

Amplatz Canine Duct Occluder を用いた 犬の動脈管開存症の治療

Transcatheter Occlusion of Patent Ductus Arteriosus using an Amplatz Canine Duct Occluder in a Dog

牧野 恵美¹⁾ 米富 大祐¹⁾ 山田恵理子¹⁾ 山根 由久¹⁾
中村 晃三¹⁾ 前谷 茂樹¹⁾ 井尻 篤木¹⁾ 峯岸 則之¹⁾
中出 哲也^{1)*}

Megumi MAKINO¹⁾, Daisuke YONETOMI¹⁾, Eriko YAMADA¹⁾, Yoshihisa YAMANE¹⁾, Kouzo NAKAMURA¹⁾, Shigeki MAETANI¹⁾, Atsuki IJIRI¹⁾, Noriyuki MINEGISHI¹⁾ and Tetsuya NAKADE¹⁾

¹⁾Department of Veterinary Clinical Sciences, Rakuno Gakuen University, School of Veterinary Medicine, 582 Bunkyo-dai, Midori-machi, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

SUMMARY: A 1-year-old male Papillon dog was presented with Levine IV/VI continuous murmur diagnosed as patent ductus arteriosus by Doppler echocardiography, with 4.84 m/s shunting velocity flow. The sheath was inserted in the femoral artery, the contrast media was injected via pigtail catheter. The minimal ductal diameter of pulmonary side was about 2.1 mm. The 3.0 mm size of an Amplatz Canine Duct Occluder was received. Residual shunting were assessed by angiography immediately, 15 min after and by Doppler echocardiography 1 day and 7 days after the intervention. The residual shunting was seen little in immediately, but never seen in 15 min, 1 day and 7 days after intervention.

Key words: PDA, embolization, Amplatz Canine Duct Occluder

要約：左前胸部にLevine IV/VIの連続性雑音を認めた1歳4カ月齢、雄のパピヨンが来院し、超音波検査にて大動脈起始レベル短軸像で肺動脈領域に4.84 m/sの短絡血流が認められ、動脈管開存症と診断された。大腿動脈にシースを留置し、ピッグカテーテルを挿入し造影検査を行ったところ動脈管の肺動脈側最小径は約2.1 mmであった。直径3 mmのAmplatz Canine Duct Occluder (ACDO)を動脈管に留置した。留置直後、短絡血流はわずかに残存したが、15分後、術後1日、7日目には短絡血流は全く認められず、ACDOの脱落、合併症もみられなかった。

キーワード：動脈管開存、栓塞形成、ACDO

Jpn. J. Vet. Anesth. Surg. 39(3&4): 45-50, 2009.

はじめに

動脈管開存症 (PDA) は、犬の先天性心疾患の中で最も多く発生し、左第6大動脈弓の遠位部が開存した状態で遺残している疾患である。PDAと早期に診断された患者で、肺高血圧や複

合心奇形を伴わない場合は、積極的に手術を行うことが望ましいとされている²⁾。PDAの治療法としては開胸下での結紮術や経カテーテル塞栓術などが挙げられる。経カテーテル塞栓術では、栓塞子としてPDA専用デタッチャブルコイルや一般血管塞栓用0.052インチコイルが多く使用されている。しかしながら、これらは全ての症例に対して適応できるものではない。コイル塞栓術を実施する症例には大腿動脈に4Frあるいは5Frのコイル運搬用のカテーテルが設置できる

¹⁾ 酪農学園大学獣医学部獣医学科伴侶動物医療部門
(〒069-8501 江別市文京台緑町582番地)

*通信著者：中出哲也

受付日 2009年2月10日 受理日 2009年4月19日

こと、動脈管の形態がコイルの留置に適したType I、Type IIA、Type IIBであること³⁾、さらに設置できるコイルの大きさに限りがあるため、動脈管の肺動脈側最小径が4 mm以下、という3点の最低条件が必要になる。このような理由からコイル塞栓術用のデバイスの開発が期待されていた。今回使用したAmplatz Canine Duct Occluder (ACDO) は、犬専用開発されたデバイスである。ACDOを使用する場合の適応条件は、大腿動脈に5Fr以上のカテーテルを設置できること、動脈管の形態がType I、Type IIA、Type IIBであること、肺動脈側口径が9.3 mm以下であることが条件である^{4,5)}。今回、身体検査、超音波検査及び心血管造影検査所見から、PDAと診断された1歳4か月齢の犬に対して、経カテーテル治療によりACDOを用いて動脈管閉塞術を実施したのでその概要を報告する。

症 例

パピヨン、雄、1歳4か月齢、体重5.8 kg。異物誤飲により胃切開術を実施時に、心雑音が聴取されたため精査を行った。元気、食欲はあり、発咳は認めるが運動不耐性などの臨床症状はみられなかった。左前胸部にスリルが触知され、聴診にて左前胸部にLevine IV/VIの連続性雑音が聴取された。股動脈にはバウンディングパルスが触知された。CBCに異常はみられなかった。血液生化学検査ではBUN、ALTの軽度上昇を認めた。心電図検査にてR波の増高 (5.0 mV) とSTスラーがみられ、平均電気軸は+80°であった。胸部X線検査ラテラル像では、肺野の異常はなく、心臓と胸骨の接地面の増加、気管支分岐部の背側への挙上が認められた。DV像にて1時から2時、2時から5時方向への心陰影の拡大が確認され、肺動脈幹の突出と左房と左室の拡大が示唆された。VHSは11.5、CTRは64.6%であった。超音波検査にて、大動脈起始レベル短軸像にてPDA短絡血流が確認され、連続波ドプラ法により流速は4.84 m/s、圧較差93.67 mmHgと測定された (図1)。右傍胸骨左室短軸像 (乳頭筋レベル) Mモード法によるFSは33.6%であった。またMR、ARやその他心疾患は認められなかった。ISACHC分類がクラスI bの左-右短絡動脈管開存症 (PDA) と診断し、大腿動脈径は約2.6 mmと測定されたためAmplatz Canine Duct OccluderにてPDA塞栓術を行っ

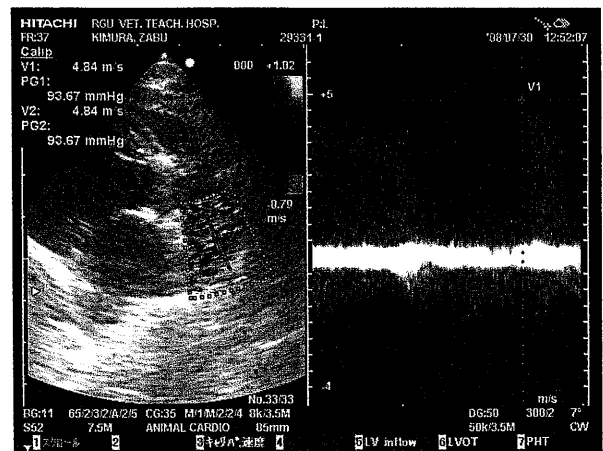


図1. 超音波検査：大動脈起始部レベル短軸像
肺動脈主幹部にはモザイクパターンを示す短絡血流が認められ、連続波ドプラ法により流速は4.84 m/s、圧較差93.67 mmHgと測定された。

た。

選択的心血管造影検査と手術方法

まず、全身麻酔下にて、選択的心血管造影による動脈管の肺動脈側開口部の最小径計測、動脈管の形態の把握、およびACDOによる塞栓術を行った。麻酔はミダゾラム (0.3 mg/kg) 静注、アトロピン (0.05 mg/kg) 筋注、メロキシカム (0.2 mg/kg) 皮下注にて前処置後、プロポフォール (6 mg/kg) 静注により導入し、気管チューブ挿管後セボフルランにて維持麻酔を行った。術中は、心電図、血圧、SpO₂、ETCO₂、直腸体温をモニタリングした。

右横臥位にて保定後、まず、選択的心血管造影を行った。右大腿部内側を切皮し、右大腿動脈を露出し7Frのシースイントロドゥーサーを設置した。ガイドワイヤー (GW) は大動脈内を動脈管に向けて進めた後、5Frのマーカ付ピッグテイルカテーテルを、GWを介して挿入した。透視下でピッグテイルカテーテルの先端が動脈管の大動脈付近に設置されたのを確認後、GWを抜き、造影剤 (オムニパーク300 1 ml/kg) を注入し、Digital Radiography (DR) を用いた連続撮影を行い、動脈管の肺動脈側開口部の最小径計測と形態の把握を行った。造影された動脈管は、Type IIA、肺動脈側最小径が2.1 mmであったため (図2)、サイズ3 mmのACDOを選択し



図2. 心血管造影検査：DRラテラル像
動脈管はType IIAを呈し、肺動脈側最小径は2.1 mmであった。

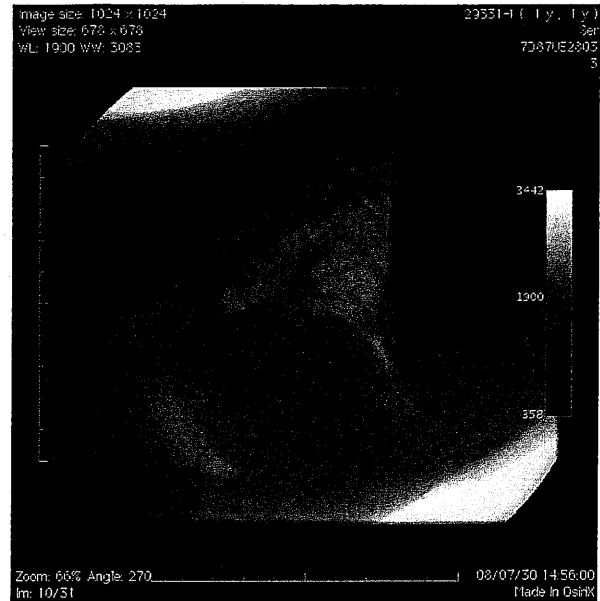


図3. X線検査DRラテラル像：ACDO設置直後の造影検査
動脈管を介してわずかに肺動脈に短絡血流が認められた。

た。

再びシースを介してGWを動脈管に向けて挿入し、透視下で先端が動脈管を通過して大動脈から肺動脈に達したことを確認した。GWを介して止血弁付きY字コネクタを接続した5Frのガイディングカテーテル（GC）を挿入した。GCの先端が動脈管を通過し、肺動脈に到達したことを確認後、GWを抜去した。次にY字コネクタを通して、ACDOが接続されたデリバリーケーブルとデバイスローダーをGCに挿入した。ACDOがGC内に挿入された後、デリバリーケーブルの末端にピンバイス装着した。GCの先端が肺動脈から移動しないように固定しながら、透視下でデリバリーケーブルを押し進め、ACDOの1枚目のディスクを拡張した。1枚目のディスクを動脈管の肺動脈口に引っ掛けるように、抵抗を感じるまでガイディングカテーテルとデリバリーケーブルをわずかに引き戻した。抵抗を確認し、GCを引きつつ、デリバリーケーブルを押し進めることでACDOの2枚目のディスクを拡張させた。デリバリーケーブルをわずかに押し、2枚目のディスクが正しくカップ状になるように静置した。位置のずれや歪みがないことを確認した後、Y字コネクタを介して造影剤（オムニパーク300 1 ml/kg）を注入しACDO設置直後の動脈管の造影を行っ

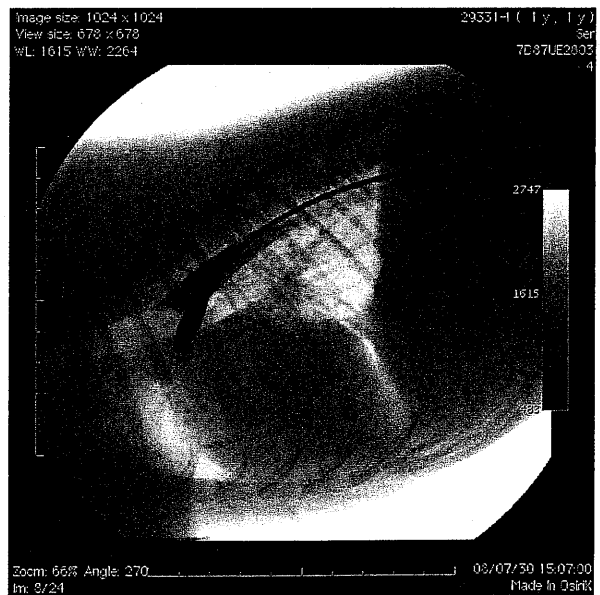


図4. X線検査DRラテラル像：ACDO設置15分後造影検査
造影剤は下行大動脈のみが造影され、動脈管の短絡血流は完全に遮断されていた。

たところ、動脈管を介してわずかに肺動脈に短絡血流が認められた（図3）。デバイスにフィブリンなどが集積し完全閉塞することを期待して15分間そのまま保持した。再び造影を行ったところ、下行大動

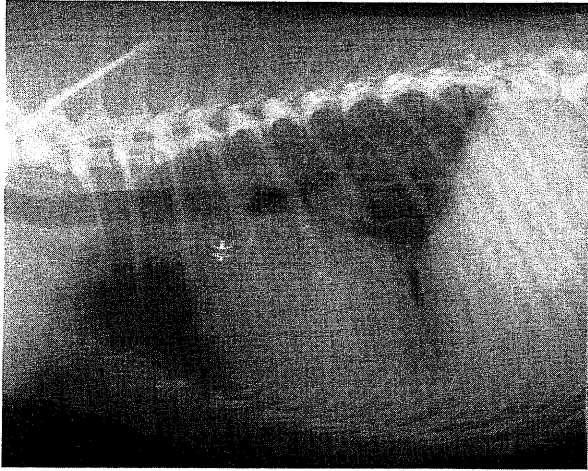


図5. 麻酔覚醒直後のX線検査ラテラル像
ACDOはゆがみや肺動脈への移動、変位、脱落もなく、正しく設置されている。

脈のみが造影され、動脈管の短絡血流は完全に遮断されていた(図4)。聴診では、左心基底部における心雑音の消失、超音波検査では大動脈起始レベル短軸像にてPDAの短絡血流の消失、ACDOによる肺動脈血流の障害がないことを確認した。ACDOが正しく設置されたことを透視下にて再確認し、デリバリーケーブルの末端のピンバイスで反時計回りに回転させACDOを切り離し、設置を完了した。

GC、デリバリーワイヤー、シースイントロドューサーを抜去し、大腿動脈を6-0 PRORYNEで縫合、筋組織、皮下織を3-0 PDS IIで、皮膚を3-0 ナイロンで縫合し手術は終了した。

経過

麻酔覚醒直後検査：左前胸部でのスリルは触知されず、聴診にて心雑音は消失していた。股動脈のバウンディングパルスは触知されなかった。血液検査による溶血や赤色尿はみられなかった。胸部X線検査では術前と比較して大きな変化は認めなかった。VHSは11.0、CTRは63%であった。ACDOはラテラル像、DV像ともにゆがみや肺動脈への変位・脱落はなく、正しく設置されていた(図5)。ACDO設置直後に超音波検査を実施した。大動脈起始レベル短軸像のカラードプラ法、連続波ドプラ法で肺動脈における短絡血流、肺動脈弁逆流(PR)は認められ

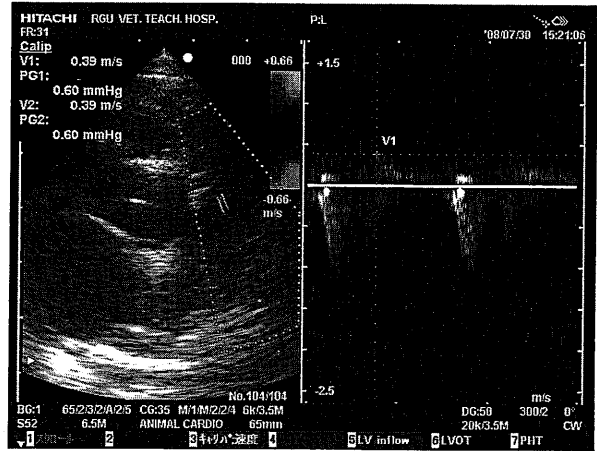


図6. 麻酔覚醒直後の超音波検査:大動脈起始部レベル短軸像
PDA短絡血流は消失し、肺動脈流速は約1.0 m/sでほぼ正常な流速である。

なかった(図6)。またACDOの肺動脈への脱落や血流の障害はみられなかった。右傍胸骨左室短軸像(乳頭筋レベル)Mモード法によるFSは22.2%であった。その他異常は認められなかった。

術後1日目：聴診においても心雑音は聴取されなかった。胸部X線検査ではVHSは11.0、CTRは62.4%であった。ACDOはラテラル像、DV像ともにゆがみや肺動脈への変位・脱落はなく、正しく設置されていた。超音波検査では、大動脈基始レベル短軸像カラードプラ法においてPDA短絡血流の消失が継続している事が確認され、またPRはみられなかった。ACDOの位置のずれや肺動脈側への突出も認められなかった。右傍胸骨左室短軸像(乳頭筋レベル)Mモード法によるFSは22.5%あった。その他異常はみられなかった。

術後1週間目：心雑音は認められなかった。VHSは10.5、CTRは62%であった。ACDOはラテラル像、DV像ともにゆがみや肺動脈への変位・脱落はなく、正しく設置されていた。

超音波検査の大動脈基始レベル短軸像のカラードプラ法を実施し、PDA短絡血流の消失が継続している事を確認した。右傍胸骨左室短軸像(乳頭筋レベル)Mモード法によるFSは22.4%であった。ACDOの位置や形態は術後1日目と変化はなく、その他異常はみられなかった。

考 察

今回の症例は、左前胸部に著明なスリルが触知され、聴診にて左心基底部にLevine IV/VIの連続性雑音が聴取された。臨床症状は術前から術後1週までは一貫して元気食欲があり、心不全兆候は認められなかった。X線検査では左心房と左心室の拡大があり、超音波検査では大動脈起始レベル短軸像にて肺動脈領域に流速4.84 m/s、圧較差93.67 mmHgの短絡血流が認められた。各検査結果よりISACHCクラスIbと分類され、肺高血圧を伴わない左-右短絡のPDAと診断し、ACDOによる治療を行った。臨床症状を呈さない小さなPDAの場合は、短絡血流による肺血流量増加の進行に伴い、肺動脈圧上昇へ移行する可能性がある点を認識する必要がある。また超音波検査ができない施設では雑音を確認する事で心疾患の存在が明らかになり、オーナーへの説明・指導に役立つ事から聴診やカラードプラを用いた超音波検査は診断にきわめて有効である。さらに短絡血流速により肺高血圧を合併しているかという診断は、手術適応であるか判断し、予後の評価に必要となるため、同時に行うことが望ましいと考える。

経カテーテル治療を行う際には、いずれのデバイスを用いる場合でも、動脈管の形態と肺動脈側の最小径の測定が必須になる。最小径の正確な評価をすることは、経カテーテル治療の可否、さらにACDOによる栓塞術の適応を判断するための重要な情報になる。今回、選択的心血管造影により、肺動脈側の最小径が約2.1 mm、Type IIAの動脈管であると判断した。ACDOが適応できる動脈管の形態であると判断し、最小径の約1.43倍の3 mmのACDOを選択した。ガイディングカテーテルにサイズ3 mmのACDOを通し、動脈管に留置したところ、留置直後に心雑音は消失し、15分後に実施した造影検査では短絡血流は完全に消失していた。術後は一貫して心雑音は聴取されず、超音波検査において短絡血流の残存は認められなかった。

経カテーテル治療後は、残存血流の評価と、デバイスの肺動脈への脱落などの合併症の評価を行うことが重要である。今回実施したACDOによる閉塞術では、ACDO設置15分後の心血管造影検査において、短絡血流の消失が確認され、また術後全く溶血は認められなかった。さらに術後経時的に行った超音波検査においても、ACDOの肺動脈への変位・脱

落や、肺動脈の狭窄は認められなかった事から、今回用いたACDOのサイズは適切な大きさを選択できたものと考えられた。Nguyenらは、ACDO塞栓術を行った18例のうち1例のみ、デバイス設置後3か月間残存血流が確認されたと述べている。さらに、デバイスのサイズが動脈管最小径の1.5倍以上を選択して閉塞術を行った症例ではデバイスの変位・脱落はない⁵⁾とされている。ACDO塞栓術は母集団が18例と少数であるのに対して、母集団が125例のコイル塞栓術を行ったCampbellらは全症例のうち22%が肺動脈か全身系の動脈への脱落が起こったと報告している¹⁾。コイルやAmplatzer vascular plugを用いた塞栓術ではコイルの脱落や長期的な残存血流や溶血などが合併症として一般的にみられることから^{1,6-8)}、ACDOを用いた場合の合併症について今後更に症例を増やし検討したい。現在のところ我々は3例のACDO塞栓術を実施しているが、いずれの例でも脱落、残存血流や溶血は認められなかった。

コイルを用いた場合、完全遮断のために複数のコイルが必要になる場合もあるのに対し、適切な大きさのACDOを選択すれば1つのACDOで完全遮断が可能である。またACDOはデバイス1つが約5万円で、デリバリーシステムが付属されているのに対し、デタッチャブルコイルは1個あたりの価格が約7万円で、さらにデリバリーシステムが別途必要となる。コイル塞栓術では1個のコイルで完全に短絡血流を遮断できない場合コイルの追加留置が必要となることを踏まえると費用面からもACDOは優位であると考えられる。

ACDOのサイズ展開は3~10 mmまで各1 mm毎と、12 mm、14 mmであり、デタッチャブルコイルのサイズ展開は3 mm、5 mm、6.5 mm、8 mmである。動脈管の最小径の1.5~2倍のコイルを選択する場合、コイル閉塞術に適応となる最小径は4 mm以下となる。ACDOのサイズ選択には、肺動脈側の動脈管最小径の1.5~2倍のデバイスを用いることが薦められており、1.5~2.7倍のサイズを選択してACDO塞栓術を行ったところ、1.1 mmから6.9 mmまでのPDAの閉塞が可能であったと報告されている^{4,5)}。またACDOのサイズ展開で計測上では1.1~9.3 mmまで閉塞可能と考えられる。

コイル塞栓術を行う際、動脈管の適応形態はType I、Type IIA、Type IIBであるのに対し、ACDOはType I、Type IIA、Type IIBに加えType IIIの閉塞にも成功

している⁵⁾。しかし、Type IIIは他の形態と比較し、肺動脈側の最小径が大きく、先細りがない筒状構造のため、ディスクの拡張が不十分になりやすく、デバイスが移動する可能性が高い。Nguyenbaらは、Type IIIのACDOによる塞栓術に成功はしたが、さらなる経過観察および検討が必要であると述べている⁴⁾。

デバイスによる動脈管の完全閉塞の確認のために造影剤を投与する場合、コイルの場合は別の動脈ルート確保が必要であるのに対し、ACDOでは止血弁付きYコネクター等を使用するとガイディングカテーテルから造影可能であるという利点もある。しかし、ACDOを使用する場合は最低でも大腿動脈に5Fr以上のシースとガイディングカテーテルを通す必要があり、4Frのカテーテルしか設置できないような血管径が細い場合はコイルを適用するか、大腿動脈の根元を切り開いて5Frのシースを入れるなどの工夫が必要であると思われた。

文 献

- 1) Campbell, F.E., Thomas, W.P., Miller, S.J., Berger, D. and Kittle-son, M.D. (2006): Immediate and late outcomes of transarterial coil occlusion of patent ductus arteriosus in dogs. *J. Vet. Intern. Med.* **20**: 83–96.
- 2) Fossum, W.T. (2005): 動脈管開存症. *スモールアニマル・サージェリー*, 2nd ed. (Fossum, W.T., Hedlund, C.S., Hulse, A.D., Johnson, L.A., Seim, B.H., Willard, D.M., Carrol, L.G. eds.), pp.733–737. Inter Zoo, 東京.
- 3) Miller, M.W., Gordon, S.G., Saunders, A.B., Arsenault, W.G., Merus, K.M., Lehmkuhl, L.B., Bonagura, J.D. and Fox, P.R. (2006): Angiographic classification of patent ductus arteriosus morphology in dog. *J. Vet. Cardiol.* **8**: 109–114.
- 4) Nguyenba, T.P. and Tobias, A.H. (2007): The Amplatz canine duct occluder: a novel device for patent ductus arteriosus occlusion. *J. Vet. Cardiol.* **9**: 109–117.
- 5) Nguyenba, T.P. and Tobias, A.H. (2008): Minimally invasive percutaneous patent ductus arteriosus occlusion in dogs using a prototype duct occluder. *J. Vet. Intern. Med.* **22**: 129–134.
- 6) Saunders, A.B., Miller, M.W., Gordon, S.G. and Bahr, A. (2004): Pulmonary embolization of vascular occlusion coils in dogs with patent ductus arteriosus. *J. Vet. Intern. Med.* **18**: 663–666.
- 7) Smith, P.J. and Martin, M.W. (2007): Transcatheter embolisation of patent ductus arteriosus using an Amplatz vascular plug in six dogs. *J. Small Anim. Pract.* **48**: 80–86.
- 8) VanIsrael, N., French, A.T., Wottonm, R.P. and Wotton, N. (2001): Hemolysis associated with patent ductus arteriosus coil embolization in a dog. *J. Vet. Intern. Med.* **15**: 153–156.

1) Campbell, F.E., Thomas, W.P., Miller, S.J., Berger, D. and Kittle-