

Szent István Egyetem
ÁLLATORVOS-TUDOMÁNYI KAR
Anatómiai és Szövettani Tanszék

**A patent ductus arteriosus (PDA)
klinikai és anatómiai vonatkozásai kutyákban**

Készítette:

Farkas Flóra

Témavezető:

Dr. Czeibert Kálmán

SzIE ÁOTK, Anatómiai és Szövettani Tanszék
klinikus állatorvos, Ph.D. hallgató

Budapest

2013

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	2
Elméleti és gyakorlati háttér	3
1. Fejlődéstan.....	3
1.1. Aortaívek, a tájékon helyeződő idegek fejlődése	3
2. Anatómia	4
2.1. A magzati keringés (circulatio fetalis).....	4
2.2. A szív környékének morfológiai áttekintése	5
2.3. A PDA kórfejlődése	6
2.4. Perzisztáló Botallo-vezeték esetén fennálló anatómiai viszonyok	6
2.5. A PDA típusai	7
3. Diagnosztika.....	10
3.1. Klinikai tünetek	10
3.2. Fizikális vizsgálat	12
3.2.1. Fizikális állapot, hallgatózás	12
3.3. Műszeres vizsgálat.....	13
3.3.1. Echocardiográfia.....	13
3.3.2. Angiográfia.....	14
3.3.3. EKG.....	15
3.3.4. Röntgen	16
3.4. Differenciáldiagnosztika.....	17
4. Kezelés	19
4.1. Gyógyszeres kezelés.....	19
4.2. Sebészi eljárás	20
4.2.1. Klasszikus elkötés kivitelezése.....	20
4.2.1.1. Előnyei, hátrányai, komplikációk.....	22
4.2.2. Jackson-Henderson technika kivitelezése	24
4.2.2.1. Előnyei, hátrányai, komplikációk.....	25
4.2.3. Kórjóslat műtéti elkötés esetén.....	25
4.2.4. Egyéb műtéti módok, embolizáció	26
Esettanulmányok	29
5. PDA-s állatok eseteirása.....	29
6. Statisztikai eredmények.....	32
Összefoglalás.....	34
Summary.....	35
Köszönetnyilvánítás	36
Hivatkozások jegyzéke.....	37

Bevezetés

„Az igazi mester nem az, aki az ideális útra tanít, hanem aki több utat is megmutat a tanítványának, míg az végül rátalál arra az egyre, amelyik elvezeti a saját sorsához. És attól a pillanattól kezdve nem segíthet neki, hiszen a kihívásai egyéniek.”

/Paulo Coelho/

A fenti idézet szerint értelmezett utamat a klinikai anatómia és a sebészet területén leltem meg, és ez irányú lelkesedésem képezte témaválasztásom alapját is. Jelenleg ezen tudományterületeken belül a szív és a veleszületett szívbetegségek ragadták meg leginkább a figyelmemet.

Klinikai oldalról megközelítve azt szeretném bemutatni, hogy ha kialakul valamiféle szívfejlődési rendellenesség a páciensben, sebészeti téren már nem kell elhatárolódnunk a szívvel kapcsolatos elváltozások műtéti kezelésének gondolatától, illetve sikeres megvalósításától sem. Ezen a vonalon haladva választottam ki a számomra legérdekesebb és gyakorlati szempontból is meglehetősen jelentős betegséget, a patent ductus arteriosust (PDA-t). Ez az elváltozás egyike a kutyák leggyakoribb veleszületett szívrendellenességeinek, melyek között időszakosan változva az 1-4. helyen szerepel (*Manczur, 2003; Baumgartner-Glaus, 2003*).

A dolgozat az elméleti háttér (anatómiai és fejlődéstani vonatkozások) összefoglalásával kezdődik, majd a betegséghez kapcsolódó gyakorlati tudnivalókkal, úgymint diagnosztikájának és kezelésének bemutatásával folytatódik. Ezekben a fejezetekben szemléltető anyagként használt képek a munkám során kipreparált számos friss és formalinnal fixált kutyatetemről, illetőleg megszakított vemhességből származó kutyamagzatokról készültek.

Az 'Esettanulmányok' című fejezetben a SzIE ÁOTK Központi Oktató Kisállatkórház és Klinikára, illetve a Lehel úti Állatkórház ultrahang-diagnosztikai egységére beérkezett PDA-val rendelkező kutyák statisztikai összefoglalóját, és egyes általam is végigkövetett klinikai eseteket ismertetek a diagnosztizálástól a műtéten, majd a kontrollvizsgálaton keresztül a jelenlegi állapotukig.

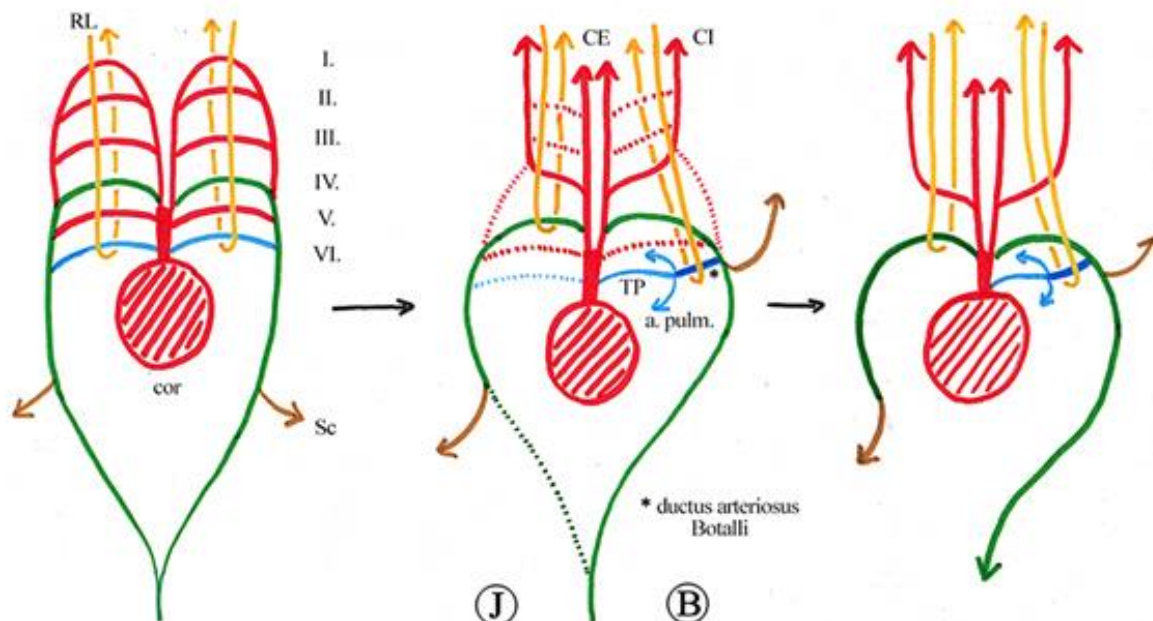
Munkám célja a már meglévő ismeretek összegzése, illetőleg a témához kapcsolódó érdekességek bemutatása, ilyen módon a dolgozatomban összegyűjtött szakismeretekkel szeretném elősegíteni a PDA-s betegek számára legmegfelelőbb diagnosztikai és terápiás eljárás alkalmazását.

Elméleti és gyakorlati háttér

1. Fejlődéstan

1.1. Aortaívek, a tájékon helyeződő idegek fejlődése

Az embrionális fejlődés kezdeti szakaszában alakulnak ki a szívcsőből kiinduló páros (jobb- és baloldali) aorták. Ezek az állat agyhólyagja alatt kanyarodnak el, majd páros dorsalis aortákként folytatódva a háti tájékon egyesülnek, így alakítják ki az egységes dorsalis aortát. Az **aorta** és a **truncus pulmonalis** (továbbiakban: TP) a szívcső cranialis részén található truncus arteriosusból fejlődik ki azáltal, hogy az üregébe besarjadzó endocardium-párnák összenövésük után két, egymás körül spirálisan csavarodó járatot hoznak létre, melyek a kamrákból a ventrális aortaívekbe vezetnek. Eközben a nyaki szakaszon kifejlődő garatíveknek megfelelően a páros aorták között összeköttetések jönnek létre, melyeket aortaíveknek nevezünk, és amelyekből a későbbi fő értörzsek fognak kialakulni (Hyttel, 2010). A hat garatívnek (és garatbarázdának) megfelelően hat **aortaív** fejlődik ki, de ezeknek egy része (I., II., V. és a jobb oldali VI.) a későbbiekben felszívódik (1. ábra). A fennmaradó és továbbfejlődő III. és a IV. aortaív között a dorsalis aorta által biztosított kapcsolat megszűnik, így elvesztik összeköttetésüket egymással.



1. ábra Az aortaívekből kialakuló főbb erek fejlődése

RL: n. laryngeus recurrens, CE: a. carotis externa, CI: a. carotis interna, Sc: a. subclavia sinistra

/A rajzot készítette: Farkas Flóra/

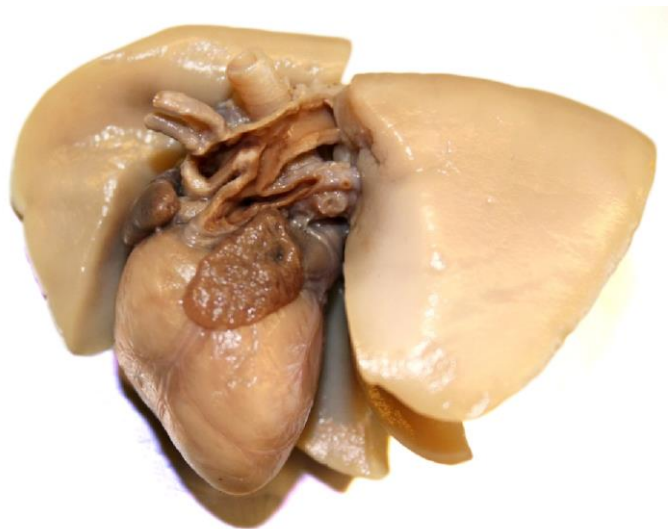
A bal oldali IV. aortaívből fejlődik ki az aorta alapja, mely caudalisan halad tovább, a jobb oldalon pedig belőle alakul ki az a. subclavia dextra. Az utolsó, VI. aortaív a bal oldalon perzisztál, és kapcsolatot létesít mind az aortaívvvel, mind a kétoldali tüdőtelepekkel, ez utóbbi érből jön létre a truncus pulmonalis. A TP és az aorta közötti összeköttetést biztosító Botallo-vezeték ugyancsak a VI. aortaívből fejlődik ki (1. ábra).

Az aortaívek mellett haladó n. vagusból kilépő n. laryngeus recurrens eredetileg a VI. aortaívet megkerülve kanyarodik vissza a gégéhez, azonban a jobb oldali V. és VI. aortaív felszívódik, így az ideg előrecsúszik az a. subclavia dextraig, ezzel szemben a bal oldalon a VI. aortaív eredetű Botallo-vezetéken áthurkolódva fog cranialisan továbbhaladni.

2. Anatómia

2.1. A magzati keringés (circulatio fetalis)

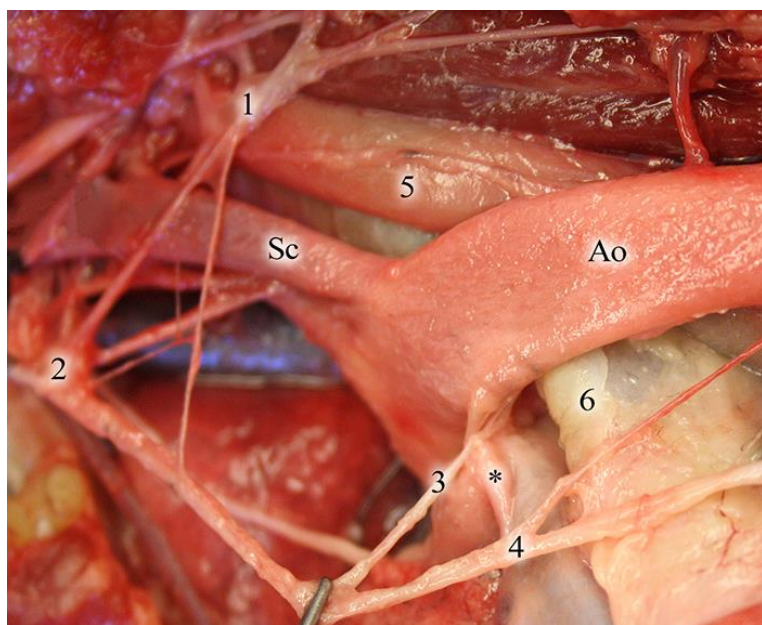
A magzati és a születés utáni keringés között több alapvető különbség van: a fetus a placentán keresztül kapja a tápanyagokat és az oxigénben dús vért, és ugyanezen az úton juttatja az anya vérébe a keletkező anyagcseretermékeket és a szén-dioxidot. A fej felől visszaérkező vér a v. cava cranialison keresztül, míg a test hátsó feléből összegyűjtött CO₂-dús vér a v. cava caudalison, majd a jobb pitvaron át a jobb kamrába áramlik, a két véna által szállított vér csak kis mértékben keveredik egymással. Mindeközben a tüdő még légtelen, nem vesz részt a gázcserében, így a tüdőbe induló TP is fejletlen, belőle a vér az aortába áramlik az ekkor még nyitott ductus arteriosus Botalli-n keresztül (2. ábra). Ahhoz, hogy a TP-ban lévő vér a Botallo-vezetéken haladjon keresztül, az is hozzájárul, hogy a tüdő az ekkori, légtelen állapotában viszonylag nagy ellenállással bír. A születés utáni első légvételt követően viszont az alveolusok megtelnek levegővel, így az ellenállás jelentősen csökken, tehát a vér a TP-ban fog áramlani, a Botallo-vezetékre pedig nincs már szükség (Fehér, 2000).



2. ábra 59 napos magzat formalin-fixált szíve és tüdeje
Bal oldalnézet. Az aorta, a TP és a Botallo-vezeték megnyitva.
/preparátum: Farkas Flóra, fotó: dr. Czeibert Kálmán/

2.2. A szív környékének morfológiai áttekintése: erek, idegek, szervek helyeződése

A szívbázis felett találhatóak a szívből kiágazódó, illetve a szívbe térő nagy erek, mint az aorta ascendens és a belőle eredő két értörzs: az a. brachiocephalica és az a. subclavia sinistra; a továbbhaladó aorta descendens; a truncus pulmonalis; illetőleg a v. cava cranialis a beletérő v. azygos dextra-val, a v. cava caudalis és a vv. pulmonales. Itt helyeződik az aortát és a TP-t összekötő lig. arteriosum Botalli az a. subclavia sinistra és az első aortai a. intercostalis dorsalis közt.



3. ábra A Botallo-szalag környéke

Bal oldalnézet, a szívbázis felett.

- 1) ganglion stellatum
- 2) ganglion cervicale medii
- 3) n. laryngeus recurrens
- 4) n. vagus
- 5) oesophagus
- 6) trachea
- *) lig. art. Botalli

Ao) aorta

Sc) a. subclavia sinistra

/preparátum: Farkas Flóra,

fotó: Dr. Czeibert Kálmán/

Az itt haladó idegek közül fontos a truncus vagosympathicus, mely köteg az első bordaköz után, a ganglion cervicale mediumnál két részre válik külön, és mint n. vagus és truncus sympathicus folytatódik. Ezután a truncus sympathicus az a. subclavia sinistra alatt és fölött áthurkolódik, így alkotja a ganglion cervicothoracicumban (ggl. stellatum) végződő ansa subclavia-t, ezután caudalisan a gerincoszlop mellett halad tovább (3. ábra). A n. vagus kezdetben az a. subclavia sinistra és az a. brachiocephalica közötti térben található, majd belőle és a tr. sympathicusból térnek ki a szívhez térő idegi plexus ágai. Az aortaív mögött, a Botallo-szalag dorsalis felületén válik külön a n. vagus-tól a n. laryngeus recurrens sinistra (a jobb oldali ezzel szemben az a. subclavia dextra-n hurkolódik vissza), és a két visszatérő gégeideg a légcső dorsolaterális oldalán halad a nyak irányában (Szalay, 2007).

2.3. A PDA kórfejlődése

Míg a magzati korban funkcionáló ductus arteriosus élettani záródása rögtön születés után megtörténik, a teljes anatómiai átrendeződés akár egy hónapig is tarthat, mely után már “ligamentum arteriosum Botalli”-nak hívjuk. Az apobiózis útján történő záródást többek között elősegíti a vérbeli O_2 -tenzió növekedése és a prosztaglandin koncentráció csökkenése.

A Botallo-vezeték születés utáni kóros perzisztálásának kórélettani alapját egyrészt a ductus izomrétegének hypoplasiája (mint elsődleges ok), másrészt az elasztikus elemek megnövekedett aránya (mint másodlagos ok) képezi. Az izomréteg hypoplasiája miatt nincs elég erő, ami az aortai nyomás ellenében zárna a ductust, a közbeiktatott elasztikus részek pedig meggátolják a hatékony sphincter-működést, mely elősegítené, hogy a simaizomsejtek összehúzódva teljesen elzárják a lument (Buchanan, 2001). Így egy tölcser alakú ductus alakul ki, melynek általában a keskenyebbik fele tekint a TP felé (Broaddus-Tillson, 2010).

2.4. Perzisztáló Botallo-vezeték esetén fennálló anatómiai viszonyok

A Botallo-vezeték helyzetét tekintve a TP bifurcatiójától az aorta ventralis részéhez, az a. subclavia sinistra és az első a. intercostalis dorsalis közé tér (Pariaut, 2004). Míg embrionális korban a vér a TP-ből az aortába áramlik („jobb-bal” irányban), addig születés utáni ez az irány megváltozik („bal-jobb”), mivel a vérnyomás az aortában lényegesen nagyobb lesz, és a magzati korban a tüdő által kifejtett nagy ellenállás sem tereli már a vért az aortába.

A ductus funkcionális záródása normális esetben 72 órával a születés után történik meg (Arora, 2001). Ha a Botallo-vezeték nem záródik el valamilyen okból, akkor rajta keresztül vér áramlik az aortából a TP-ba, majd ezen át a kis vérkör rendszerébe: ezt nevezzük patent ductus arteriosus-nak (PDA). Így ugyanannyi idő alatt mind a bal szívfélén, mind a tüdön a fiziológiásnál jóval több vér halad át, ekképpen a fokozott vérnyomás következményesen szívátágulást okoz. Ily módon a bal kamra emelkedett volumenterhelése mellett pulmonalis hypertonia és következetes jobb szívfél nyomásterhelés alakul ki (utóbbi kritikus körülmények között a ductusban lévő keringés irányának megfordulását idézheti elő). Következésképpen a pulmonalis keringés túltelítődik, a pulmonalis artériák és vénák, bal kamra és a bal pitvar kitágul, ezek pedig bal oldali szívelégtelenséghez vezetnek. A szívelégtelenség kifejlődése szoros összefüggésben van a PDA átmérőjével, tehát ha kisméretű a ductus, akár évek is eltelhetnek a klinikai jelek megjelenéséig (Broaddus-Tillson, 2010).

2.5. A PDA típusai

Az egyes PDA-típusok **morfológiai osztályozását** angiográfias eljárással lehet elvégezni. A típus megállapítása azért jelentős, mert segít a leginkább megfelelő kezelési mód kiválasztásában és végrehajtásában. Annak ellenére, hogy csak kis eltérések vannak a különböző morfológiájú PDA-k közt, minden egyes páciens ductusa besorolható az alábbi négy típus egyikébe (4. ábra):

I-es típusú PDA

- Fokozatosan keskenyedek az aortától kezdve a TP-ba való beszájadás irányában, anélkül, hogy hirtelen változás lenne a ductus átmérőjének nagyságában.
- A PDA falainak egymással képzett szöge általában kevesebb 15°-nál.

II-es típusú PDA

- Átmenet nélküli, distalis elkeskenyedéssel jellemezhető, amely által akár több, mint 50%-al is csökkenhet a ductus átmérője.

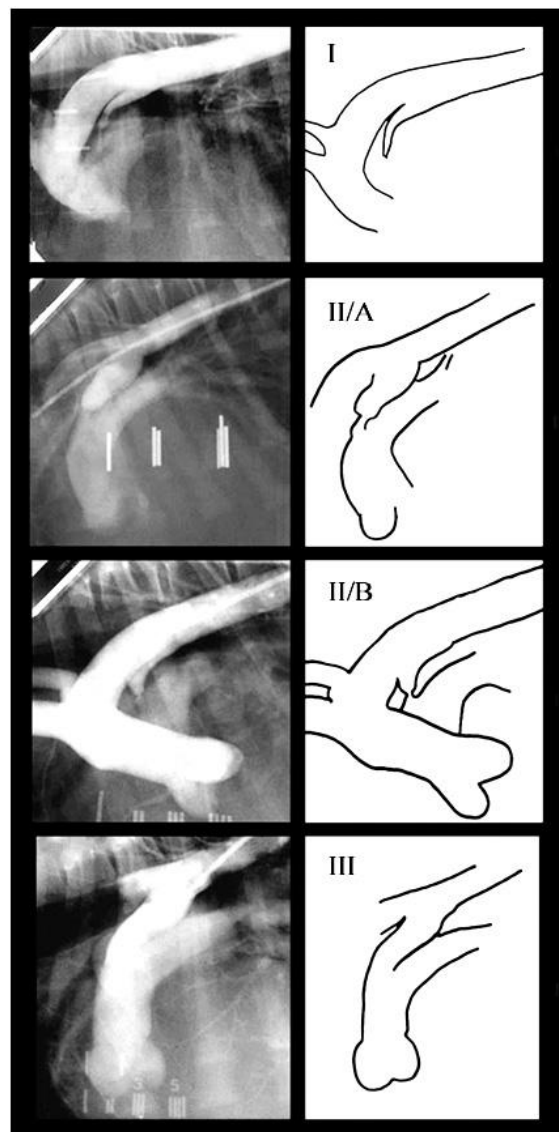
A PDA proximális részének morfológiája alapján további két alcsoportba osztható:

II/A típus

Az aorta felőli részen a ductus még megtartott alakkal rendelkezik (falai még közel párhuzamosak), azután hirtelen szűkül a TP-ba való belépésnél.

II/B típus

Teljes egészében egy kúpra hasonlít, melyben a kúp csúcsát szintén a TP-ba szájadzás előtti szűkület adja. A ductus falai által bezárt szög ebben az esetben 30° és 60° között van.



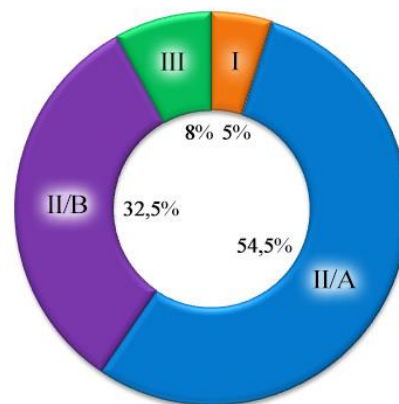
4. ábra Az aorta, a TP és a PDA angiogramja

/kép: Miller: Angiographic classification of patent ductus arteriosus morphology in the dog/

III-as típusú PDA

- Csőszerű morfológiájú, esetében nincs lényeges csökkenés (<20%) a ductus átmérőjében.

Nincs szignifikáns eltérés az I-es, II/A-s és a II/B-s típusok minimális ductális átmérőjében, viszont a III-as típusnál ez az érték jelentősen nagyobb. A leggyakrabban előforduló II/A-s PDA (5. ábra) esetében ez az átmérő átlagosan 2,3 mm (Miller, 2006).



Klinikai diagnosztikai szempontból egy másik forrás szerint ötféle PDA-t lehet elkülöníteni (Buchanan, 2001), ezek jellemzői az 6. ábrán láthatók.

5. ábra Az egyes morfológiai PDA-típusok előfordulási aránya

/forrás: Miller: Angiographic classification of PDA morphology, 2006/

	1-es (kicsi)	2-es (közepes)	3/a-s (nagy)	3/b-s (nagy)	4-es, rPDA (jobb-bal sönt)
Tünetek	tünetmentes	tünetmentes	csökkent munkavégzési kapacitás	*tüdőödéma *pangásos szívelégtelenség	*hátsó láb gyengesége *caudalis cyanosis
Pulzus	normális	normális/ enyhén emelkedett	megugró	megugró	normális / gyenge
Bal szívfél megnagyobbodás	normális	enyhe vagy mérsékelt	kifejezett	kifejezett	jobb szívfél és TP-megnagyobbodás
Ductális aneurizma	nincs	kicsi /közepes	közepes vagy nagy	közepes vagy nagy	nincs
EKG	normális	enyhén magasabb R-hullámok	kifejezett amplitúdójú R-hullámok	pitvarfibrilláció	jobb tengely-eltérés a jobb kamra hypertrophia miatt

Szívzörej	folyamatos, magas frekvenciájú a bal szívvezetési pályánál	*bal szívvezetési pályánál: erős *szívcsúcsnál: gyenge	*bal mellkasnál: folyamatos, erős *bal szívcsúcsnál: szisztolés zörej	*bal mellkasnál: folyamatos, erős *bal szívcsúcsnál: szisztolés zörej	általában nincs, de lehet másodlagos szívzörej
Pulmonalis keringés	normális	enyhén emelkedett értékek	jelentős növekedés a paramétereiben	tüdődéma fennállása	túlterhelt, túlnyomásos
Műtét	tanácsolt a normális élethez	javasolt, de várhat még pár hétig	késlekedés nélkül!	tüdődéma megoldása, diurézis javasolt	kontraindikált! →kezeleni kell a polycythaemiát

6. ábra Az egyes PDA-típusok klinikai jellemzői

/forrás: Buchanan, PDA morphology, pathogenesis, types and treatment, 2001/

A táblázatban említett ellenkező áramlási irányú jobb-bal sönt (=reverz/ inverz/ jobb-bal PDA, továbbiakban: **rPDA**) esetében a vér a ductusban a TP-ből az aorta felé halad. Előfordulási gyakorisága 1-2%. Lehet születéskori, de később is kialakulhat „normális” PDA-ból amiatt, hogy a pulmonalis keringés túltelítődése és a jobb szívfélre nehezedő túlnyomás eredményeképpen a TP-ban uralkodó vérnyomás egy idő után meghaladja az aortáét, és így a vér a nyomásgrádiensnek megfelelően a másik irányban fog áramlani. Fennállásakor az állandóan magas nyomás alatt lévő pulmonalis artériák károsodnak, a simaizomsejtek proliferálnak, ez érszűkülethez, és így a pulmonalis ellenállás növekedéséhez vezet.

A legnagyobb baj ezzel a megfordult irányú sönttel, hogy a vénás vér a TP-ből bekerül az oxigéndús vérbe (a szisztémás vérkeringésbe) az aortán keresztül, így az O₂ tenziója a normális 100 Hgmm helyett 30-45 Hgmm-re csökkenhet, amire a szervezet kompenzációként növeli az eritropoetin felszabadulását a vesében. A létrejövő másodlagos polycythaemia kezdetben segít, de 0,65-ös hematokrit érték felett már káros, mivel a vér viszkozitása nő, így a szállított O₂ mennyisége még kevesebb lesz, fokozódik a hypoxia (Broadus-Tillson, 2010).

Létrejöhetnek különféle, morfológiájukban az átlagos PDA-tól eltérő speciális esetek, melyekben a közös tényező az aorta és a TP közötti abnormális összeköttetés. Egy páciens esetében ún. **intramuralis PDA**-t diagnosztizáltak, mely esetén nem volt konkrétan látható ér, de fennállt a rendellenes áramlás az aorta és a TP között (*Das, 2012*). A sebészi megoldás helyett ilyen esetben a katéteren keresztüli zárást javasolják, mivel az elkötés során be kellene lépni a nagy erek üregébe. Klinikai megjelenésében, ultrahang és hallgatózási leletében egy átlagos perzisztáló Botallo-vezetéknek tűnt. Színes Doppler-vizsgálattal felfedezhető volt a turbulens áramlás a truncus pulmonalisban, a bal szívfél kismértékű megnagyobbodása, enyhe mitralis és tricuspidalis regurgitáció. A műtét alatti bradycardia és az újraélesztés sikertelensége miatti szívmegállás következtében az állat elpusztult. Boncolása során azt látták, hogy az aorta és a truncus pulmonalis lumene a semilunaris billentyűktől kissé distalisan kommunikál egy kis nyíláson keresztül (csatorna nélkül, közvetlenül), és az aortában a falával párhuzamosan egy rövid szakaszon kis “tornác” volt megfigyelhető, ahol a TP-ből áramlott a vér. Morfológiáját tekintve a II/B-s típusú extramuralis PDA-ra hasonlított (*Das, 2012*).

Egy másik érdekes esetben a kutya **jobboldali aortaívvel** rendelkezett, emellett meglévő PDA-jának ampullájából eredt abnormális módon az a. subclavia sinistra. A rendellenes összeköttetés káros hatásai a szokásos bal szívfél térfogati túlterhelés mellett abból fakadtak, hogy a létrejött érgyűrű nyomta a nyelőcsövet, így rendszeres regurgitációt okozott. Kezelés gyanánt műtéti lekötést végeztek mind a PDA-n, mind az aberráns a. subclavia sinistrán (*Saunders, 2013*).

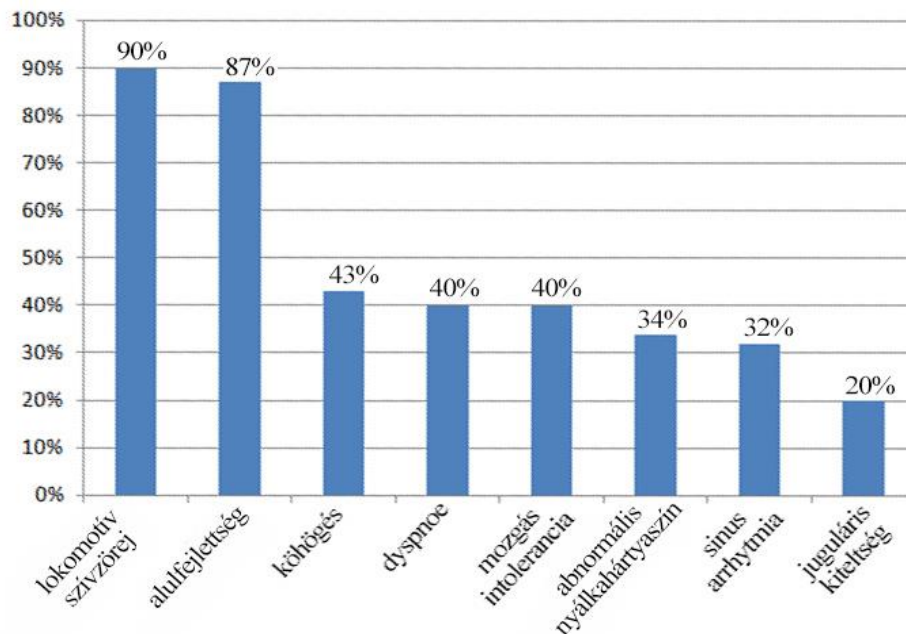
3. Diagnosztika

A PDA gyanúja az esetek döntő részében az első állatorvosi vizsgálatok során merül fel: ilyenkor leggyakrabban a patognomikus szívzörejek hívják fel a figyelmet arra, hogy nincs minden rendben az állattal.

3.1. Klinikai tünetek

Általánosan megállapítható, hogy egy éves korra a legtöbb PDA-val rendelkező kutyában pangásos szívelégtelenség alakul ki, ezért javasolt a műtétet még ezen életkor előtt elvégezni (*Broadus-Tillson, 2010*).

A bal-jobb söntös PDA esetén fennálló leggyakoribb tüneteket előfordulási arányukkal együtt a 7. ábra tartalmazza: az ezt megállapító tanulmányban szereplő kutyák 31%-a mutatott klinikai tüneteket, tehát a százalékos adatok ezekre a kutyákra vetítve láthatóak (Van Israël, 2002).



7. ábra PDA-s kutyákban kialakuló klinikai tünetek aránya

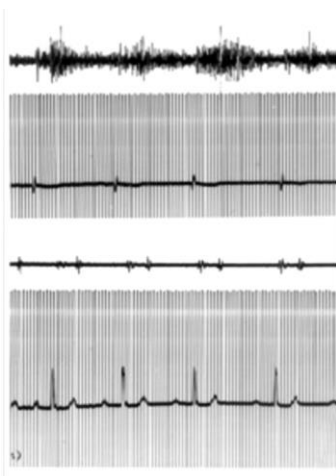
/forrás: Van Israël: Review of left-to-right shunting PDA and shortterm outcome in 98 dogs, 2002/

Látható, hogy a klinikai képet a bal szívbázisnál hallható **lokomotív szívzöreje** és a kortársakhoz képest **elmaradt fejlődés** uralja, a többi tünet meglétéből nem lehet egyértelmű következtetést levonni.

A rPDA tüneteként kialakuló **szívfrekvenciaváltozások** között gyakori a tachycardia, arrhythmia és a hasadt S2 szívhang. (Az S2 szívhang a korai diasztolés hang, mely úgy alakul ki, hogy a semilunáris billentyűk becsapódnak, a véráramlás hirtelen lelassul, és a kamraizomzat ellazul. Legjobban a szív bázisa felett, a nagy erek szájadékánál hallható, és hasadt /"split"/ lesz, ha az aorta és a TP semilunáris billentyűi aszinkron záródnak, amely főleg TP hypertenzió esetén áll fenn.) Jellemző még a jobb kamra megnagyobbodása, a dilatálódott TP, enyhe tricuspidális billentyű-elégtelenség és a kapilláris telődési idő elnyúlása a normális két másodperc fölé. További potenciális tünetek rPDA esetén: fáradtság, nehézlégzés, hátsó végtag-gyengeség. A kapillárisokban lassan áramló hypervizkózus vér miatt kialakulhat periodikus inkoordináció, ájulás, görcsroham (Arora, 2001).

3.2. Fizikális vizsgálat

3.2.1. Fizikális állapot, hallgatózás



8. ábra PDA-s kutya phono- és electrocardiogramja (pre- és postoperatív lelet)

/kép: Buchanan: Patent ductus arteriosus morphology, 2001/

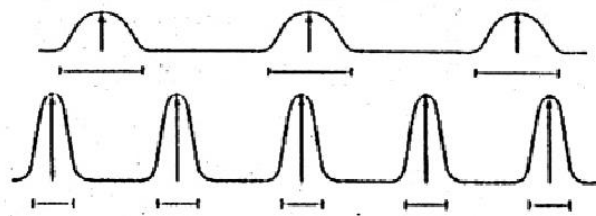
A PDA-val rendelkező kutyák esetében hallható szívzörejt az alábbi szempontok szerint jellemezhetjük (8. ábra):

- **Lokalizációja** alapján (ahol a zörej a legerősebben hallható) a perzisztáló Botallo-vezeték punctum maxima a bal szívázisnál található, tehát a 4. bordaközben, a mellkas középső harmadában javasolt hallgatózni.
- **Erőssége** szerint legtöbbször a VI/VI-os típusnak felel meg, mely a legerőteljesebb szívzörej, esetében szívtájéki rezgés (fremitus) is van, mely a mellkastól kissé távol tartott fonendoszkóppal is észlelhető. Előfordulhat, hogy az egy fokkal enyhébb, V/VI-os szintbe sorolható be, mely szintén nagyon erős, és ugyancsak szívtájéki fremitussal jár.

- A PDA-s kutyák szívzöreje **szívciklushoz** viszonyított jelentkezés alapján systolo-diastolés (lokomotív) zörej, mivel a ductusban systole és diastole alatt egyaránt áramlás van (Broaddus-Tillson, 2010).

A rPDA esetében fontos tudni, hogy gyakran egyáltalán nem hallható semmiféle **szívzörej**, vagy esetleg csak systole szakaszában minimális intenzitással, melynek oka abban keresendő, hogy a csökkent vérbeli O_2 tenzió kompenzálására kialakuló polycythaemia következményeként nő a vér viszkozitása, így csökken az áramlási sebesség, és turbulencia sem lép fel (Ware, 2007).

PDA fennállása esetén az aortából a vér gyorsan ürül, emiatt a **pulzus** az aorta insuffitientia állapotához hasonlóan peckelő lehet (Corrigan-féle pulzus, 9. ábra).



9. ábra PDA esetén kialakuló pulzus típusa:

a felső képen az élettani, az alsón a **Corrigan-féle pulzus** látható

/kép: Papp-Vörös : Állatorvosi belgyógyászati diagnosztika, 1993/

3.3. Műszeres vizsgálat

3.3.1. Echocardiográfia, Doppler-echocardiográfia alkalmazása a PDA diagnosztikájában

Az echocardiográfia egyrészt magának a PDA-nak az azonosításában, másrészt a sönt súlyossági fokának és a bal szívfélre gyakorolt hatások megítélésében nyújt segítséget.

A egyes típusú ultrahang-vizsgálatokkal PDA esetén felfedezhető eltérések:

M-mód echocardiográfia (egydimenziós):

- másodlagos következmények: bal kamra tágulata és excentrikus hypertrophiája (a fal és a septum fiziológiás vastagságú, míg az üreg jelentősen tágult)

2DE-echocardiográfia:

- másodlagos jellemzők: bal szívfél tágulata, bal kamra excentrikus hypertrophiája
- a ductus felkereshető a fremitus érzékelési pontjánál
- rPDA esetén: jobb kamra koncentrikus hypertrophiája (*Broaddus-Tillson, 2010*).

A **Doppler-echocardiográfia** a szív üregeiben vagy a vérereken keresztülhaladó vér áramlási irányának és sebességének mérésére használható. Különböző típusú Doppler-vizsgálatok közül egyik az ún. színes (color) Doppler, amely esetében a vér az áramlási iránya alapján színkódolva látható: a transzducer felé közeledő vér vörös-, míg a távolodó kék színnel jelenik meg a képernyőn. Az áramlási sebességet színárnyalatok különböztetik meg: lassabb áramlásnál sötétebb, míg gyorsabbnál világosabb a szín. A véráramlás eltérései közül elsősorban a fiziológiás véráramlási irány megváltozását, az áramlási sebesség fokozódását és a rendellenes örvénylés (turbulencia) kialakulását lehet kiszűrni ezzel a vizsgálattal. A PDA vonatkozásában jelentősen megkönnyíti a diagnózis felállítását, hiszen egyrésztől látható a folytonos áramlás az aorta és a TP között, másfelől a TP-ban szintén folyamatos, turbulens áramlás detektálható. A rendellenes áramláson kívül az olyan másodlagos következmények is kimutathatóak, amelyek lényege a fiziológiás áramlási viszonyok megváltozásában gyökerezik; mint például a mitralis regurgitáció (*Boon, 2011; Hetey-Vörös, 2012; Nyland-Mattoon, 2002*).

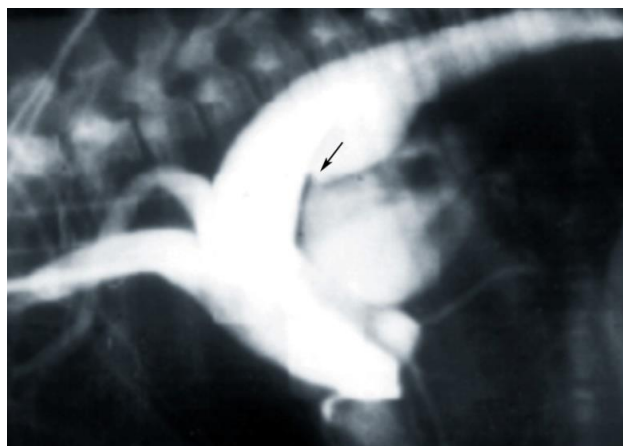
A kezelést megkönnyítő képalkotó eljárások közül kiemelném a **TEE-t (transoesophagealis echocardiografia)**, mely elősegíti a katéteres coil-embolizáció sikerességét, valamint az általa kapott képek összevethetőek az angiográfiás, sebészi feltáráskor és - adott esetben, kutatási céllal – a post mortem látott viszonyokkal. Azt is ki lehet vele szűrni, hogy mely kutyák nem megfelelő alanyok a PDA ilyen módú kezelésére, és milyen terápiás módszer javasolt helyette (*Pariaut, 2004*). Hozzá kell tenni, hogy bár a TEE hasznos a ductus helyeződének feltérképezésében, a pontos méreteinek megítélésére nem alkalmas (*Szatmári-Stokhof, 2006*).

Lehetőség van **fluoroszkópos és echocardiográfiás** irányítás egyidejű használatára is a PDA transzarteriális zárása esetén. Számos előnyük között megemlítendő, hogy ilyen módon nem fordulnak elő fatális vérzések, illetve pleurális összenövések, nem lépnek fel komplikációk a sebgyógyulás kapcsán, ráadásul az operáció utáni fájdalom szintje is jelentősen kisebb (*Pariaut, 2004*). Figyelemmel kell lenni azonban arra, hogy ennél a módszernél a sugárterhelés már jelentős lehet, továbbá az altatási idő hossza is megnő, így ezen hátrányok tudatában kell mérlegelni a kockázat mértékét.

Egy kísérlet szerint a fluoroszkóp használatának ideje szignifikánsan hosszabb a vénán keresztüli módnál (13 perc), mind a transzarteriálisoknál (6 perc), mely az imént említett rizikófaktorok szempontjából jelentős lehet (*Singh, 2012*).

3.3.2. Angiográfia

Az angiográfia az érrendszer tanulmányozására alkalmas eljárás, melynek a vizsgálni kívánt erek típusán (artéria, véna vagy nyirokér) alapulva több formája van, így megkülönböztethetünk arteriográfiát (az aorta esetén aortográfia), phlebográfiát, és lymphográfiát. Az eljárás során helyi érzéstelenítést követően kontrasztanyagot juttatnak az érrendszerbe; a vizsgálat céljától függően vagy közvetlenül az aortába, vagy a megfelelő szervet ellátó érbe, majd folyamatos röntgenátvilágítás mellett követik nyomon a beadott anyag útját.



10. ábra Angiogram egy kutya PDA-járól
/forrás: Buchanan: PDA Morphology, 2001/

A technikai fejlődés lehetővé tette a kontrasztanyag használatát mellőző, sugárterheléssel nem járó MR-angiográfia megjelenését és elterjedését.

Angiográfiával a PDA morfológiája (10. ábra) több szempont szerint kategorizálható: a ductalis szűkület jelenléte és szöge vagy hiánya szerint. A PDA zárásának tervezésekor ez az információ segítheti az eszközök kiválasztását, bevezetését (Miller, 2006).

A **kontrasztos angiográfiát** diagnosztikai céllal leginkább abban az esetben használják, ha felmerül a rPDA gyanúja, viszont nem látható a caudalis cyanosis (a hátulsó testfél nyálkahártyáinak cyanosisa, melynek oka a kevert vér áramlása az aorta a. subclavia sinistra utáni szakaszában). Az eljárás végrehajtása során fiziológiás sóoldatot (Anderson, 2004), vagy levegőbuborékokat (Arora, 2001) fecskendeznek valamelyik könnyen elérhető, nagyobb vénába, például a v. cephalicába. A befecskendezés után képződött echogén buborékok a v. cava cranialison keresztül, majd a jobb pitvaron át a jobb kamrába kerülnek, innen pedig a truncus pulmonalisban haladnak tovább. Amennyiben az állatnak bal-jobb PDA-ja van (vagy ha egészséges), a buborékok hamar a tüdőbe érnek, majd ott az alveolusok falában zajló gázcsere és diffúzió eredményeként kikerülnek a vérkeringésből. Abban az esetben, ha a kutya rPDA-val rendelkezik, a buborékok a TP-ből a tüdőt elkerülve az aortába jutnak, ennél fogva az angiogramon a szisztémás keringésben észlelhetőek lesznek (Anderson, 2004; Arora, 2001).

3.3.3. EKG-eltérések PDA esetén

Az EKG nem az elsődleges választás, ha a PDA felismeréséről van szó, a rajta levő devianciák inkább csak a diagnózis megerősítését szolgálják.

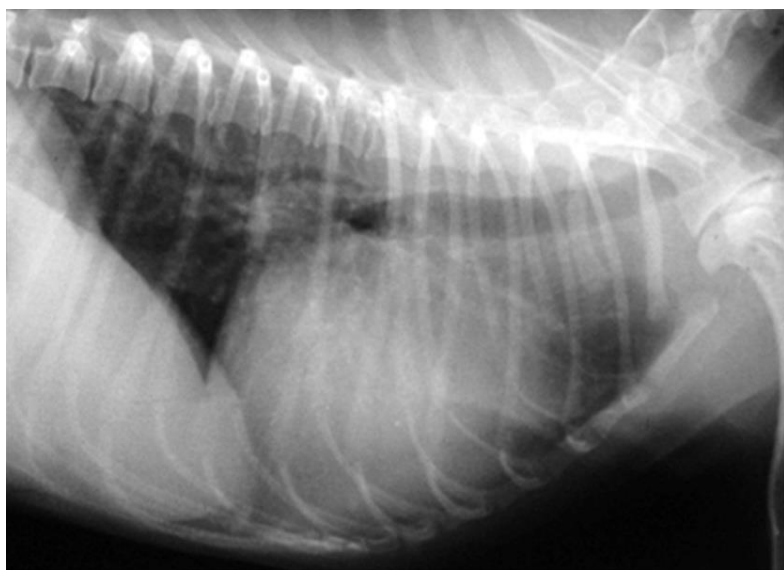
PDA fennállása esetén főként a következményként kialakuló bal kamra-megnagyobbodás jelei jellemzőek az EKG-felvételen, ilyen a nagyobb QRS-komplex (magas R-hullámok, mély Q-hullámok és széles P-hullámok) és a bal tengely deviáció. Minél nagyobb méretű és súlyosabb klinikai tünetekkel járó PDA-val rendelkezik az állat, az EKG-n annál magasabbak az R-hullámok, a legkritikusabb bal-jobb söntű PDA-nál már pitvari fibrilláció is detektálható (ezt a mitralis billentyűk elégtelen záródása okozza), és ez esetben a kórjóslat már meglehetősen kedvezőtlen (Broaddus-Tillson, 2010).

A rPDA esetén az EKG felvételen jobb tengely-eltérés figyelhető meg a jobb kamra-hypertrophia miatt (Buchanan, 2001).

3.3.4. Röntgenképen észlelt elváltozások

A röntgenfelvételen három jellegzetes, patognomikus elváltozás látható PDA esetében: kitágult aorta descendens; a TP és a bal pitvar megnagyobbodása (*Van Israël, 2002*).

A radiológiai képet a bal szívfél megnagyobbodása mellett a fokozott pulmonalis érrajzolat jellemzi (11. ábra). A pulmonalis perfúziót dorsoventralis nézetű röntgenen a TP és a 9. borda szélességének összehasonlításával, míg jobb laterális nézetben a jobb cranialis tüdőlebeny ereinek és a negyedik borda legkeskenyebb részének egybevetésével kell megítélni (fiziológiásan mindkét esetben az erek kisebb átmérőjűek, mint az adott borda) (*Van Israël, 2002*).



11. ábra PDA-s kutya mellkasi röntgenfelvétele

/felvétel: SzIE ÁOTK Központi Oktató Kisállatkórház és Klinika/

A pulmonalis keringés túlterheltsége okán némely esetekben tüdőödéma is kialakulhat, de ennek előfordulási esélye nem releváns (*Buchanan, 2001*).

A mellkasi röntgenen jellegzetes tünet egy aneurysma-szerű kiöblösödés az aortán a ductus vonalában (*Broaddus-Tillson, 2010*). Az aneurizmás tárgulat az aortán főleg a dorso-ventrális felvételen látszik (bal

laterális kitérés), ezen kívül kitágulhat a bal pitvar, a bal kamra, az aortaív és a pulmonalis artériák is. Néhány alkalommal az is előfordulhat, hogy a nagy PDA-val és emellett még az átlagosnál nagyobb méretű szívvel is rendelkező kutyáknál a szív áthelyeződik a jobb mellkasfélbe (*Buchanan, 2001*). A szívmegnagyobbodás eredményeként a trachea is megemelkedhet, továbbá a szív szegycsonttal való érintkezésének hossza is megnőhet (*Sleeper-Buchanan, 2001*).

3.4. Differenciáldiagnosztika

A rPDA jellegzetes következménye, amely elkülöníti az átlagos PDA-tól, a caudalis testfélen lévő nyálkahártyák cyanosisa (ún. **differenciálcyanosis**). Ennek oka, hogy a sönt az a. brachiocephalica és az a. subclavia sinistra mögött van, tehát a test elülső felébe tiszta artériás vér kerül, míg hátra kevert, artériás-vénás vér (*Broaddus-Tillson, 2010*).

A másik alternatíva a PDA-tól való differenciálásra a **vérgáz-analízis** elvégzése: egy ír szetter esetében is ezt alkalmazták, mivel a caudalis cyanosis nála nem volt egyértelműen észlelhető. A rPDA erős gyanúja miatt az auricularis és a metatarsalis artériákból nyugalomban és mozgás után egyaránt vért vettek, és ezt kielemezve azt találták, hogy a metatarsalis artériában a fiziológiához képest jelentősen csökkent mind az O₂, mind a CO₂ mennyisége, ezzel támasztva alá a feltételezett diagnózist (*Ferasin, 2005*).

Az esetek nagy részében nem okoz gondot diagnosztizálni a PDA-t, mivel a systolo-diasztolés szívzörej, amelyre a fizikális vizsgálat során fény derül, majdhogynem egyértelműen erre a betegségre utal. Figyelembe kell venni azonban azt, hogy ez a típusú szívzörej ugyanúgy hallható az alábbi, a PDA-hoz képest ritkább esetekben is: egyéb aortopulmonalis söntök, aorta stenosis, illetve pulmonalis stenosis (*Fujii, 2009*).

Schneider és munkatársai szerint a PDA-val rendelkező páciensek 96%-ánál jelenik meg az echocardiogramon maga a ductus (*Fujii, 2009*). Az ő megfigyelésükből kiindulva, ha a ductus nem látható egy lokomotív szívzorejjel rendelkező kutyában, feltételezhető a PDA-hoz hasonló, viszont attól morfológiailag eltérő aberráns érhálózat jelenléte.

Az **echocardiográfia** az egyik leghatékonyabb módszer a bal-jobb söntök és a bal szívfél túlterhelésének kimutatására. Mind a PDA-val, mind az aberráns szisztémás-pulmonalis sönttel rendelkező páciensekben megfigyelhető a retrográd, folyamatos áramlás a TP-ba. Az utóbbi esetekben az áramlás eredete, időzítése és iránya egyaránt nagyon hasonlít a PDA esetében fennállóhoz, kivéve, hogy ilyenkor általában a perifériális pulmonalis artériákban is turbulens áramlás alakul ki. A PDA-tól való differenciálásra alkalmas eljárás a kontrasztos angiográfia mellett a CT, amelynek kiértékelése elősegítheti a kezelés megtervezését is.

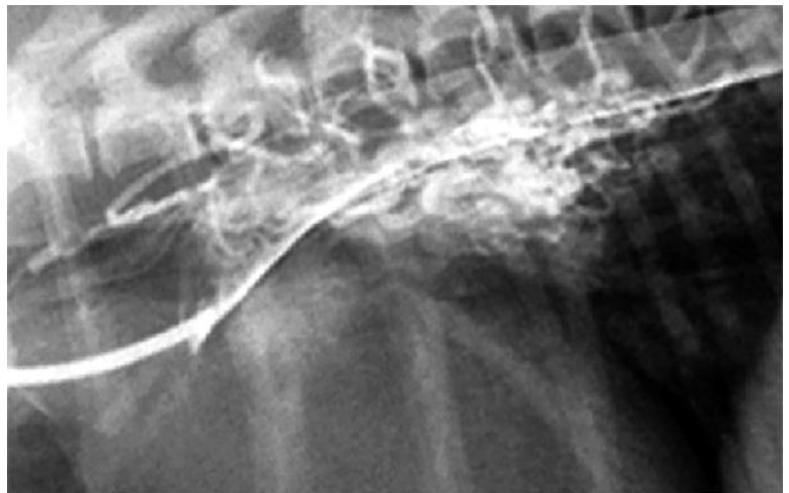
A következő esetek arra világítanak rá, hogy gyakorlati szempontból milyen fontos egyértelműen elkülöníteni a PDA-t a hozzá hasonló **abnormális érkapcsolatoktól**, mivel a pontos diagnózis nagymértékben befolyásolja a megfelelő kezelési mód kiválasztását, és segít elkerülni a fatális komplikációkat.

Egy páciens esetében hallgatózással III/IV-es erősségű szívzörejt észleltek, emellett a phono- és echocardiográfia lelete is PDA-ra utalt, viszont az a. carotis sinistrán keresztüli szívkatéterezés és röntgenfelvétel készítése után derült ki, hogy valójában az a. bronchooesophageából (és egyéb környező erekből) eredeztethető, TP-ba érő rendellenes, hálózatos összeköttetésről van szó. Kialakulási oka lehet veleszületett pulmonalis hypoplasia és atresia, vagy egyéb szerzett betegségek (pl. szívférgesség, tüdőinfarktus) miatt az a. bronchooesophagea fokozott növekedése és TP-ba kapcsolódása. Ebben az esetben a műtéti elkötés nem volt tanácsos, mert nemcsak egy ér, hanem egy bonyolult hálózat tartotta fenn a kapcsolatot, tehát a hálózat összes erét el kellett volna kötni, ugyanis ennek hiányában - a tapasztalatok szerint- a collaterálisok megerősödhetnek, és átvehetik az lekötöttek szerepét (Yamane, 2001).

Egy másik tanulmány szerint három kutyanál diagnosztizáltak rendellenes **arteriovenosus összeköttetést** az észlelt szívzörejek kiértékelése alapján (Fujii, 2009).

Mindhárom esetben a következő tünetek álltak fenn:

- 1) leghangosabban a bal szívázisnál hallható, viszonylag lágy lokomotív zörejt, mely megfelelt a PDA esetén hallotthoz
- 2) a TP-ban sötetre utaló jelek (echocardiográfias felvételen)
- 3) angiográfiával kizárható a PDA, de bizonyíték volt az aorta thoracicus és a pulmonalis keringés közötti erek alkotta abnormális kapcsolatra.



12. ábra Rendellenes, összetett artériás hálózat aortogramon
/kép: Fujii: Arteriovenous shunts resembling PDA in dogs, 2009/

Az első esetben a katétert a fő aberráns artériába vezetve fecskendezték be a kontrasztanyagot. Ez a fő artéria morfológiai szempontból kanyargós lefutású, dilatálódott volt, valamint számos kisebb ér ágazódott ki belőle. Helyzetét tekintve az aorta descendensből indulva a bal a. pulmonalissal anasztomozált, kissé distalisan a bifurcatio vonalától (az a. pulmonalis sinistra szintén kitágult).

A második és a harmadik páciensnél ismét a kontrasztos aortográfia segített felfedni a pontos lokalizációt: ezen esetekben egy tekervényes artériás hálózat fogta körül az aortát (12. ábra). A pontos lefutásának meghatározása nehézségekbe ütközött, viszont a második kutya tünetmentes maradt, és a szívultrahang leletei is normálisnak bizonyultak a nyomonkövetés 18 hónapja alatt.

4. Kezelés

4.1. Gyógyszeres kezelés

A konzervatív kezelési mód hatására csak humán csecsemőkben következik be a ductus teljes záródása, ugyanis a legtöbb alkalmazott gyógyszer csak a ductus izomrétegének degenerációja előtt hatékony. Mivel kutyákban általában az első oltások idején diagnosztizálják a PDA-t, az akkorra már lezajlott degeneráció miatt e terápia alkalmazása már nem vezetne eredményre. Így kutyák esetén gyógyszeres kezelés akkor szükséges, ha a páciensnek nagyon kockázatos lenne az altatás és a műtét, illetve ha komoly komplikációk léphetnének fel (pl. pangásos szívelégtelenség fennállása esetén). Ezen kívül használható még a PDA hatására kialakult klinikai tünetek, mint a pitvari fibrilláció, pangásos szívelégtelenség (congestive heart failure / CHF) és a polycythemia kordában tartására.

Amennyiben ennek a terápiának az alkalmazása merül fel, különféle gyógyszerek állnak rendelkezésre (Buchanan, 2001):

1. **Indomethacin:** prosztaglandin (PGL)-szintetáz inhibitor, a PGL koncentráció csökkentésén keresztül segít a ductus átmérőjének kicsinyítésében (időben elkezdett adagolással), vagy később nagyméretű PDA és CHF fennállása esetén mérsékli a tüneteket.
2. **Ibuprofen:** szintén PGL-szintetáz inhibitor, az indomethacinnal szembeni előnye, hogy kevesebb mellékhatása van a vesére és a gastrointestinalis rendszerre nézve.
3. **Epoprostenol:** nyitva tartja a ductust az élet első napjaiban a műtétig, ha az újszülöttnak olyan rendellenessége van, amelynek túléléséhez kell a PDA (pl. aorta- vagy TP-atresia).
4. **Digoxin:** CHF kezelésére, illetve a szívritmus kontrollálására pitvarfibrilláció esetén.

5. **Furosemid:** CHF terápiájára alkalmazható.

6. **Hydroxyurea:** hozzájárul a csontvelő-túlműködés elnyomásához (myelosuppresszáns), így segít a hematokrit értékét 65% alatt tartani, mely rPDA esetén fontos, mivel így ritkábban kell vért csapolni az állatból.

7. **Carprofen** és **enalapril** kombinációja: szignifikánsan csökkenti a DA átmérőjét és a szívritmust visszaállítja fiziológias szintre (*Bakirel, 2007*).

A kezelés során egyéb tényezőkkel is ajánlott segíteni a terápia sikerességét: az állatot mozgásában korlátozni kell, táplálására nátriumszegény diétát kell összeállítani, és mindemellett diuretikumok adása is javasolt.

4.2. Sebészi eljárás

4.2.1. Klasszikus elkötés kivitelezése

A műtétet leggyakrabban jobb oldalfektetésben végzik. A mellkas feltárása (bal oldali **4. intercostalis thoracotomiával**) és a bal cranialis tüdőlebeny hátrahajtása után (*13. ábra*), a pleura mediastinalis leválasztása, a n. vagus izolálása és dorsalis irányú elkampózása következik. A n. vagus szövetekből való kifejtése során átmeneti bradycardia jelentkezik, de a páciens állapota általában stabil marad ez idő alatt. Ugyanígy a n. phrenicust és a n. laryngeus recurrenst is biztonságos távolba húzzák a potenciális sérülések elkerülése érdekében. Az alveolusok hypoxia okozta károsodásának megelőzésére a tüdőlebenyt a műtét során néhányszor visszahajtják fiziológias helyzetébe.

A pleurának az aorta lateralis oldaláról, a TP-ről és a PDA-ról való eltávolítása után kezdődhet a **ductus medialis oldalán preparálás**. Ez a folyamat általában caudalis irányból kezdve halad mind cranialisabban azzal a céllal, hogy létrehozzanak egy csatornát, amelyben majd az elkötő fonalat át lehet vezetni, és meg lehet kötni a ductus körül. Az a legoptimálisabb, ha minél kevesebb környező szövet marad kapcsolatban a PDA-val, mert a ligatúrába kerülő túl sok lágy szövet esetén nagyobb az esélye a reziduális áramlásnak. Két lekötést használnak, melyből mindig az aorta-ductus csatlakozáson lévő teszik fel először, és azután a TP-hoz közelebb esőt. A teljes **elkötés után** egy percen belül egyértelmű változás detektálható a szívritmusban, és a PDA-ra jellemző fremitus is eltűnik.



Figyelembe kell venni, hogy a ductus elkötését követően hirtelen megnő az artériás középnyomás és a keringés összes paramétere a szisztémás vérkörben, amit az aorta falában lévő stretch-receptorok érzékelnek. Következésképpen reflexes bradycardia lép fel: ez az ún. **Branham-reflex**, melynek következtében akár le is állhat a szív, viszont ezután rendszerint klinikai következmények nélkül hamar újra is indul (James, 2011).

13. ábra A Botallo-szalag felkeresésének helye
(az olló csúcsánál) a mellkas kinyitása, majd a bal cranialis
tüdőlebens hátrahajtása után

/preparátum: Farkas Flóra, fotó: Dr. Czeibert Kálmán/

Az altatás során általában a következő értékeket monitorozzák: a vér oxigén szaturációja, vérnyomás, CO₂-szint, elektrokardiogram, szívritmus, légzésszám, testhőmérséklet. A CO₂-szaturációt a reflexes légvétel megelőzése érdekében javasolt 30 % alatt tartani, ilyenkor mesterségesen kell biztosítani a percnkénti 10-15 légvételt (James, 2011; Fossum, 2007).

A PDA zárási műtétje során olyan **gyógyszereket** kell használni, amelyek nem okoznak komoly hemodinamikai változásokat (perifériás vasoconstrictorok kerülendők, mert a szisztémás ellenállás emelésével növelik a ductuson keresztüli áramlás mértékét, így tüdőödémához vezethetnek; Gozalo-Marcilla, 2012):

- *premedikáció*: fenotiazinok, butirofenonok;
- *indukció*: propofol/ etomidat+midazolam (egyidejűleg fennálló szívbetegség esetén);
- *fenntartás*: isofluran+O₂/ TIVA (total intravenous anaesthesia, pl. propofol+fentanyl);
- *intra- és posztoperatív fájdalomcsillapítás*: fentanyl, morfin, ropivacain (előnyei bupivacainnal szemben: kisebb kardiotoxicitás, rövidebb felezési idő);
- *pangásos szívelégtelenség esetén*: furosemid, benazepril;
- *súlyos mértékű Branham-reflex fellépésekor*: atropin, glükopirrolát (Das, 2012).

Érdemes nitroprusszid-Na-ot infúzióban adni a PDA műtéti lekötése során, mert a keletkező nitrogén-monoxid a vérnyomás-, és így a vérzés kockázatának csökkentése által elősegíti a műtét sikerességét (Humm, 2007).

A PDA-hoz hasonló egyéb **abnormális söntök** kezelésénél a műtéti lekötés vagy elzárás csak abban az esetben indokolt, ha az érkapcsolat kamrai túltelődést okoz, mivel ez pangásos szívelégtelenséghez vezethet. Mindemellett a sebészi megoldás kivitelezésekor jelentős nehézségek léphetnek fel, hiszen ezek az erek gyakran összetett hálózatot alkotnak, így a célartéria megközelítése elég kockázatos a potenciális vérzések miatt (Fujii, 2009).

4.2.1.1. Előnyei, hátrányai, komplikációk

A hagyományos lekötesi módszernek az a hátránya, hogy a ductus medialis oldalán jóformán „vakon” kell fejtegetni, így előfordulhat, hogy a ductus falának megsértése révén súlyos vérzés veszi kezdetét (Tobias-Johnston, 2012). A műtéti lekötest a katéteres zárással (TCO-transcatheter occlusion) összehasonlítva a major, életet veszélyeztető komplikációk többször léptek fel a lekötés során, ilyenek a komoly vérzés; légzés- vagy szívmegállás; belső szervek következményes sérülése (pl. bal craniális tüdőlebeny megsebzése mellkasnyitás során, ami részleges vagy teljes lobectomiához vezethet). Az első beavatkozás sikeressége nagyobb arányú műtéti lekötés végrehajtása esetén, és az esetlegesen szükséges utókorrekció is hatékonyabb sebészi feltárással, mint TCO-val kivitelezve. Egy tanulmány szerint mind a pangásos szívelégtelenség, mind a mitralis regurgitáció jelenléte növeli a mortalitást a műtéti beavatkozás után (Goodrich, 2007).

Egy másik felmérés során 64 műtéti esetből négyszer lépett fel komoly vérzés a ductus craniomedialis oldalán való preparálás során (Hunt, 2001). Három kutyánál sikerült kontrollálni a vérzést a TP elkampózásával, az aorta összenyomásával, és ezalatt az 5 perc keringési szünet alatt gyorsan befejezett ductus-lekötéssel, míg a 4. kutyát nem tudták megmenteni.

Dr. Németh Tibor (SzIE ÁOTK, Sebészeti és Szemészeti Tanszék) műtéti tapasztalatai szerint nála az elmúlt évtizedek alatt mindössze két esetben fordult elő a ductus medialis falának megrepedése, és a mellkasnyitással járó műtétek szeptikus szövődményeinek előfordulási aránya nem éri el az 1%-ot.

Különböző technikák alkalmazhatóak a vérzés kockázatának csökkentésére, pl. az aorta jobb oldalán preparálni a perforált ductus összeöltése helyett; preparálóolló helyett huzallal elválasztani a szöveteket; kapcsok használata lekötések helyett; illetve a műtét nélküli, vénán keresztüli zárás (Hunt, 2001). Fontos az elvesztett vér transzfúzióval történő pótlása.

Az érsérülések mellett kisebb jelentőséggel ugyan, de **idegi károsodás** miatti komplikációk is kialakulhatnak, hiszen a n. vagus és a sympathicus idegrendszer (ganglion cervicale medii és ganglion stellatum) által leadott, szívhez térő ágak megsebzése esetén szívmegállás következhet be. A szívet ellátó ágakon kívül a n. vagusból visszakanyarodó n. laryngeus recurrens sinistrát is nagyon könnyű megsérteni, esetleg hozzákötni a ductushoz. Amennyiben ez bekövetkezett, funkcionális károsodás, kiesés alakulhat ki, mely ezen ideg esetében baloldali gégebénulásban mutatkozhat meg. Figyelni kell az operáció során a ductus thoracicus épen tartására, mert megsérülése **postoperatív chylothoraxot** eredményezhet (Hunt, 2001).

A műtéti zárás **kontraindikált** rPDA vagy kétirányú sönt megléte, esetleg egyidejűleg fennálló olyan állapot esetén (pl. Fallot-tetralógia), amely miatt a PDA szükséges a túléléshez. Reverz söntnél ennek az az oka, hogy a rPDA egy szelepként működik, ami megakadályozza, hogy a jobb szívfélre túl nagy nyomás háruljon. Elkötése esetén a komoly pulmonalis hypertenzió hamar a jobb szívfél túltelődését és elégtelenségét okozza. Mivel nincs hatékony kezelése, ezért a lehetőségekhez mérten minimalizálni kell a mozgást, a stresszt, az izgalmat, érdemes hematokrit értéket mérni kéthavonta, és erős polycythaemia ($65\% < Ht$) kialakulásakor tanácsos a fölösleges mennyiségű vér leeresztése, emellett gyógyszerek közül a hydroxyurea, mint myelosuppresszáns szer ajánlott (Anderson, 2004). Fallot-tetralógia esetén a pulmonalis szűkület miatt a tüdőbe kevesebb vér áramlik, így itt a perzisztáló DA segítségével az aortából kap plusz vérmennyiséget a két tüdőszárny (Broaddus-Tillson, 2010).

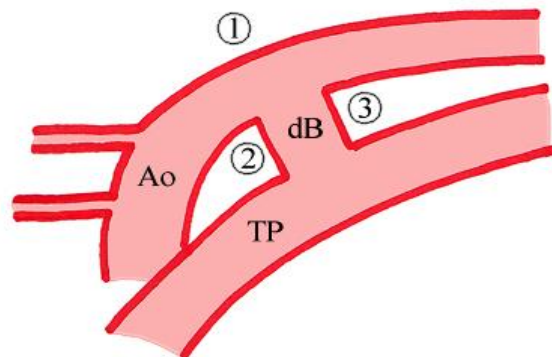
Amennyiben az alább felsorolt **rizikófaktorok** közül valamelyik, esetleg egyszerre több is fennáll, fokozott figyelemmel és elővigyázatossággal kell kezelni a páciens. Ezek a prognózist rontó tényezők: pitvari fibrilláció, mitralis regurgitáció, pangásos szívelégtelenség, 2 évnél idősebb kor, 23 kg-nál nagyobb testtömeg. Pulmonalis hypertenzió esetén csak addig szabad elvégezni a műtétet, amíg a szisztémás vérnyomás még meghaladja a pulmonalisat (Broaddus-Tillson, 2010).

4.2.2. Jackson-Henderson technika kivitelezése

Habár a Jackson-Henderson technikát egyelőre csak ritkán alkalmazzák a gyakorlatban, de mivel csökkenti az intraoperatív vérzés előfordulási gyakoriságát, így ebből fakadó előnye miatt érdemes megemlíteni.

Kivitelezésekor a mellkas feltárása és a bal cranialis tüdőlebeny hátrahajtása után az alábbi három nyílást hozzák létre a mediastinumon (14. ábra):

- 1) az aorta fölött az a.subclavia sinistra és az első aortai a. intercostalis dorsalis között;
- 2) az aorta, a TP és a ductus között;
- 3) a ductus fölött, az aorta alatt.



14. ábra A Jackson-Henderson technika kivitelezése során létrehozott nyílások helye

Ao: aorta, dB: ductus arteriosus Botalli

/A rajzot készítette: Farkas Flóra/

A félbehajtott elkötő fonál hurok részét az 1)-es nyíláson vezetik be, majd az első csatornán keresztül a 2)-es nyíláson át a hurok kivétele, utána pedig a fonál két szabad végének előhúzása következik a 3)-as nyíláson. A fonalhurok és a két szabad vég tartásával az aorta medialis oldalán fekvő középső részt levonják az aorta-ductus csatlakozás vonaláig. A hurokrész elvágása után két különálló szál képződik a két megkötési helynek megfelelően. Ezután következik az a mozzanat, melynek sikerességétől függ a komplikációk mennyisége és súlyossága. A két szál közül az alsót előre-hátra irányuló mozdulatokkal a ductus medialis oldalán kell lefelé mozgatni, ilyen módon elválasztva a környező szövetektől. A fonalat érdemes a medialis falhoz a lehető legközelebb húzni, így csökkentve a csomózáskor hozzákötött szövetek mennyiségét. A TP-ductus csatlakozás vonalának elérése után következhet utolsó lépésként a szálak megkötése a ductus körül: először ennél a technikánál is az aortához közelebbi ligatúra kerül fel (James, 2011).

4.2.2.1. Előnyei, hátrányai, komplikációk

A Jackson-Henderson (JH) technikának a klasszikus lekötési módszerrel szemben előnye, hogy kimarad az a kockázatos, potenciálisan fatális vérzést okozó lépés, mely a ductus medialis oldalán folytatott „vakon” preparálást foglalja magában (James, 2011). Ilyen módon jobban alkalmazkodik az anatómiai viszonyokhoz, mivel az aorta medialis oldalán a mediastinumban kevesebb vékony falú ér található, így az itt végrehajtott elfejtés során sokkal kisebb a rizikó.

Egyes szerzők szerint viszont a JH-technika alkalmazásával túl nagy mennyiségű légyszövet kerül az elkötésre használt varratszálak közé, következésképpen nem lehetséges teljes zárást megvalósítani (Stanley, 2003). Így a késői komplikációként fellépő **reziduális áramlás** a ductuson keresztül kétszer akkora arányban jelentkezett, mind a hagyományos műtéti lekötést alkalmazottak csoportjában. Posztoperatív kontrollként használt színes Doppler-vizsgálaton kiderült, hogy a JH-csoportbeli kutyák 53%-ánál észleltek visszamaradó áramlást a ductuson keresztül, szemben a hagyományos technikával műtött állatoknál fennálló 21%-al. Stanley és munkatársai úgy találták, hogy a JH-technika alkalmazása után emelkedett a rövid- és hosszútávon fellépő komplikációk száma. Az ő tanulmányukban a kutyáknak, melyeket ezen módszer szerint műtöttek, 19 %-ánál jelentkeztek intraoperatív komplikációk, úgymint a **ductus thoracicus károsodása**, az aortai aneurizma repedése vagy a Botallo-vezeték caudalis oldalának megsérülése, és az onnan kiinduló **vérzés**.

Összegezve elmondható, hogy ez a módszer csökkenti a műtét alatt fellépő (gyakran fatális kimenetelű) vérzés kockázatát, viszont emeli a posztoperatív reziduális sönt kialakulásának esélyeit (Broaddus-Tillson, 2010).

4.2.3. Kórjóslat műtéti elkötés esetén

Sikeres műtéti beavatkozás után a pulmonalis ereknek egy hét, a szívnek pedig három hónap szükséges ahhoz, hogy visszaálljon a fiziológiás állapotra, mely a szív esetében magában foglalja a negatív hallgatózási leletet is, míg egyes források szerint a már kialakult aneurizma nem tűnik el (Buchanan, 2001). A kor, a testsúly, a letargia foka, preoperatív ACE-gátlókkal történő kezelés és a röntgennel is igazolt jobb pitvar-tágulat egyaránt negatívan korrelálnak a túlélés esélyével. A műtét után a legjobb prognózisra olyan fiatal állatoknak van esélye, amelyek még nem mutatják a pangásos szívelégtelenség klinikai tüneteit (Bureau, 2005).

Az **idősebb PDA-s kutyák** egyéni terápiát igényelnek, attól függően, hogy van-e már fennálló szívelégtelenségük. A ductus elzárása után általánosan náluk is eltűnnek a klinikai tünetek, viszont a nyomonkövetés során több páciensnél ultrahangos bizonyítékot találtak a bal kamrai szisztolés és diasztolés diszfunkcióra (*Van Israël, 2003*). Azokban az esetekben, ahol nem végeztek műtéti beavatkozást, a pangásos szívelégtelenség kialakulása elég gyakori, viszont nem elkerülhetetlen következmény volt, ezenkívül a mitralis billentyűn is mindannyiuknál endocardosis alakult ki. A visszafordíthatatlan bal kamra-károsodás gyakori volt ezeknél a kutyáknál, viszont általában nem befolyásolta a gyógyulási esélyeiket. Egy tanulmány szerint az idősebb kutyák nagy százalékban kedvező kimenetelre számíthatnak, ha elvégzik rajtuk a műtétet, viszont a prognózis jóval kedvezőtlenebb műtéti beavatkozás nélkül (*Van Israël, 2003*).

Egy másik különleges helyzet, amely során a kórjóslatot nem az általános szempontok szerint kell megállapítani: **aortai aneurizma** jelenléte esetén. Az aorta dilatálódása a PDA-hoz közeli területen gyakran összefügg a rendellenes áramlás által az aortai falra háruló fokozott nyomással, melynek következményeként az kitágul és elvékonyodik, így könnyen megrepedhet (*Olsen, 2002*). Egy ilyen elváltozással rendelkező páciens hozzávetőleg 5 órával a PDA-műtét után hirtelen összeesett, és az újraélesztési kísérletek sem vezettek eredményre. A boncolás során egy nagy, spirálisan futó hasadást találtak az aorta craniodorsalis falán, mely az a. subclavia sinistrától a PDA-aorta csatlakozástól 2 cm-re distalisán lévő részig terjedt. Nem találtak bizonyítékot fali vérzésre vagy gyulladásra. A megrepedt aneurizma kórszövettani vizsgálatakor azt vették észre, hogy a falából hiányzott a tunica intima és endothelialis sejtréteg egy része (*Olsen, 2002*).

Noha a műtéti leköttetése kontraindikált, a **rPDA kórjóslatának** megítélésében érdemes tudni, hogy az ilyen rendellenességgel rendelkező kutyáknál az altatást kerülni kell, esetleg legyengülhetnek a hypoxaemia miatt, vagy hirtelen szívhalál elviheti őket, melynek hátterében artériás trombus, arrhythmia állhat (*Arora, 2001*).

4.2.4. Egyéb műtéti módok, embolizáció

Létezik egy újonnan leírt eljárás a PDA elköttetésére; az **intrapericardiális technika**, mely során a pericardiumon elektrokauterrel ejtenek egy vágást (*Selmic, 2013*), ilyenkor a szívburkon két kauterizált szél jön létre, így a vérveszteség minimálisra csökken. A ductus cranialis, majd

caudalis oldalán is eltávolítva a főleges szöveteket, a medialis oldalon egy caudocranialis irányú folyosót kell derékszögű fogóval létrehozni, ezután következik a ductus lekötése. Ezáltal a technika során is kimarad a ductus medialis oldalán való “vakon” fejtegetés.

Az extrapericardiális módszer javasolt fiatalabb kutyákban, viszont olyan páciensekben, melyek viszonylag rövid ductussal rendelkeznek, vagy idősebbek, az intrapericardiális technika kívánatosabb, mert náluk a ductus körüli szövetmennyiség rostosabb és így a szövetek elfejtése sokkal bonyolultabb lehet (Selmic, 2013).

Elzárás embolizációval

A beavatkozást általános anesztéziában, jobb oldalfektetésben végzik, ez idő alatt a bevezetett katéter és a coil (tekercs, 15. ábra) útját fluoroszkóppal kontrollált angiogrammon követik (a kontrasztanyagot az aortába fecskendezik).

Az embolizáció lépései:

- 1) Kétlépéses tágítás az a. femoralison (ennek alkalmazása csökkenti az artéria szakadásának, sérülésének veszélyét) (Pariaut, 2004);
- 2) A katéter felvezetése az a. brachialis dextra-n vagy az a. femoralis dextra-n keresztül az aortába (transzarteriális mód); a v. femoralis dextra-n keresztül, a jobb szívfélén át a TP-ba, majd a PDA-n át az aorta descendensbe (transzvénás technika);
- 3) A katéter (coillal a csúcsán) visszahúzása a ductusba, majd a TP-ba;
- 4) A coil leválasztása a katéterről bevezetőhuzal megcsavarásával.



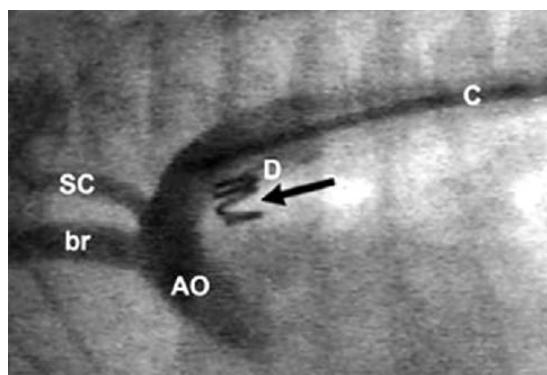
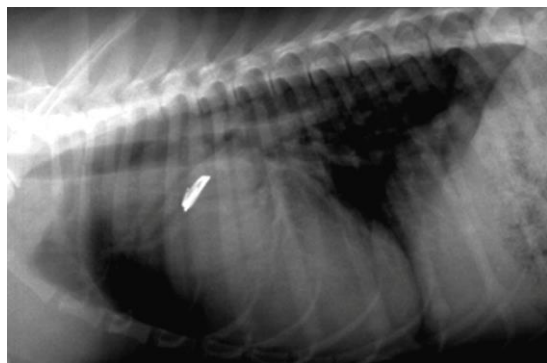
15. ábra Az embolizáló coil a bevezető hüvellyel és huzallal

/kép: de Queiróz:

Interventricular septal defect percutaneous occlusion, 2005/

A coil ezután a ductusban helyeződve elzárja a véráramlás útját, így megakadályozza az aortában és a TP-ben szállítódó vér keveredését, felületén a későbbiek során endothelizáció indul be. A sikeres coil-embolizáció után ellenőrizni kell a vérnyomásértékeket, a reziduális áramlást, a bal pitvar és a bal kamra méreteit, és a műszerek helyzetét (16-17. ábra) (Singh, 2012).

Általánosan megállapítható, hogy az ilyen beavatkozások esetében csak 50%-uknál alakul ki teljes elzáródás (Schneider, 2001). Gyakorlati szempontból előnyös, ha a ductus tölcsér alakú, ilyenkor az elzáró coil könnyebben meg tud akadni a TP szájadzásánál, és kisebb az esély arra, hogy belecsúszik (Broaddus-Tillson, 2010).



16 -17. ábra A záró coil a mellkasi röntgen-, illetve fluoroszkópos felvételen

/forrás: Szatmári-Stokhof: Use of simultaneous fluoroscopic and echocardiographic guidance during transarterial coil placement for embolization of PDA in dogs, 2006/

megfelelő végrehajtása után a szív méreteinek három hónapon belül, míg a pulmonalis ereknek egy hét után kell a normális szintre visszaállniuk, hasonlóan a sebészi lekötéshez (Broaddus-Tillson, 2010). A ductus teljes záródása a tapasztalatok szerint nagyobb eséllyel következik be a kisméretű PDA-val rendelkező kutyák esetében (Hildebrandt, 2010).

Mindenképpen figyelembe kell venni olyan körülményeket, melyek kedvezőtlen irányban befolyásolhatják a kórjóslatot, például a PDA-t záró műszerek bakteriális fertőzöttsége. Amennyiben ilyen műszerek kerülnének a kutyába, a fertőzések leküzdése érdekében az antibiotikus kezelés mellett a coil-ok műtéti eltávolítására és a ductus lekötésére is szükség lehet (Wood, 2006).

A coillal zárás **komplikációi** közül fontos a komoly vérzés, melynek oka a ductus, az a. femoralis vagy az aorta megsebzése a bevezető katéterrel, ezen kívül felléphet hematoma vagy hemolízis, ez utóbbi az esetleges reziduális sőtön nagy sebességgel átvámló vörösvértestek károsodása miatt alakul ki (Szatmári-Stokhof, 2006; Van Israël, 2001). A coil potenciálisan elvándorolhat a ductusból, és a pulmonalis keringésben elakadva ott embolizációt okozhat: egy vizsgálat szerint ennek esélye elég ritka, 3% (n=206) és ilyenkor sem feltétlenül kedvezőtlen a prognózis (Saunders, 2004).

A műtéti lekötéssel összehasonlítva a coillal való zárásnál a beavatkozás ideje hosszabb és az elsöre végrehajtott procedúra sikerének esélye kisebb, ugyanakkor fatális komplikációk csekélyebb arányban fordulnak elő és a mortalitás is alacsonyabb (Goodrich, 2007). A coil-embolizáció

Esettanulmányok

5. PDA-s állatok eseteirása

Itt ismertetem azoknak a PDA-s kutyáknak a kórtörténetét, akik vizsgálatát, műtéti- és utókezelését személyesen is végigkövettem a SzIE ÁOTK Kisállatklinikáján és a Lehel úti Állatkórházban.

Első eset:

- Páciens: **Arka** nevű, 4 hónapos sarplaninac (jugoszláv farkasölő)
- Kórelőzmény:
 - hallgatózásos lelet: PDA-ra jellemző lokomotív szívzörej,
 - ultrahangos lelet: kissé tág bal kamra és TP.
- Betegfelvétel (2013. április 9.):
 - fizikális vizsgálat: ▪ fejletlenség a kortársakhoz képest,
▪ magas pulzus és tachycardia.
- Műtét (2013. április 9.): Arkát az ASA rizikó-osztályozás alapján a 3-as kategóriába sorolták, melynek megalapozottságát mutatta, hogy a beteg az indukció után a fenntartás fázisában bradycardizálódott, és szervezete nem válaszolt többszörös atropin-beadásra sem. Pár perc múlva szívmegállás és pitvarfibrilláció lépett fel, amelyre az operáló orvos először külső szívmasszázszt alkalmazott, ezután intravénásan adrenalint adtak be, de a páciens szíve erre sem reagált. Végso kísérletként thoracotomia után közvetlen szívmasszázszt nyújtottak intracardialis adrenalinnal kombináltan, de mindezek ellenére Arka 20 perccel a szívmegállást követően exitált.

Második eset:

- Páciens: **Mia** nevű, 15 hónapos ír szetter (kora miatt komoly rizikópáciens)
- Kórelőzmény:
 - ő volt a legkisebb az alomtársai közül,
 - feltehetően a PDA okozta mozgás-intolerancia hatására 5 hónapos kora óta gyakran köhögött és fulladozott,

- ultrahangos lelet: kifejezett bal szívfél-tágulat, a bal kamra falának jelentős elvékonyodása, mitralis regurgitáció (szíve állapota a kockázatot fokozza).

➤ Betegfelvétel (2013. augusztus 27.):

- fizikális vizsgálat:
 - fejlettségbeli visszamaradás,
 - fajtájára jellemzőnél nyugodtabb temperamentum,
 - erős lihegés és intenzív lokomotív szívzöreje.

➤ Műtét (2013. augusztus 27.):

Miát szintén ASA szerinti 3-as kategóriába sorolták, melyet indokolt a fennálló, szinte már dekompenzáltba hajló szívrendellenessége. A szokásos bal 4. thoracotomia után az orvos rövid preparálás után a n. vagust egy gézcsíkkal felfelé elhúzta a területről, majd lekötötte a szabaddá tett ductust. Az elkötés utáni percekben Mia esetében az észlelhető változás mindössze annyi volt, hogy a pulzusa körülbelül 10-20-as értékkel visszaesett. Az ő esetében a gyenge Branham-reflex oka vélhetően a bal szívfél-tágulatában keresendő, mely miatt a nyomásváltozás szinte „elveszett”.

➤ Nyomonkövetés:

A következő napokban Mia egyre többet mozgott, a hangulata is javult és a mellkasi sebe szépen gyógyult. A tulajdonossal való konzultálás során kiderült, hogy a korábban néha étvágytalan kutya már a műtét előtti adagjának kétszeresét is jó étvágyal fogyasztotta.

A műtét utáni 9. napon a tulajdonos aggasztó dolgokat kezdett észrevenni a kutyán: egész nap feküdt, mozgásra szinte egyáltalán nem volt hajlandó, ha mégis előjött a fekhelyéről, akkor járása bizonytalan, erőltetett, imbolygó volt. Másnap bevitték a Lehel úti klinikára dr. Vrabély Tamáshoz, aki annak idején ultrahanggal igazolta a PDA jelenlétét. Mia szívéen megmutatkoztak a javulás jelei; a bal szívfél-tágulatának mértéke csökkent, a mitralis regurgitáció megszűnt és az aortai áramlás sebessége is csökkent; a színes Doppler-felvételeken pedig fiziológiás irányú áramlások mutatkoztak. Az egyetlen nyugtalanító jel a myocardium normálisnál echodenzebb állománya volt, mely az orvos szerint utalhatott szívizom-károsodásra, ezért egy erre irányuló vérvizsgálatot javasolt.

A vizsgálat eredményét elemezve kiderült, hogy csak enyhe CK- és LDH-szint emelkedés állt fenn, a relevánsan szívizom-károsodásra utaló troponin-I mennyisége a normális határok közt volt.

A hasi ultrahang felvételen korai vemhességre utaló szabályos ampullák látszottak. Mia állapota miatt az orvos az Alisin injekció segítségével történő magzatelhajtást tanácsolta, melyet végre is hajtottak, majd 1-2 napos rossz közérzet után Mia állapota rendeződött. Az étvágya és a fizikai aktivitása jelentős mértékben javult, és a műtét előtti sötét lilásbarnás árnyalatú nyelve is felvette a normál rózsavöröses színét.

Jelenleg – 2 hónappal a műtétje után – állapota stabil, a tulajdonosok folyamatos javulásról számolnak be.

Harmadik eset:

- Páciens: **Minnie** nevű, 7 hónapos bichon-keverék
- Kórelőzmény:
 - Minnie volt a legkisebb az alomtársai közül,
 - élénk temperamentumú,
 - viszont mozgás után intenzíven liheg, krákog és fáradékony,
 - 6 hónapos korában már lehetett érezni a szívűtájéki fremitust,
 - majd a hallgatózások lelet PDA-ra utalt,
 - 7 hónaposan ultrahang-vizsgálat: bal szívűfél-tágulat, PDA igazolása.
- Betegfelvétel (2013. szeptember 17.):
 - fizikális vizsgálat: erős lokomotív szívűzöreű szívűtájéki fremitussal.
- Műtét (2013. szeptember 18.):

A megszokott protokoll szerint zajlott, Miától eltérően nála viszont az elűkötés utáni Branham-reflexnek kifejezett következményei alakultak ki, a pulzusa a stabil 100 körűli értékről 61-62-re esett vissza. Atropin beadására azonban mégsem volt szükség, mivel körülbelűl 10-15 perc után a pulzusa spontán rendezűdött, és visszaállt 90-100 közötti szintre. Ezután a műtét rendben haladt, és ébredéskor sem lépett fel semmiféle komplikáció.

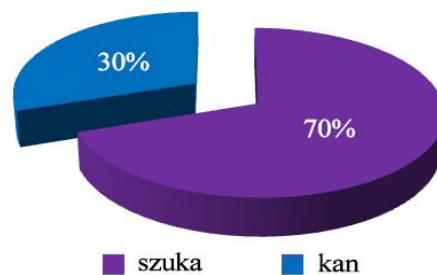
➤ Nyomonkövetés:

A műtét utáni első héten Minnie szinte folyamatosan aludt, viszont emellett észre lehetett venni az étvágya terén fellépő változást: az azelőtt rendkívül válogatós és étvágytalan kutya már gond nélkül elfogyasztotta az optimális napi adagot, ez a súlyán is meglatzott. Az evéssel együtt a közérzete is sokat javult. Az operáció után két héttel kivitelezett kontroll ultrahang-vizsgálaton az orvos megállapította, hogy a bal szívfelének szerkezeti átalakulása (excentrikus hypertrophiája) nem változott, ezáltal a pumpafunkció sem lett maximális, emellett a PDA-ból egy körülbelül 1 cm átmérőjű sönt is visszamaradt, viszont véleménye szerint ezek nem fognak haemodinamikai következményekben megnyilvánulni, és a kutya átlagos terhelési szint mellett teljes életet élhet.

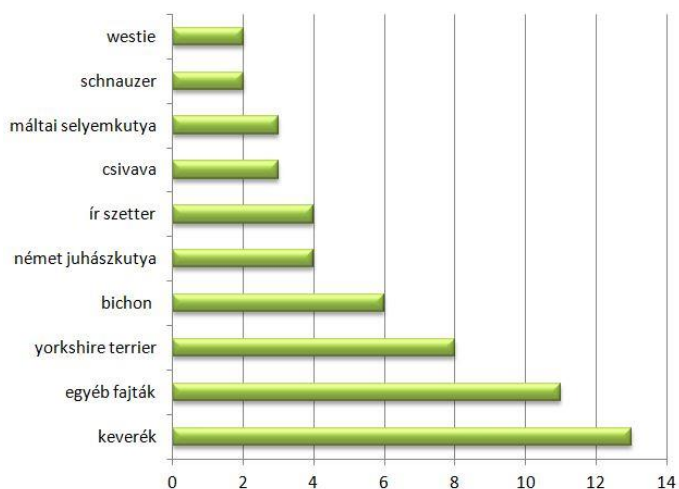
6. Statisztikai eredmények

A statisztikai vizsgálatok alapját képező adatokat két forrásból, egyrészt a SzIE ÁOTK Központi Oktató Kisállatkórház és Klinika, másrészt a Lehel úti Állatkórház adatbázisából gyűjtöttem össze retrospektív vizsgálattal. Ezen adatokat a következő szempontok szerint elemeztem: az érintett kutyák **neme**, **fajtája**, illetve **életkora** a PDA diagnosztizálásának, vagy ennek híján a klinikán tett első, PDA-val kapcsolatos vizitje idejében, illetve a műtét kivitelezésekor. A két klinika nyilvántartásában 56 PDA-s esetet találtam.

Az **ivari megoszlást** vizsgálva megállapíthattuk, hogy a PDA-s kutyák között a szukák aránya 69.6%, míg a kanoké 30.4% volt (n=56) (18. ábra). Mivel a szakirodalmi adatok és a saját tapasztalatok alapján a PDA nagyobb arányban fordul elő szuka, mint kan kutyákban, és ez a megközelítőleg 2:1-es arány is általában megtartott, felvetődik az erős gyanú, hogy a betegségre való prediszponáltság genetikai szabályozás alatt áll, viszont ez egyelőre még nem bizonyított.



18. ábra A PDA-val diagnosztizált kutyák ivar szerinti megoszlása
/adatbázisok: ÁOTK-KOKK 1995-2013,
Lehel úti állatkórház 2008-2013/



19. ábra A vizsgált PDA-s kutyák fajták szerinti megoszlása

/adatbázisok: ÁOTK-KOKK 1995-2013,

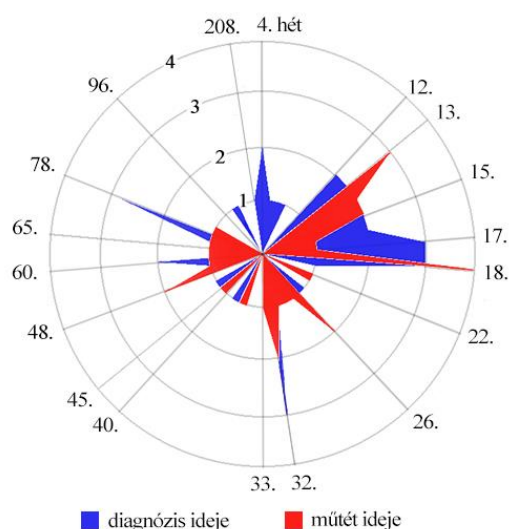
eset, sajnos arra vonatkozó információt nem tartalmazott az adatbázis, hogy milyen fajták kereszteződéséből származtak). A keverék után a leggyakoribb kutyafajták elsősorban a törpe méretűekből kerültek ki, mint a yorkshire terrier (8) és a bichon (6) különféle változatai. Majd a német juhászkutya (4), az ír szetter (4), a schnauzer (2) és a westie (2) következtek, ezeken a fajtákon kívül a többi csak 1-1 esetszámmal fordult elő (19. ábra).

A Lehel úti Állatkórházban ultrahang-specialistaként dolgozó dr. Vrabély Tamás benyomása is az volt, hogy a hozzá ultrahang-vizsgálatra érkező PDA-s kutyák többségében kistestű kutyafajták közül kerültek ki.

A PDA-s kutyák életkorát vizsgálva a két klinika adatbázisában a **diagnózis felállításának** idejére vonatkozó adatok 53 kutya esetén álltak rendelkezésre, ezek alapján a medián 6 hónap (szórás: 9 hónap 12 nap), a legfiatalabb kutya 4 hetes, a legidősebb 4 éves volt. A **műtét kivitelezésének** időpontjánál csak 40 kutyáról volt adatunk, ebben az esetben a medián 6 hónap 9 nap volt (szórás: 6 hónap 10 nap), a műtét idején a legfiatalabb kutya 4 hetes, a legidősebb 2 év 7 hónapos volt (20. ábra).

A vizsgált PDA-val rendelkező kutyák **fajtájukat** tekintve több csoportba sorolhatóak, azonban ezek közül van néhány, mely esetszámát tekintve kimagaslik a többi közül. Ugyanakkor ezt némi fenntartással kell kezelni, hiszen az is előfordulhat, hogy a klinika pácienskörében alapvetően gyakrabban fordul elő az adott fajta.

Az említett két klinika adatbázisából arra lehetett következtetni, hogy a PDA-s kutyák közül a legtöbb keverék volt (13



20. ábra A vizsgált PDA-s kutyák életkori megoszlása a diagnózis és műtét ideje szerint

/adatbázisok: ÁOTK-KOKK 1995-2013,

Lehel úti állatkórház 2008-2013/

Összefoglalás

A PDA gyanúja az esetek többségében a fizikális vizsgálat során észlelt eltérések hatására merül fel, és saját elemzések alapján a PDA tekintetében Magyarországon leginkább érintett kutyák a kistestű fajtákból kerülnek ki, általában kétszer annyi közöttük a szuka, mint a kan, és a életkoruk a betegség diagnosztizálásakor általában a 12-18. hét közé esik. Mind az irodalmi adatokból, mind a személyes tapasztalatok alapján leszűrhető, hogy a két leggyakoribb tünetből, tehát a fejlettségbeli visszamaradásból és a bal szívbázisnál hallható lokomotív szívzörejből általában fel lehet állítani a PDA diagnózist - ezért kell megfelelő figyelmet fordítani a szív hallgatózásos vizsgálatára már az első oltások beadása idején. Emellett természetesen el kell végezni valamilyen képalkotó vizsgálatot, melyek közül legnagyobb jelentősége az echocardiográfiának, ezen belül is a színes Doppler-ultrahangvizsgálatnak van: ennek eredménye a diagnózis megerősítése mellett a ductusban fennálló áramlás irányának pontosítására, és így módon a rPDA-tól való differenciálásra is szolgál.

Kezelés szempontjából a leggyakrabban használt módszer a hagyományos úton történő műtéti lekötés: Magyarországon jelenleg szinte kizárólag ezt alkalmazzák a PDA terápiájára. Kivitelezése során leginkább a ductus falának és a szívhez térő szimpatikus, illetve paraszimpatikus idegágaknak épen tartására; a n. vagus és a n. laryngeus recurrens ductus környezetéből történő elszeparálására; illetve az elkötés után fellépő Branham-reflex megfelelő kezelésére kell figyelmet fordítani. A hagyományos lekötési módszer helyett alkalmazható a Jackson-Henderson technika, mely során csak minimális mértékben kell a ductus medialis oldalán preparálni, így kisebb eséllyel lép fel intraoperatív fatális vérzés, ellenben nagyobb arányban maradhat vissza reziduális áramlás.

A műtét után 2-4 hét elteltével érdemes kontroll echocardiográfiás vizsgálatot végezni, és ilyen módon megállapítani, hogy a másodlagos következmények (pl. bal kamra tágulat) miatt átalakult szerkezetű szív milyen mértékben szerveződött vissza a fiziológiás állapotára.

PDA esetén a kórjóslatot nagyban befolyásolja, hogy a szívkárosodások fellépése előtt kerül-e diagnosztizálásra, illetve kezelésre a beteg. Optimális esetben már néhány hónapos korban felfedezik a betegséget, és sor kerül a terápiára. Hogyha ez nem történik meg, a szívelváltozások okán kialakuló dekompenzált keringési állapot miatt a halál elkerülhetetlenül bekövetkezik, viszont amennyiben a műtét sikeres volt és hosszútávú komplikációk sem léptek fel, a páciens a későbbiekben teljes értékű életet élhet.

Summary

Patent ductus arteriosus (PDA) is one of the most common congenital cardiac abnormalities in dogs. Ductus arteriosus is a fetal blood vessel connecting aorta and pulmonary trunk. It should normally close in a few hours after birth, gradually transforming into a fibrous ligament (ligamentum arteriosum Botalli) during the first weeks of life. PDA is the disease when it does not happen and blood flow in the ductus is still maintained. This condition produces severe consequences, e.g. left heart failure and pulmonary circulatory congestion which may lead to serious clinical symptoms.

Doppler echocardiography gives at present the best way to verify existence of PDA; this can also define direction of the duct's blood flow. After having the correct diagnosis one has to choose the most suitable technique as soon as possible, since with aging and progressing cardiovascular changes the prognosis getting more unfavourable and without treatment the patient's condition is hopeless.

The most widely used surgical method is standard ligation; however there are some alternatives such as Jackson-Henderson technique or minimally invasive coil embolization (latter is currently applied only in America). The greatest risk of these treatments is intraoperative hemorrhage which could very often lead to fatal consequences. If the surgery was successful and symptoms of congestive heart failure have not occurred at the time of operation, the prognosis can be quite favourable.

Giving a complete literature overview followed by specifying of main anatomical and clinical aspects of PDA, I also illustrate my thesis with drawings and various pictures about the topographical anatomy of canine heart and its neighbouring structures based upon my dissections. Then I present the frequency distribution of PDA in association with analyzing two Hungarian veterinary clinics' database: my retrospective research has demonstrated that in Hungary the most affected kinds of dogs are small-breed ones, females are twice as much frequently appeared than males, and their average age at the time of PDA-diagnosis were between 12 and 18 weeks.

Köszönetnyilvánítás

Nagyon sok köszönettel tartozom témavezetőmnek, **Dr. Czeibert Kálmánnak** a preparálási technikám fejlesztésében nyújtott segítségével és a fényképek elkészítéséért; a szakirodalmi és a klinikai adatbázisok használatának ismertetéséért; a dolgozat írása és az egész munka megalkotása során adott rengeteg építő kritikai észrevételéért; és nem utolsósorban kifogyhatatlan türelméért, lelkesedéséért és ösztönzéséért; nélküle biztosan nem tartanék ott, ahol jelenleg vagyok.

Köszönöm **Dr. Németh Tibornak** és **Dr. Dunay Miklós Pálnak**, hogy lehetőséget biztosítottak a műtéteken való részvételre, és ezek során értékes tudnivalókkal bővítették ismereteimet.

Köszönöm **Dr. Manczur Ferencnek**, **Dr. Dudás-Györki Zoltánnak**, **Dr. Hetey Csabának** és **Dr. Vörös Károlynak**, hogy figyelemmel kísérhettem a műtetre érkező kutyák ultrahang-vizsgálatait, és a grafikonok elkészítéséhez felhasználhattam a KOKK adatbázisát.

Köszönettel tartozom **Dr. Vrabély Tamásnak**, hogy részt vehettem a Lehel úti Állatkórházban végzett ultrahang-vizsgálatokon és használhattam a klinika adatbázisát a statisztikai vizsgálataimhoz.

Köszönöm a kutyák **tulajdonosainak** a nyomkövetések során kapott információkat.

Köszönettel tartozom az **Anatómiai és Szöveti Tanszék munkatársainak** a munkámmal kapcsolatos észrevételeikért és segítségükért.

Végezetül köszönöm **családomnak** a támogatást és az elkötelezettségem iránti megértést.



Hivatkozások jegyzéke

- (Anderson, 2004) Anderson, T. P. et al. (2004): Cardiogenic hypertrophic osteopathy in a dog with a right-to-left shunting patent ductus arteriosus. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 224 (9): 1464-1466 p.
- (Arora, 2001) Arora, M. (2001): Reversed patent ductus arteriosus in a dog. *Can. Vet. J.* 42: 471-472 p.
- (Bakirel, 2007) Bakirel, U. et al. (2007): Effect of combined treatment with carprofen and enalapril on ductus construction in dogs with patent ductus arteriosus. *Medycyna Wet.* 63 (11): 1324-1327 p.
- (Baumgartner-Glaus, 2003) Baumgartner, C. - Glaus, T. M. (2003): Congenital cardiac diseases in dogs: a retrospective analysis. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 145 (11): 527-533, 535-536 p.
- (Boon, 2011) June A. Boon (2011): Veterinary echocardiography. - Wiley-Blackwell, Ames, Iowa. 610 p.
- (Broaddus-Tillson, 2010) Broaddus, K. D. - Tillson, D. M. (2010): Patent ductus arteriosus in dogs. *Compendium: Continuing education for veterinarians*. September: E1-E14.
- (Buchanan, 2001) Buchanan, James W. (2001): Patent ductus arteriosus morphology, pathogenesis, types and treatment. *J. Vet. Cardiol.* 3 (1): 7-16 p.
- (Bureau, 2005) Bureau, S. et al. (2005): Evaluation of survival rate and prognostic indicators for surgical treatment of left-to-right patent ductus arteriosus in dogs: 52 cases (1995–2003). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227 (11): 1794-1799 p.
- (Das, 2012) Das, S. et al. (2012): An unusual morphology of patent ductus arteriosus in a dog. *J. Small Anim. Pract.* (February): 1-4 p.
- (Evans-de Lahunta, 2013) Evans, H. E. – de Lahunta, A. (2013): Miller's anatomy of the dog. - Elsevier, St. Louis. 850 p.

- (Fehér, 2000) Fehér, Gy. (2000): A háziállatok funkcionális anatómiája. - Mezőgazda, Bp. 886 p.
- (Ferasin, 2005) Ferasin, L. et al. (2007): Original investigation of right-to-left shunting patent ductus arteriosus in an Irish setter puppy. *The Vet. J.* 173: 443–448 p.
- (Fossum, 2007) Fossum, T. W. (2007): Small animal surgery. – Mosby, St. Louis. 1610 p.
- (Fujii, 2009) Fujii, Y. et al. (2009): Arteriovenous shunts resembling patent ductus arteriosus in dogs: 3 cases. *J. Vet. Cardiol.* 11: 147-151 p.
- (Goodrich, 2007) Goodrich, K. R. et al. (2007): Retrospective comparison of surgical ligation and transarterial catheter occlusion for treatment of patent ductus arteriosus in two hundred and four dogs (1993–2003). *Vet. Surg.* 36: 43-49 p.
- (Gozalo-Marcilla, 2012) Gozalo-Marcilla, M. et al. (2012): Anesthetic management for the correction of a patent ductus arteriosus by means of either surgical ligation or transarterial occlusion in dogs. *VlaamsDiergeneeskundig Tijdschrift.* 81: 17-23 p.
- (Hetyey-Vörös, 2012) Hetyey, Cs. – Vörös, K. (2012): Állatorvosi ultrahang-diagnosztika: A kutya és a macska szonográfiás atlasza. - Pannónia Print Kft., Bp. 336 p.
- (Hildebrandt, 2010) Hildebrandt, N. et al. (2010): Long-term follow-up after transvenous single coil embolization of patent ductus arteriosus in dogs. *J. Vet. Intern. Med.* 24 (6): 1400-1406 p.
- (Humm, 2007) Humm, K. R. et al. (2007): Use of sodium nitroprusside in the anaesthetic protocol of a patent ductus arteriosus ligation in a dog. *Vet. J.* 173 (1): 194-196 p.
- (Hunt, 2001) Hunt, G. B. et al. (2001): Intraoperative hemorrhage during patent ductus arteriosus ligation in dogs. *Vet. Surg.* 30: 58-63 p.
- (Hyttel, 2010) Hyttel, Poul (2010): Essentials of domestic animal embriology. - Saunders Elsevier, Edinburgh, New York. 472 p.

- (James, 2011) James, L. et al. (2011): Patent ductus arteriosus repair in general practice. *J. S. Afr. Vet. Ass.* 82 (4): 239-241 p.
- (Manczur, 2003) Manczur, F. et al. (2003): Occurrence of canine cardiological diseases in Hungary. *Magyar Állatorvosok Lapja*. 125 (11): 669-682 p.
- (Miller, 2006) Miller, M. W. et al. (2006): Angiographic classification of patent ductus arteriosus morphology in the dog. *J. Vet. Cardiol.* 8: 109-114 p.
- (Nyland-Mattoon, 2002) Nyland, T. G. - Mattoon, J. S. (2002): Small animal diagnostic ultrasound. - W. B. Saunders, Philadelphia, London. 461 p.
- (Olsen, 2002) Olsen, D. et al. (2002): Postoperative rupture of an aortic aneurysmal dilation associated with a patent ductus arteriosus in a dog. *Vet. Surg.* 31 (3): 259-265 p.
- (Pariaut, 2004) Pariaut, R. et al. (2004): Use of transesophageal echocardiography for visualization of the patent ductus arteriosus during transcatheter coil embolization. *J. Vet. Cardiol.* 6 (1): 32-39 p.
- (Saunders, 2004) Saunders, A. B. et al. (2004): Pulmonary embolization of vascular occlusion coils in dogs with patent ductus arteriosus. *J. Vet. Intern. Med.* 18 (5): 663-666 p.
- (Saunders, 2013) Saunders, A. B. et al. (2013): Surgical management of an aberrant left subclavian artery originating from a left patent ductus arteriosus in a dog with a right aortic arch and abnormal branching. *J. Vet. Cardiol.* 15: 153-159 p.
- (Schneider, 2001) Schneider, M. et al. (2001): Transvenous embolization of small patent ductus arteriosus with single detachable coils in dogs. *Vet. Intern. Med.* 15: 222-228 p.
- (Selmic, 2013) Selmic, L. E. et al. (2013): An intrapericardial technique for pda ligation: surgical description and clinical outcome in 35 dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 49 (1): 31-40 p.
- (Singh, 2012) Singh, M. K. et al. (2012): Occlusion devices and approaches in canine patent ductus arteriosus: comparison of outcomes. *J. Vet. Intern. Med.* 26: 85-92 p.

- (Sleeper-Buchanan, 2001) Sleeper, M. M. – Buchanan, J. W. (2001): Vertebral scale system to measure heart size in growing puppies. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 219 (1): 57-59 p.
- (Stanley, 2003) Stanley, B. J. et al. (2003): Comparison of the incidence of residual shunting between two surgical techniques used for ligation of patent ductus arteriosus in the dog. *Vet. Surg.* 32 (3): 231-237 p.
- (Szalay, 2007) Szalay, F. (2007): A kutya mellúri szerveinek klinikai anatómiája. *KisállatPraxis*. BetűVet Kft, Bp. VIII (2): 56-61 p.
- (Szatmári-Stokhof, 2006) Szatmári, V. – Stokhof, A. A. (2006): Use of simultaneous fluoroscopic and echocardiographic guidance during transarterial coil placement for embolization of patent ductus arteriosus in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228 (6): 881-884 p.
- (Tobias-Johnston, 2012) Tobias, K. M. – Johnston, S. A. (2012): Veterinary surgery: small animal. - Elsevier, St. Louis, Mo. 2688 p.
- (Van Israël, 2002) Van Israël, N. et al. (2002): Review of left-to-right shunting patent ductus arteriosus and shortterm outcome in 98 dogs. *J. Small Anim. Pract.* 43: 395-400 p.
- (Van Israël, 2003) Van Israël, N. et al. (2003): Patent ductus arteriosus in the older dog. *J. Vet. Cardiol.* 5 (1): 13-21 p.
- (Van Israël, 2001) Van Israël, N. et al. (2001): Hemolysis associated with patent ductus arteriosus coil embolization in a dog. *J. Vet. Intern. Med.* 15: 153–156 p.
- (Ware, 2007) Ware, W. A. (2007): Cardiovascular Disease in Small Animal Medicine. - Manson Publishing, London. 396 p.
- (Wood, 2006) Wood, A. C. et al. (2006): Septicemia in a young dog following treatment of patent ductus arteriosus via coil occlusion. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228 (12): 1901-1904 p.
- (Yamane, 2001) Yamane, T. et al. (2001): Aberrant branch of the bronchoesophageal artery resembling patent ductus arteriosus in a dog. *J. Vet. Med. Sci.* 63 (7): 819-822 p.