonális vénák echokardiográfiás
áramlási spektruma, a bal pitvar mérete és
a kisvérköri pangás összefüggéseinek
vizsgálata kutyákban**

Study of the correlation between the left atrial size, the
pulmonary congestion and the spectrum of the pulmonary venous
flow measured by echocardiography in dogs

Készítette: Csatlós Gréta

Témavezető:
dr. Kiss Gergely
Belgyógyászati Tanszék és Klinika

Budapest, 2020.

Tartalomjegyzék

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Bevezető | 1 |
| 2 | Szakirodalmi áttekintés..... | 2 |
| 2.1 | <i>Anatómiai összefoglaló.....</i> | <i>2</i> |
| 2.2 | <i>Élettan, kórélettan.....</i> | <i>3</i> |
| 2.3 | <i>Az echokardiográfiás vizsgálat alapjai.....</i> | <i>6</i> |
| 2.4 | <i>Echokardiográfiás vizsgálati típusok.....</i> | <i>7</i> |
| 2.5 | <i>A bal pitvari nyomásfokozódás és a diasztolés funkció vizsgálata ultrahang segítségével</i> | <i>9</i> |
| 2.6 | <i>A kamrai diasztolé klinikai jelentősége, szerepe a szívciklusban és a kamra diasztolés funkciójának vizsgálata.....</i> | <i>10</i> |
| 2.7 | <i>A pulmonális vénák áramlásának mérése Doppler ultrahanggal</i> | <i>13</i> |
| 2.7.1 | <i>A vizsgálat menete.....</i> | <i>14</i> |
| 2.7.2 | <i>A pulmonális vénák áramlási görbéje.....</i> | <i>15</i> |
| 2.8 | <i>A pulmonális vénákban mért áramlás diagnosztikai alkalmazása</i> | <i>18</i> |
| 3 | Célkitűzések..... | 22 |
| 4 | Anyag és módszer | 22 |
| 5 | Eredmények..... | 24 |
| 6 | Az eredmények értékelése..... | 30 |
| 7 | Összefoglalás..... | 32 |
| 8 | Summary | 33 |
| | Irodalomjegyzék..... | 34 |
| | Köszönetnyilvánítás | 36 |

Rövidítések jegyzéke

A hullám - pitvar-kamrai beáramlási hullám a pitvari kontrakció után

AR - pitvari visszaáramlás

AV blokk - atrioventrikuláris blokk

CF doppler - színes doppler echokardiográfia

CW doppler - folyamatos doppler echokardiográfia

D hullám - diasztolés hullám

E hullám - pitvar-kamrai korai diasztolés beáramlási hullám

FS - balkamrai rövidülési hányados

HR - szívfrekvencia

IAS - pitvari sövény

IVRT - izovolumetriás relaxációs idő

IVS - kamrai sövény

J-fázis - korai kamrai repolarizációs hullám elektrokardiogrammon

LA - bal pitvar

LA/Ao - bal pitvar méretének és az aorta átmérőjének aránya

LV - bal kamra

LVID - bal kamra belső átmérője

PW doppler - pulzatis doppler echokardiográfia

RA - jobb pitvar

RV - jobb kamra

SA blokk - sinoatrialis blokk

S hullám - szisztolés hullám

1 Bevezető

A balszívfél elégtelen működésének egyik fő következménye a bal pitvari nyomásfokozódás és az ezzel összefüggő kisvérköri pangás. A bal pitvar a nyomásfokozódás hatására kitágul, krónikus esetben irreverzibilisen átépül. A bal pitvar méretének jellemzésére az echokardiográfiás klinikai gyakorlatban, a bal pitvar és az aorta jobboldali rövidtengelyű metszetben felvett arányát használják, ami egy dimenzió nélküli szám.

A krónikusan kitágult bal pitvar mérete jelentősen nagy lehet, alakja pedig változatos és jellemzően aszimmetrikus, vékony falszerkezettel. A tapasztalat szerint, a kisvérköri pangás és nyomásfokozódás klinikai jelei nem jól korrelálnak a bal pitvari echokardiográfiás méretekkel, különösen enyhébb esetekben. A klinikai tüneteket a kisvérköri pangás, illetve az ezzel szorosan összefüggő, a pulmonális vénákban és a bal pitvarban uralkodó nyomásfokozódás okozza.

A bal pitvari nyomás a pulmonális vénákban felvehető áramlási spektrumokat közvetlenül befolyásolja, ezért elméletileg lehetőséget kínálhat a bal pitvarban uralkodó nyomásviszonyok pontosabb jellemzésére. Munkánk során ezt a lehetőséget vizsgáltuk.

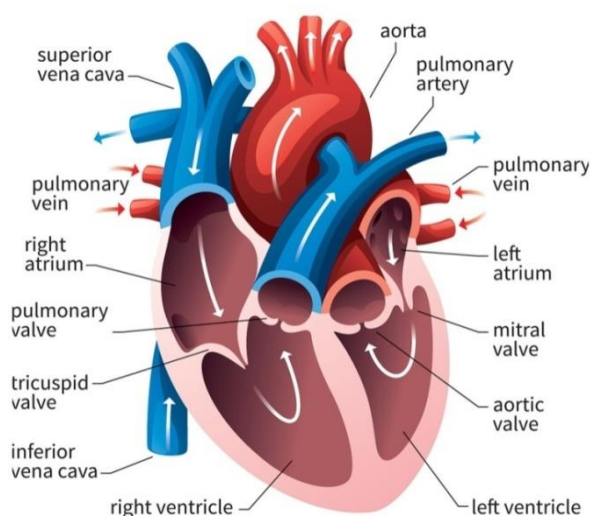
2 Szakirodalmi áttekintés

2.1 Anatómiai összefoglaló

A pulmonális vénák a tüdőből szállítják az oxigénben gazdag vért az ostium venarum pulmonarumon keresztül a szív bal pitvarába. A tüdővénák száma változatos határok között mozog, függ a fajtól, illetve a tüdőlebenyek számától is. Embereknél négy pulmonális vénát különböztetnek meg, jobb alsó, bal alsó, jobb felső, bal felső. (1.ábra)

Kutyák ultrahangos vizsgálata során, baloldali apikális nézetben két pulmonális véna ábrázolható. Egy a jobboldali szeptális részen, egy a baloldali szabad falhoz közelebbi részen.

A vénák fala vékony, összenyomható. Billentyűket nem találunk bennük, kivéve a pitvarba nyílás helyén egy izom zseb található, ami a pitvar összehúzódásakor megakadályozza a vér túlzott mértékű visszaáramlását a tüdővénákba. A tüdővénák két szakaszból állnak, egy intraparenchymalis, szíven belüli és egy extraparenchymalis szakaszból, ezért nemcsak a szíven belüli nyomásváltozások, hanem az intrapleurális nyomásviszonyok is befolyásolják a vénákban lévő vér áramlását. (Schober et al.,1998)



1. ábra A szív felépítése

<https://qcg.com.au/patients/anatomy-heart>

2.2 *Élettan, kórélettan*

A szívnek két állapotát különböztethetjük meg, a szisztolét és a diasztolét. Szisztolé alatt a szív összehúzódik, a vér pedig az üregekből kipréselődik a tüdőartérián át a kisvérkörbe, az aortán át a nagyvérkörbe. A diasztolé alatt a szív izomzata elernyed, az üregei az üresvénákon, illetve a pulmonális vénákon keresztül megtelnek vérrel.

A szívciklus két összehúzódás közötti időt jelenti. A pitvari, kamrai szisztolé és diasztolé időben nem különíthető el, a kamrai diasztolé alatt már a pitvari szisztolé elkezdődik. A szívciklus alatt a kamrák zsugorodása, ellazulása során, illetve az üresvénák telődése és ürülése következtében a szív alakváltozáson megy keresztül.

A kamrai diasztolé alatt történik a szív saját vérellátása, így ez a fázis és a zavartalan relaxáció jelentős szerepet játszik a szív működésében.

A szívciklus fázisai a 2. ábrán láthatóak:

- 1- pitvari kontrakció
- 2- izovolumetriás kontrakció
- 3- rapid ejekciós fázis
- 4- csökkent ejekciós fázis
- 5- izovolumetriás relaxáció
- 6- gyors beáramlás
- 7- csökkent beáramlás

Az első fázis, a pitvari kontrakció során a pitvarkamrai billentyűk nyitottak, míg a félhold alakú billentyűk zárva vannak. Az elektrokardiogrammon a P-hullám látható. A pitvarok összehúzódnak, ezáltal a nyomás emelkedik a pitvarokban. A vér nagy része passzívan átjut az alacsonyabb nyomású kamrákba, míg a vér kisebb része a pitvari kontrakció során aktív munkával jut a kamrákba.

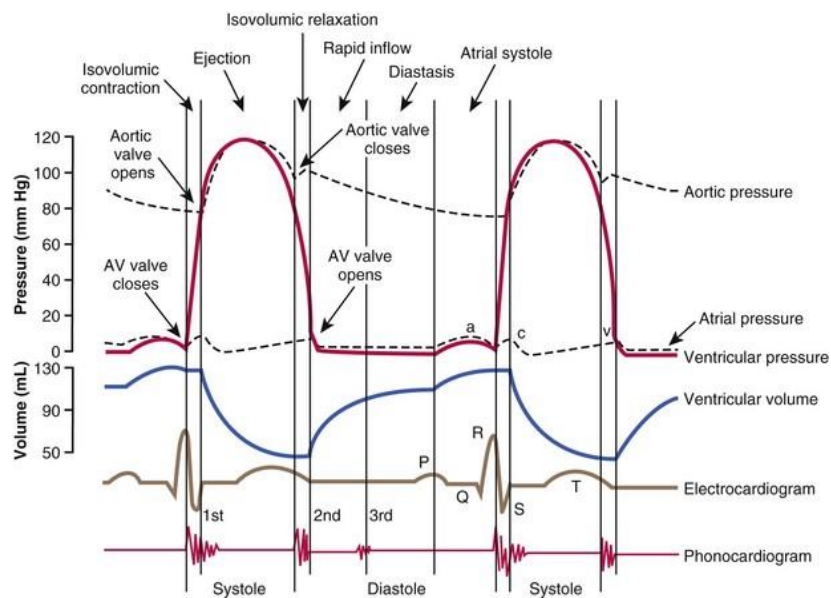
Az izovolumetriás kontrakció fázisában, a pitvarkamrai és a félhold alakú billentyűk is zárva vannak. Ilyenkor a kamrai térfogat nem változik, csak a falfeszülés növekszik. A növekvő falfeszülés miatt, növekszik a kamrai nyomás is, viszont az aorta nyomása csökken. Az elektrokardiogrammon a QRS komplexum után kezdődik ez a szakasz. A második szakasz addig tart, míg az aortában/tüdőartériában lévő nyomás el nem éri a kamrai nyomást, ekkor megkezdődik az izometriás összehúzódás.

A harmadik szakaszban, a rapid ejekciós fázisban, a vér beáramlik a nagy erekbe, aortába/tüdőartériába. A nyomás az erek falában megemelkedik, ezt nevezzük szisztolés vérnyomásnak. A félhold alakú billentyűk nyitottak, míg a vitorlás billentyűk zárva vannak. A gyors ejekciós fázis után következik egy csökkent ejekciós fázis.

Ezt követi az izovolumetriás relaxáció, amikor a szív térfogata nem változik, a billentyűk zárva vannak, a kamrai nyomás csökkenő tendenciát mutat. Amikor a kamrai nyomás a pitvari nyomás alá esik, a fizikai törvények függvényében, a kisebb nyomású hely felé fog áramlani a vér, így a kamrába áramlik. A vitorlás billentyűk kinyitódnak.

A szív ciklus utolsó fázisa a csökkent beáramlási fázis, amikor a kamrákba beáramló vér sebessége lelassul. Majd kezdődik az egész szív ciklus az elejétől, vagyis a pitvari kontrakcióval.

Fonendoszkóppal vagy fonokardiográfias módszerrel vizsgálva a szívhangokat rögzíthetjük és elemezhetjük őket a szív ciklus függvényében. A kisállatoknál kettő szívhangot hallhatunk. Az első hang kamrai szisztolé alatt keletkezik, amikor a vitorlás billentyűk bezáródnak. A második szívhang, a kamrai diasztolé során, a félhold alakú billentyűk záródásakor keletkezik. Az utóbbi, lehet hasadt is, ha az aorta és a tüdőartéria félhold alakú billentyűi egymástól eltérő időben záródnak, ilyenkor kettős hangot hallhatunk, egy szívhang helyett. (King, 1999; Klein, 2020; Tóth, 2017)



2. ábra A szív ciklus

<https://veteriankey.com/cardiac-surgery/>

2.3 Az echokardiográfiás vizsgálat alapjai

A szívultrahang során információt kaphatunk a szív morfológiájáról, működéséről és ezeket számszerűsíteni is tudjuk.

Az ultrahang vizsgálatok során fontos a megfelelő kontaktközeg a vizsgálófej és a testfelszín között, ezért célszerű a szőrzet lenyírása és ultrahang gél alkalmazása a vizsgálatok során. A rövidebb szőrű páciensek esetében sokszor elegendő, ha a szőrzetet alaposan átítatjuk alkoholos spray-vel vagy vízzel. A vizsgálati ablak keskeny, a szegycsont és a bordák által határolt mellkasi részen végezzük a vizsgálatot. Manapság a kis kontakfelületű vizsgálófejek terjedtek el, ilyen a gyors jelfeldolgozó képességű 'phased array' és a jobb felbontóképességű mikrokonvex vizsgálófejek. Az szívultrahang során fontos a vizsgálófejek frekvenciájának beállítása, ami a behatolási mélység függvényében változik, illetve meghatározza a vizsgálat típusa is.

A vizsgálatot oldalfektetésben végzik, egy speciális kivágott asztalon vagy az asztalra helyezett feltét segítségével. Oldalfekvésben a tüdőszárnyak oldalra tolódnak, így a szív és a mellkas fala megfelelő kontaktusba kerül.

Sürgős esetben, nehezített légzésben a páciens nem szükséges oldalfektetésbe helyezni, megvizsgálható ülő vagy álló pozícióban is, a mellső lábak előrehúzásával és szükség esetén oxigén biztosításával. A vizsgálat során lehetőség szerint kerüljük az altatók, nyugtatók alkalmazását, ugyanis a szív működést ezek befolyásolják, illetve kompenzált szívelégtelenség dekompenzálttá válhat a gyógyszerek hatására. Egyes pácienseknél elkerülhetetlen a nyugtatók alkalmazása, ekkor a legkevésbé kardiogén hatásút alkalmazzuk, pl. buprenorfin, butorphanol, acepromazin. (Hetyei és Vörös, 2012)

2.4 Echokardiográfiás vizsgálati típusok

Kétdimenziós, más néven B-mód vagy 'real time' szívultrahang során a kapott kép hasonlít az anatómiai kétdimenziós képekhez. Standardizált vizsgálófej pozíciókat és vizsgálati síkokat különböztethetünk meg.

- 1, A jobb parasternalis transducer pozíció során, a 3-6. bordaközben, a szegycsont-bordacsont-bordaporc ízesülésénél végezzük a vizsgálatot. A kétdimenziós és M-mód vizsgálatok során leggyakrabban használt pozíció. A vizsgálati sík lehet hossz tengelyű, négyüregű sík vagy a bal kamra kiáramlási pálya síkja, illetve rövidtengelyű sík. A balszívfél vizsgálatára, a kamra és az aorta mérésére alkalmazzák.
- 2, Bal caudális (apicalis) parasternalis transzducer pozíció, a bal 5-7. bordaközben a szegycsont közelében végzik a vizsgálatot. A pitvar-kamrai szájadék és az aorta Doppleres vizsgálatára alkalmazzák.
- 3, Subcostalis transducer pozíció hasznos lehet az aorta kiáramlási pálya vizsgálatánál.

M-mód, más néven egydimenziós echokardiográfia egyes fontos mérések elvégzésére nélkülözhetetlen. Duplex módon alkalmazhatják a 2 módszert, amikor B-módban felkeresik az adott anatómiai képleteket, majd átváltanak az M-módra vagy Doppler ultrahangra. M-mód során, az ultrahang a szív struktúráit egy vonal mentén képezi le. Az ultrahang képernyőjén, az x-tengelyen az idő, míg az y-tengelyen a vizsgálófejtől való távolság, mélység ábrázolható. A vizsgálattal párhuzamosan rögzített elektrokardiográfia segítségével információt nyerhetünk a szív ciklus időbeli lefolyásáról.

Doppler ultrahang során meghatározhatjuk a szíven belüli véráramlás sebességét, irányát, illetve áramlási rendellenességeit, pl. turbulenciát vagy regurgitációt. Christian Doppler által leírt doppler effektus alapján, a vizsgálófejből kibocsátott ultrahang hullámok a vörösvérsejt felszínéről visszaverődnek, a hullám frekvenciája ezzel megváltozik. A frekvenciaváltozás arányos lesz a véráramlás sebességével. Billentyűrendellenességek és a szíven belüli söntök megállapítására alkalmazzák leggyakrabban.

Két típusát különíthetjük el, a színes doppler és a spektrális doppler. A színes doppler=colour flow=CF minőségi mérésekre alkalmazzuk. A vörösvérsejtekről visszavert jeleket az ultrahang készülék színekkel kódolja, a doppler kapun kívüli kép fekete-fehér marad. A vizsgálófej felé közeledő véráramlást piros, míg a távolodó áramlást kék színnel jelzi a készülék. A nagyobb sebességet halványabb árnyalattal különíti el. Lamináris áramlás során a színkód egységes, míg turbulencia esetében piros-kék-zöld színek egyidejűleg előfordulnak a doppler kapuban. A készülék színsávjáról leolvasható, hogy milyen tartományban tudja a sebességet színhelyesen megítélni. Ha ettől a tartománytól nagyobb a sebesség, akkor az 'aliasing' jelenség miatt a színek ábrázolása megfordul.

A spektrális doppleren belül elkülöníthetjük a folyamatos=continuous wave=CW és pulzációs=pulsed wave vizsgálatokat, amik segítségével pontos számszerű méréseket lehet elvégezni, a véráramlás sebesség-idő lezajlás pontos meghatározására.

Ritkább állatorvosi alkalmazásuk miatt háttérbe szorul a kontraszt, valamint a nyelőcső és a szöveti doppler echokardiográfia.

(Hetyei és Vörös, 2012)

2.5 A bal pitvari nyomásfokozódás és a diasztolés funkció vizsgálata ultrahang segítségével

A bal pitvar echokardiográfiás vizsgálatát elvégezhetjük a jobb oldali négyüregű metszet leképezésével, a mitrális billentyű felett, a billentyűnyitódás előtt, ekkor a harántátmérő a legnagyobb.

A jobboldali rövidtengelyű nézetben, a szív bázisánál ábrázolva, a bal pitvar méretét és az aorta átmérőjét hasonlíthatjuk össze. (LA/Ao) Ez az arány fiziológiásan $<1,5$. Fontos a standard vizsgálati síkok pontos beállítása, ugyanis pontatlanság esetén a diagnózist téves útra terelheti.

Kutyák esetében a legpontosabb módszer az érintett területek körberajzolása, viszont a vizsgálat körülményessége miatt a gyakorlatban ezt nem alkalmazzák. A körberajzolt területek aránya fiziológiásan $<3,85$. A LA/Ao pedig $<1:2$. Macskák esetében a bal pitvar átmérője fiziológiásan $<17\text{mm}$. A bal pitvar átmérője megváltozhat nyomás és volumen túlterhelés esetén.

A pitvar mérete egyenesen arányos a bal kamrai töltőnyomás mértékével. A bal pitvar méretének csökkenése leggyakrabban dehidráció miatt látható, ekkor a vénás visszafolyás elégtelen. Pitvarrepedés, ínhúrszakadás, szívbelsőhártyagyulladás esetében a pitvar mérete nem változik, viszont a nyomásnövekedés felhívhatja a figyelmet a kóros folyamatokra.

Egy normálméretű bal pitvar kizárja a szíveredetű tüdőödéma jelenlétét, viszont egy megnövekedett pitvar nem garantálja a pangás meglétét a tüdőben. Korábbi kutatások összefüggést találtak a bal pitvar nagysága és a diasztolés diszfunkció között.

A tágult pitvar nem az aktuális nyomás-volumen viszonyokat mutatja, hanem a megemelkedett töltőnyomást és az idült diasztolés diszfunkciót. A tágult bal pitvar hajlamosíthat a pitvarfibrilláció előfordulására. A pitvar méretének vizsgálatával a szívelégtelenség előrejelzését és mértékét is megállapíthatjuk. (Dénes és Lengyel, 2010; Heteyi és Vörös, 2012)

2.6 A kamrai diasztolé klinikai jelentősége, szerepe a szívciklusban és a kamra diasztolés funkciójának vizsgálata

Az aorta billentyűk záródásától, a mitrális billentyűk záródásáig eltelt időt diasztolénak nevezzük. A fázisai: isovolumetriás relaxáció, korai és késői telődés, pitvari kontrakció.

A bal kamrai működés két fázisból áll, aktív relaxációból és passzív tágulásból. A kamrai diasztolés funkciót sok tényező befolyásolja. Többek között a diasztolés működőképesség, a bal pitvari és kamrai nyomás, a bal pitvari funkció, valamint a szívburok tágulékenység is részt vesz a kialakításában.

Diasztolés teljesítménycsökkenés során a szívizomzat veszít a rugalmasságából, tágulási képessége csökken. A teljesítménycsökkenés oka lehet a szívburokban felgyülemelő folyadék vagy fibrotikus összenövések is akadályozhatják a szív üregeinek a kitágulását. Az életkor előrehaladtával a balkamrai compliance csökken, csökken a szív falának rugalmassága, a relaxációs idő meghosszabbodik, ami a diasztolés fázisban csökkent áramlást okoz, kompenzációként a szisztolés fázisban a véráramlás megnövekedik. (Dénes és Lengyel, 2010; Vörös és mts., 2019)

Állatorvosi jelentősége a diasztolés funkció mérésének a billentyűelégtelenség okozta kórképek diagnosztizálásában van. Az idült endocardiosis napjainkban a kutyák leggyakoribb szívbetegségei közé tartozik.

A betegségben szenvedő páciensekről elmondható, hogy általában idősebb, kistestű fajták betegszenek meg. Genetikai hajlamot is leírtak, a cavalier king charles spániel fajta esetében. A pitvar-kamrai billentyűk csomósan megvastagodnak, deformálódnak. Főleg a bal oldali mitrális billentyűket érinti, de előfordulhat mindkét oldalon is. Az endocardiosis legtöbb esetben a kéthegyű vitorlás billentyű elégtelenségét okozza. Aminek következtében a billentyűk nem képesek betölteni a feladatukat, a vér visszaáramlik a kamrákból a pitvarba. A bal pitvarban, majd a bal kamrában is térfogati túlterhelést okoz, amit a bal kamra excentrikus hypertrophiája követi és kialakul a balszívfél elégtelenség.

A tüdőben vérpangás, majd tüdőödéma alakul ki. Háromhegyű vitorlás billentyű érintettség pedig jobbszívfél elégtelenséget okoz. A kitágult és elvékonyodott falú bal pitvar ritmuszavarokat okozhat. Doppler ultrahang segítségével azonosíthatjuk és megállapíthatjuk a regurgitáció mértékét. Színes és spektrális doppler módszert alkalmazhatunk. (Hetyei és Vörös, 2012)

A bal szívelégtelenség mindig a bal pitvari töltőnyomás emelkedésével jár, a preload emelkedett, ami jó diagnosztikai marker a légzőszervi elégtelenséggel járó betegségek elkülönítése során. A diasztolés funkció és a pitvari töltőnyomás nem mérhető klinikailag. A transzmitrális és pulmonális beáramlási elemzésekkel, szöveti doppler eljárásokkal, következtetni tudunk a diasztolés funkcióra. A transzmitrális áramlás mérése során használt kategóriákat az 1.táblázat mutatja, ezek megegyeznek a humán gyakorlatban alkalmazottakkal.

1. táblázat A transzmitrális áramlás kategorizálása

| | |
|------|-----------------------------|
| I. | normál áramlás |
| II. | elhúzódó relaxációs áramlás |
| III. | pszeudonormális áramlás |
| IV. | restriktív áramlás |

A III. pszeudonormális áramlást elhúzódó relaxációs áramlás jellemzi, de az emelkedett pitvari nyomás ellensúlyozza a hatását, így nehéz elkülöníteni a normális és álnormális áramlásokat.

A szöveti doppler vizsgálat, pulmonális vénás beáramlás mérésével, illetve a Valsalva manőver segítségével hasznos információkhoz juthatunk a pszeudonormalizáció felismerésében.

A IV. restriktív áramlás rossz prognózist jelent, hipertrófiás cardiomyopathia és dilatációs cardiomyopathia esetében.

Egyszerre több diasztolés paraméter vizsgálata ajánlott, ugyanis előfordulhat normál értékek melletti diasztolés funkcióromlás.

A diasztolés funkció mérésére elfogadott módszer a mitrális billentyűn átfolyó véráramlás mérése doppler ultrahang segítségével. A spektrális doppler vizsgálatot a bal apikális, négyüregű metszetben végezzük, a doppler kaput a nyitott mitrális billentyű csúcsához helyezzük. Fiziológiásan a beáramlási görbe két csúcsot tartalmaz, egy korai diasztolés (E hullám) és egy kései pitvari összehúzódást követő csúcsot (A hullám).

A doppler ultrahanggal mérhetjük az E és A áramlási csúcssebességet és ezek arányát, a decelerációs időt (EDT/DTE) és az izovolumetriás relaxációs időt (IVRT). Decelerációs idő a korai csúcssebességtől a végéig tartó időt jelenti. Isovolumetriás idő alatt értjük, az aortabillentyű záródásától, a mitrális billentyű nyitódásáig eltelt időegységet. A kivitelezése során, a Doppler kaput a mitrális beáramlás és az aorta kiáramlása közé helyezve, egyszerre mérhető a két áramlás.

I. normál áramlás esetében az $E/A=1$. Az II. elhúzódo relaxációs áramlás esetében a pitvar fokozott kontrakcióval kompenzál, így nagyobb A hullám lesz, E/A kisebb és a decelerációs idő, valamint az izovolumetriás relaxációs idő is meghosszabbodik. Pseudonormalizáció során, a kompenzációs mechanizmus révén a bal pitvar nyomása megemelkedik és a bal kamrai töltőnyomás is emelkedik. A korai diasztolés beáramlási sebesség megnő, így az ábra hasonlít a fiziológiás görbéhez. Az E és A áramlási csúcssebesség megegyezik. A IV. restriktív áramlás során a korai diasztolés csúcssebesség megnövekedik, ezáltal az E/A nő, a DTE és az IVRT megrövidül.

Gyors pulzus esetében a két hullám összeolvadhat, ilyenkor EA hullámként használjuk. Az egyes ritmuszavarok esetében, például a pitvarfibrilláció során eltűnik az A hullám, a pitvari kontrakció hiánya miatt így csak egy, E hullámot láthatunk.

(Dénes és Lengyel, 2010; Heteyi és Vörös, 2012)

2.7 A pulmonális vénák áramlásának mérése Doppler ultrahanggal

A pulmonális vénák áramlásának mérését a humán medicinában a diasztolés funkció megítélésére alkalmazzák. Az állatorvoslásban ennek a paraméternek az alkalmazása nem terjedt el.

Az emberek esetében gyakran nyelőcsövön keresztüli, úgynevezett transoesophagealis ultrahangot alkalmaznak, aminek előnye, hogy a mellkasi ultrahang vizsgálat során jelentkező befolyásoló tényezők kiszűrhetőek, illetve a képalkotás során keletkező műtermékek csökkenthetőek. Meg kell azonban jegyezni, hogy az emberek esetében a szívbázis anatómiai helyzete a mellkasban a kutyákétól eltér, valamint a nyelőcsövön keresztüli ultrahang vizsgálat indikációja jóval sokrétűbb, mint a pulmonális vénák ábrázolása.

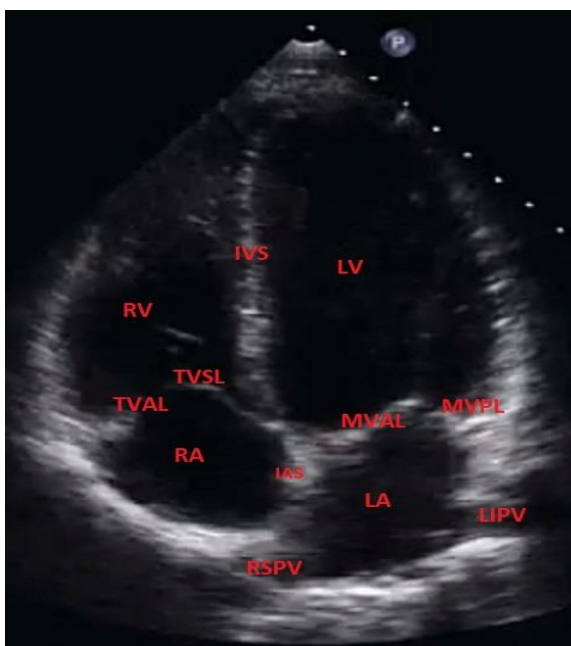
Annak ellenére, hogy a transoesophagealis echokardiográfia egyes esetekben optimálisabb képet adhat a szívbázisról és a pulmonális vénák szájadékáról, az állatorvoslásban ezt rutinszerűen nem célszerű alkalmazni, ugyanis a kutyák esetében a bódítás elkerülhetetlen, így az állatorvosok a kevésbé invazív mellkasi, transthorakális echokardiográfiát részesítik előnyben.

A pulmonális vénákba a vér a tüdő felől a bal pitvarba több áramlási fázisban érkezik. Ez egy komplex folyamat, kialakításában részt vesz a balszívfél diasztolés beáramlásának szívóhatása, a szív szisztolés elmozdulása, a pitvari kontrakció és a jobbszívfél kontrakciója is. Ez fiziológiásan lamináris áramlás, amit színes doppler üzemmód segítségével megjeleníthetünk, valamint pulzatilis doppler módban az áramlási görbe ábrázolható és a spektrumhoz tartozó különböző csúcsok azonosíthatóak, a hozzájuk tartozó sebességek mérhetőek. Az így kapott adatok alapján fontos következtetéseket vonhatunk le a szív diasztolés funkciójáról és a bal pitvari nyomásról. Emellett pitvarfibrilláció és hyperkinetikus balkamrai szisztolés funkció esetén is sajátos képet kaphatunk. (Schober et al., 1998)

2.7.1 A vizsgálat menete

A tüdővénaikat B-módban kereshetjük fel, majd az áramlás vizsgálatát színes és spektrális doppler eljárással, pulzációs doppler echokardiográfiával végezhetjük.

Ezzel a vizsgálattal az áramlási görbe megjelenítésén kívül, a sebesség mérésére is van lehetőség, így kvantitatív méréseket is végezhetünk. A vizsgálatot hat különböző síkban végezhetjük. A legpontosabb adatokat és a legjobb nézetet, a baloldali apikális hossz tengelyű, négyüregű metszettel kaphatjuk, amit a 3. ábrán láthatunk. Ebben a síkban egyszerre ábrázolhatjuk a két pulmonális vénát és a mitrális szájadékokat és az áramlás iránya a vizsgálófejjel közel párhuzamos. (Chiang et al., 1997)



3. ábra Apikális négyüregű felvétel egy emberi szívről

<https://radiopaedia.org/articles/normal-pulmonary-venous-doppler>

IAS=pitvari sővény

IVS=kamrai sővény

LA=bal pitvar

LIPV=bal alsó tüdővéna

LV=bal kamra

MVAL=mitrális billentyű szeptális vitorla

MVPL=mitrális billentyű parietális vitorla

RA=jobb pitvar

RSPV=jobb felső tüdővéna

RV=jobb kamra

TVAL=tricuspidális billentyű parietális vitorla

TVSL=tricuspidális billentyű szeptális vitorla

2.7.2 A pulmonális vénák áramlási görbéje

Általánosságban elmondható, hogy a baloldali, hossz tengelyű, csúcsi négyüregű metszetben megkülönböztethetünk két pozitív és egy negatív hullámot.

A pozitív hullámok közül az első a kamrai szisztolé (S) alatt keletkezik, ez a hullám két komponensből áll, egy korai (S_1) és egy késői (S_2) szisztolés görbéből. Az S_1 komponens a bal pitvari relaxáció során keletkezik, ami pitvarfibrilláció során hiányozhat. Az S_2 komponens a mitrális szájadékbán, a szisztolés elmozdulásakor keletkező szívóhatás eredménye, ami mitrális regurgitáció esetén megváltozhat. A kétkomponensű szisztolés fázist nehéz ábrázolni, így gyakrabban csak egy fázist (S) láthatunk.

A korai kamrai diasztolés telődés alatt keletkező pozitív görbe (D), a balkamrai gyors diasztolés telődéshez köthető. Ilyenkor a mitrális billentyű kinyílik, a pitvarból a kamrába kerül a vér, a kamrai szívóhatás eredményeként, valamint a vér és nyomásviszonyok kiegyenlítődnek.

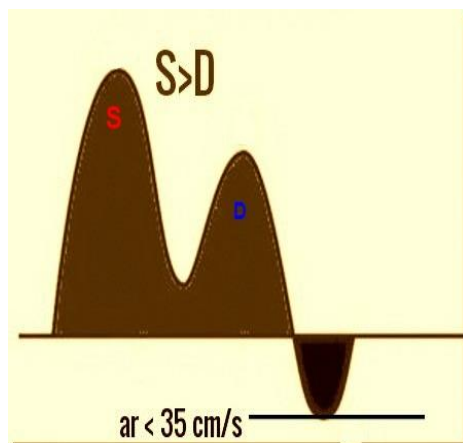
Majd ezt követi a késői kamrai diasztolé során keletkező negatív fázisú görbe (AR), ami a pitvari kontrakció során kialakuló visszaáramlást jelzi a kamrákba, ilyenkor a vizsgálófejjel ellentétes irányú áramlást láthatunk az ultrahang készülék képernyőjén. A pitvari kontrakció során keletkező görbe kialakításában a pitvar inotrop funkciója vesz részt.

Egyes kutatásokban, kutyákban leírtak egy ismeretlen oktanú, alacsony sebességű, lamináris, második negatív hullámot (AR_2), a kamrai szisztolé végén, ami fontos marker lehet a szisztolé és a diasztolé pontos elkülönítésében. (Schober et al., 1998, Smiseth, 2015)

Az áramlási diagram formáját számos paraméter befolyásolhatja. Az eddig vizsgált esetekben a tüdővénákban mért áramlás görbéje eltérő az emberek és a kutyák esetében, ezt a 4. és az 5. ábrán láthatjuk.

(Schober et al., 1998)

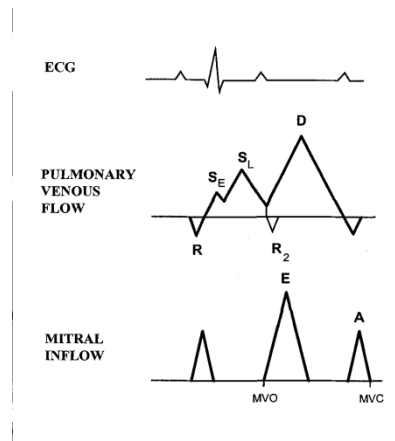
Humán vizsgálatoknál leírták, hogy az S hullám domináns a D felett, míg a kutyák vizsgálata során fordított görbét fedeztek fel. (Chiang et al., 1997)



4. ábra Egészséges ember pulmonális vénákban mért véráramlás görbéje

<https://radiopaedia.org/articles/normal-pulmonary-venous-doppler>

- S=szisztolés hullám
- D=diasztolés hullám
- AR=pitvari visszaáramlás



5. ábra Egészséges kutya pulmonális vénákban mért véráramlás görbéje

(Schober et al., 1998)

- S_E=korai szisztolé S_L=késői szisztolé
- D=diasztolé
- R=, R₂=pitvari visszaáramlás
- E=diasztolés telődés korai fázisa
- A=diasztolés telődés késői fázisa
- MVO=mitrális billentyűk nyitódása
- MVC=mitrális billentyűk záródása

Ez a jelenség az életkorral is összefüggést mutathat. A humán kutatások során idősebb pácienseket vizsgáltak, míg a kutyák esetében fiatal, néhány éves állatokat. Ez megmagyarázná, hogy az életkor előrehaladtával a balkamrai compliance csökken, csökken a szív falának rugalmassága, a relaxációs idő meghosszabbodik, ami a diasztolés fázisban csökkent áramlást okoz, kompenzációként a szisztolés fázisban a véráramlás megnövekedik.

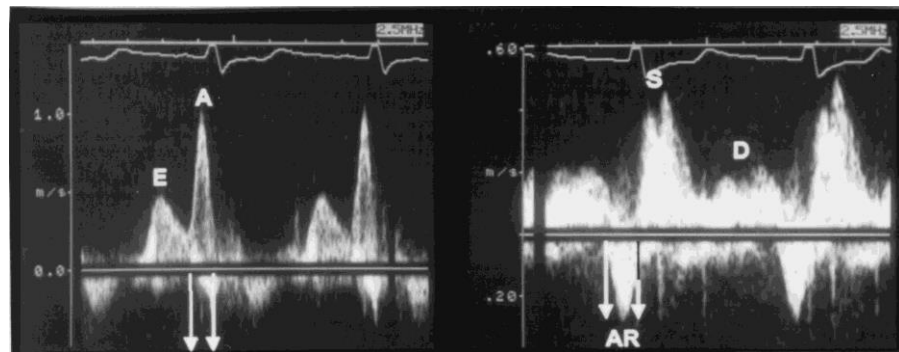
A pulmonális véna áramlási görbét befolyásolja a doppler kapu mérete és elhelyezése is. Humán esetben a véna nyílásánál mérik, míg a kutyákkal végzett vizsgálatokban a doppler kaput disztálisabban a véna lumenébe helyezik. A kétoldali tüdővéna sokszor nem egyforma áramlási görbét ad, így ha pontosan akarjuk meghatározni, akkor mindkét oldal vizsgálatát ajánlott és azt vesszük figyelembe, amely minél párhuzamosabb síkban fekszik a vizsgálófejjel. (Tabata et al., 2003)

A szívverésszám növekedésével a diasztolében keletkező hullámgörbe mérete lecsökken, nincs idő a nyomás kiegyenlítésére, a korai kamrai szisztolé alatti görbe megemelkedik és a pitvari kontrakció során keletkező visszaáramlás nem látható. Ez lehet az oka, hogy az altatás nélkül végzett vizsgálatok során, gyakran nem lehet látni a visszaáramló görbét, mivel az izgatott egyedek szívverése megemelkedett.

A légzés fázisa is befolyásolhatja a kapott görbék morfológiáját. Kilégzés során, az intrapleurális nyomás növekedésével, a bal pitvari nyomás megnő és pitvari kontrakció következik be, ilyenkor a negatív görbe sebesség:idő aránya megnő. (Appleton, 1997)

2.8 A pulmonális vénákban mért áramlás diagnosztikai alkalmazása

A pulmonális vénák áramlásának mérése önállóan nem ad releváns képet a szív állapotáról, de kiegészítő diagnosztikai módszerként hasznos lehet egyes betegségek korai felismerésében. A mitrális billentyűkben mért áramlás, a transzmitrális áramlás és a pulmonális vénákban mért áramlás összehasonlításával információt nyerhetünk a szív diasztolés funkciójáról, a bal pitvar méretéről és az előforduló ritmuszavarokról. Az így kapott áramlási görbe a 6. ábrán látható.



6. ábra Transzmitrális áramlás és a pulmonális vénák áramlásának mérése pulzatilis doppler ultrahanggal

<https://www.onlinejacc.org/content/36/4/1295>

E=diasztolés telődés korai fázisa

A=diasztolés telődés késői fázisa

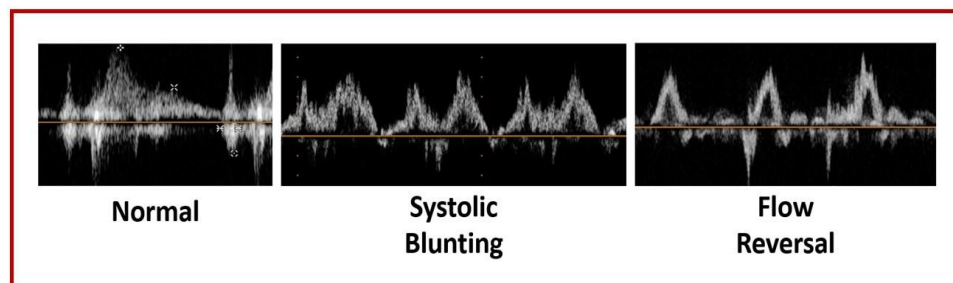
S=szisztolé

D= diasztolé

AR=pitvari visszaáramlás

Alkalmazhatjuk konstriktív pericarditis és restriktív cardiomyopathia elkülönítésére, illetve különböző invazív diagnosztikai módszerek mellett kiegészítésként részt vehet a diagnózis és a terápia folyamatában.

A mitrális regurgitáció korai stádiumában, a szív kompenzációs mechanizmusai révén a mitrális billentyűkön átfolyó véráramlás nem mutat változást, eközben a bal pitvari nyomás emelkedhet. A humán vizsgálatok során leírták, hogy a S/D arány változás diasztolés funkcióromlás során megfigyelhető. Fiziológiásan a szisztolé dominál, a $S/D > 1$, míg funkcióromlás esetén ez az arány megfordul $S < D$, a szisztolé alatt mért véráramlási sebesség csökken. A pitvari kontrakció alatt mért AR negatív hullám is emelkedett sebességet mutat, ezek az áramlási változások a 7. ábrán láthatóak. (Tabata et al., 2003)



7. ábra Pulmonális vénákban mért áramlás, különböző stádiumú szívelégtelenségben, humán kardiológiai felvételeken

<https://www.cardioserv.net/echo-mr-doppler-techniques/>

- 1-normál pulmonális áramlás
- 2-szisztolében mért áramlás csökkenése
- 3-fokozott pitvari visszaáramlás

Korábbi humán kutatások bebizonyították, hogy egészséges emberek esetében, ha a bal pitvari nyomás emelkedik, akkor a szív kompenzál és a szisztolé fázisában mért áramlás emelkedik. Míg, ha egy szívbeteg páciens esetében tapasztalunk bal pitvari nyomásemelkedést, a szív nem képes kompenzálni, a szisztolés érték alacsonyabb lesz, a visszaáramló negatív hullám pedig kifejezettebb. (Appleton, 1997)

Információt kaphatunk a szív ritmuszavarairól is. Pitvarfibrilláció során az ingerképzés a szinuszcsomókon kívül a pitvar egyéb pontjaiból is történik, ezek a szapora ingerek átvezetődve a kamrákra szabálytalan összehúzóásokat alakíthatnak ki. Ilyenkor hiányzik a szisztolé alatt keletkező S_1 hullám és az AR fázis, ugyanis hiányzik a pitvari összehúzóás fázisa (P-hullám), így az áramlás csak S_2 és D fázisban mérhető.

Szinoatrialis blokk esetében (SA blokk) a szinuszcsomóban keletkezett ingerület nem jut a pitvarok izomzatába, ilyenkor a teljes szív ciklus kimarad. A tüdővénákban mért áramlás változást mutat, a szisztolében mért áramlás kicsi, míg a diasztolé alatt emelkedett.

Atrioventrikuláris blokk (AV blokk) esetében a szinuszcsomótól induló ingerület nem jut el vagy időben később jut a kamrákig, ilyenkor a blokk fokától függően van P-hullám, de nagyobb a PQ távolság vagy a pitvari összehúzóás mellett, nincs kamrai komplex. Az áramlási görbén ilyenkor megemelkedett pulmonális áramlás detektálható és nagyobb J fázis látható a kamrai szisztolét követően. (Keren et al., 1985)

A tüdővénákban mért áramlás fontos információt adhat a restriktív cardiomyopathia és a konstrikatív szívburokgyulladás elkülönítésére is.

Restriktív cardiomyopathia esetében diasztolés kamrai funkcióromlás következik be, ami csökkent kontraktilitáshoz vezet. A betegség megállapítása echokardiográfiával történik, a bal oldali vagy kétoldali pitvartágulat, a szív kamrák torzult alakja és az endocardium megvastagodása látható. A tüdővénákban mért áramlás során csökkent S_2 sebesség és az S_2/D arány csökken, valamint az AR sebessége emelkedik.

Konstrikatív pericarditis, másnéven száraz szívburokgyulladás során a szívburok lemezei megvastagodnak, összenövések alakulnak ki, amik nem engedik a pitvar és kamra mozgását, tágulását. A kamrák diasztolés telődése csökken, kevesebb vér áramlik ki a szisztolé fázisában. A kompenzációs mechanizmus során a szívverésszám emelkedik, a vénás nyomás emelkedik. A pulmonális áramlás mérésével a S_2 és a D áramlási sebessége emelkedik kilégzés során, míg belégzéssel ez csökkenő tendenciát mutat. Ezzel a módszerrel tisztább képet kaphatunk a betegségek elkülönítésében, mint a transzmitrális áramlás mérésével. (Vörös és mts., 2019)

A tüdővénákban mért áramlás különböző invazív módszerek során monitoring funkciót tölthet be, például mitrális billentyű elégtelenség esetén, sikeres billentyű plasztikával végzett műtétet követően, azonnali S₂ áramlási sebesség emelkedést láthatunk. Egyes kísérletekben leírták, hogy a rádiófrekvenciás ablációs beavatkozás után, vizsgálni lehet a pulmonális vénákban mért áramlást, illetve a vénák szűkülete is megállapítható.

(Tabata et al., 2003)

A pulmonális vénák áramlásának mérése technikailag nehezen kivitelezhető, nem mindig kapunk értékelhető felvételt. A hemodinamikai tényezők, a páciensek életkora, valamint az egyes szívbetegségek nagymértékben befolyásolják a felvétel milyenségét.

3 Célkitűzések

Bár a pulmonális vénák áramlási spektrumát kutyákban már vizsgálták, ezek az adatok egészséges, hasonló méretű és alkatú kísérleti állatokon felvett görbékből származnak, tehát nem feltétlenül adaptálhatók klinikai betegekre és körülményekre. Munkánk során a következő kérdésekre kerestünk választ:

- 1) Milyen hatékonysággal vehetőek fel áramlási spektrumok a pulmonális vénákban, klinikai körülmények között kutyákon?
- 2) Hogyan néz ki a normál görbe és mik a megadható paraméterei?
- 3) Hogyan néz ki a görbe mitrális regurgitáció esetén, ami a leggyakoribb elváltozás a klinikumban?
- 4) Hogyan korrelálnak a pulmonális áramlási görbe paraméterei, a jelenleg használt bal pitvari méretet, kontraktilitást és diasztolés nyomásfokozódást jelző paraméterekkel? (FS, LA/Ao, E, A, E/A, HR)

4 Anyag és módszer

A mérésekhez használt állatok az Állatorvostudományi Egyetem Belgyógyászati Tanszék és Klinikáján, a Műszeres Diagnosztikai Egység kardiológiai vizsgálatra érkezett betegei közül kerültek ki. A vizsgálat során prospektív jellegű adatgyűjtést végeztünk 2019-2020 közötti időszakban 34 kutya bevonásával. Ezek közül 5 darab kardiológiailag egészséges, 2 darab dilatatív cardiomyopathiában, 1 darab pulmonális stenosisban, 1 kamrai sövényhibában és 25 darab mitrális endocardiosisban szenvedett.

Az echokardiográfiás vizsgálatokat Mindray DC70-es ultrahang készülékkel, 2-4 MHz-es Phased Array vizsgálófejjel és kardiológiai szoftvercsomaggal végeztük. A rutin klinikai gyakorlatban használt vizsgálati protokollnak megfelelően, mellkason keresztül, jobboldali rövid és hossztenhelyű, valamint baloldali apikális standard síkokban, B-módban, M-módban és színes doppler (CF)-, valamint pulzatis (PW) és folyamatos (CW) spektrális doppler módokban készítettünk felvételeket. A kisvérköri pangást a ráutaló echokardiográfiás jelek mellett, (tágult bal pitvar és megnövekedett LA/Ao arány) meglévő klinikai tünetek (dyspnoe, köhögés, 30/perc fölé emelkedett nyugalmi légzésszám), illetve az ezekkel egybevágó műszeres vizsgálati leletek (diffúz kétoldali B-vonalak a mellkasi ultrahangon vagy kardiális tüdőoedémára utaló jelek a mellkasröntgen felvételen) alapján mondtuk ki.

A pulmonális vénák áramlási görbéit a baloldali apikális síkban PW doppler módban, 2 mm-es doppler-nyíl mérettel vettük fel. A felvétel során a doppler nyílat a B-mód és a színes doppler jel alapján pozícionáltuk, a pulmonális véna bal pitvarba szájadzó részébe. A szeptum felőli és a szabad fal felőli pulmonális vénák közül, annak a spektrumát vettük figyelembe, amelyiken mérhető jel volt és amelyik párhuzamosabb volt az ultrahang nyílalábbal.

A maximális áramlási sebességet a görbék móduszán, vagy ha ez nem volt értelmezhető, a csúcsán vettük fel.

A statisztikai értékeléshez leíró statisztikát, Mann-Whitney féle tesztet, valamint Pearson-féle korrelációs elemzést használtunk. A korrelációt $r > 0,4$ esetén és 0,05%-os szignifikancia szinttel tekintettük elfogadhatónak. A számításokat MS Excel és GraphPad Prism programokkal végeztük.

5 Eredmények

A méréseink során a pulmonális vénák áramlási görbéin pozitív S, D és negatív AR csúcsokat sikerült azonosítani. Ezeknek az áramlási spektrumát jelentős spektrális kiszélesedés kíséri pulzatilis doppler módban, míg színes doppler módban lamináris áramlásnak megfelelő jelek láthatóak normál esetben. Kisvérköri pangáskor vagy diasztolés diszfunkcióban, a tágulat mellett a turbulencia jelei is láthatóak B-módban.

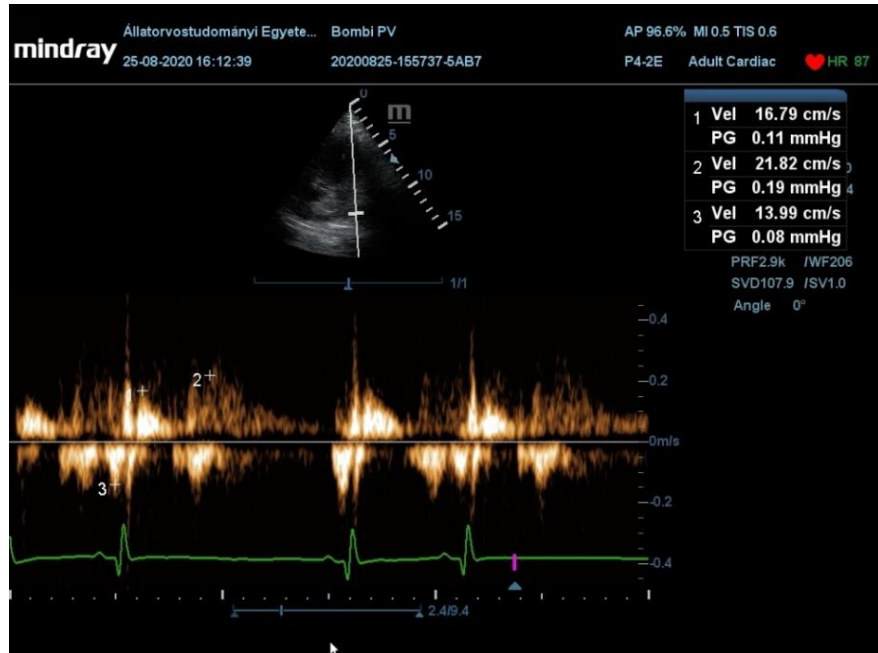
A vizsgált 34 kutya közül minden esetben sikerült ábrázolni a pulmonális véna áramlásának legalább egy komponensét. Az S hullámot 31 esetben (91%), a D hullámot 33 esetben (97%), az AR hullámot 15 esetben (44%) sikerült ábrázolni. Az S/D arányt 30 esetben (88%) sikerült felvenni. A kapott értékeket a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat Az egyes hullámok esetében mért maximális sebesség értékek (átlag +/-szórás)

| | |
|------------------|-----------------|
| S hullám | 0,61+/-0,19 m/s |
| D hullám | 0,52+/-0,15 m/s |
| AR hullám | 0,28+/-0,09 m/s |
| S/D arány | 1,2+/-0,24 |

Az 5 darab egészséges állat esetében, 2 kutyánál az S hullám dominált, 2 egyednél a D, 1 esetben pedig egyformák voltak. A S/D arány nem korrelált sem a kontraktilitással, sem pedig a szívfrekvenciával.

A 8.ábra egy egészséges állat normális pulmonális áramlását szemlélteti szinkron EKG mellett.

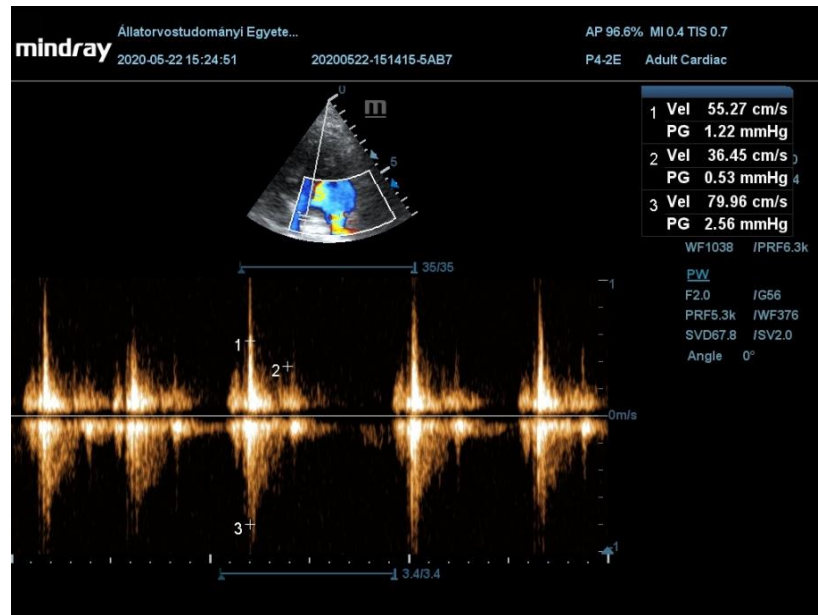


8. ábra Egészséges állat normál pulmonális áramlása

1: S hullám, 2: D hullám, 3: AR hullám

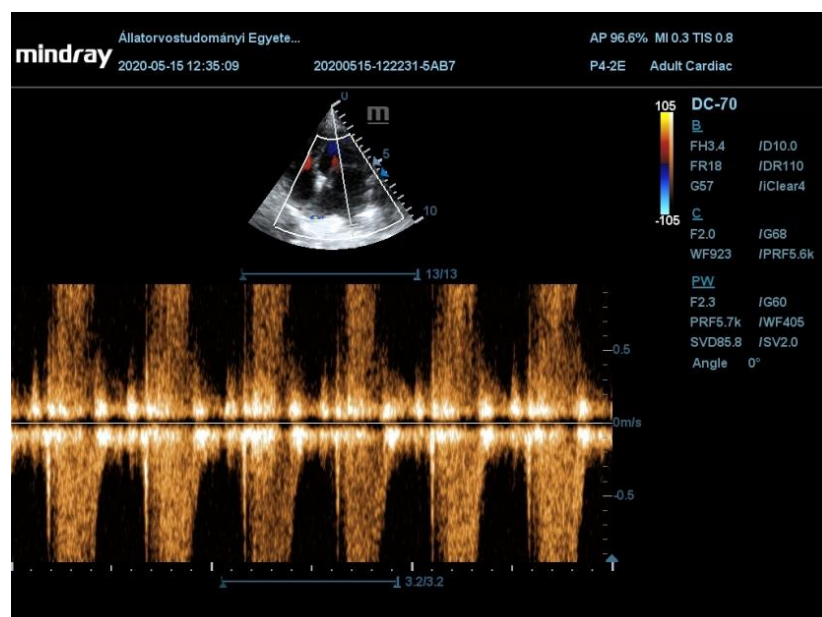
A mérések során, a kétoldali pulmonális véna között asszimetriát okozó nehézségeket tapasztaltuk, a nyáláb beesési szögétől függetlenül.

1. A szív szisztolés hosszirányú elmozdulása zavaró hatásként jelentkezik az S hullámban, ami leggyakrabban a szeptum felőli vénában észlelhető. (9.ábra)



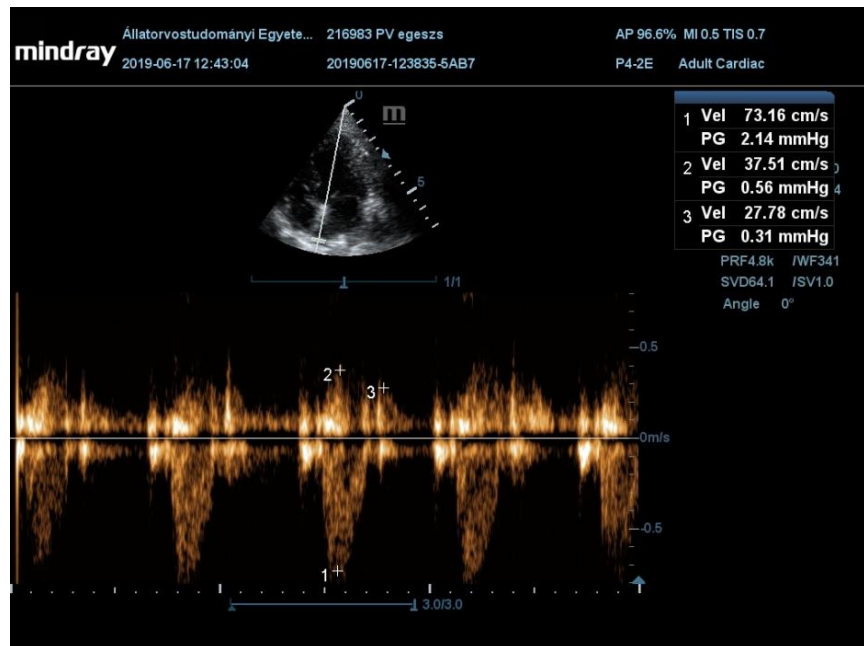
9. ábra A szív hosszirányú elmozdulásának hatása a pulmonális áramlásra

2. A szisztolés mitrális regurgitáció zavarja az S hullámot, ami leggyakrabban a szabad falú vénában észlelhető. (10.ábra)

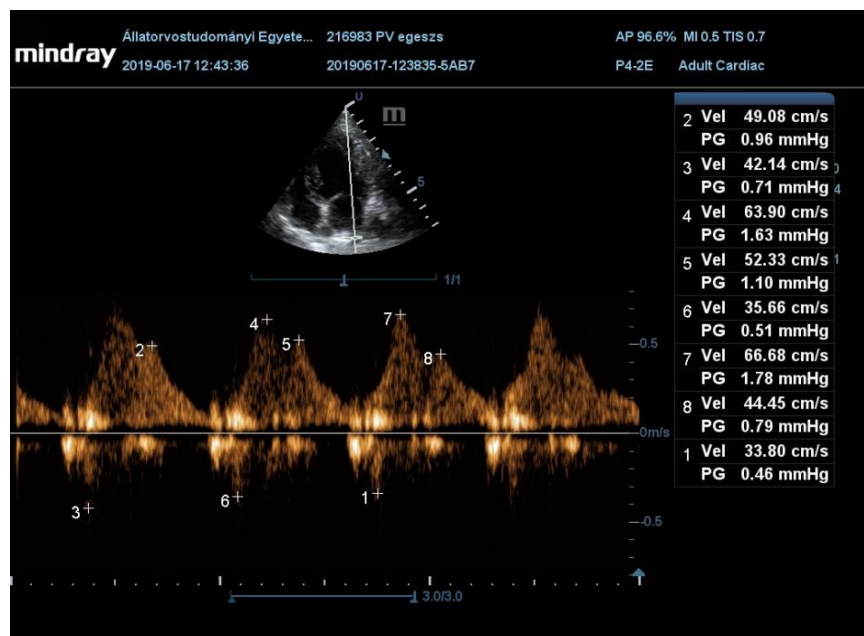


10. ábra A mitrális regurgitáció hatása a pulmonális áramlásra

A következő két ábrán (11. és 12.ábra) a szisztolés mozgás okozta jellegzetes aszimmetria jelensége látható ugyanazon az egészséges kutyán felvett görbéken. (a szeptális vénán kifejezett)



11. ábra Mozgás okozta aszimmetria egészséges kutyán



12. ábra Mozgás okozta aszimmetria egészséges kutyán

Mindezek mellett a magasabb szívfrekvencia és az állat nyugtalansága is jelentős nehézség volt a kisméretű pulmonális vénák áramlásának mérése során, amire legérzékenyebben a relatív kicsi AR komponensek sokszor bizonytalan ábrázolhatósága utal.

A korrelációs elemzés a bal pitvar/aorta arány, az E hullám és az S, valamint a D hullámok esetén eredményezett szignifikáns, lineáris korrelációt, a 3. táblázatban látható Pearson-féle korrelációs együtthatókkal.

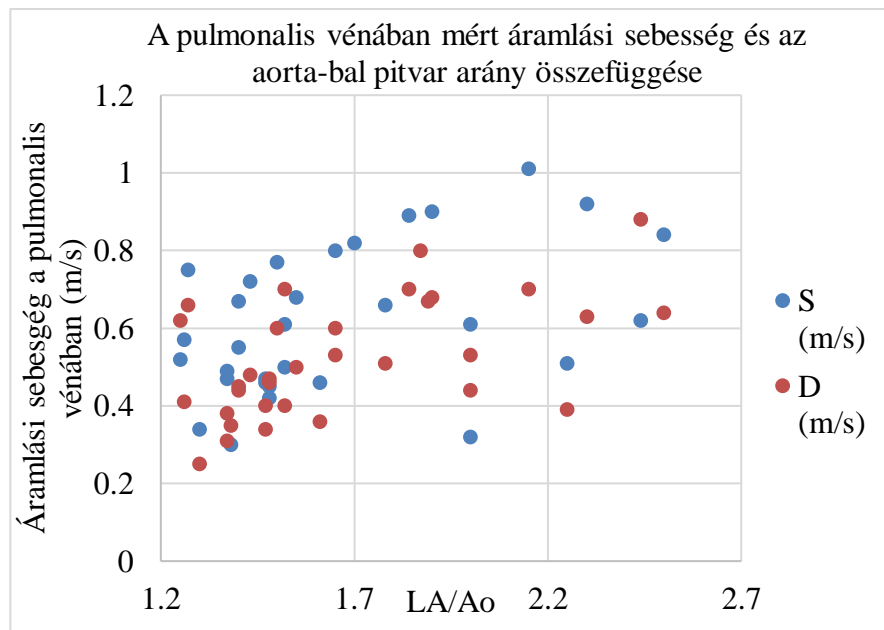
3. táblázat A Pearson-féle korrelációs együtthatók mátrixa (p=0,05)

| | S (m/s) | D (m/s) |
|----------------|--------------------|--------------------|
| LA/Ao | 0,445 | 0,532 |
| E (m/s) | 0,572 | 0,555 |

A szívfrekvencia és a kontraktilitást jellemző FS érték nem korrelált a vizsgált változókkal, ahogyan az S és D hullámok arányával sem. Az AR komponens egyik változóval sem korrelált.

Az S és D hullámok illetve a bal pitvar méretét jellemző LA/Ao arány összefüggését a következő diagram szemlélteti:

1.diagram: Az S és D hullámok és az LA/Ao arány közötti összefüggés



A diagramból látható, hogy mind az S hullám, mind a D hullám abszolút értéke arányos az LA/Ao értékével, ugyanakkor klinikailag a normál érték felső határának tekintett 1,6-es LA/Ao arány alatti értékek rendkívül nagy szórást mutatnak. Az egészséges egyedek az S és D hullámok alapján nem különíthetők el, a még át nem épült, normál méretű bal pitvarral rendelkező, de mitrális regurgitációt mutató egyedekkel. Az $LA/Ao < 1,6$ alatti értékek mind az S, mind a D hullám esetében statisztikailag elkülöníthetők az $LA/Ao > 1,6$ -hoz tartozó értékektől. Ugyanakkor a kitágult pitvarú ($LA/Ao > 1,6$), de klinikailag tünetmentes és kisvérköri pangásra utaló tüneteket mutató állatok esetében az S és D hullámok között nem mutatható ki különbség. (Mann-Whitney teszt, $p=0,05$).

6 Az eredmények értékelése

Munkánk során 34 klinikai kardiológiai vizsgálaton megjelent kutya esetében mértük a pulmonális vénák áramlását. Tapasztalatunk szerint a görbék trifázisosak, pozitív szisztolés (S), és diasztolés (D), valamint negatív pitvari összehúzódást követő hullámból (AR) állnak. Ez megfelel a szakirodalomnak alapján vártaknak.

Tapasztalatunk szerint, a pulmonális vénák áramlási spektrumának vizsgálata kutyákban klinikai körülmények között nem egyszerű, ezt erősen zavarja a szív szisztolés hosszirányú mozgása, a mitrális regurgitáció és az állatok nyugtalansága, valamint a légzési műtermékek. Ezek a hatások különösen azért jelentősek, mert a pulmonális vénák vizsgálatához 1-2 mm-es doppler kapu pozicionálása szükséges és a mérhető sebességek viszonylag alacsonyak (0,2-0,8 m/s). Mindezek ellenére a pulzatis doppler módban az S és D hullámok nagy biztonsággal felvehetőek, legalább az egyik véna esetében, míg az AR hullám ritkán vehető fel.

Tapasztalatunk szerint az S hullám nagysága dominált a D hullám felett mitrális endocardiosisban, míg a kisszámú (n=5) egészséges állatban vegyesen fordultak elő S/D arányok a szívfrekvenciától és a kontraktilitástól függetlenül. A mitrális endocardiosisban jellemző a fokozott kontraktilitás és a hiperkinetikus falmozgások, amik magyarázhatják a szisztolés (S) hullám dominanciáját ebben a vizsgálatban. Ugyanakkor a csekély számú egészséges állatból származó heterogén jellegű adatok miatt, ez csupán feltételezés.

Az S és D hullámok maximális sebessége szignifikánsan korrelált mind az E hullám maximális sebességével, mind az LA/Ao aránnyal. Az S és D hullámok maximális sebessége és az LA/Ao arány közötti korreláció alapján, az S és D hullámok maximális sebessége elméletileg tükrözi a bal pitvar méretét és vélhetően az abban uralkodó nyomást is, elkülönítve a normál és megnagyobbodott pitvarokat. Ugyanakkor a normál tartományon belül, az ott tapasztalható különösen nagy szórás miatt, nem lehetséges a jelenlegi paramétereknél érzékenyebb elkülönítés.

A krónikusan kitágult pitvarú kutyák között, a kisvérköri pangás klinikai jeleit mutató állatok sem különíthetők el a tüneteket nem mutató egyedektől, az S és D hullámok maximális sebessége alapján. Ezen sebességek a jelentős szórás és a mérés technikailag nehéz kivitelezhetősége miatt a gyakorlatban nem helyettesítik a B-módban, egyszerűen megítélhető és mérhető LA/Ao arányt, valamint kiegészítő információt sem adnak.

Összességében megállapítjuk, hogy a vizsgálatunk alapján a pulmonális vénák áramlási spektrumának mérése, klinikai körülmények között nem nyújt egyenértékű, vagy többletinformációt mitrális endocardiosisban a pitvari méretekről és nyomásokról, mint a jelenleg használt paraméterek.

7 Összefoglalás

A kisvérköri nyomásfokozódás és pangás echokardiográfiás megítélését gyakran megnehezíti, hogy a krónikusan kitágult bal pitvar mérete enyhébb esetekben nem korrelál jól a kisvérköri nyomással és a klinikai tünetekkel. Munkánk célja volt, hogy megvizsgáljuk a pulmonális vénák echokardiográfiás módszerrel felvehető áramlási spektruma esetén mind a technikai megvalósíthatóságot klinikai körülmények között, mind a spektrumok használhatóságát kisvérköri pangás jellemzésére.

Prospektív klinikai vizsgálat során 34, többségében mitrális endocardiosisban szenvedő kutya esetében végeztünk teljes kardiológiai vizsgálatot és mértük a pulmonális vénák áramlási spektrumát pulzatilis doppler technikával. Az adatokat statisztikai módszerekkel elemeztük. Mind a 34 esetben sikeresen felvettük a pulmonális áramlási görbét, melyek trifázisosak voltak, pozitív S és D hullám és negatív AR hullámokból álltak. Az S hullám $0,61 \pm 0,19$ m/s, a D hullám $0,52 \pm 0,15$ m/s, az AR hullám $0,28 \pm 0,09$ m/s, míg az S/D arány $1,2 \pm 0,24$ volt.

Szignifikáns korrelációt találtunk a bal pitvar/aorta arány és az S, D hullámok csúcsebességei között. Ugyanakkor a pulmonális vénák áramlási görbéinek elemzése, semmilyen többletinformációt nem szolgáltatott az eddig használt vizsgálati paramétereknél. (kamrai és pitvari méretek) Ezen felül rendkívül sok technikai nehézség mutatkozott a görbék klinikai körülmények közötti felvétele során. (a szív hosszanti irányú szisztolés elmozdulása, a regurgitációs jet, valamint az állatok nyugtalanságának zavaró hatásai)

Mindezek miatt arra a következtetésre jutottunk, hogy a pulmonális vénák áramlási spektrumának mérése klinikai körülmények között nem praktikus és nem nyerhető vele többletinformáció a kisvérköri pangás megítélésében mitrális endocardiosisban szenvedő kutyák esetén.

8 Summary

Echocardiographic assessment of mild or subclinical atrial pressure elevation and pulmonary congestion is not simple in case of chronically dilated left atrium in dogs because atrial size does not always correlate with symptoms.

In this work we aimed to investigate the technical feasibility and usefulness of pulmonary venous flow characteristics to evaluate pulmonary congestion in canine clinical patients measured by pulsed wave doppler echocardiography.

Data were collected in frame of a prospective clinical study using 34 dogs most of them suffering in degenerative mitral valve disease. Data were analysed by statistical methods. We were able to record the spectrum in all of the 34 cases. S wave was $0,61 \pm 0,19$ m/s, D wave was $0,52 \pm 0,15$ m/s, AR wave was $0,28 \pm 0,09$ m/s while S/D was $1,2 \pm 0,24$.

Results showed a significant correlation between the left atrial to aorticroot ratio and the peak velocities of the S and D wave. However no additional information compared to classical parameters (ventricular and atrial sizes) could be drawn from this data. Apart of that we experienced several technical difficulties, like systolic longitudinal cardiac movement, the jet of the mitral regurgitation and the restlessness of the animals.

Therefore we concluded that using parameters of pulmonary venous flow characteristics is not practical in clinical settings and does not provide additional data to predict pulmonary congestion in mitral endocardiosis.

Irodalomjegyzék

Appleton C. P., 1997: Hemodynamic Determinants of Doppler Pulmonary Venous Flow Velocity Components: New Insights From Studies in Lightly Sedated Normal Dogs. *Journal of the American College of Cardiology*, 30. 6. 1562-1574.

Caroll D.: Normal Pulmonary Venous Doppler. URL: <https://radiopaedia.org/articles/normal-pulmonary-venous-doppler>
Megtekintve: 2020.08.25.

Chiang C. H., Hagio M., Yoshida H., Okano S., 1997: Pulmonary Venous Flow in Normal Dogs Recorded by Transthoracic Echocardiography: Techniques, Anatomic Validations and Flow Characteristics. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 60. 3. 333-339.

Dénes M., Lengyel M., 2010: Diasztolés diszfunkció és szívelégtelenség elemzése integrált Doppler echocardiográfiával. Doktori értekezés. Budapest, Semmelweis Egyetem
Elméleti Orvostudományok Doktori Iskola. p. 10-19 URL: <https://docplayer.hu/10519986-Doktori-ertekezés-dr-denes-monika-semmelweis-egyetem-elmeleti-orvostudományok-doktori-iskola.html>
Megtekintve: 2020.09.12.

Hetyei Cs., Manczur F., Vörös K., 2012: Állatorvosi Ultrahang-Diagnosztika. A kutya és a macska szonográfias atlasza. Budapest, Pannónia-Print Kft. p. 251-262, p. 275-277, p. 286-289, p. 314-319

Hoit B. D., Shao Y., Gabel M., Walsh R. A., 2019: Influence of Loading Conditions and Contractile State on Pulmonary Venous Flow. Validation of Doppler Velocimetry. *Circulation*, 86. 2. 651-659.

Keren G., Sherez J., Megidish R., Levitt B., Laniado S., 1985: Pulmonary venous flow pattern- its relationship to cardiac dynamics. A pulsed Doppler echocardiographic study. *Circulation*, 71. 6. 1105-1112.

King A.S., 1999: Foundations of Veterinary Studies. The Cardiorespiratory System. Integration of Normal and Pathological Structure and Function. Oxford, Blackwell Science. p. 531-539

Klabunde R. E., 2016: Cardiac Cycle. URL: <https://www.cvphysiology.com/Heart%20Disease/HD002>
Megtekintve: 2020. 08.25.

Klein B., 2020: Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology. Missouri, Elsevier. p. 173-184, p. 216-226

Mannion P., 2005: Diagnostic Ultrasound in small animal practice. Oxford, Blackwell Science. p. 188-226

Orton C., 2016: Veterian Key: Cardiac Surgery. URL: <https://veteriankey.com/cardiac-surgery/> Megtekintve: 2020.09.05.

Schober K. E., Fuentes V. L., McEwan J. D., French A. T., 1998: Pulmonary venous flow characteristics as assessed by transthoracic pulsed Doppler echocardiography in normal dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound: The Official Journal of the American College of Veterinary Radiology and the International Veterinary Radiology Association*, 39. 1. 33-41.

Smiseth O. A., 2015: Pulmonary veins: an important side window into ventricular function. *European Heart Journal Cardiovascular Imaging*, 16. 11. 1189-1190.

Stowell C., 2019: Pulmonary venous flow reversal in mitral regurgitation. URL: <https://www.animalultrasoundassociation.org/pulmonary-venous-flow-reversal-in-mitral-regurgitation/> Megtekintve: 2020.09.30.

Tabata T., Thomas J. D., Klein A. L., 2003: Pulmonary Venous Flow by Doppler Echocardiography: Revisited 12 years later. *Journal of the American College of Cardiology*, 41. 8. 1243-1250.

Tóth I., 2017: A szívműködés élettana., A vérkeringés élettana. URL: <http://www.vetphysiol.hu/eloletolt.php> Megtekintve: 2020.11.08.

Vörös K., Bende B., Dudás Györki Z., Falus F., Gaál T., Heteyi Cs., Jerzsele Á., Kungl K., Magdus M., Manczur F., Máthé Á., Pápa K., Psáder R., Sterczer Á., Tarpataki N., Vajdovich p., Vizi Zs., 2019: *Állatorvosi Belgyógyászat. A kutyák és macskák betegségei*. Budapest, Magyar Állatorvosi Kamara. p. 253-256, p. 321-322, p. 355-356

Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni elsősorban a témavezetőmnek a rengeteg türelmet és segítséget, szakmai támogatást, amit kaptam az elmúlt két évben.

Köszönettel tartozom az Állatorvostudományi Egyetem Belgyógyászati Tanszék és Klinika Műszeres Diagnosztikai Egység dolgozóinak a segítséget és a kutatásban részt vevő kutyák gazdáinak, hogy lehetővé tették, hogy a diplomadolgozatom elkészüljön.

Az Állatorvostudományi Egyetem Hutyra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum dolgozóinak köszönöm a segítséget, amit az irodalmi források felkeresésében kaptam.

Konzulensi ellenjegyzés

Alulírott Kiss Gergely igazolom, hogy Csatlós Gréta „A pulmonális vénák echokardiográfiás áramlási spektruma, a bal pitvar mérete és a kisvérköri pangás összefüggésének vizsgálata kutyákban” című diplomamunkáját ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak találom.

Budapest, 2020. 11. 15.



Kiss Gergely

Állatorvostudományi Egyetem,

Belgyógyászati Tanszék és Klinika



HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: CSATLÓS GRÉTA
Elérhetőség (e-mail cím): csatlosgreti.13@gmail.com
A feltöltendő mű címe: A PULMONÁLIS VÉNÁK ECHOKARDIOGRAFIÁS ÁRAMLÁSI SPEKTRUMA, A BAL PITVAR MÉRETE ÉS A KISVÉRKÖRI PANGÁS ÖSSZEFÜGGÉSEINEK VIZSGÁLATA KUTYÁKBAN
A mű megjelenési adatai: 2020.
Az átadott fájlok száma: 1

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:

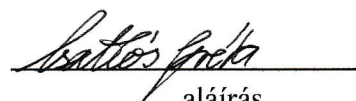


Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörtő módon visszaélne.

Budapest, 2020. év *november*...hó *20*...nap



aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutýra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- *a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;*
- *a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;*
- *az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;*
- *a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,*
- *a nyílt hozzáférés támogatása.*