



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Revisión bibliográfica del conducto arterioso persistente en la especie canina

Literature review of patent ductus arteriosus in dogs

Autor/es

África Banzo Arche

Director/es

D<sup>a</sup>. Carolina Serrano Casorrán, D. José Rodríguez Gómez

Facultad de Veterinaria

2016

---

ÍNDICE

<b>1. Resumen/Abstract .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Palabras clave.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Justificación y objetivos .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Materiales y métodos .....</b>	<b>6</b>
<b>5. Discusión y resultados.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1 Historia clínica de los animales con CAP .....</b>	<b>6</b>
<b>5.2 Examen físico de los animales con CAP .....</b>	<b>7</b>
<b>5.3 Diagnóstico del CAP.....</b>	<b>7</b>
<b>5.4 Tratamiento del CAP .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Conclusiones/Conclusions.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1 Conclusiones .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2 Conclusions .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Valoración personal .....</b>	<b>19</b>
<b>8. Agradecimientos .....</b>	<b>20</b>
<b>9. Bibliografía.....</b>	<b>20</b>
<b>10. Anexos .....</b>	<b>24</b>

## ▶ 1. Resumen / Abstract

### 1.1 Resumen

Dentro de las patologías más comunes de la especie canina destaca el conducto arterioso persistente (CAP). Su gravedad y prevalencia han hecho que sea uno de los hallazgos más importantes en la clínica, que precisa ser tratado para que el animal pueda sobrevivir con una calidad de vida adecuada.

El conducto arterioso persistente es una cardiopatía congénita producida por el fallo en la formación del ligamento arterioso tras el nacimiento, generado por la falta de músculo liso en dicho conducto, permitiendo la circulación sanguínea entre la arteria aorta y la arteria pulmonar, y haciendo que la sangre no se oxigene como es debido.

Desde hace décadas, el método más empleado era la cirugía tradicional mediante toracotomía lateral y la ligadura del conducto. Pero el desarrollo de la cirugía mínimamente invasiva ha hecho que se diseñen una serie de dispositivos endovasculares que pueden anclarse en el conducto para ocluirlo con tan sólo un acceso vascular.

Gracias a los estudios de diversos autores se pueden conocer las ventajas y desventajas de cada tipo de cierre, con la intención de encontrar la técnica ideal para cada paciente.

### 1.2 Abstract

Among the most common pathologies of the canine species stands out the Patent Ductus Arteriosus (PDA).

It is one of the most important findings in the veterinarian clinic because of its prevalence and severity. It had to be treated so that the animal can survive with an adequate quality of life.

The PDA is a congenital heart disease caused by the failure in the formation of arterial ligament after birth, generated by the lack of smooth muscle in the duct, establishing connection and allowing blood flow between the aorta and pulmonary artery, causing an incorrect blood oxygenation.

For decades, the most used method was the traditional surgery through lateral thoracotomy and PDA ligation. However, the development of minimally invasive surgery has generated various devices that can be delivered into the ductus and occlude it through a vascular access and catheterization.

Thanks to studies by various authors it's possible to know the advantages and disadvantages of each type of closure, to be able to find the ideal technique for each patient.

### 1.3 Palabras clave

*Conducto arterioso persistente (CAP), perro, cirugía, Amplatz Canine Duct Occluder (ACDO), diámetro mínimo ductal (MDD), cirugía mínimamente invasiva.*

## ▶ 2. Introducción

El conducto arterioso persistente (CAP) es una de las patologías cardíacas congénitas más comunes en el perro, siendo la más importante debido a su alta prevalencia y gravedad. Se estima que el 70% de los animales que no se tratan en el primer año de vida mueren.<sup>1</sup>

Durante la gestación, existe circulación placentaria en la que la arteria aorta y la arteria pulmonar permanecen comunicadas mediante un conducto arterioso. Con el nacimiento, la circulación placentaria finaliza. En este momento, las resistencias vasculares sistémicas aumentan y la concentración de prostaglandinas vasodilatadoras, producidas por la placenta, disminuye. La sangre de la arteria pulmonar ya no se mezcla con la de la arteria aorta. Como consecuencia a todo lo anterior, se produce una vasoconstricción del conducto, impidiendo el flujo a través de éste. Con ello, aparecen una serie de fenómenos anatómicos, como trombosis, fibrosis y un crecimiento de la capa íntima vascular que transforman el conducto arterioso en un ligamento arterioso.<sup>1, 2, 3</sup>

En caso de que falle el cierre fisiológico del conducto arterioso, no se llega a formar el ligamento arterioso y el conducto persiste. En función de la distribución y alcance del músculo liso en el conducto, se diferencian varios tipos:

- Cuando hay suficiente músculo para cerrar el extremo pulmonar pero no el aórtico, produciendo una dilatación aneurismática de la aorta, conocida como “aneurisma ductal”.
- Cuando la ausencia de músculo es prácticamente completa y el conducto mantiene el mismo tamaño que durante la gestación, generando un gran flujo de izquierda a derecha que podría llegar a revertirse.
- Cuando hay mayor o menor cantidad de musculatura a lo largo del conducto, con cierres parciales, dando lugar a ductus de distintos tamaños y originando la característica forma de embudo de estos, por los que circulará un flujo de izquierda a derecha. Es la forma más frecuente (*Figura 1*).

La presencia del CAP provoca una derivación de sangre de izquierda a derecha, de manera que parte del volumen de sangre que sale del ventrículo izquierdo pasa a circulación sistémica, mientras que otra parte pasa a la arteria pulmonar. El sentido del flujo a través del CAP es de izquierda a derecha debido a que la presión en aorta es mayor que en arteria pulmonar. El flujo de sangre que pasa a arteria pulmonar provoca una sobrecarga de volumen en el ventrículo izquierdo que genera dilatación del mismo, así como distensión de la válvula mitral, lo que contribuye a una sobrecarga adicional del ventrículo izquierdo. El exceso de volumen diastólico, la falta de contractibilidad del miocardio por la sobrecarga y la fibrilación auricular que puede surgir por dilatación de aurícula izquierda, llevarán a la insuficiencia cardiaca congestiva y al edema pulmonar comprometiendo la vida del animal.

En caso de no tratar quirúrgicamente el CAP, se puede llegar a desarrollar hipertensión pulmonar. También hay animales jóvenes con hipertensión pulmonar persistente desde el nacimiento. En esos casos el sentido del flujo sanguíneo a través del CAP se modifica, siendo de derecha a izquierda, ya que en dichos casos la presión en arteria pulmonar es mayor que en aorta. Parte del volumen de sangre sin oxigenar que sale de ventrículo derecho hacia los pulmones, es derivada hacia la circulación sistémica, desarrollándose hipoxemia, intolerancia al ejercicio, policitemia y en último término la muerte.<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup>

Es importante diagnosticar y resolver esta patología, ya que la calidad de vida y la supervivencia del animal serán mayores.

### ▶ 3. Justificación y objetivos

Es fundamental conocer las patologías más importantes dentro de la clínica de pequeños animales, y una de ellas es el defecto en el cierre del conducto arterioso. Este trabajo intenta unificar todas las técnicas de resolución para poder llegar a elegir la más adecuada a cada caso en función de las dimensiones del conducto y el equipamiento y entrenamiento del que se dispone.

El objetivo principal del trabajo es hacer una revisión bibliográfica del conducto arterioso persistente, conociendo los signos clínicos más comunes en el diagnóstico, pudiendo llegar a una conclusión final sobre la técnica ideal de resolución de dicha patología, ya sea gracias a la cirugía convencional o mediante cirugía mínimamente invasiva, viendo las ventajas y desventajas de cada uno de los procesos.

Gracias a las competencias propias que se pretenden adquirir con el trabajo para finalizar los estudios, se permitirá el desarrollo de la actividad profesional de veterinaria.

#### ▶ 4. Materiales y métodos

Se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica mediante diferentes bases de datos como Pubmed o Dialnet así como a partir de libros de Veterinaria. Los artículos seleccionados son aquellos que se refieren a los métodos de diagnóstico y tratamiento del conducto arterioso persistente desde el año 1996 hasta la actualidad.

#### ▶ 5. Discusión y resultados

Todo el desarrollo realizado a continuación sobre el CAP, está encaminado a la resolución del conducto arterioso persistente con flujo de izquierda a derecha, ya que en los casos en los que el flujo se ha revertido, el tratamiento está contraindicado.<sup>3,5</sup> Además, también se describen los posibles signos que se observan en un animal con un CAP de flujo revertido.

##### 5.1 Historia clínica de los animales con CAP

La mayoría de los animales con CAP se diagnostican a edades tempranas cuando llegan a la consulta para pasar una primera revisión y empezar el protocolo de vacunaciones. Aunque a veces puede notarse cierta fatiga durante el ejercicio, en muchas ocasiones no se han observado antes signos que puedan alertar al propietario, por lo que es preciso una buena anamnesis y exploración en todos los pacientes en su primera visita.

Existe predisposición racial, destacando las razas Yorkshire terrier, maltés, pomerania, bichón frisé, pastor de Shetland, keeshonden, springer spaniel inglés y caniches enanos y miniatura,<sup>1,3</sup> siendo las hembras las más propensas a sufrir la enfermedad.<sup>1,3,5,6,7</sup> A pesar de ello, cualquier raza, edad, sexo y tamaño podría sufrir un CAP.

Lo más normal es que el flujo vaya de izquierda a derecha, pero hay casos en los que el flujo revierte, y las consecuencias son aún peores. En estos casos, los animales presentan debilidad del tercio posterior, anorexia, letargia, síncope... todo producido por la falta de oxigenación sanguínea.<sup>1,3</sup>

## 5.2 Examen físico de los animales con CAP

Lo más característico de la patología a estudiar es el soplo que se identifica en la base del corazón, en el lado izquierdo, es continuo, conocido como “máquina de tren”. Éste tiene seis grados, que aumentan según la gravedad. También pueden surgir ruidos respiratorios, disnea, tos y otros síntomas de insuficiencia cardíaca. En el caso de flujo de derecha a izquierda, destaca la cianosis, siendo más marcada en la región posterior del animal (vulva, pene y prepucio). Esto se debe a la policitemia, derivada de la hipoxemia, que provoca que se sinteticen aún más eritrocitos, aumentando la viscosidad de la sangre y la circulación de ésta es más dificultosa.<sup>1, 3,</sup>

5

## 5.3 Diagnóstico del CAP

El diagnóstico del CAP se realiza en base a diferentes pruebas diagnósticas.

Mediante radiografía simple (vistas dorso-ventral (DV) y latero-lateral (LL)) se pueden observar diferentes hipertrofias del lado izquierdo del corazón, como la aurícula o el ventrículo. Hay dilatación del tronco pulmonar (vista DV) y de la aorta descendente, lo que también se conoce como “aneurisma del conducto”. Así, se observa un aumento en la circulación pulmonar y posibilidad de aparición de edema en este mismo tejido (*Figura 2*). Si el flujo es de derecha a izquierda, pueden verse, entre otros, hipertrofia del ventrículo derecho y de la arteria pulmonar, y el septo interventricular aplanado.

El electrocardiograma de estos animales muestra amplias ondas P, y elevadas ondas R, surgiendo, a veces, cierta fibrilación auricular. Con flujo contrario, hay desviación del eje derecho así como ondas S más profundas.

La ecocardiografía destaca como técnica diagnóstica, tanto bidimensional o modo M como el estudio Doppler. En el primer caso, los detalles a observar son la misma hipertrofia que anteriormente, del lado izquierdo del corazón y dilatación del tronco pulmonar. Puede observarse el ductus entre las arterias en las que se forma. En el caso del Doppler, el ductus se detecta marcando un campo de flujo de color en la zona. En la arteria pulmonar se observa un flujo turbulento diastólico, y también destaca uno continuo entre el tronco pulmonar y la aorta descendente. Normalmente suele aparecer algo de regurgitación mitral.<sup>1, 3, 5</sup>

Es esencial determinar la dirección del flujo en el CAP, puesto que en caso de ser revertido no debería indicarse la cirugía. Para ello se introduce suero agitado en una vena periférica y se visualiza la aorta descendente mediante ecografía para detectar las microburbujas de aire en caso de que pasen. Si se observan, es significativo de que el flujo se ha revertido y es de derecha a izquierda.<sup>1</sup>

Antes de poder colocar cualquiera de los dispositivos de oclusión transcutáneos que se explican a continuación, es necesario realizar una angiografía o ecocardiografía para determinar las medidas y forma del CAP, siendo crucial para la elección de la talla del dispositivo y de la correcta colocación de éste (*Figuras 3 y 4*). Asimismo, el examen ecocardiográfico puede realizarse de forma transtorácica o transesofágica, siendo más precisa la segunda, e incluso superando la fiabilidad de la angiografía. Una ventaja a tener en cuenta de la ecocardiografía es que se puede observar la colocación del dispositivo en tiempo real, a la vez que se reduce el tiempo de exposición radiológica que se genera con la angiografía. Si se emplea el Doppler para determinar las dimensiones, se suelen sobreestimar las medidas del diámetro mínimo del ductus (MDD). Ésta es una de las medidas más importantes a realizar, ya que es la de referencia para elegir las medidas de dichos dispositivos.<sup>4, 8, 9, 10</sup>

La ecocardiografía transesofágica es una de las mejores técnicas de apoyo durante la colocación de los dispositivos que ocluyen el conducto arterioso persistente, ya que, además de la visualización en tiempo real y de la reducción del tiempo de fluoroscopia, su imagen en varios planos facilita la visualización del ductus. El problema surge en perros de pequeño tamaño o aquellos con patología a nivel de esófago y laringe, puesto que se dificultaría el paso del aparato.<sup>11</sup>

En el caso de la angiografía, se realiza a través de un catéter transarterial, que en algunos casos será el mismo que se emplea para avanzar el dispositivo.<sup>12</sup> No obstante, en el estudio realizado por Nguyenba y Tobias, se concluyó que para la medición más exacta del MDD y la precisión en la morfología ductal, la ecocardiografía, tanto transesofágica como transtorácica, no podría ser sustituida por la angiografía.<sup>13</sup>

La morfología de CAP más común en la especie canina es el tipo II, presentado en forma de embudo, mientras que, el tipo III, con aspecto tubular, es la menos frecuente. Más detalladamente, en el tipo I se distingue un menor calibre de ductus en el lado de la arteria aorta que se va estrechando hacia la arteria pulmonar. El tipo II se divide en A y B, siendo el primero más ancho a nivel aórtico, con un brusco estrechamiento a nivel pulmonar, mientras que en el segundo o tipo IIB, el estrechamiento no es tan marcado, sino que es más cónico. En estos dos tipos (I y II, tanto A como B) se observa la característica forma de embudo. Por el contrario, el ductus de tipo III tiene forma tubular donde las paredes del conducto mantienen su calibre sin estrecharse en todo su recorrido<sup>7, 8</sup> (*Figuras 3 y 4*).



#### 5.4 Tratamiento del CAP

El tratamiento médico se emplea para problemas secundarios al CAP, como el edema pulmonar que presentan algunos de los afectados por la patología, y tras esto, proceder al cierre quirúrgico. En este caso, la furosemida es el fármaco de elección para reducir el edema. También pueden darse casos de fibrilación auricular donde la digoxina y la amiodarona son los fármacos más adecuados para su control previo a la cirugía. En situaciones de insuficiencia cardiaca congestiva derivadas del CAP, el tratamiento se realiza más a largo plazo, ya que no es posible una resolución completa de dicha enfermedad, pero antes de la cirugía se administran inodilatadores, vasodilatadores y diuréticos. Y por supuesto, después de la cirugía, es necesario evaluar el dolor postoperatorio, aportar la analgesia necesaria y administrar cobertura antibiótica para evitar posibles infecciones secundarias derivadas de las acciones terapéuticas.

En los casos con flujo de derecha a izquierda, se intenta reducir el hematocrito, ya que el principal problema de estos animales deriva de la policitemia que sufren, que aumenta la viscosidad de su sangre. Así, disminuyendo dicha policitemia, mejora el estado del paciente. En este tipo de situaciones, el tratamiento de elección es la flebotomía, pero si no se puede llevar a cabo, puede administrarse hidroxiurea, que inhibe la médula ósea durante un tiempo.<sup>1, 3, 5</sup>

Existen diferentes técnicas quirúrgicas, tanto de cirugía abierta como mínimamente invasiva que pueden utilizarse en el tratamiento de los animales que sufren un CAP.

Tradicionalmente la técnica de elección es la ligadura del conducto arterioso persistente mediante cirugía abierta (*Figura 5*). Para ello es preciso realizar una toracotomía lateral izquierda, por el cuarto espacio intercostal (*Figuras 6 y 7*). Normalmente, las técnicas quirúrgicas indicadas son extra-pericárdicas, sin embargo, en el estudio que realizaron Selmic et al se demostró que se puede hacer cirugía intra-pericárdica teniendo una alta tasa de éxito, facilitando la visión del ductus y haciendo posible que dicha cirugía sea completada por cirujanos con diferente experiencia previa.<sup>14</sup>

La principal desventaja de la cirugía abierta es el riesgo de muerte (40-100%) en los casos en los que se produce hemorragia (<10%), además de que la recuperación es más prolongada. La necesidad de disecar alrededor del conducto aumenta la probabilidad de rasgarlo, siendo una situación fatal para el animal la mayoría de las veces. El posible flujo residual también es una complicación a tener en cuenta.<sup>15, 16</sup>

Las técnicas de cirugía abierta requieren una toracotomía lateral por el cuarto espacio intercostal izquierdo.

- **Cirugía convencional:** Se diseca el conducto con el objetivo de colocar una doble ligadura. En el momento de la disección, hay que tener en cuenta estructuras

adyacentes como los nervios vago, laríngeo y frénico, cuya lesión puede acarrear complicaciones importantes. La disección se debe llevar a cabo de manera muy cuidadosa y delicada, sobre todo en el momento de la disección de la zona medial al ductus, que se realiza “a ciegas” y donde mayor riesgo hay de romper el ductus. Durante estas maniobras, también existe la posibilidad de lesionar la pared de la arteria pulmonar con peligro vital para el paciente. Normalmente la disección se realiza de manera extrapericárdica, sin embargo, podría darse la situación de que el conducto fuese demasiado corto, optando entonces por trabajar de manera intrapericárdica. Una vez disecado el conducto, se pasan dos ligaduras de material no absorbible alrededor del mismo y se procede a anudarlas lo más alejadas entre sí que sea posible para reducir el riesgo de recanalización. Se anuda primero la más cercana a la aorta, donde mayor presión hay y después la más cercana a la arteria pulmonar. Antes de anudar las ligaduras es recomendable cerrar el conducto de forma temporal para valorar un posible reflejo de Branham.<sup>1, 5, 6</sup>

- **Cirugía alternativa o Jackson-Henderson:** Se recurre a esta técnica cuando la disección de la cara medial del conducto arterioso es muy arriesgada. El objetivo es el mismo que en la cirugía convencional, pero la diferencia radica en la forma de pasar las suturas para llevar a cabo las ligaduras. Se disecciona dorsalmente a la arteria aorta, desde la arteria subclavia hasta la arteria vertebral, sin necesidad de la disección directa del conducto, evitando así posibles roturas de éste, y la doble sutura se pasa por debajo de la aorta. El gran problema de la cirugía alternativa es que presenta mayor probabilidad de flujo residual, ya que el tejido de alrededor también se incluye en la ligadura y hace que sea más inestable.<sup>1, 5, 6</sup>

A medida que las técnicas mínimamente invasivas han evolucionado, se han desarrollado distintas alternativas de oclusión intravascular del CAP. La arteria o vena femoral y la arteria carótida sirven como acceso vascular para tratar esta patología, en función del dispositivo de oclusión empleado según las características del ductus. En el caso de la arteria carótida, la accesibilidad será mejor, ya que el calibre suele tener mayor tamaño que el resto de posibles accesos. Sin embargo, el ángulo que surge entre el conducto y la parte próxima de la aorta a éste es muy pronunciado, complicando la liberación de los dispositivos. Además, la reducción de tamaño del conducto y de la cantidad de flujo harán que sea más dificultosa la deposición de más de un dispositivo de cierre en caso de que fuesen necesarios, de tal manera que se incrementa el riesgo de una posible embolización accidental con estos dispositivos extra.<sup>17</sup>

Utilizando la vena femoral se reduce el riesgo de hemorragia a nivel vascular, ya que la presión aquí es menor que en la arteria, reduciendo el riesgo de muerte. Además, se puede expandir completamente el dispositivo antes de colocarlo en la ampolla ductal, que es la zona amplia del ductus. Sin embargo, si se utiliza la vena con CAP pequeños, la entrada se hace más complicada y puede que sea más dificultoso retirar los dispositivos en caso de que fuera necesario. Por otro lado, las venas tienden a ser más elásticas que las arterias, lo que facilita el trabajo en perros de pequeño tamaño. Si estos perros tienen pesos inferiores a 2'5 Kg, será más apropiado tratar con ligaduras.<sup>18, 19</sup>

También es necesario ajustar el tamaño de las herramientas necesarias para introducir y liberar el dispositivo, ya que en perros <5Kg suele haber más problemas como consecuencia de su pequeño calibre vascular.<sup>17</sup>

La **cirugía mínimamente invasiva** es cada vez más común en Veterinaria, ya que reduce la mortalidad y morbilidad que van ligadas a las cirugías tradicionales. Una de las alternativas es el cierre del conducto con clips vasculares mediante toracoscopia, donde con ayuda de una cámara y unas pinzas de hemostasia se colocan los clips vasculares.<sup>20, 21</sup> Sin embargo, el tamaño máximo de estos clips es de 12mm, reduciendo el abanico de pacientes candidatos, pero siempre que estos tengan un peso adecuado (>7-8Kg) y sus proporciones faciliten el acceso se puede emplear esta técnica.<sup>20</sup> Otra manera es mediante acceso transcutáneo, que suele ser más empleado en la actualidad, y se coloca un dispositivo que permite la embolización u oclusión del conducto. El procedimiento comienza colocando el introductor como vía de acceso para trabajar con el resto de dispositivos. Este introductor se coloca en el vaso adecuado según la técnica a emplear. Habitualmente se coloca en la arteria femoral, lo que permite avanzar un catéter como guía por la arteria aorta hasta llegar a las proximidades del ductus. En ese punto se realiza una angiografía para observar y medir el conducto. Se avanza el catéter hasta la arteria pulmonar, pasando por el conducto, y se introduce el sistema liberador del dispositivo ocluidor, para terminar liberando dicho dispositivo en la localización correcta.

No todos los dispositivos de cateterización son aptos para todos los animales, y viceversa. Hay que adecuar el dispositivo a la morfología y talla del conducto.<sup>12</sup>

Dentro de las técnicas endovasculares se encuentran diversos modelos de dispositivos, que se han ido desarrollando debido a la necesidad de encontrar el ideal para la especie canina:

- Gianturco-Grifka Vascular Occlusion Device (GGVOD) (Cook Inc, Bloomington, IN): Es un saco firme de nailon que se coloca en el conducto bloqueando el paso de la sangre (*Figura 8*). El introductor se dispone en la

vena femoral, de manera que el dispositivo liberador debe avanzarse hasta el ventrículo derecho, girar y salir por arteria pulmonar hasta alcanzar el CAP. La ventaja de este dispositivo es que su introductor es más estrecho que el que se usa en otros, permitiendo su utilización en animales de pequeño tamaño. Además, si no se coloca bien, puede retirarse y recolocarse, antes de retirar todos los dispositivos, las veces que sea necesario. Cuenta con cuatro tallas (3mm, 5mm, 7mm y 9mm) que amplían el rango de tamaño de los pacientes. Para escoger la correcta, el diámetro del dispositivo debe ser 0'8-1'4mm más largo que el diámetro del vaso, siendo algo más grande aún en el caso de las venas. Sin embargo, esto sólo fue un estudio que se desarrolló primero en la especie canina para poder llevar a cabo mejoras en el campo de la cirugía humana. El dispositivo se probó en perros con la finalidad de ver las ventajas y desventajas que ofrecía.<sup>22</sup>

- Coils: Se trata de dispositivos helicoidales formados por acero inoxidable y material trombogénico intercalado, disponibles en múltiples dimensiones. Sus niveles de éxito rondan el 85-90% de los casos, completando la oclusión en al menos el 60% tras el paso de 12 meses.<sup>23</sup>

Unos de los que más se suelen utilizar son los coils de liberación controlada (*Figura 9*). Deriva del dispositivo anterior, pero su tasa de embolismo accidental es menor. Cuando el CAP es de tamaño medio (MDD >4mm), hará falta más de un único coil, uno con más vueltas o incluso cambiar el dispositivo; pero en CAP de pequeño tamaño (MDD <4mm) se han visto resultados satisfactorios con este tipo de oclusión.<sup>4, 18, 19, 24, 25, 26, 27</sup>

Otra forma de oclusión son los coils libres, de liberación no controlada. Su uso no es tan seguro como el coil de liberación controlada, ya que su colocación no es progresiva como en el caso anterior, pero se utilizan con cierta frecuencia. Suelen emplearse en CAP de tamaño más grande, pero tienen alto riesgo de desviación a la circulación pulmonar, siendo prácticamente imposible su recuperación. En estos casos en los que el CAP tiene cierto tamaño, a veces se emplean coils rígidos o la implantación de dos o tres coils al mismo tiempo.<sup>24</sup>

Como complicación a este tipo de embolización puede surgir hemólisis o hemoglobinuria derivadas de cierta cantidad de flujo residual que podría

detectarse en cierres de CAP de grandes tamaños. Con ellas, se desarrollaría anemia y fallo renal, lo que complicaría la salud de los pacientes.<sup>25</sup>

La colocación de varios coils disminuye el porcentaje de animales con flujo residual pero se aumentará el coste del tratamiento, además del mayor riesgo de embolismo pulmonar.<sup>28</sup>

Una de las ventajas de la embolización con coils es el reducido calibre del introductor necesario para el acceso de los instrumentos de liberación,<sup>16, 29</sup> demostrando el éxito de oclusión del conducto en el estudio que realizaron Henrich et al en perros menores de 3Kg, por vía venosa.<sup>30</sup>

A veces, pueden liberarse con un sistema lazo recuperador, que permitirá una mejor sujeción, estabilización y posicionamiento hasta que se haya comprobado la correcta colocación del dispositivo. De esta manera, se reduce el riesgo de desviación y embolización accidental. Como contraindicación, se limita el tamaño del paciente, ya que se precisa de amplios introductores, siendo dificultoso en venas o arterias de pequeño calibre y su uso es algo más complicado.<sup>19, 31</sup>

Con el uso de coils vía transvenosa, las arritmias son una de las complicaciones más comunes, pero suelen desaparecer por sí mismas.<sup>19, 24</sup>

Todas estas complicaciones suelen relacionarse con el estado del paciente, el peso, su tamaño y morfología ductal, la forma de liberar el dispositivo además de las habilidades del cirujano.<sup>12</sup>

El uso de coils está contraindicado en casos de morfología tubular o tipo III de CAP, ya que dicha forma no permitirá el anclaje del dispositivo en el conducto.<sup>4, 8</sup>

- Amplatzer Duct Occluder (ADO): Sistema oclusor auto-expandible, fabricado con nitinol y con forma de champiñón (*Figura 10*). La medida correcta para la elección de la talla con respecto al CAP ha de ser de 2mm más grande que el diámetro mínimo del ductus (MDD). Esta medida se tomará como referencia en la parte más estrecha del dispositivo, en el extremo contrario al “sombbrero”. La cateterización podrá hacerse tanto vía transarterial como transvenosa, ambas son válidas. Las herramientas contarán con un calibre algo mayor que en los dispositivos anteriores, por lo que no será adecuado para perros de pequeño tamaño. Una vez que el dispositivo elegido es situado en el conducto, y tras la comprobación de su posición ideal, se

decidirá soltar o recoger e introducir uno de talla superior. Es muy útil en CAP de tamaño considerable, con medidas de MDD de más de 4mm. El principal inconveniente de este dispositivo es su elevado coste, siendo poco asequible por algunos de los propietarios de los animales,<sup>7, 24, 25</sup> pero su tasa de éxito en cuanto a ausencia de flujo residual un año post-implantación es de un 95%.<sup>26</sup>

Gruenstein y Bass llevaron a cabo un nuevo prototipo de dispositivo, similar al ADO, el ADO II, siendo eficaz para ductus con diámetros menores a 5'5mm. Difiere en varios aspectos: está fabricado con trenzas de alambre, dejando dos rebordes articulados en cada extremo, permitiendo la adaptación exacta al conducto, sin que se obstruyan la arteria pulmonar o la arteria aorta (*Figura 11*). Los CAP que se desarrollaron fueron realizados artificialmente, adquiriendo la forma tubular, ya que el estudio estaba encaminado a su uso en humanos, pero para ello, antes se probó en la especie canina, dejando un resultado de éxito del 100% de los casos. Con ayuda de la angiografía, el dispositivo se introdujo, en diferentes animales, por ambos vasos femorales, vena y arteria, empleando instrumental de pequeño calibre. Las medidas que se tuvieron en cuenta para su colocación fueron las del diámetro mínimo del ductus y su longitud.<sup>32</sup> Este estudio podría originar un dispositivo para una de las formas más extrañas de CAP en la especie canina, la forma tubular o tipo III.

A partir de estos, se ha desarrollado un nuevo dispositivo que se probó en modelos caninos con CAP artificiales, gracias al ensayo que realizaron Jiang et al para su posible uso en medicina humana. Se conoce como Pan-Nitinol Occluder, sin estructuras metálicas que sobresalgan, con una concavidad en el centro de la estructura, permitiendo un mejor crecimiento de tejido a su alrededor, facilitando la resolución de la patología. Se diseñó con la intención de mejorar el dispositivo ADO, ofreciendo más efectividad y mejor endotelización del conducto. Para colocarlo en el CAP se utilizó la vena femoral, guiado por aortografía. El porcentaje de éxito fue del 100%.<sup>33</sup>

En estos dos casos de nuevos dispositivos probados en ensayos, hay que tener en cuenta que se han llevado a cabo en CAP realizados artificialmente, y a pesar de que la simulación fue lo más real posible, existen diferencias con la realidad, pudiendo diferir en los porcentajes de éxito si estos dispositivos se empleasen en el cierre de CAP reales.

- Amplatz Vascular Plug (AVP): Es un dispositivo auto-expandible, similar a un tapón, con bandas de platino o nitinol y forma cilíndrica. En este caso, el dispositivo no cuenta con material trombogénico. Dispone de diferentes tallas, 4, 6, 8, 10, 12 y 14mm (*Figura 12*). A pesar de que se utiliza más en circulación periférica, algunos autores han realizado sus estudios en el cierre del CAP. Al igual que el dispositivo anterior, es seguro en cuanto a que antes de ser liberado por completo puede evaluarse su estabilidad, y si no es la correcta, puede ser recolocado. En el estudio que llevaron a cabo Smith y Martin, se observa como la colocación de este dispositivo en diferentes morfologías y tallas de CAP llega a ser satisfactorio en todos los casos en los que se utiliza, siendo un posible sustituto del ADO en casos de CAP de medio tamaño (4-7mm de diámetro).<sup>27, 34</sup> Para una correcta selección del tamaño del dispositivo, se recomienda que la talla sea del 30-50% más grande con respecto al vaso en el que se introducirá, sin embargo, siguen siendo recomendaciones del fabricante para la circulación periférica. En el caso de los autores nombrados anteriormente, consideran preciso un 60-80% más de tamaño.<sup>34</sup>

Como es un dispositivo fabricado para la circulación periférica, al colocarlo en el CAP, el tejido es algo diferente que el resto de los vasos, y hará que el conducto se dilate. Por ello, no se tomará como referencia el diámetro mínimo, sino que será más eficaz el uso de la ampolla ductal, y el AVP debe ser sólo 1-2mm mayor que el diámetro de ésta.<sup>4, 35</sup>

Este dispositivo no sería el ideal para animales con poco peso, ya que las herramientas de cateterización no serán aptas para vasos con calibres pequeños. Como se observa en el estudio de Achen et al, no se pudo seleccionar esta oclusión en animales con pesos menores a 2'4 Kg.<sup>15</sup>

El AVP no es de uso frecuente, ya que el dispositivo que se describe a continuación se diseñó específicamente para la morfología ductal canina, sin embargo, se está empleando en humana para cierres de CAP tipo III o tubular.<sup>4</sup> El AVP debe colocarse en el ensanchamiento ductal, siendo imprescindible un estrechamiento del orificio pulmonar para concederle la estabilidad necesaria. Así, la forma tubular o tipo III no se correspondería con dichas características, y no se recomienda, de momento, en esta morfología ductal canina.<sup>7</sup>

- Amplatz Canine Ductal Occluder (ACDO): Formado por dos discos, uno distal plano y otro proximal con forma de copa, separados por una estrecha cintura, todo como una malla de nitinol auto-expandible (*Figura 13*). Está específicamente diseñado para el cierre del CAP en la especie canina, variando sus tallas según las dimensiones del MDD y del orificio de la arteria pulmonar, adaptándose a la morfología típica de la especie. Existen diversas medidas para seleccionar el dispositivo y el instrumental apropiado (*Tabla 1*).

La recomendación para seleccionar la talla exacta es que el diámetro mínimo ductal sea 1'5-2 veces menos al diámetro de la cintura del ACDO elegido.

Con este tipo de aparato ocluser, los instrumentos empleados están más especializados y son específicos para facilitar la colocación del ACDO. Es necesario utilizar la arteria femoral como acceso, ya que es la única con capacidad para introducir tales herramientas.<sup>4,13,36</sup> No se recomienda su uso en animales menores a 3Kg, ya que los diámetros de los vasos de estos animales no son aptos para trabajar con el material del que se dispone.<sup>7,36</sup>

Una mala elección del dispositivo, tanto si es más grande de lo que debe o más pequeño, crean inseguridad en su colocación, ya que no dispondrá de la estabilidad necesaria para un cierre completo y eficaz. El ACDO debe anclar su disco distal en la arteria pulmonar principal, mientras que el disco con forma de copa debe quedar en la ampolla o cavidad del ductus, quedando así la cintura del dispositivo en el orificio de comunicación con la arteria pulmonar.<sup>37</sup> Antes de retirar los instrumentos de cateterización y liberar el dispositivo en la luz del vaso, es preciso comprobar su estabilidad y eficacia, pudiendo recuperar el dispositivo en caso de que no sea seguro. Es el último modelo de dispositivo que ha salido al mercado, específico para perros y con un futuro prometedor. Se habla de tasas de éxito del 94%, con cierre completo al instante, dispone de un abanico mucho más amplio en cuanto a tallas, adaptándose a un número más alto de conductos, así como liberarse y recogerse con facilidad. Su colocación es muy similar tanto a coils como al AVP, y con las posibles complicaciones graves ocurre lo mismo.<sup>23,36</sup> Como posible solución ante la limitación del uso del ACDO en perros de pequeño tamaño, en el estudio de Stauthammer et al, se diseñó un



prototipo similar a éste pero con menores dimensiones (3, 4, 5 y 6mm de diámetro en la cintura del dispositivo). Se emplearían las mismas medidas para la selección de la talla, 1'5-2'5 veces el MDD, y su acceso también será vía arterial. El problema fue que en perros menores a 1'5 Kg, los instrumentos seguían siendo demasiado grandes para el calibre arterial. Además, el 95% de los casos tenían morfología tipo IIA y no se pudo ver su funcionalidad en otros tipos diferentes.<sup>38</sup>

Si tras las cirugías o cateterizaciones existe flujo residual y continúa siendo significativo, se debe reintervenir para solucionarlo. Para ello, se utilizan técnicas como la ecocardiografía o el Doppler que sirven para confirmar el cierre completo o detectar posible flujo residual, ya que mediante auscultación, siempre será menos preciso.

Con el tiempo, tras la liberación correcta de los dispositivos, el tamaño del corazón suele volver a la normalidad, y el conducto, cuando el flujo que ha quedado ya no es significativo, acabará por cerrarse él mismo, haciendo desaparecer el posible ruido cardiaco debido a dicho flujo residual.

## ▶ 6. Conclusiones / Conclusions

### 6.1 Conclusiones

Tras la realización de la revisión bibliográfica sobre el conducto arterioso persistente canino, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El diagnóstico del conducto arterioso persistente es de vital importancia para el paciente que lo padece.
- Se debe elegir la técnica quirúrgica más adecuada a cada paciente en función de sus características y de las posibilidades del propietario.
- La reducción de la morbilidad y mortalidad peri-operatoria en la especie canina gracias a las técnicas quirúrgicas endovasculares ha generado un desarrollo continuo de los dispositivos oclusores.
- El dispositivo oclisor ideal debería adaptarse a cualquier edad y peso, ofreciendo bajas tasas de mortalidad y un reducido número de complicaciones, aportando un cierre completo y permanente en diferentes tallas y formas del conducto.
- En casos de CAP tipo I y II, que se estrechan al llegar a la arteria pulmonar, con diámetro mínimo del ductus inferior a 4mm, lo más adecuado es la oclusión intravascular mediante coils helicoidales.

- En pacientes con CAP de tipo I y II con un MDD entre 4 y 7mm, el dispositivo AVP es una alternativa válida. Si el calibre de estos CAP fuese algo mayor, el ADO sería el dispositivo de oclusión elegido.
- Para el uso del ACDO, lo imprescindible es un buen calibre de los vasos. Por ello, no se recomienda en perros con menos de 3Kg. Sin embargo, este dispositivo es el único diseñado específicamente para la especie canina, por lo que será el dispositivo ideal siempre y cuando el CAP no tenga forma tubular o el paciente tenga un peso superior a 3kg.
- Las cirugías abiertas convencional y alternativa se emplearán cuando hayan fallado los dispositivos de oclusión, cuando la morfología del ductus sea de tipo III o tubular, cuando el cirujano no tenga experiencia en cateterización, o en los casos en los que el propietario no pueda asumir el gasto.

## 6.2 Conclusions

After all the literatura review about the canine Patent Ductus Arteriosus, we have arrived at the following conclusions:

- The diagnosis for the Patent Ductus Arteriosus plays a vital role for the patient that suffers the problem.
- The proper surgical technique must be chosen for each patient taking into account the characteristics and possibilities of the owner.
- The reduction of morbidity and mortality peri-surgery at the canine species thanks to the endovascular surgical techniques has generated a continuous development of occlusive devices.
- The ideal occlusive device should adapt to any age and weight, offering low mortality levels and a low number of complications, providing a complete and permanent occlusion at different sizes and shapes of the ductus.
- In cases of PDA type I and II, where the ductus narrows arriving at the pulmonary artery, with a minimum diameter of less than 4mm, it is better an intravascular occlusion by helical coils.
- In patients with PDA type I and II with MDD between 4 and 7 mm, the AVP device is a valid alternative. If the caliber of these PDA is somewhat higher, the ADO should be chosen as occluder.
- To use ACDO, what is necessary is a good caliber of the vessels. Therefore, it is not recommended in dogs with less than 3kg. However, this device is the only one designed

specifically for the canine species, which will be the ideal device just if the PDA does not have tubular form or the patient has more than 3kg weight.

- The conventional surgeries and alternative should be employed when occlusion devices have failed, the morphology of the ductus is type III or tubular, the surgeon is not experienced in catheterization, or in cases in which the owner cannot afford the endothelialization or embolization devices.

## ▶ 7. Valoración personal

Lo que he pretendido con la revisión bibliográfica es la unificación, en un solo estudio, de todas las posibles formas de resolución del CAP que actualmente están en la terapéutica, con la intención de poder decidir cuál es la correcta para el paciente, para el propietario y para el veterinario que lo va a llevar a cabo, siempre con el fin de obtener lo mejor para el animal. De esta manera, he hecho posible ver los pros y contras de cada técnica, intentando llegar a un ideal.

El proceso de investigación y revisión de artículos que han respaldado este trabajo, me han servido para adquirir los conocimientos básicos a la hora de realizar un estudio científico, además de enriquecer tanto los conocimientos en anatomía y patología de la especie, como en aportarme una ampliación al marco de la cirugía mínimamente invasiva que poco a poco adquiere más fuerza en la medicina veterinaria pero que todavía no se está aplicando en todos los casos en los que se podría. Sin embargo, el diseño de los dispositivos específicos para la especie canina ha demostrado su eficacia, abriéndose camino en las técnicas quirúrgicas y buscando siempre el tratamiento ideal.

Gracias a esta revisión, he profundizado en algunos aspectos quirúrgicos que no se ven lo suficiente durante los años de estudio del grado, pudiendo ampliar mis conocimientos.

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) me ha permitido adentrarme en un mundo apasionante y gracias a éste, he aprendido mucho más sobre una de las patologías más destacadas en la clínica de los pequeños animales.

## ▶ 8. Agradecimientos

A mi tutora del trabajo, Carol. Gracias por tu dedicación y ayuda a pesar de ser momentos de agobio y presión por acabar la carrera.

A mi tío Jesús, por inculcarme desde bien pequeña ese amor por los animales.

A mis padres y hermana. Millones de gracias por apoyarme y acompañarme en estos 23 años para poder llegar a ser esa Veterinaria que tanto he deseado desde que aprendí a hablar.

A él, Álex, por confiar en mí, por enseñarme a luchar por lo que siempre he querido, por quererme tanto.

## ▶ 9. Bibliografía

(1) Fossum TW, Hedlund CS, Johnson AL, Schulz KS, Seim III HB, Willard MD, Bahr A, Carroll GL. *Cirugía en pequeños animales*. Barcelona: Elsevier Mosby; 2009.

(2) Jiménez de la Puerta JC. *The HeART. Atlas de cardiología*. Zaragoza: Servet; 2013.

(3) Kittleson M, Alonso Cabané S, Segura Aliaga D, Kienle R. *Medicina cardiovascular de pequeños animales*. Barcelona: Multimédica; 2000.

(4) Doménech O, Bussadori C. *Novedades en el tratamiento del conducto arterioso persistente*. Clínica veterinaria de pequeños animales: revista oficial de AVEPA 2008; 28(2):143-149.

(5) Luis Fuentes V, Swift S, Lastras Membrive M, Mayor Aparicio P. *Manual de medicina y cirugía cardiorrespiratoria en pequeños animales*. Barcelona: Ediciones S; 2000.

(6) James L, Black C, Futter G. *Patent ductus arteriosus repair in general practice*. J S Afr Vet Assoc 2011; 82(4):239.

(7) Tobias AH, Stauthammer CD. *Minimally Invasive Per-Catheter Occlusion and Dilatation Procedures for Congenital Cardiovascular Abnormalities in Dogs*. Vet Clin N Am: Small Anim Pract 2010 7; 40(4):581-603.

(8) Domenech O, Bussadori C, Sancho J, Fernández-del Palacio MJ. *Utilidad de la ecocardiografía transesofágica para el estudio de la morfología del conducto arterioso persistente en perros y su comparación con la angiocardiógrafía*. Clínica veterinaria de pequeños animales: revista oficial de AVEPA 2009; 29(2):110-114.

- (9) Falcini R, Gaspari M, Polveroni G. *Transthoracic echocardiographic guidance of patent ductus arteriosus occlusion with an Amplatz® Canine Duct Occluder*. Res Vet Sci 2011 6; 90(3):359-362.
- (10) Saunders AB, Achen SE, Gordon SG, Miller MW. *Utility of Transesophageal Echocardiography for Transcatheter Occlusion of Patent Ductus Arteriosus in Dogs: Influence on the Decision-Making Process*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2010; 24(6):1407-1413.
- (11) Porciello F, Caivano D, Giorgi ME, Knafelz P, Rishniw M, Moise NS, et al. *Transesophageal Echocardiography as the Sole Guidance for Occlusion of Patent Ductus Arteriosus using a Canine Ductal Occluder in Dogs*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2014; 28(5):1504-1512.
- (12) Gordon SG, Miller MW. *Transarterial Coil Embolization for Canine Patent Ductus Arteriosus Occlusion*. Clin Tech Small Anim Pract 2005 8; 20(3):196-202.
- (13) Nguyenba TP, Tobias AH. *The Amplatz® canine duct occluder: A novel device for patent ductus arteriosus occlusion*. Journal of Veterinary Cardiology 2007 11; 9(2):109-117.
- (14) Selmic LE, Nelson DA, Saunders AB, Hobson HP, Saunders WB. *An Intrapericardial Technique for PDA Ligation: Surgical Description and Clinical Outcome in 35 Dogs*. J Am Anim Hosp Assoc 2013 01/01; 2016/02; 49(1):31-40.
- (15) Achen SE, Miller MW, Gordon SG, Saunders AB, Roland RM, Drourr LT. *Transarterial Ductal Occlusion with the Amplatzer Vascular Plug in 31 Dogs*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2008; 22(6):1348-1352.
- (16) Hogan DF, III HWG, Gordon S, Miller MW. *Transarterial Coil Embolization of Patent Ductus Arteriosus in Small Dogs with 0.025-Inch Vascular Occlusion Coils: 10 Cases*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2004; 18(3):325-329.
- (17) Miller SJ, Thomas WP. *Coil embolization of patent ductus arteriosus via the carotid artery in seven dogs*. Journal of Veterinary Cardiology 2009 12; 11(2):129-136.
- (18) Blossom JE, Bright JM, Griffiths LG. *Transvenous occlusion of patent ductus arteriosus in 56 consecutive dogs*. Journal of Veterinary Cardiology 2010 8; 12(2):75-84.
- (19) Schneider M, Hildebrandt N, Schweigl T, Schneider I, Hagel K, Neu H. *Transvenous Embolization of Small Patent Ductus Arteriosus with Single Detachable Coils in Dogs*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2001; 15(3):222-228.

(20) Borenstein N, Behr L, Chetboul V, Tessier D, Nicole A, Jacquet J, et al. *Minimally Invasive Patent Ductus Arteriosus Occlusion in 5 Dogs*. *Veterinary Surgery* 2004; 33(4):309-313.

(21) Monnet E. *Interventional Thoracoscopy in Small Animals*. *Vet Clin N Am: Small Anim Pract* 2009 9; 39(5):965-975.

(22) 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*. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 1996; 10(1):42-44.

(23) Cunningham S, Rush J. *Procedimientos intervencionistas cardiovasculares*. *Veterinary Focus* 2008; 18(3):16-24.

(24) Glaus TM, Berger F, Ammann FW, Kiowski W, Ohlert S, Boller M, et al. *Closure of large patent ductus arteriosus with a self-expanding duct occluder in two dogs*. *J Small Anim Pract* 2002; 43(12):547-550.

(25) Glaus TM, Martin M, Boller M, Stafford Johnson M, Kutter A, Flückiger M, et al. *Catheter closure of patent ductus arteriosus in dogs: variation in ductal size requires different techniques*. *Journal of Veterinary Cardiology* 2003 5; 5(1):7-12.

(26) Hildebrandt N, Schneider C, Schweigl T, Schneider M. *Long-Term Follow-Up after Transvenous Single Coil Embolization of Patent Ductus Arteriosus in Dogs*. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2010; 24(6):1400-1406.

(27) White P. *Treatment of patent ductus arteriosus by the use of an Amplatz canine ductal occluder device*. *The Canadian Veterinary Journal* 2009; 50(4):401-404

(28) TANAKA R, SODA A, SAIDA Y, SUGIHARA K, TAKASHIMA K, SHIBAZAKI A, et al. *Evaluation of the Efficacy and Safety of Coil Occlusion for Patent Ductus Arteriosus in Dogs*. *Journal of Veterinary Medical Science* 2007; 69(8):857-859.

(29) Fellows CG, Lerche P, King G, Tometzki A. *Treatment of patent ductus arteriosus by placement of two intravascular embolisation coils in a puppy*. *J Small Anim Pract* 1998; 39(4):196-199.

(30) Henrich E, Hildebrandt N, Schneider C, Hassdenteufel E, Schneider M. *Transvenous Coil Embolization of Patent Ductus Arteriosus in Small ( $\leq 3.0$  kg) Dogs*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2011; 25(1):65-70.

(31) Fox PR, Bond BR, Sommer RJ. *Nonsurgical Transcatheter Coil Occlusion of Patent Ductus Arteriosus in Two Dogs Using a Preformed Nitinol Snare Delivery Technique*. Journal of Veterinary Internal Medicine 1998; 12(3):182-185.

(32) Gruenstein DH, Bass JL. *Experimental evaluation of a new articulated Amplatzer® ductal occluder device without fabric*. Catheterization and Cardiovascular Interventions 2009; 74(3):482-487.

(33) Jiang H, Bai Y, Zong G. *Pan-Nitinol Occluder and Special Delivery Device for Closure of Patent Ductus Arteriosus: A Canine-Model Feasibility Study*. Texas Heart Institute Journal 2013; 40(1):30-33.

(34) Smith PJ, Martin MWS. *Transcatheter embolisation of patent ductus arteriosus using an Amplatzer vascular plug in six dogs*. J Small Anim Pract 2007; 48(2):80-86.

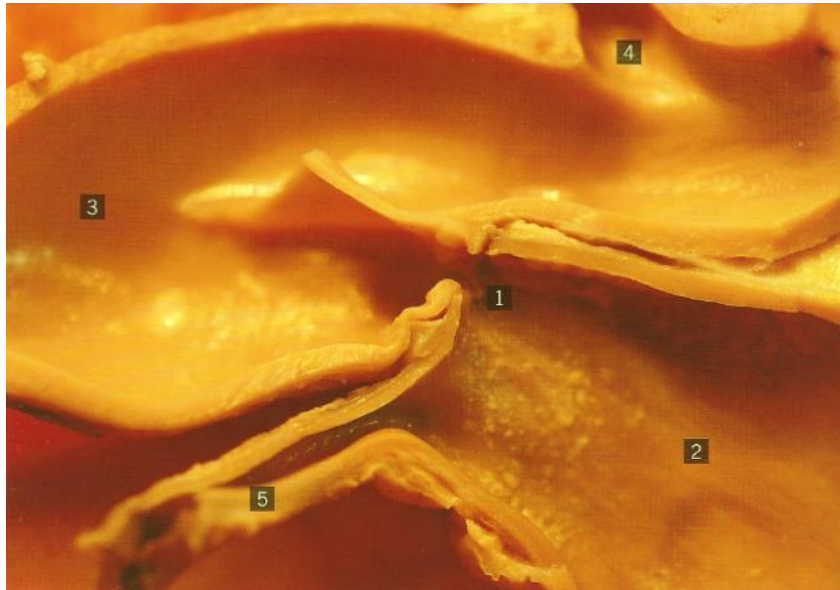
(35) Singh MK, Kittleson MD, Kass PH, Griffiths LG. *Occlusion Devices and Approaches in Canine Patent Ductus Arteriosus: Comparison of Outcomes*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2012; 26(1):85-92.

(36) Gordon SG, Saunders AB, Achen SE, Roland RM, Drourr LT, Hariu C, et al. *Transarterial ductal occlusion using the Amplatzer® Canine Duct Occluder in 40 dogs*. Journal of Veterinary Cardiology 2010 8; 12(2):85-92.

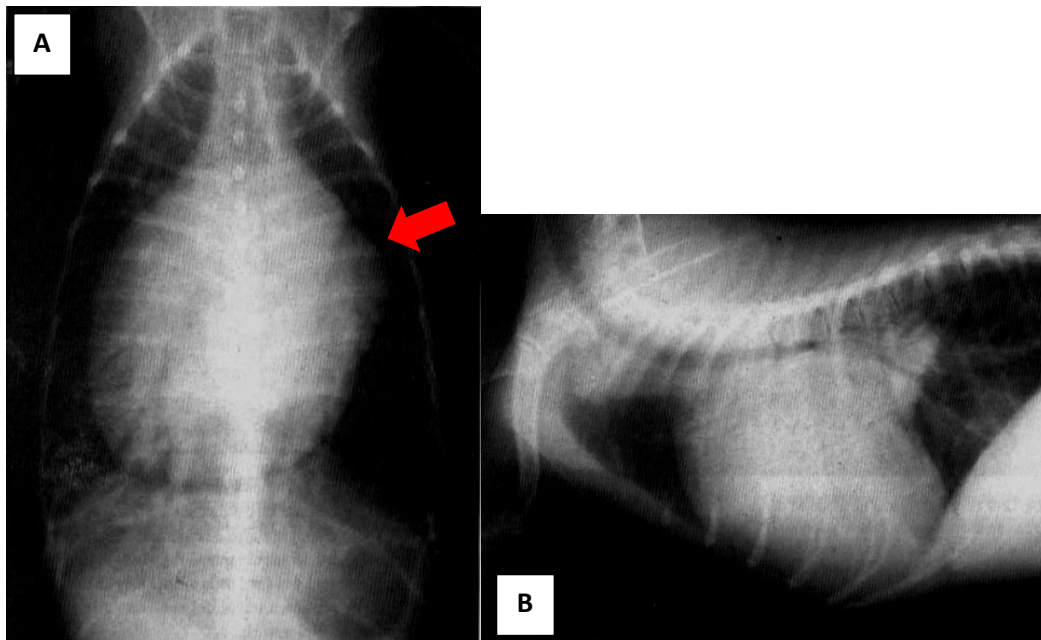
(37) Nguyenba TP, Tobias AH. *Minimally Invasive Per-Catheter Patent Ductus Arteriosus Occlusion in Dogs Using a Prototype Duct Occluder*. Journal of Veterinary Internal Medicine 2008; 22(1):129-134.

(38) Stauthammer CD, Olson J, Leeder D, Hohnadel K, Hanson M, Tobias AH. *Patent ductus arteriosus occlusion in small dogs utilizing a low profile Amplatzer® canine duct occluder prototype*. Journal of Veterinary Cardiology 2015 9; 17(3):203-209.

▶ 10. Anexos

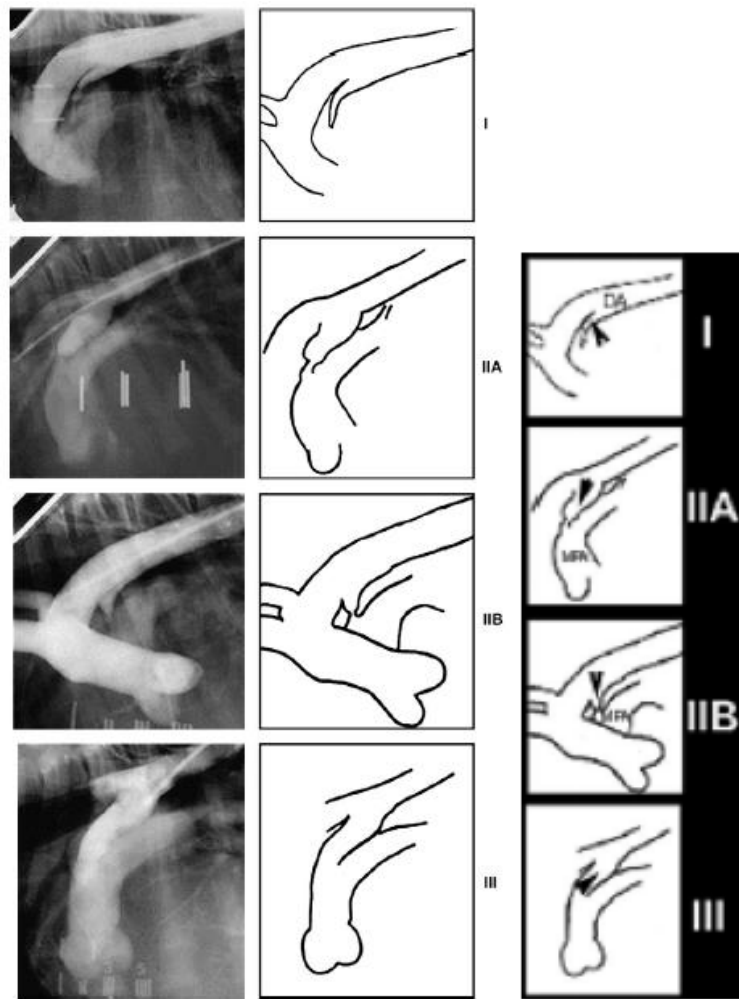


**Figura 1:** Corte sagital de un CAP visto desde el interior, lado izquierdo. Se observa la forma cónica característica. El número 1 corresponde al conducto arterioso, el 2 es el tronco pulmonar, el 3 señala la arteria aorta descendente, el 4 indica la arteria subclavia izquierda y el 5 es la arteria pulmonar izquierda.<sup>2</sup>

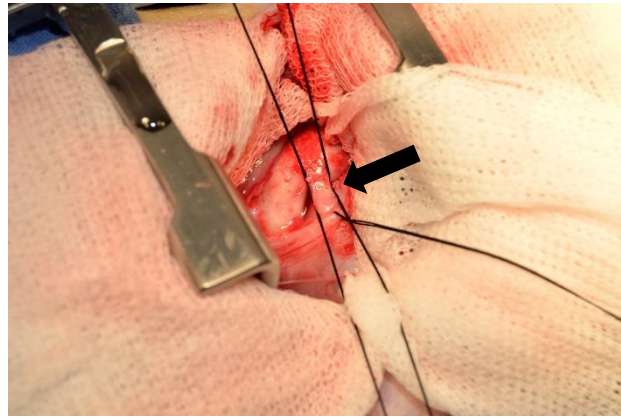


**Figura 2:** Radiografías dorso-ventral (DV → A) y latero-lateral (LL → B) en paciente con CAP. Se observa un aumento en la silueta cardíaca. Predomina la aurícula izquierda (flecha), aunque el lado derecho del corazón también está aumentado de tamaño. Hay presencia de edema pulmonar.<sup>3</sup>





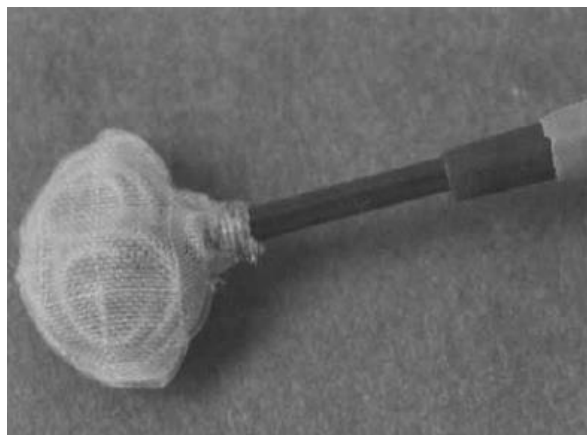
**Figuras 3 y 4:** Clasificación de las morfologías ductales. Se observan las diferentes morfologías que pueden verse en una angiografía de CAP. En las tres primeras, tipos I, IIA y IIB, se observa como el conducto (señalado con cabeza de flecha) se hace más pequeño según se adentra en la arteria pulmonar (señalada con las siglas MPA: *main pulmonary artery*), originando la típica forma de embudo, siendo los tipos más comunes de CAP. Por el contrario, el tipo III tiene forma tubular y es el menos frecuente. Las siglas DA se corresponden con la aorta descendente (*descending aorta*).<sup>7, 12</sup>



**Figura 5:** Conducto arterioso persistente en cirugía abierta. Se observa el CAP señalado con la flecha. Las ligaduras están preparadas y el nervio vago se retira para evitar complicaciones.



**Figuras 6 y 7:** Cirugía abierta. Toracotomía lateral izquierda por el cuarto espacio intercostal.



**Figura 8:** Dispositivo Gianturco-Grifka Vascular Occlusion Device (GGVOD) (Cook Inc, Bloomington, IN).<sup>22</sup>



**Figura 9:** Dispositivos helicoidales o coils. Se observan diferentes tamaños y números de vueltas en cada uno de ellos.



**Figura 10:** Dispositivo Amplatzer Duct Occluder (ADO).<sup>7</sup>



**Figura 11:** Dispositivo Amplatzer Duct Occluder II (ADO II).<sup>32</sup>



**Figura 12:** Dispositivo Amplatz Vascular Plug (AVP).<sup>7</sup>



**Figura 13:** Dispositivo Amplatz Canine Ductal Occluder (ACDO).<sup>7</sup>

ACDO size (mm)	Minimal internal diameter required (inch)	Recommended guiding catheter <sup>a</sup> (French)
3	0.056	6
4	0.060	6
5	0.060	6
6	0.060	6
7	0.073	7
8	0.073	7
9	0.086	8
10	0.099	9
12	0.099	9
14	0.099	9

<sup>a</sup> This recommendation applies to the Cook<sup>®</sup> Northstar<sup>®</sup> Lumax<sup>®</sup> flex guiding catheter, Cook Inc, Bloomington, IN, which is available in 6–9 French outer diameters.

**Tabla 1:** Guía para la elección de las medidas del sistema introductor y liberador del dispositivo ACDO. En esta tabla se pueden ver las diferentes tallas de los sistemas en función de los milímetros del ACDO, del diámetro interno mínimo y del catéter recomendado.<sup>13</sup>