

**PATENTE DUCTUS ARTERIOSUS BIJ DE HOND:
EEN RETROSPECTIEVE STUDIE NAAR KLINISCHE PRESENTATIE,
DIAGNOSTIEK, VERGELIJKING VAN TOEGEPASTE
THERAPEUTISCHE MOGELIJKHEDEN EN PROGNOSE BIJ 102
HONDEN (2003-2011)**

M. Meijer^I, N.J. Beijerink,^{I,II}

- ^I Student Diergeneeskunde (Meijer), en ECVIM-CA (Cardiology) Diplomate (Beijerink), Universiteit van Utrecht, Faculteit Diergeneeskunde, Departement Geneeskunde van Gezelschapsdieren, Yalelaan 108, P.O. Box 80154, 3508 TD Utrecht, Nederland.
- ^{II} Correspondentie: dr. Niek J. Beijerink; N.J.Beijerink@uu.nl; per 15 augustus 2011 niek.beijerink@sydney.edu.au

SAMENVATTING

Een links-rechts shuntende patente ductus arteriosus (PDA) is een veel voorkomende aangeboren hartafwijking bij de hond; zonder behandeling sterven de meeste honden aan congestief linker hartfalen. Het doel van deze studie was het beschrijven van de klinische presentatie, alsmede het retrospectief vergelijken van de resultaten van behandeling met zowel chirurgische ligatie (CL) als transarteriële catheterocclusie (TCO) bij honden gediagnosticeerd met een PDA in de periode 2003-2011. Tevens werden binnen de TCO groep de resultaten vergeleken tussen de honden behandeld met coiling of het plaatsen van een Amplatz Canine Duct Occluder (ACDO). De medische gegevens van in totaal 102 honden werden bestudeerd. Opvallende rasprevalenties werden gezien bij de Duitse brak, Friese stabij, en Schapendoes. Honden behandeld met CL waren significant ouder en zwaarder dan honden behandeld met TCO; binnen de TCO groep waren de honden behandeld met ACDO significant ouder en zwaarder. Het initiële succespercentage was niet significant verschillend tussen de groepen. Ook binnen de TCO groep was het initiële succespercentages niet significant

verschillend. Ernstige complicaties werden significant vaker gezien bij honden behandeld met CL dan met TCO. Er was geen significant verschil in de frequentie van geringe complicaties tussen beide groepen. De lange termijn overleving was niet verschillend tussen de honden behandeld met CL of TCO. Deze studie toont aan dat in Nederland PDA bij enkele specifieke, niet eerder genoemde rassen, vaker gezien wordt. Daarnaast zijn zowel CL als TCO acceptabele methodes voor PDA sluiting. Ernstige complicaties worden echter vaker bij CL gezien. ACDO lijkt de meest veelbelovende en veilige methode van interventie.

SUMMARY

Patent ductus arteriosus in the dog: a retrospective study of clinical presentation, diagnostics, comparison of interventional techniques and prognosis in 102 dogs (2003-2011).

A left-to-right shunting patent ductus arteriosus (PDA) is a common canine congenital heart defect; when uncorrected most dogs will die due to congestive left sided heart failure. The aim of this study was to describe the clinical presentation, and to retrospectively compare the results of treatment with surgical ligation (SL) and transarterial catheter occlusion (TCO) in dogs diagnosed with PDA from 2003 to 2011. Also, within the TCO group, the results of dogs treated with coiling and the placement of an Amplatz Canine Duct Occluder (ACDO) were compared. The medical records of a total of 102 dogs were reviewed. Striking breed predilections were seen for the German Brak, Friesian Stabij, and Schapendoes. Dogs treated with SL were significantly older and heavier than those treated with TCO; within the TCO group dogs treated with ACDO were significantly older and heavier. Initial success rate was not significantly different between groups. Also within the TCO group initial success

rate was not significantly different. Major complications were more common with SL, whereas the incidence of minor complications was not significantly different. Long term survival was not different between dogs treated with SL or TCO. This study shows that in The Netherlands PDA is diagnosed more commonly in some specific breeds, which has not been reported earlier. In addition, both SL and TCO are acceptable PDA treatments. However, major complications were seen more commonly with SL. ACDO seems to be the most promising and save method of intervention.

Introductie

Een links-rechts shuntende patente ductus arteriosus (PDA) is een van de drie meest voorkomende aangeboren hartafwijkingen bij de hond en over het algemeen wordt aangenomen dat er sprake is van een erfelijke component (1). Bij deze aandoening is er sprake van hypoplasie van het gladde spierweefsel van de ductuswand, waardoor de ductus niet kort na de geboorte kan sluiten (2) en shunting van bloed vanuit de aorta richting de longslagader plaats zal vinden. Door de shunting ontstaat er een volumebelasting van de linker harthelft, waardoor zonder behandeling ongeveer 65% van de honden binnen een jaar door congestief linker hartfalen zal overlijden (3). Daarom is ductus occlusie kort na het stellen van de diagnose het enige juiste advies.

Zowel chirurgische ligatie (CL) van de PDA via een thoracotomie als transarteriële, minimaal invasieve, methodes kunnen worden toegepast om de ductus volledig te sluiten. Transarteriële-catheter occlusie (TCO) door middel van coiling^a of het plaatsen van andere devices zoals de Amplatz[®] Canine duct occluder (ACDO)^b zijn de laatste decennia beschreven (4-17). De selectie van de exacte methode is gebaseerd op de morfologie en grootte van de ductus en de patiënt (18,19), alsmede de voorkeur van eigenaar en dierenarts. Vergeleken met CL wordt aangenomen dat TCO minder geassocieerd wordt met mogelijke fatale intra-operatieve bloedingen (20-25), iatrogene long en/ of pleuraschade, met als mogelijk gevolg longlobectomie of vorming van pleurale adhesies (20,21), of complicaties van wondgenezing (20,21). Daarnaast is de postoperatieve pijn waarschijnlijk minder en daarmee de recovery sneller. De nadelen van TCO zijn blootstelling van het opererend personeel en de patiënt aan röntgenstraling, het risico op intra-vasculaire hemolyse (10,20,26), dislocatie

van de coil in de longslagader (6,10,11,20,27) of aorta (28), ernstige bloedingen vanuit de punctieplaats als de Seldinger techniek wordt gebruikt (29) en septicaemie (30). Een andere beperking van TCO is dat er een voldoende grote minimale interne diameter van de arteria femoralis nodig is voor de introductiekatheter (12).

Op de Universiteitskliniek voor Gezelschapsdieren in Utrecht wordt de laatste jaren in toenemende mate door de eigenaar gekozen voor TCO als behandeling van PDA bij de hond. Daarnaast is, als er voor TCO gekozen wordt, sinds enkele jaren ductus oclusie door middel van een ACDO beschikbaar. Het doel van deze studie is het beschrijven van de klinische presentatie van de patiënten, alsmede het retrospectief bepalen van de resultaten van zowel CL als TCO in de periode 2003-2011; ook de resultaten van coiling en ACDO plaatsing worden met elkaar vergeleken. Hierbij is onze hypothese dat TCO geassocieerd is met minder complicaties, een lagere mortaliteit en een hoger succespercentage dan CL gedurende deze periode.

Materiaal en methodes

Casus selectie criteria

De medische gegevens van 102 honden (van april 2003 tot februari 2011) welke op de Universiteitskliniek voor Gezelschapsdieren in Utrecht gediagnosticeerd zijn met een PDA zijn bestudeerd.

Data collectie

Van alle honden zijn de volgende gegevens verzameld op moment van diagnose: ras, geslacht, leeftijd, gewicht, aan- of afwezigheid van congestief linker hartfalen, medicatie, bevindingen bij circulatieonderzoek, en bevindingen bij echografisch onderzoek. Bij het circulatieonderzoek werd het hart geausculteerd en type souffle, intensiteit en punctum maximum bepaald. Bij het echografisch onderzoek werd naast het stellen van de diagnose gekeken naar de linker ventrikel interne diameter in diastole (LVIDd) en systole (LVIDs) in % van de bovenlimiet van de gebruikte referentiewaarden (31), de fractional shortening (FS) in %, de LA/aorta ratio en de gelijktijdige aanwezigheid van andere aangeboren hartafwijkingen. Van de behandelde honden zijn tevens de volgende gegevens verzameld: initiële methode toegepast in ons instituut, complicaties, succespercentage en de lange termijn overleving.

De methodes

Zowel CL als TCO werd uitgevoerd onder algehele anesthesie. CL werd uitgevoerd via een thoracotomie in de vierde intercostale ruimte links. Na het vrijprepareren werd de PDA met Prolene geligeerd. Bij TCO werd de patiënt in rechter zijligging onder de röntgenbuis gepositioneerd. Met behulp van een

katheter via de rechter arteria femoralis werd vervolgens een device, coil of ACDO, in de ductus geplaatst. De grootte van het te gebruiken device werd door middel van een angiogram bepaald. Correcte plaatsing van het device werd onder doorlichting uitgevoerd.

De complicaties werden onderverdeeld in ernstige en geringe complicaties, waarbij eenzelfde classificatie werd toegepast als eerder gepubliceerd (20). De ernstige complicaties werden gedefinieerd als potentieel levensbedreigend (inclusief de dood) zoals ernstige bloedingen welke een bloedtransfusie vereisten, respiratoire of cardiogene arrest, coil embolisatie in de aorta en ernstige schade aan andere orgaansystemen. De geringe complicaties werden gedefinieerd als niet levensbedreigend en omvatten zelflimiterende bloedingen welke geen bloedtransfusie vereisten, tijdelijke hypoxie, seroomvorming, reactie op hechtmateriaal, wondinfectie, coil embolisatie in de longslagader en hemodynamisch relevante residuele flow door de ductus. Het aanwezig zijn van residuele flow door de ductus werd beoordeeld middels auscultatie in alle gevallen, en bij veel honden ook met een echocardiografisch onderzoek.

Het initiële succespercentage werd bepaald middels het vaststellen van het verdwijnen van de continue ruis met auscultatie en/of het verdwijnen van hemodynamisch relevante flow door de ductus met echocardiografie, bij een patiënt die de operatie overleefde en waarbij niet direct een tweede procedure nodig was. De lange termijn overleving werd gedefinieerd als de tijd in dagen vanaf het ontslag uit de kliniek tot overlijden of censurering.

Statistiek

Een Mann-Whitney test werd gebruikt om gewicht en leeftijd tussen de groepen te testen. Een Chi-kwadraat test werd gebruikt voor de vergelijking van ernstige en geringe complicaties tussen de verschillende groepen. De Kaplan-Meier methode werd gebruikt voor het bepalen van de overleving. Gedefinieerde eindpunten voor overleving waren plotselinge hartdood, euthanasie ten gevolge van een hartziekte en behandelingsfalen in het geval van congestief linker hartfalen. Honden die overleden door een non-cardiale ziekte of nog leefden aan het einde van de studie werden gecensureerd.

Resultaten

Klinische presentatie

In totaal werden er 102 honden gediagnosticeerd met een PDA, 93 rashonden en 9 kruisingen (tabel 1). Patiëntgegevens ten tijde van de diagnose staan samengevat in tabel 2. De diagnose werd vaker bij vrouwelijke (63.7%) dan bij mannelijke honden (36.3%) gesteld. De leeftijd bij presentatie was significant hoger bij de honden behandeld met CL (mediaan 6.5 maanden, range 2-88 maanden) dan met TCO (mediaan 4.0 maanden, range 2-36 maanden; $p < 0.05$). Binnen de TCO groep was de leeftijd significant lager bij de honden behandeld met coiling (mediaan 4.0 maanden, range 2-12 maanden) dan met ACDO (mediaan 6.5 maanden, range 2-36 maanden; $p < 0.05$). Het lichaamsgewicht was significant hoger bij de honden behandeld met CL (mediaan 12.9 kilogram; range 1.4-33.2 kilogram) dan met TCO (mediaan 7.3 kilogram; range 1.6-35.5 kilogram; $p < 0.05$). Binnen de TCO groep was het lichaamsgewicht significant lager bij de honden behandeld met coiling (mediaan 5.3 kilogram; range 1.6-26.5 kilogram) dan met ACDO (mediaan 16.4 kilogram, range 7.1-35.5 kilogram; $p < 0.05$). Er waren 26 (25.5%) honden met klinische symptomen, passend bij congestief linker hartfalen en 7 daarvan (6.9%) kregen reeds medicatie (furosemide, een ACE-remmer en/of pimobendan). Bij op 1 na alle honden (99%) werd een harttruis geausculteerd; in vrijwel alle gevallen (94%) was dit een continue soufflé.

In totaal 33 honden werden middels een echocardiogram onderzocht (Tabel 2). Bij alle honden was er sprake van excentrische hypertrofie van het linker ventrikel en kon de open ductus zichtbaar gemaakt worden met B-mode en colour-mode Doppler. Bij 6 honden van deze 33 honden kon met echo een

andere aangeboren hartafwijking gevonden worden; een hond met een klein ventrikel septum defect, een hond met een persisterende linker vena cava cranialis, een hond met tricuspidaalklepdysplasie, een hond met geringe pulmonaalstenose en twee honden met geringe subvalvulaire aortastenose.

In totaal 14 eigenaren wezen een permanent therapeutisch voorstel af, danwel werd door een vergevorderd stadium van congestief linker hartfalen een therapie niet meer zinvol geacht.

Toegepaste therapeutische mogelijkheden

In totaal 88 honden werden behandeld, 42 middels CL en 46 honden middels TCO (30 coiling, 16 ACDO).

Het initiële succespercentage na de eerste procedure was niet significant verschillend tussen de groepen (CL 88%; TCO 85%; $p = 0.76$). Binnen de TCO groep waren de initiële succespercentages 77% (coiling) en 100% (ACDO). Dit verschil was net niet significant ($p=0.08$)

Beschreven complicaties zijn samengevat in tabel 3. Ernstige complicaties werden vaker gezien bij CL (8 honden, 19%) dan bij TCO (1 hond, 2.2%, $p < 0.05$). De mortaliteit was niet verschillend tussen de groepen (CL 4 honden, 9.5%; TCO 1 hond, 2.2%; $p=0.19$) Er was geen verschil in geringe complicaties tussen beide groepen (CL 7 honden, 19%; TCO 15 honden, 33%; $p=0.14$). Binnen de TCO groep kwamen geringe complicaties frequenter voor bij de honden die middels coiling behandeld werden dan bij honden die middels ACDO behandeld werden (coiling 12 honden, 40%; ACDO 3 honden, 19%), dit verschil was echter niet significant ($p=0.19$). De lange termijn overleving was niet verschillend tussen de groepen behandeld met CL of TCO (figuur 1). Bij beide groepen kon door het zeer beperkt bereik van de primaire eindpunten

gedurende de studie (CL 2/42 honden, 2.8%; TCO 1/46 honden, 2.2%) de mediane overleving niet berekend worden.

Discussie

Doel van deze studie was het beschrijven van de klinische presentatie en de vergelijking van toegepaste technieken bij patiënten gediagnosticeerd met een PDA. Voor de periode vanaf 2003 is gekozen, omdat vanaf die periode alle patiëntengegevens werden bijgehouden in hetzelfde computerprogramma (Vetware), en uit deze periode de gegevens van voldoende patiënten gegenereerd konden worden.

Klinische presentatie

De meeste honden werden verwezen met het verzoek tot nadere diagnostiek of therapie, naar aanleiding van het aanwezig zijn van een hartruis zonder klinische klachten. Deze manier van doorverwijzing verklaart het lage aantal dieren met klinische klachten ten gevolge van congestief linker hartfalen op het moment van diagnose.

Meerdere rasprevalenties zijn reeds beschreven (1), deze predisposities zagen we ook terug in onze patiëntenpopulatie. Daarnaast werd de diagnose in onze studie bij een aantal Nederlandse rassen vaker gesteld, te weten de Stabyhoun (odds-ratio 13.6) en de Schapendoes (odds-ratio 11.7). Deze rassen zijn waarschijnlijk niet eerder genoemd, omdat van deze rassen waarschijnlijk maar weinig honden buiten Nederland voorkomen. Ook een sterke, niet eerder genoemde, predispositie voor de Duitse Brak (odds-ratio 62.7) werd gezien. Het percentage vrouwelijke dieren, de mediane leeftijd, en het mediane gewicht op moment van diagnose waren vergelijkbaar met de resultaten van eerder gepubliceerde onderzoeken (3,20,23-25,32).

In de coil groep was het gewicht significant lager in vergelijking met de ACDO groep, en daarmee was waarschijnlijk ook de minimale diameter van de ductus relatief klein (mediaan 3 mm, range 1-5 mm vs. mediaan 5.2 mm, range 3-10 mm). Dit verschil in therapie-keuze tussen de groepen is logisch, omdat bij kleinere honden coiling boven ACDO-plaatsing geadviseerd wordt en vice versa (9,10,15,16,19); deze selectie-bias was dus ook op onze onderzoekspopulatie van toepassing.

Bij de honden waarbij een echocardiogram werd uitgevoerd, kon in alle gevallen de open ductus zichtbaar gemaakt worden, daarnaast was er sprake van excentrische hypertrofie van het linker hart, passend bij wat eerder beschreven is (1). In onze studie was er bij 6 van de 33 honden een tegelijk aanwezige tweede aangeboren hartafwijking. Bij de overige honden werd veelal geen echocardiografisch onderzoek meer door ons uitgevoerd, omdat een echoverslag door een specialist veterinaire radiologie reeds beschikbaar was, waarin geen tegelijk optredende tweede aangeboren hartafwijking beschreven werd. Het werkelijke aantal dieren met een tegelijk aanwezige tweede aangeboren hartaandoening is dus relatief laag. Ook in de literatuur is terug te vinden dat PDA bij honden zelden samen met andere aangeboren hartafwijkingen voorkomt (1). Bij vrijwel alle honden werd enige mate van mitralisklepinsufficiëntie gezien. Dit hangt zeer waarschijnlijk samen met de excentrische hypertrofie van het linker ventrikel. Het aanwezig zijn van mitralisklepinsufficiëntie is geen negatieve prognostische indicator (32).

Toegepaste therapeutische mogelijkheden

Het initiële succespercentage was niet significant verschillend, waardoor CL en TCO als even betrouwbaar ingeschat mogen worden. Het initiële succespercentage was gedurende de onderzoeksperiode net niet significant verschillend tussen de honden behandeld met coiling of ACDO ($p=0.08$). Op het moment van schrijven van deze discussie (juni 2011) zijn inmiddels meerdere honden behandeld met TCO, en met een nieuwe berekening is het succespercentage inmiddels wel significant hoger in de ACDO-groep ($p=0.04$), waardoor geconcludeerd kan worden dat ACDO de voorkeur geniet boven coiling, mits de diameter van de arteria femoralis groot genoeg is voor het plaatsen van dit device. De mortaliteit in deze studie is daarnaast vergelijkbaar met wat eerder beschreven is (20).

In ons instituut werd ductus sluiting door middel van ACDO pas sinds 2007 een beschikbare techniek. Instabiliteit van en/of dislocatie van de coil in de arteria pulmonalis is een bekende complicatie bij coiling. Van de zes honden waarbij de coil disloceerde in de arteria pulmonalis, zijn er vijf voor 2007 behandeld, waardoor ACDO geen optie was, maar op basis van de huidige inzichten wel de voorkeur gehad zou hebben (15,16,19), waardoor deze complicatie waarschijnlijk minder voorgekomen was. Ook restlekkage vanuit de ductus na lege artis plaatsen van de coil is een bekende complicatie na coil-plaatsing, wat minder vaak gezien lijkt te worden bij ACDO-plaatsing (15). De ACDO lijkt dus de meest veelbelovende techniek van ductus occlusie. Het aantal honden dat behandeld is middels deze methode, is echter nog niet heel groot (16 honden in deze retrospectieve studie), waardoor het verschil in geringe complicaties tussen coiling en ACDO-plaatsing waarschijnlijk niet significant werd.

Ernstige complicaties, voornamelijk ernstige intra-operatieve bloedingen al dan niet gevolgd door de dood, werden vaker bij CL gezien. De prevalentie van ernstige complicaties bij CL was echter vergelijkbaar met wat eerder vermeld is (20-25). Omdat CL alleen door zeer ervaren chirurgen uitgevoerd werd, mag aangenomen worden dat de kans op deze complicaties een inherent risico van het type procedure is.

Er was geen significant verschil in geringe complicaties tussen beide groepen, in tegenstelling tot wat eerder beschreven is (20) en waarbij geringe complicaties vaker gezien werden bij ductus sluiting door middel van coiling. Ook in onze studie werd in deze groep het hoogste percentage geringe complicaties (40%) gezien; in vrijwel alle gevallen (11/12) samenhangend met de interactie tussen de coil en de ductus, waardoor instabiliteit of restlekkage ondanks lege artis plaatsing het gevolg was. Een van de patiënten waarbij restlekkage ondanks lege artis plaatsen van de coil gezien werd, was daarnaast drager van de ziekte van Von Willebrand type I, waardoor ook een onvoldoende stolling bijgedragen kan hebben aan de restlekkage. Desalniettemin, het risico op deze geringe complicatie lijkt een inherent risico van het type procedure. Bij de patiënten waarbij een instabiliteit van de coil gezien werd, werd de procedure gestaakt, en werd CL vervolgens geadviseerd en uitgevoerd. Bij patiënten waarbij restlekkage ondanks lege artis plaatsing van de coil gezien werd, werd een controleconsult 3 maanden na de procedure geadviseerd en ingepland, waarbij telkens ingeschat werd dat de restlekkage alsnog verdwenen danwel hemodynamisch insignificant was, waardoor een tweede procedure niet nodig geacht werd.

De lange termijn prognose na een succesvolle ductus-sluiting, ongeacht de methode die is toegepast, is uitstekend. Door gebrek aan het bereiken van de primaire eindpunten, kon in geen van de groepen de mediane overleving

berekend worden, wat tevens aangeeft dat de meeste honden na ductus-sluiting niet zullen overlijden aan hartgerelateerde problemen in de toekomst. In beide groepen waren bijvoorbeeld 6 jaar na de procedure nog geen 5% van de honden overleden aan een cardiale ziekte.

Tekortkomingen van de studie

De ideale studie zou prospectief gerandomiseerd moeten zijn om selectiviteit tegen te gaan en volledige medische dossiers te verkrijgen. In deze retrospectieve studie werden de meeste honden die behandeld zijn met CL voornamelijk in de eerste jaren gezien; in tegenstelling tot de honden die behandeld zijn met TCO, een techniek die vooral de laatste jaren veel toegepast is. Deze selectiviteit veroorzaakt ongetwijfeld enige mate van bias en de resultaten moeten daarom ook met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Postoperatieve pijnscores van de patiënt en analgetica die gebruikt worden, zouden daarnaast een interessante vergelijking tussen de twee groepen kunnen geven. Helaas zijn pijnscores niet genoteerd en waren analgetische protocollen zeer gevarieerd en tevens niet geprotocolleerd, waardoor een goede vergelijking op basis van de huidige gegevens niet mogelijk was.

Conclusies

In Nederland wordt PDA bij enkele specifieke, niet eerder genoemde rassen gezien. Zowel CL als TCO zijn acceptabele methodes voor PDA sluiting. Ernstige complicaties werden echter vaker bij CL gezien. ACDO lijkt, mits de hond niet te klein is, de meest veelbelovende en veilige methode van interventie.

^aCook Stainless Steel Embolization Coils, Cook Medical Inc, Bloomington, IN, USA

^bAmplatz Canine Duct Occluder, Infiniti Medical, Malibu, CA, USA

Referenties

1. Kittleson MD, Kienle RD. Patent ductus arteriosus. In: Kittleson MD, Kienle RD. eds. Small Animal Cardiovascular Medicine. St. Louis, MO: Mosby, 1998: 218-230.
2. Patterson DF. Genes and the heart: Congenital Heart Disease. Proc Acad Vet Cardiol 1991: 13.
3. Eyster GE, Eyster JT, Cords GB, Johnston J. Patent ductus arteriosus in the dog: characteristics of occurrence and results of surgery in one hundred consecutive cases. J Am Vet Med Assoc 1976; 168:435-438.
4. Snaps FR, McEntee K, Saunders JH, Dondelinger RF. Treatment of patent ductus arteriosus by placement of intravascular coils in a pup. J Am Vet Med Assoc 1995;207:724-725.
5. Grifka RG, Miller MW, Frischmeyer KJ, Mullins CE. Transcatheter occlusion of a patent ductus arteriosus in a Newfoundland puppy using the Gianturco-Grifka vascular occlusion device. J Vet Intern Med 1996;10:42-44.
6. Stokhof AA, Sreeram N, Wolvekamp WT. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using occluding spring coils. J Vet Intern Med 2000;14:452-455.

7. Sisson D. Use of a self-expanding occluding stent for nonsurgical closure of patent ductus arteriosus in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2003;223:999-1005.
8. Hogan DF, Green HW III, Gordon S, Miller MW. Transarterial coil embolization of patent ductus arteriosus in small dogs with 0.025-inch vascular occlusion coils: 10 cases. *J Vet Intern Med* 2004;18:325-329.
9. Campbell FE, Thomas WP, Miller SJ, Berger D, Kittleson MD. Immediate and late outcomes of transarterial coil occlusion of patent ductus arteriosus in dogs. *J Vet Intern Med* 2006;20:83-96.
10. Tanaka R, Soda A, Saida Y, Sugihara K, Shibazaki A, Yamane Y. Evaluation of the efficacy of coil occlusion for patent ductus arteriosus in dogs. *J Vet Med Sci* 2007;69:857-859.
11. Hogan DF, Green HW, Sanders RA. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus in a dog with a peripheral vascular occlusion device. *J Vet Cardiol* 2006;8:139-143.
12. Nguyenba TP, Tobias AH. The Amplatz[®] canine duct occluder: a novel device for patent ductus arteriosus occlusion. *J Vet Cardiol* 2007;9:109-117.
13. Glaus TM, Berger F, Amman FW, Klowski W, Ohlert S, Boller M, Kästner S, Reusch CE, Sisson D. Closure of large patent ductus arteriosus with

the Amplatz[®] duct occluder in two dogs. J Small Anim Pract 2002;43:547-550.

14. Smith PJ, Martin MWS. Transcatheter embolisation of patent ductus arteriosus using an Amplatzer vascular plug in six dogs. J Small Anim Pract 2007;48:80-86.

15. Nguyenba TP, Tobias AH. Minimally invasive per-catheter patent ductus arteriosus occlusion in dogs using a prototype duct occluder. J Vet Intern Med 2008;22:129-134.

16. Gordon SG, Saunders AB, Achen SE, Roland RM, Drourr LT, Hariu C, Miller MW. Transarterial ductal occlusion using the Amplatz[®] Canine duct occluder in 40 dogs. J Vet Cardiol 2010;12:85-92.

17. Achen SE, Miller MW, Gordon SG, Saunders AB, Roland RC, Drourr LT. Transarterial ductal occlusion using the Amplatzer[®] vascular plug in 30 cases. J Vet Intern Med 2008;22:1348-1352.

18. Miller MW, Gordon SG, Saunders AB, Arsenaault WG, Meurs KM, Lehmkuhl LB, Bonagura JD, Fox PR. Angiographic classification of patent ductus arteriosus morphology in the dog. J Vet Cardiol 2006;8:109-114.

19. Glaus TM, Martin M, Boller M, Stafford Johnson M, Kutter A, Flückiger M, Tofeig M. Catheter closure of patent ductus arteriosus in dogs: variation in ductal size requires different techniques. J Vet Cardiol 2003;5:7-12.

20. Goodrich KR, Kyles AE, Kass PH, Campbell F. 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* 2007;36:43-49.
21. Birchard SJ, Bonagura JD, Fingland RB. Results of ligation of patent ductus arteriosus in dogs: 201 cases (1969-1988). *J Am Vet Med Assoc* 1990;196:2011-2013.
22. Van Israel N, French AT, Dukes-McEwan J, Corcoran BM. Review of left-to-right shunting patent ductus arteriosus and short term outcome in 98 dogs. *J Small Anim Pract* 2002;43:395-400.
23. Hunt GB, Simpson DJ, Beck JA, Goldsmid SE, Lawrence D, Pearson MR, Bellenger CR. Intraoperative hemorrhage during patent ductus arteriosus ligation in dogs. *Vet Surg* 2001;30:58-63.
24. Stanley BJ, Luis-Fuentes V, Darke PG. Comparison of the incidence of residual shunting between two surgical techniques used for ligation of patent ductus arteriosus in the dog. *Vet Surg* 2003;32:231-237.
25. Bellenger CR, Hunt GB, Goldsmid SE, Pearson MR. Outcomes of thoracic surgery in dogs and cats. *Aust Vet J* 1996;74:25-30.

26. Van Israel N, French AT, Wotton PR, Wilson N. Hemolysis associated with patent ductus arteriosus coil embolization in a dog. *J Vet Intern Med* 2001;15:153-156.
27. Saunders AB, Miller MW, Gordon SG, Bahr A. Pulmonary embolization of vascular occlusion coils in dogs with patent ductus arteriosus. *J Vet Intern Med* 2004;18:663-666.
28. Van Israel N, French AT. Retrieval of a patent ductus arteriosus coil following embolisation to the right subclavian artery. *J Small Anim Pract* 2002;43:136-138.
29. Schneider M, Schneider I, Hildebrandt N, Wehner M. Percutaneous angiography of patent ductus arteriosus in dogs: techniques, results and implications for intravascular occlusion. *J Vet Cardiol* 2003;5:21-27.
30. Wood AC, Fine DM, Spier AW, Eyster GE. Septicemia in a young dog following treatment of patent ductus arteriosus via coil occlusion. *J Am Vet Med Assoc.* 2006;228:1901-1904.
31. Moïse RS, Fox PR. Echocardiography and Doppler imaging. In: Fox PR, Sisson D, Moïse RS, eds. *Textbook of canine and feline cardiology.* Philadelphia: WB Saunders Co, 1999;145.

32. Bureau S, Monnet E, Orton EC. 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* 2005;227:1794-1799.

Tabel 1. Rasverdeling en odds-ratio's (indien ≥ 3 honden per ras) van de 102 honden gediagnosticeerd met een links-rechts shuntende patente ductus arteriosus.

Ras	n	Odds ratio
Duitse herder	10	3,3
Stabyhoun kruising	9	13,6 0,7
Labrador retriever	6	0,6
Shetland sheep dog		8,1
Chihuahua		6,9
Schapendoes	5	11,7
Duitse brak	4	62,7
Cavalier king Charles spaniel	3	3,1
Newfoundlander		4,9
Bearded collie, Berner sennenhond, Engelse cocker spaniel, Golden retriever, Polski owczarek niziny, Saarlooswolfhond, Weimaraner	2	
Akita, Basset fauve de Bretagne, Bordeaux dog, Border collie, Boxer, Bullmastiff, Cairn terrier, Dashond standaard langhaar, Duitse dog, Dwergpoedel, Griffon fauve de Bretagne, Groenendaeler, Hollandse herder langhaar, Ierse setter, Jack russell terrier, Koningspoedel, Maltezer, Mastin espagnol, Nova scotia duck tolling retriever, Podenco Ibicenco korthaar, Saluki, Schotse herder langhaar, Shih tzu, Tervuerense herder, Vizsla, Welsh corgi pembroke, West highland white terrier	1	

Tabel 2. Samenvatting van patiënt karakteristieken op moment van diagnose in de verschillende groepen. TCO, transarteriële catheter occlusie; LVIDd, linker ventrikel interne diameter in diastole; LVIDs, linker ventrikel interne diameter in systole; LA, linker atrium.

Parameter	Chirurgie	TCO	Geen therapie	Totaal
n =	42	46	14	102
Aandeel vrouwelijke dieren (%)	64.3	60.9	71.4	63.7
Leeftijd (maanden); mediaan en range	6.5 (2-88)	4.0 (2-36)	4.0 (2-62)	5 (2-88)
Gewicht (kg); mediaan en range	12.9 (1.4-33.2)	7.3 (1.6-35.5)	10.3 (0.9-36.0)	10 (0.9-36.0)
Symptomen; n (%)	10 (23.8)	9 (19.6)	7 (50)	26 (25.5)
Medicatie; n (%)	3 (7.1)	2 (4.3)	2 (14.3)	7 (6.9)
Type souffle; n	continu 41 systolisch 1 geen 0	continu 44 systolisch 1 geen 1	continu 11 systolisch 3 geen 0	continu 96 systolisch 5 geen 1
Intensiteit souffle; mediaan en range	5 (2-6)	5 (0-6)	5 (3-5)	5 (0-6)
Punctum maximum	Hartbasis 42 Hartapex 1	Hartbasis 44 Hartapex 1	Hartbasis 14 Hartapex 0	Hartbasis 100 Hartapex 2
Echografisch onderzoek; n	8	21	4	33
LVIDd in % van bovenlimiet normaal; mean en sd	156.2 ± 30.9	146.2 ± 31.8	153.7 ± 31.4	152.4 ± 26.9
LVIDs in % van bovenlimiet normaal; mean en sd	178.8 ± 50.0	175.1 ± 45.2	166.5 ± 29.5	173.5 ± 39.4
Fractional shortening (%); mean en sd	33.2 ± 6.8	32.0 ± 4.9	32.0 ± 8.6	32.4 ± 6.2
LA/aorta ratio; mean en sd	1.5 ± 0.3	1.5 ± 0.4	1.7 ± 0.5	1.5 ± 0.4
Mitraalinsufficiëntie; %	62.5	83.3	100	85
andere aangeboren hartafwijkingen; n	1	2	3	6

Tabel 3. Samenvatting van beschreven complicaties bij de verschillende groepen.
ACDO = Amplatz Canine Duct Occluder.

Procedure	Complicatie	Aantal honden (n)	Gering/ernstig	
Chirurgische ligatie	Bloeding vanuit ductus; bloedtransfusie nodig	4	Ernstig	
	Dood door bloedverlies	4	Ernstig	
	Bij proefsluiting ernstige bradycardie-asystolie	1	Gering	
	Rechts thoracotomie in plaats van links	1	Gering	
	Onvolledige sluiting ductus	1	Gering	
	Long- en spierschade: lobectomie linker topkwab en spierhechting nodig	1	Gering	
	Tijdelijk matig bloedverlies na incisie spier	1	Gering	
	Bij inknippen pleura punctie-opening longparenchym	1	Gering	
	Seroom op thoraxwond	1	Gering	
	Coiling	Dood door hartstilstand	1	Ernstig
		Dislocatie coil naar A. pulmonalis danwel instabiele coil positie (chirurgische ligatie nodig)	6	Gering
Restlekkage ondanks goede positie coil		4	Gering	
Hemoglobininurie en restlekkage		1	Gering	
Hypothermie tijdens procedure		1	Gering	
ACDO		Verslikpneumonie na anesthesie	1	Gering
	Hematoom in lies op plaats arteriële lijn t.b.v. de bloeddrukmeting	1	Gering	
	Lang nabloeden uit operatiewond	1	Gering	

Tabel 4. Geringe complicaties, ernstige complicaties, en initieel succespercentage in de honden behandeld met chirurgische ligatie (CL) en transarteriële catheter occlusie (TCO). Zowel coiling als het plaatsen van een Amplatz Canine Duct Occluder (ACDO) werden toegepast als methode van TCO.

parameter	CL	TCO (totaal)	TCO: Coil	TCO: ACDO
N=	42	46	30	16
Geringe complicaties; n (%)	7 (17)	15 (33)	12 (40)	3 (19)
Ernstige complicaties; n (%)	8 (19)	1 (2.2)	1 (3.3)	0 (0)
Initieel succespercentage (%)	88	85	77	100

Figuur 1. Kaplan-Meier curve van de honden vanaf het ontslag uit de kliniek tot overlijden of censurering in zowel de met chirurgische ligatie als met transcatheter occlusie (TCO) behandelde honden.

