



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado de Veterinaria

Radiología Intervencionista en Cardiopatías Caninas
Interventional Radiology in Canine Heart Diseases

Autor/es

Gerard Horta Pi

Director/es

Carolina Serrano Casorrán

Facultad de Veterinaria

2022 – 2023

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	6
METODOLOGÍA	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
Radiología intervencionista	7
Equipamiento e instrumental necesario	8
Conducto Arterioso Persistente (CAP).....	13
Fisiopatología del CAP	13
Resolución mediante cirugía abierta	14
Resolución mediante intervencionismo	17
Estenosis Pulmonar.....	19
Fisiopatología de la estenosis pulmonar	20
Consecuencias de la estenosis pulmonar	21
Resolución mediante cirugía abierta	22
Resolución mediante intervencionismo	23
CONCLUSIONES	25
CONCLUSIONS	26
VALORACIÓN PERSONAL	27
BIBLIOGRAFÍA	28

RESUMEN

La radiología intervencionista (RI) en cardiopatías caninas es una técnica médica avanzada utilizada para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardíacas en perros. Esta técnica implica la utilización de tecnología de imagen y la inserción de catéteres y otros instrumentos específicos a través de los vasos sanguíneos que serán vehiculizados al lugar donde se encuentre la alteración con el fin de tratarla.

La RI consta de procedimientos complejos que requieren el uso de un equipo especializado y de veterinarios correctamente formados en cardiología y radiología. De todas formas, se trata de una disciplina en auge y constante evolución con una tasa de éxito alta y de mayor seguridad para los perros, ayudando a mejorar la calidad de vida de los pacientes, prolongando su esperanza de vida y mejorando enormemente su bienestar. Por este motivo el objetivo de este trabajo se centra en realizar una revisión bibliográfica sobre el tema para poder determinar las principales ventajas de estas técnicas comparadas a la cirugía abierta, centrándose en el conducto arterioso persistente y en la estenosis pulmonar canina.

La RI se utiliza para tratar diversas enfermedades cardíacas, incluyendo alteraciones congénitas, obstrucciones de las arterias coronarias y enfermedades valvulares. Mediante estas técnicas innovadoras se pueden cerrar defectos cardíacos, como en el caso del CAP, o dilatar arterias estenosadas, como en el caso de la estenosis pulmonar.

Ambas enfermedades cuentan con técnicas de cirugía abierta invasivas para su resolución, sin embargo, tras la implementación de la RI en medicina veterinaria se han ido desarrollando y perfeccionando técnicas intervencionistas que han permitido resolver estas enfermedades mediante cirugía de mínima invasión (CMI).

Aunque tanto con cirugía convencional como con CMI se llega a la resolución de las alteraciones cardíacas, tras comparar ambos grupos de metodologías el intervencionismo ha demostrado tener numerosas ventajas frente a las técnicas clásicas, tales como la reducción del dolor postoperatorio, menor tiempo de hospitalización, menor riesgo de complicaciones y mejor resultado estético, entre otros. En el caso del CAP se reduce además el riesgo de sangrado intraoperatorio respecto a la ligadura mediante cirugía abierta, fatal en el 42-100% de los casos. La valvuloplastia como tratamiento de la estenosis pulmonar supone mayor seguridad para el paciente y evitar la complejidad técnica que supone la realización de un parche transvalvular.

Las numerosas ventajas del uso de estas técnicas en cardiología han hecho que en los últimos años se estén implementando cada vez más en los hospitales veterinarios sustituyendo

poco a poco a la cirugía invasiva. Sin embargo, la gran formación que requiere por parte de los profesionales y las inversiones económicas que suponen un reto para el sector, haciendo que esta disciplina avance de manera mucho más lenta que en la medicina humana.

ABSTRACT

Interventional radiology (IR) in canine heart disease is an advanced medical technique for the diagnosis and treatment of heart disease in dogs. This technique involves the use of imaging technology and the insertion of catheters and other specific instruments through the blood vessels that will be conveyed to the place where the alteration is in order to treat it.

RI consists of complex procedures that require the use of a specialized team and veterinarians properly trained in cardiology and radiology. In any case, it is a booming and constantly evolving discipline with a high and major safe success rate for dogs, helping to improve patient's life quality, prolonging their life expectancy, and greatly improving their well-being. For this reason, the objective of this work focuses on conducting a literature review on the subject in order to determine the main advantages of this techniques in comparison to open surgery, focusing on canine patent ductus arteriosus and pulmonary stenosis.

RI is used to treat various heart diseases such as congenital disorders, coronary arteries blockages and valvular diseases. These innovative techniques can be used to close heart defects, as in the case of PDA, or dilate stenosed arteries, as in the case of pulmonary stenosis.

Both diseases have invasive open surgery techniques for their resolution, however, after the implementation of IR in veterinary medicine interventional techniques have been developed and perfected that allowed these diseases to be resolved through minimally invasive surgery (MIS). Although both conventional surgery and MIC reach the resolution of cardiac alterations, after comparing both groups of methodologies, interventionism has been shown to have numerous advantages over classical techniques, such as reducing postoperative pain, shorter hospitalization time, lower complication risk and better aesthetic result, among others. In the case of PDA, it is also reduced the risk of intraoperative bleeding regarding ligation by open surgery, fatal in 42-100% of cases. Valvuloplasty as treatment for pulmonary stenosis suppose major security for the patient and avoids the technical complexity that means the realization of a transvalvular patch.

The numerous advantages of using these techniques in cardiology have made them to be included in veterinary hospitals slowly replacing invasive surgery. However, the big formation

needed from the professionals and the huge economic investment required is a challenge for the sector, making this discipline to progress in a much slower way than in human medicine.

INTRODUCCIÓN

La radiología intervencionista (RI) es una subespecialidad de la radiología que se centra en realizar procedimientos mínimamente invasivos mediante guía por imagen para el diagnóstico y tratamiento de diferentes patologías. Tiene sus raíces en la angiografía, la cual se fundamenta en el examen de los vasos sanguíneos gracias a la aplicación previa de medio de contraste intravascular, que hace posible su observación mediante técnicas de imagen radiográficas. (Mondschein, 2018).

La RI en medicina veterinaria fue adaptada a partir de técnicas desarrolladas en medicina humana, permitiendo su aplicación para el tratamiento de multitud de enfermedades en distintas localizaciones. Para poder realizar la gran mayoría de estos procedimientos intervencionistas, además de tener conocimientos sobre anatomía, fisiología y la patología, es imprescindible conocer la técnica de imagen que se va a emplear como guía para llevar a cabo el procedimiento. Uno de los más empleados es la fluoroscopia, una técnica en la que se emplea radiación ionizante. (Clarke et al, 2018).

Además, también es imperativo familiarizarse con las indicaciones de uso y la compatibilidad del material específico a emplear como introductores, catéteres, sistemas de oclusión o permeabilización, etc. Existe gran cantidad de material y diversas opciones de cada uno de ellos, por lo que hay que estar seguro del material requerido, así como de sus dimensiones, para asegurar la correcta adaptación de todo este instrumental entre sí, y en caso de ser originalmente destinado al uso en pacientes humanos, al uso con animales (Cléroux et al, 2018). La RI ofrece grandes ventajas en el campo de la cardiología frente a la cirugía convencional. El acceso quirúrgico al corazón supone realizar toracotomía lateral o esternotomía en función de la patología a tratar, lo que implica una gran agresividad tisular que se evita mediante técnicas intervencionistas. Además, se evitan los riesgos y complicaciones asociados a cualquier cirugía abierta y ofrece múltiples beneficios para los pacientes tales como la reducción del dolor, el tiempo de recuperación, el estrés posoperatorio y el sangrado. Por otro lado, permiten un retorno más rápido a la actividad normal y unos mejores resultados estéticos (Sociedad Española de Radiología Vascul ar (SERVEI), 2022).

A través de un acceso vascular periférico, se puede navegar por la vascularización del organismo hasta llegar al corazón para poder llevar a cabo el procedimiento indicado, brindando

la oportunidad de tratar distintas malformaciones en la localización adecuada de manera precisa y más efectiva (Culp y Griffin, 2018)

En este trabajo se pretende abordar la aplicación de la radiología intervencionista en las patologías cardíacas congénitas más frecuentes en perros. La estenosis pulmonar es una de las alteraciones más descritas en veterinaria y su resolución se lleva a cabo mediante valvuloplastia. La segunda más descrita es el cierre del conducto arterioso persistente (CAP), que puede afectar a cualquier raza y tiene unas consecuencias fatales para los pacientes si no se trata (López-Mínguez et al, 2016).

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La radiología intervencionista experimenta un constante crecimiento y evolución como método diagnóstico y de tratamiento para gran variedad de patologías.

Representa el presente y el futuro. El camino a seguir en veterinaria y por tanto también en las patologías cardíacas en perros, desplazando poco a poco a la cirugía abierta la cual supone un mayor riesgo para el paciente, procedimientos más invasivos y cruentos y la aparición de complicaciones postquirúrgicas como consecuencia de estos.

Las técnicas utilizadas, requieren de constante revisión para su correcta actualización, formación de los profesionales y aplicación en la clínica veterinaria.

Tanto el conducto arterioso persistente como la estenosis pulmonar y otras malformaciones congénitas cardíacas en cachorros tienen una alta tasa de éxito con su resolución mediante intervencionismo.

Objetivo general:

- Describir el fundamento, importancia y utilidad de la radiología intervencionista en la resolución de las cardiopatías caninas.

Objetivos específicos:

- Describir las principales cardiopatías caninas que tienen resolución mediante intervencionismo, tales como el CAP y la estenosis pulmonar.
- Describir las técnicas actualizadas utilizadas para la resolución de dichas cardiopatías.
- Comparar la resolución de estas patologías mediante cirugía abierta e intervencionista y analizar sus ventajas e inconvenientes.

METODOLOGÍA

Se va a realizar una revisión bibliográfica sobre la aplicación de la radiología intervencionista en el CAP y la estenosis pulmonar en perros. Para ello se van a emplear las principales bases de datos, incluyendo artículos científicos y libros. En esta búsqueda se va a abarcar los últimos 10 años, periodo comprendido entre el 2013 y 2023, así como publicaciones científicas más antiguas de especial relevancia sobre el tema.

Para completar y enriquecer el trabajo se añaden imágenes obtenidas de primera mano tras la asistencia a la intervención de un CAP en el hospital clínico de la facultad bajo la supervisión y autorización de los responsables, y una descripción detallada del procedimiento realizado y el material utilizado para tal fin.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

La radiología intervencionista (RI) es una especialidad de relativamente reciente implementación en la medicina veterinaria ya que no se empezó a utilizar hasta el año 2005, cuando el Doctor Chick Weisse fundó el primer servicio de RI de la Escuela de Medicina Veterinaria en la Universidad de Pensilvania en EE. UU (Scansen, 2016).

Originalmente fue desarrollada como una especialidad de la medicina humana enfocada en el diagnóstico mediante el uso de técnicas de imagen de mínima invasión a realizar antes de una intervención quirúrgica (Murphy y Soares, 2005).

El Dr. Sven Seldinger (1953) fue el primero en describir el uso de catéteres vasculares con acceso vía percutánea, método que se apodó con su propio nombre y que marcaría el inicio de la RI (Seldinger, 1953). La descripción de este método dio pie poco después a que Dotter y Judkins (1964) lo aplicaran para conseguir un acceso vascular y seguidamente describir el tratamiento transluminal de obstrucciones arterioescleróticas usando catéteres dilatadores bajo guía fluoroscópica (Dotter y Judkins, 1964).

Estos hechos fueron los que pusieron de manifiesto las ventajas del intervencionismo, demostrando que minimizan las limitaciones asociadas a la cirugía abierta, el trauma quirúrgico y la morbilidad. Desde entonces, la radiología intervencionista y la cirugía de mínima invasión han experimentado un gran crecimiento y desarrollo en gran parte de las especialidades.

EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTAL NECESARIO

Fluoroscopia digital:

Es la técnica por imagen imprescindible para realizar procedimientos intervencionistas en veterinaria. Va a permitir observar a través de los monitores las estructuras anatómicas de interés y también el correcto desplazamiento y orientación de los instrumentos que manipule el cirujano a través de ellos. En la mayoría de los hospitales se utiliza el sistema con brazo móvil en forma de C, que permite obtener con rayos X videos analógicos que son rápidamente transformados en imágenes digitales en tiempo real que se observan en el monitor.

La fluoroscopia digital permite manipular las imágenes permitiendo distintas funciones como la magnificación de una imagen, el mapeado de las estructuras y el método DSA (*Digital Subtraction Angiography*).

Usando DSA se consigue obtener una imagen opaca de una imagen inicial que no tenía contraste gracias a la obtención previa de imágenes seriadas durante la inyección de contraste. Esto permite obtener una imagen clara de las estructuras anatómicas. El gran inconveniente de este método es que requiere inducir la apnea temporal del paciente para evitar el efecto del movimiento de la respiración o el latido cardíaco en la observación de la imagen. El mapeado o *road mapping* es una variante del DSA que permite crear un mapa de los vasos de interés. (Kaufman, 2014; Scansen, 2015; Sun et al, 2015).

Agujas de acceso:

Las agujas Seldinger son el primer material que se emplea para iniciar cualquier proceso vascular percutáneo al proporcionar el acceso vascular. Están compuestas por una cánula exterior de pared delgada y un estilete. Existen estiletes con punta biselada para una doble punción en la pared vascular y estiletes de punción única, los cuales son más habituales en veterinaria y los que se usan en pacientes de pequeño tamaño (Kaufman, 2014; Sun et al, 2015).

Introducer sheaths (vainas introductoras):

Permiten crear y mantener el acceso vascular permeable e introducir a través de ese acceso las guías, catéteres y el material específico que se vaya a usar en el procedimiento. Estas suelen venir en forma de kit compuesto por:

- Una vaina exterior biselada de paredes delgadas con una válvula de hemostasia para evitar el sangrado del vaso permeabilizado.

- Un dilatador interno de paredes gruesas que mantiene la entrada accesible y se ajusta al diámetro externo de la guía, que puede venir incluida en el kit o no.
- Un puerto lateral al que se conecta suero de lavado.

Guidewires (guías):

Como su propio nombre indica, se introducen para poder navegar por las estructuras vasculares y sirven de soporte y guía para los catéteres y demás instrumental que se introducirá posteriormente siguiendo su recorrido hasta la zona problema. Las dimensiones de la guía (calibre y longitud) se seleccionan en función del diámetro interno de los dispositivos que se vayan a desplazar sobre él (Kaufman, 2014; Sun et al, 2015).

Se pueden clasificar atendiendo a diferentes características. Una de sus propiedades fundamentales es si cuentan o no con recubrimiento hidrofílico, ya que esto les otorga un bajo coeficiente de fricción y mejor navegabilidad. Además, se puede escoger entre guías con puntas anguladas, rectas o en forma de letra jota (Scansen, 2016), así como seleccionarlas en función de su rigidez.

Catéteres:

Se trata de catéteres radiopacos cuando son manipulados mediante guía fluoroscópica. Junto con las guías, son imprescindibles para navegar a través de los vasos y son el vehículo para dejar medio de contraste u otros dispositivos terapéuticos en la zona a tratar. En su extremo distal es posible acoplar gran variedad de accesorios. Es importante que el introductor de acceso vascular que se emplea para introducir el catéter tenga igual o mayor tamaño al catéter usado para una correcta manipulación y evitar producir daños tisulares en las paredes del vaso en cuestión (Kaufman, 2014; Sun et al, 2015).

Catéteres de dilatación con balón:

Se trata de un tipo de catéter que cuenta con un balón plegado en su extremo. Al igual que los catéteres, se manipulan con la ayuda de una guía bajo control fluoroscópico con el fin de dilatar estenosis o estrechamientos en la luz de distintas estructuras anatómicas, entre ellas vasos sanguíneos y válvulas cardíacas.

El balón presenta una marca radiopaca en cada uno de sus extremos para poder ver su posicionamiento gracias a la fluoroscopia, sin embargo, el propio balón no es radiopaco. Éste se infla con una mezcla de contraste y suero salino que permite ver el volumen de llenado del balón y a su vez el perímetro del vaso donde se está colocando (Sun et al, 2015)

En las intervenciones vasculares es importante tener en cuenta el tamaño del catéter usado y el volumen de inflado del balón respecto a la estructura donde se va a colocar, ya que el exceso de inflado puede producir la rotura del balón, por eso se hinchan con control de presión mediante manómetro (Kaufman, 2014).

Dispositivos de oclusión:

Su función es la de reducir o cerrar el flujo de sangre a través de los vasos, fístulas o comunicaciones cardíacas anormales. Existen diferentes alternativas en función de la estructura a ocluir. Lo más habitual es el uso de coils, tapones vasculares y partículas de embolización.

Los coils más novedosos están fabricados a partir de níquel o platino y recubiertos de fibras sintéticas, materiales que son seguros de utilizar bajo radiación al no ser electromagnéticos y que favorecen la trombogénesis. Los dispositivos de oclusión son radiopacos para poder ser colocados bajo guía fluoroscópica y están disponibles en distintos tamaños. El uso de estos está limitada a pacientes que tienen una dimensión del diámetro menor del CAP menor o igual a 4 mm, ya que se ha visto que en pacientes con conducto mayor a 4 mm existe un alto riesgo de embolización del coil o de persistencia de flujo residual. Por lo tanto, el uso de coils está indicado en aquellos pacientes de menor tamaño (Cléroux et al, 2018).

Los coils pueden ser de liberación controlada o no controlada. Los de liberación controlada permiten una mayor seguridad, ya que se despliegan con un sistema de liberación y una vez se asegura su dimensión y posición, se liberan (Doménech, 2008).

Los dispositivos más empleados para la oclusión del CAP son los tapones vasculares junto con otro instrumental necesario para su colocación (figura 1). Actualmente existen dos tipos de estos dispositivos: el Amplatz Vascular Plug (AVP) y el Amplatz Canine Ductal Occluder (ACDO). (Bussadori, 2008).

El AVP (figura 2) es un dispositivo cilíndrico de malla de nitinol de liberación controlada autoexpandible. Carece de material trombogénico y se ha utilizado en veterinaria en los CAP tipo IIA y IIB. Recientes estudios han demostrado la eficacia y seguridad del AVP, pero no está diseñado para cerrar shunts con altas presiones y además actualmente carece de interés al existir el ACDO, especialmente diseñado para perros y con un coste económico similar (Bussadori, 2008).

El ACDO (figura 3) es un dispositivo formado por una trama de nitinol, muy comprimible y desplegable, de liberación controlada, que una vez desplegado, adquiere una forma de dos discos conectados por una cintura central estrecha de 2 mm. El disco distal es plano y queda a nivel de la arteria pulmonar mientras que el disco proximal, que tiene forma de cúpula queda al nivel de la ampolla ductal, asegurando la estabilidad del dispositivo que quedará fijado a nivel del ostium del CAP. Está específicamente diseñado para adaptarse a la morfología del ductus y existen diferentes diámetros de la cintura central del dispositivo para poder escoger la opción más adecuada en cada paciente (Doménech y Bussadori, 2008).

Las partículas de embolización son otro sistema de oclusión intravascular. Las partículas de embolización esféricas sustituyeron a las irregulares evitando de esta forma el riesgo de provocar la coagulación del catéter y/o la oclusión incompleta de los vasos diana. Las partículas de alcohol polivinílico (PVA) han sido las más utilizadas desde los años 70, sin embargo, son irregulares y cada vez se sustituyen más por microesferas que alcanzan los vasos diana transportadas simplemente por el flujo sanguíneo (Salvador et al, 2010).

Las aplicaciones de esta terapia son múltiples, pero están especialmente indicadas en caso de sangrados traumáticos, malformaciones arteriovenosas, tumores renales malignos, carcinomas hepatocelulares, etc. Para su correcta aplicación es imprescindible contar con las microesferas y los microcatéteres del tamaño adecuado además de contraste yodado para realizar el test de liberación y dilución de las microesferas (Salvador et al, 2010).

Stents:

Son dispositivos tubulares utilizados principalmente para mantener permeable la luz vascular, aunque también pueden usarse para mantener abiertas otras estructuras tubulares como la tráquea o la uretra.

Actualmente existen stents de distintos materiales y con distintas propiedades que se deben tener en cuenta según la función que se les quiera dar y la estructura anatómica donde se les vaya a colocar, por ejemplo, los traqueales son metálicos autoexpandibles, los ureterales están hechos de poliuretano radiopaco, con ambos extremos en forma de espiral para evitar la migración del dispositivo y varias fenestraciones laterales a lo largo del cilindro para prevenir su colapso, mientras que los que se usan para tratar la estenosis nasofaríngea suelen ser expandibles con balón de acero inoxidable o nitinol, para adaptarse al movimiento anatómico natural de la zona.

En caso de que se usen para tratar las cardiopatías caninas detalladas más adelante, se utilizan stents metálicos auto-expandibles. Esto permite que, al llegar al lugar idóneo para su colocación, la propia retracción de la vaina que los cubre permita la expansión y correcto posicionamiento del material en la zona indicada.

En el grupo de los stents auto-expandibles se describen a su vez dos subtipos, los cortados con láser y los tejidos. Es importante tener en cuenta que estos últimos dan más margen de error en su manipulación, ya que permiten ser reintroducidos en la vaina y ser recolocados siempre que en su primer posicionamiento no se hayan desenvainado por completo (Bird, Nelissen y White, 2016).



Fig. 1. Material para la resolución de un CAP mediante radiología intervencionista



Fig. 2. AVP con su sistema de liberación
(Fuente: Doménech y Bussadori, 2008)

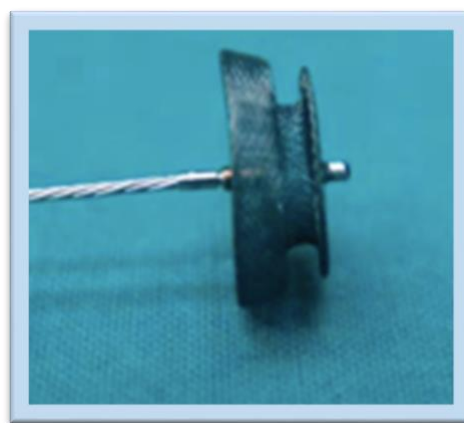


Fig. 3. ACDO con su sistema de liberación
(Fuente: Doménech y Bussadori, 2008)

CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE (CAP)

El conducto arterioso (CA) es un vaso sanguíneo muscular que va desde la bifurcación de la arteria pulmonar hasta la cara ventral de la aorta descendente, pasando justo por detrás del origen de la arteria subclavia izquierda en perros, tiene un tamaño similar al de la aorta y ofrece muy poca resistencia al flujo sanguíneo.

Este conducto se encuentra permeable durante la vida fetal debido a que su principal función es la de desviar la sangre oxigenada materna hacia la aorta para evitar el paso por los pulmones del feto, que en este momento son afuncionales y tienen una alta resistencia vascular.

Cuando nace el cachorro y empieza a respirar con normalidad, esta resistencia pulmonar disminuye y el flujo sanguíneo se invierte en el conducto, aumentando la tensión por parte el oxígeno arterial que a su vez inhibe la secreción local de prostaglandinas vasodilatadoras. Estos hechos fisiológicos son los que provocan de manera natural la constricción del músculo liso vascular en la pared del conducto y su cierre, creando el ligamento arterioso (Artigas, 2019).

Cuando existe un fallo en este proceso, es cuando prevalece el Conducto Arterioso Persistente (CAP), tratándose de la enfermedad cardíaca congénita más frecuente en perros (Broadus y Tillson, 2010).

FISIOPATOLOGÍA DEL CAP

Las consecuencias del CAP dependen principalmente del diámetro del conducto y de la resistencia vascular pulmonar. Dependiendo del grado de resistencia se pueden describir los distintos tipos de CAP (Strikland, 2009):

Con flujo de izquierda a derecha: se produce cuando la resistencia vascular pulmonar es normal, representa el patrón más común de la alteración. La sangre se desvía desde la aorta hacia la circulación pulmonar. Existe un aumento de la volemia en las estructuras involucradas proporcional al tamaño de la comunicación. El exceso de sangre que circula por el conducto regresa a la vascularización pulmonar, luego al atrio izquierdo (AI) y al ventrículo izquierdo (VI) y desemboca en la aorta proximal para volver a pasar por el CAP.

El corazón debe adaptarse a este exceso de volemia, por lo que al final se produce una dilatación del VI por sobrecarga de volumen o una hipertrofia excéntrica, que va a dar lugar a un edema pulmonar por aumento de presión al final de la diástole y acabar desarrollando una insuficiencia cardíaca izquierda congestiva (Kittleson y Kienle, 2000).

Con flujo de derecha a izquierda o CAP reverso: se produce cuando la resistencia vascular pulmonar aumenta y supera a la resistencia vascular sistémica. El flujo de sangre se desviará desde la arteria pulmonar hacia la aorta.

Suele presentarse como un conducto de mayor tamaño que no opone resistencia al flujo sanguíneo, sin embargo, se produce una sobrecarga de volumen masiva e incontrolable del corazón izquierdo poco después del nacimiento, que provoca una insuficiencia cardíaca izquierda hiperaguda, edema pulmonar y muerte (Kittleson y Kienle, 2000).

RESOLUCIÓN MEDIANTE CIRUGÍA ABIERTA

El objetivo del tratamiento quirúrgico es la interrupción del flujo de sangre a través del CAP. El tratamiento de elección en cirugía abierta es la ligadura quirúrgica del conducto. Aunque se trata de un procedimiento invasivo y cruento, la recuperación se ve beneficiada si se acompaña de un buen manejo del dolor. El éxito de este tipo de intervenciones se demuestra al observarse una reducción del diámetro del VI y de la fracción de acortamiento a las 24 horas de la operación (Campbell et al, 2008).

En cuanto a la técnica utilizada, existen dos métodos de ligadura, la tradicional y la de Jackson y Henderson, en ambos casos ha de realizarse una toracotomía lateral por el cuarto espacio intercostal izquierdo. Mediante la ligadura tradicional del conducto arterioso, éste se debe disecar alrededor en todo su perímetro. Antes se debe identificar, disecar y desplazar cuidadosamente el nervio vago, ya que discurre muy próximo al CAP. Con esta técnica existe un alto riesgo de hemorragia intraoperatoria fatal ya que las paredes vasculares son muy frágiles y existe riesgo de rotura tanto del propio CAP como de la arteria pulmonar. En casos en los que las paredes se observan muy debilitadas, o la morfología del CAP dificulta excesivamente su disección, se puede recurrir a la técnica de Jackson y Henderson (Kim, 2020).

El abordaje de Jackson y Henderson consiste en un abordaje aórtico descendente. Este es una modificación de la primera y se considera más segura porque se evita la disección por la pared medial del conducto, que se realiza a ciegas y es el momento más crítico (Argenta et al, 2018).

Abordaje tradicional: se inicia con una toracotomía lateral izquierda en el cuarto espacio intercostal. Seguidamente se identifica el nervio vago izquierdo (en su curso sobre el conducto arterioso persistente), se aísla y se independiza con un vessel loop para retraerlo con cuidado y evitar su disección.

A continuación, se aísla el conducto arterial por disección roma sin abrir el saco pericárdico. Para llevar a cabo la disección se debe emplear instrumental adecuado. Se comienza a disecar la zona craneal y caudal al CAP, y cuando ambas partes está disecadas se ha de proceder a la disección de la cara medial del CAP. Esta es la parte más crítica y con mayor riesgo de sangrado puesto que es una zona de difícil acceso unido a que no se puede visualizar porque el abordaje quirúrgico se realiza desde la parte lateral.

Una vez disecado todo el perímetro del CAP se debe pasar un disector por el trayecto creado alrededor del CAP y pasar dos fragmentos de sutura para llevar a cabo una doble ligadura del CAP si es posible dada su longitud. Antes de llevar a cabo el anudado de las ligaduras es interesante cerrar temporalmente el CAP para comprobar si aparece el reflejo de Branham ante el incremento de la presión en aorta que provoca la interrupción del flujo del CAP.

Abordaje Jackson y Henderson: se inicia con la incisión por la pleura mediastínica dorsal a la aorta desde el origen de la arteria subclavia izquierda, y se continúa caudalmente hasta el origen de la primera arteria intercostal.

Seguidamente se hace una disección roma del extremo medial de la aorta y se avanza el disector alrededor de la aorta cranealmente al conducto desde ventral a dorsal, para pasar los extremos de dos fragmentos de sutura. A continuación, se repite la maniobra, pero en la parte caudal del CAP y se pasan los otros extremos de las suturas en el mismo sentido (Fossum, 2007). Una vez pasadas las suturas, previo al cierre temporal para comprobar la aparición del reflejo de Branham, se procede a anudar ambas suturas.

Las técnicas quirúrgicas descritas para la ligadura del conducto de manera convencional pueden variar según las preferencias y la experiencia del cirujano. Algunas de las variaciones que se pueden observar dependiendo del especialista son la apertura o no del pericardio, cambios en la dirección en la que se retrae el nervio vago, o variaciones en la extensión y dirección de la disección perivascular.

Cabe destacar también que en casos de alto riesgo se recomienda colocar lazos de seguridad durante la cirugía alrededor de las venas cavas, la aorta descendente y el tronco braquiocefálico para permitir la rápida oclusión vascular en caso de hemorragia. Sin embargo, la utilidad de estas técnicas es dudosa en perros pequeños debido a su rápida velocidad de desangrado.

Sin embargo, mediante el uso de la técnica de Jackson y Henderson ya se realizan ciertas modificaciones que contribuyen a reducir el riesgo de hemorragia al disecar el lado derecho de la aorta en lugar del tejido alrededor del conducto, o el uso de grapas quirúrgicas en lugar de ligaduras son algunas de las medidas adoptadas (Hunt, 2001).

La ligadura quirúrgica del conducto arterioso persistente se realiza comúnmente en perros, con tasas de mortalidad de menos del 10%. Sin embargo, en caso de hemorragias severas son fatales para el paciente en un 42-100% de los casos (Hunt, 2001).

RESOLUCIÓN MEDIANTE INTERVENCIONISMO

El cierre mediante cateterismo intravascular se realiza bajo anestesia general. Las dimensiones del CAP se determinan previamente mediante ecografía y se confirman mediante angiografía en el momento del procedimiento (Nguyenba, 2007).

Este tratamiento cierra el CAP gracias a un dispositivo introducido por una vía arterial, siendo generalmente de elección la arteria femoral (Ranganathan, 2018). Para esta técnica se utilizan distintos dispositivos como coils embolizantes o plugs vasculares, entre los que destacan el Ocluser Ductal Canino Amplatz (ACDO).

Técnica:

1. Aortografía: a través del abordaje por la arteria femoral (figura 4) se introduce un introductor por donde pasa un catéter pigtail, que permitirá realizar la aortografía para ver la morfología y dimensión del CAP. Esta maniobra permite decidir el diámetro del dispositivo a utilizar.
2. Cateterización del CAP: se utilizan generalmente catéteres multipurpose o gensini para colocar la guía metálica en posición en la arteria pulmonar pasando a través del CAP para luego quitar el catéter e introducir el catéter guía a través del cual pasará el dispositivo (figuras 5 y 6).
3. Introducción y colocación del tapón vascular: se hace avanzar el tapón a través del catéter guía hasta observar cómo se empieza a exteriorizar y se observa la punta del disco distal que debe quedar posicionado a nivel de la arteria pulmonar principal. Seguidamente se desplaza con cuidado todo el sistema hasta el ostium del conducto en su unión con la arteria pulmonar (figura 7). Todo este proceso se lleva a cabo mediante control fluoroscópico y ecocardiográfico.
4. Liberación del tapón vascular: se despliega el dispositivo en su totalidad y antes de liberarlo se comprueba su correcta posición y estabilidad mediante una maniobra de tracción y empuje a través del sistema de despliegue y una inyección de contraste a través del catéter guía. Finalmente, se retira el sistema de despliegue (figura 8).
5. Valoración del cierre del CAP: mediante una aortografía para determinar o no la presencia de flujo residual (figura 9). Una vez finalizado el procedimiento se realiza una radiografía torácica. El paciente deberá quedar en observación hasta el día siguiente para hacer una radiografía torácica y una ecocardiografía (TTE) para verificar la correcta posición y estabilidad del dispositivo al cabo de 24 horas.

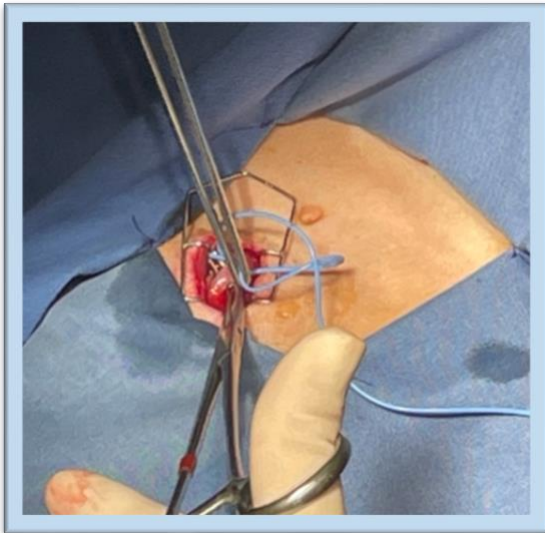


Fig. 4. Exteriorización de la arteria femoral

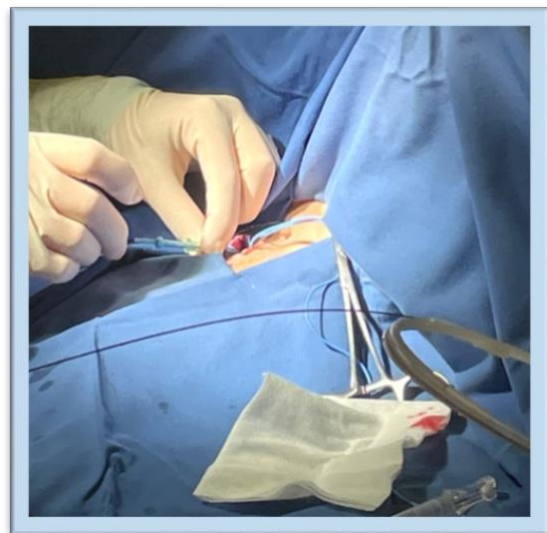


Fig. 5. Cateterización

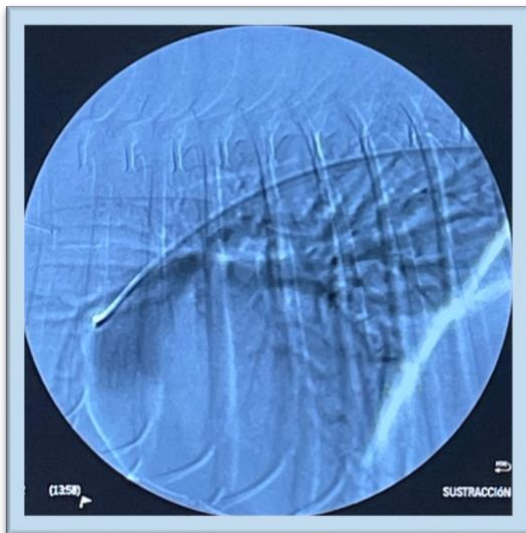


Fig. 6. Cateterización bajo guía fluoroscópica

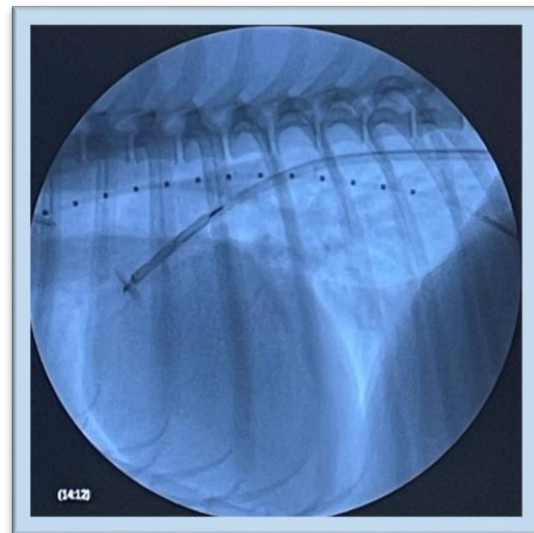


Fig. 7. Introducción y colocación del ACDO

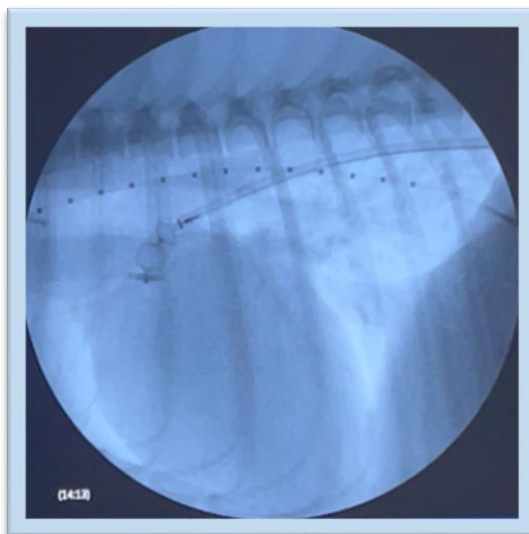


Fig. 8. Liberación del tapón vascular

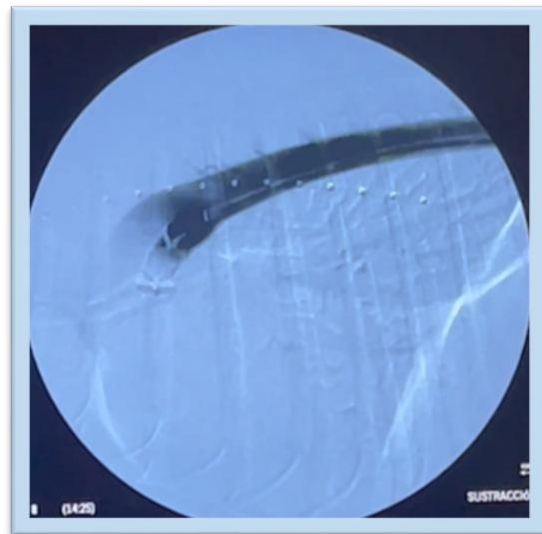


Fig. 9. Valoración del cierre del CAP

Mediante el uso de cateterismo intravascular la mortalidad y la morbilidad es más baja, pero se han descrito algunas complicaciones como la embolización inmediata y/o tardía del dispositivo de oclusión, hemólisis asociada con flujo ductal residual y reapertura y recanalización del ductus y la aorta. Es por ello por lo que ante la posible aparición de estas complicaciones es muy recomendable realizar un seguimiento postoperatorio mediante angiografía y ecocardiografía al día siguiente de la cirugía y a los 3 meses tras la intervención. En el caso que el cierre del conducto no se hubiera completado y se detectara flujo residual se debe reintervenir al paciente para asegurar la oclusión completa. (Blossom, Bright y Griffiths, 2010; Stauthammer, 2015).

Cabe destacar que la utilidad del abordaje transvascular se ha evaluado en varios estudios que informan de un alto éxito del procedimiento con poca aparición de dichas complicaciones y resultados positivos a corto plazo (Campbell, 2006).

Sin embargo, es difícil de aplicar en perros que pesan menos de 2,5 Kg porque sus arterias periféricas son demasiado pequeñas para colocar una vaina vascular y otros estudios no recomiendan usar esta técnica en perros de menos de 2 kg porque el diámetro de la arteria femoral es menor que la del catéter de liberación (Aguilar, 2018; Kim, 2020).

ESTENOSIS PULMONAR

Es junto al CAP una de las principales alteraciones congénitas en los cachorros, ocupando el tercer lugar según las estadísticas. Se caracteriza por el estrechamiento de la luz de la arteria pulmonar y afecta principalmente a razas braquicéfalas como el bulldog inglés. Es importante su diagnóstico precoz ya que la mayoría de los animales no presenta sintomatología hasta que el estrechamiento está muy avanzado, ocasionando una insuficiencia cardíaca derecha e incluso un síncope (Pacheco et al., 2020).

La arteria pulmonar es la responsable del transporte de la sangre venosa desde el ventrículo derecho hasta los pulmones donde estos van a recibir el oxígeno proveniente de la respiración, que luego retornará al corazón para ser finalmente transportado hacia las células para la respiración celular (Almeida, 2013).

FISIOPATOLOGÍA DE LA ESTENOSIS PULMONAR

Anatómicamente se pueden definir 3 tipos de estenosis diferentes, las estenosis pulmonares valvulares, supravalvulares y subvalvulares, siendo las valvulares las que aparecen con más frecuencia.

Las estenosis valvulares se dividen a la vez en dos subtipos, el tipo A y el B. Las primeras aparecen con una fusión moderada o grave de las comisuras de las válvulas debido a un engrosamiento leve o moderado de las mismas, se observa el anillo pulmonar normal y se observan con forma cónica o de bóveda. En el tipo A la dilatación post-estenótica es muy común.



Fig. 10. Estenosis tipo A. Medida del anillo pulmonar. proyección paraesternal derecha eje corto. Se observa la fusión de las valvas y la dilatación postestenótica.

(Fuente: Manubens y Domenech, 2008)

En las del tipo B, en cambio, existe un engrosamiento muy marcado de los bordes de las válvulas y una hipoplasia anular, sin ninguna o muy leve fusión de las comisuras. También puede observarse la hipoplasia del tronco de la arteria pulmonar principal y a diferencia del tipo A, la dilatación post-estenótica es poco común (Manubens y Doménech, 2008; Serrano, 2012).



Fig. 11. Estenosis tipo B. Proyección paraesternal derecha eje corto. Se observa la hipoplasia del anulus pulmonar y la arteria pulmonar.

(Fuente: Manubens y Domenech, 2008)

Las estenosis subvalvulares se caracterizan por presentar deformaciones en las válvulas y como característica más importante se puede observar un anillo fibroso en la base de estas. El último grupo es el de las estenosis supravalvulares, aunque estas son bastante raras en perros y aparecen mayoritariamente en la raza Schnauzer gigante (Flores y Moraes, 2008). Varios autores aconsejan la importancia de conocer su imagen ecocardiográfica ya que es fácil diagnosticarlas erróneamente si no se tiene en cuenta el abombamiento que determina la fusión de las valvas durante la sístole en los casos del tipo A.

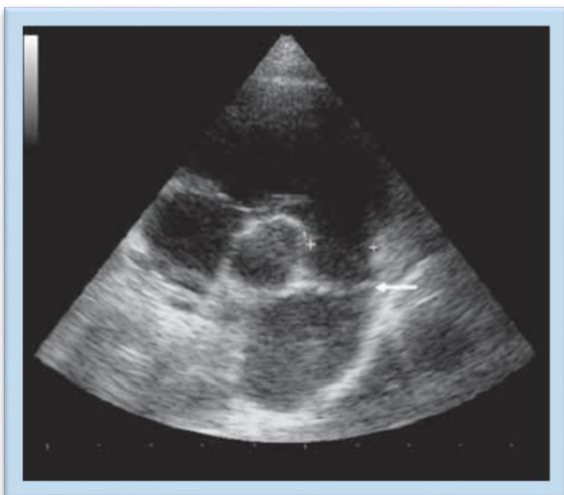


Fig. 12. Estenosis tipo A. Medida del anulus pulmonar. Observar el abombamiento de las valvas que puede confundirse con una estenosis supravalvular (flecha).

(Fuente: Manubens y Domenech, 2008)

CONSECUENCIAS DE LA ESTENOSIS PULMONAR

Independientemente de la naturaleza y localización estenótica, las consecuencias siempre será la dificultad de salida del flujo sistólico del ventrículo derecho, que llevará a un aumento de la presión sistólica derecha ventricular. En la mayoría de los casos la presión arterial pulmonar se mantiene normal, aunque hay casos descritos en los que disminuye y como consecuencia habrá un menor volumen de eyección (Serrano, 2012).

Otros autores (Santos y Alessi, 2016) describen que habrá una sobrecarga por aumento de la presión del ventrículo derecho y el consecuente desarrollo de hipertrofia del ventrículo derecho. A medida que va avanzando la enfermedad, se produce más distensión del ventrículo durante la diástole y dificultad en el llenado de las cámaras debido a que cada vez aumenta más la rigidez de las paredes ventriculares, que conducirá finalmente a una insuficiencia secundaria de la válvula auriculoventricular (Oliveira, 2015).

Una vez llegados a este punto, es característico detectar un fuerte pulso yugular. Este signo es indicativo de que el llenado ventricular ha pasado a producirse de forma activa, cuando

fisiológicamente es pasivo. El flujo activo se instaura como consecuencia de la disminución del volumen telediastólico (volumen al final de la diástole de cada uno de los ventrículos), que dificultará la relajación del ventrículo, disminuirá su capacidad de llenado y reducirá su volumen de eyección en consecuencia (Serrano, 2012).

Si este conjunto de alteraciones se sigue extendiendo acaba produciendo arritmias y finalmente la muerte súbita del paciente (Belerenian, 2003).

RESOLUCIÓN MEDIANTE CIRUGÍA ABIERTA

Existen dos opciones quirúrgicas para la resolución de una estenosis pulmonar: la dilatación valvular mediante un catéter balón (técnica intervencionista) o bien la valvuloplastia por injerto en parche (técnica quirúrgica abierta). Actualmente la valvuloplastia con catéter balón es de elección en la mayoría de los pacientes, sin embargo, existen algunos casos en los que esta técnica responde peor y se opta por realizar un injerto en parche.

El injerto en parche es de elección en casos de estenosis pulmonar grave dónde se detecte una hipoplasia grave del anulus pulmonar o bien hipertrofia infundibular marcada y/o displasias valvulares. Esto se debe a que ante estos hallazgos aumenta el riesgo que la dilatación con balón no sea eficaz.

Para la colocación de los parches están descritas diferentes técnicas quirúrgicas que se pueden usar dependiendo de las características de la estenosis. Tales como la técnica del bisturí que está indicada para estenosis valvulares, la oclusión de venas cava y arteriotomía pulmonar a cielo abierto o el uso del valvulotomo, opciones válidas en caso de displasia valvular y estenosis fibrosa subvalvular, o el procedimiento de brock modificado cuando exista hipertrofia infundibular aislada. No obstante, dentro del grupo de opciones quirúrgicas hay dos técnicas que destacan por encima del resto y se describen a continuación:

Dilatación instrumental transventricular: se utilizan parches de teflón que se introducen plegados horizontalmente en la zona sin vascularización del miocardio infundibular. Seguidamente se introduce el bisturí por dentro de estos dobladillos para incidir en el ventrículo y colocar dilatadores valvulares en el área estenosada de la arteria pulmonar. Tras varias repeticiones y una vez conseguida la dilatación se retira la bujía del dilatador, se cierran los parches y finalmente la toracotomía realizada al inicio de la intervención en el cuarto espacio intercostal izquierdo. Si se opta para realizar cirugía abierta en lugar de valvuloplastia con balón en casos de estenosis valvular leve, esta es la técnica de elección por ser la más simple y segura.

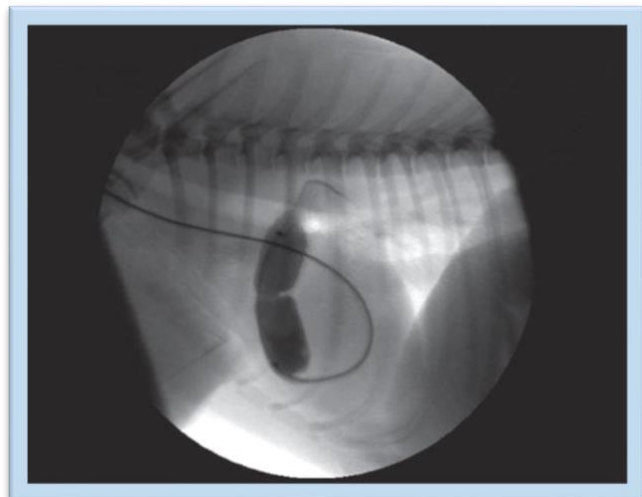
Técnica del parche modificada: es la técnica más indicada en caso de estenosis pulmonar grave con hipertrofia infundibular. En este caso el parche se va a suturar envolviendo la arteria pulmonar 2 cm por encima de la zona donde se encuentre la estenosis y 3 cm por debajo del infundíbulo ventricular. A través de una incisión en el parche que se protege con una sutura en bolsa de tabaco para evitar sangrado se introduce un bisturí para resolver la hipertrofia y la estenosis en la zona del infundíbulo. Finalmente, se afloja la bolsa de tabaco, se retira el bisturí y se cierra la incisión. Como resultado el parche se llenará de sangre tras resolver la estenosis en la zona de salida del ventrículo derecho (Torres, 2017).

RESOLUCIÓN MEDIANTE INTERVENCIONISMO

Consiste en la dilatación de la estenosis mediante la utilización de un catéter balón. Este catéter balón se introduce a través de un acceso vascular venoso, que puede ser la vena yugular o femoral, y se navega de manera intravascular hasta llegar al punto donde se encuentra la estenosis mediante guía fluoroscópica.

Una vez el catéter está ubicado en el punto de la estenosis se infla el balón. El inflado va a producir un estiramiento o un desgarro de la estenosis, provocando finalmente el aumento de la luz de la zona estenosada (Pérez, 2022).

El balón debe inflarse rápidamente manualmente, con una mezcla de suero fisiológico y contraste en proporción 1:1 conectado a un manómetro para controlar la presión de inflado. Una vez inflado obstruye completamente el flujo sistólico de salida del ventrículo derecho por lo que como máximo debe mantenerse así entre 5 y 10 segundos. Debe repetirse la maniobra de inflado-desinflado varias veces hasta conseguir la dilatación deseada. El balón debe tener un diámetro entre 1,2 y 1,5 veces superior al del anillo pulmonar y debe abarcar desde el interior del tracto de salida del ventrículo derecho hasta unos centímetros por encima de la válvula pulmonar (Manubens et al, 2010).



*Fig. 13. Aplicación de la valvuloplastia con catéter balón
(Fuente: Manubens et al, 2010)*

En el caso de la estenosis pulmonar, algunos autores no recomiendan la dilatación con balón como terapia de primera elección por sus posibles recidivas, sin embargo, es recomendable considerarlo como un proceso de primera línea al tratarse de un procedimiento mucho menos invasivo y de alta eficacia (Pérez, 2022). Este tipo de técnicas son más sencillas, menos traumáticas, más baratas y menos arriesgadas que los procedimientos quirúrgicos convencionales que se usaban antiguamente para solucionar este problema obstructivo (Manubens et al, 2010).

Dentro de las complicaciones que pueden ocurrir después de la dilatación con balón se describen la ruptura del anillo pulmonar, hemorragia activa, punción cardíaca, arritmias o recidivas (Pérez, 2022).

Los cardiólogos Manubens y Domenech (2008) describen tras más de 90 valvuloplastias pulmonares a sus espaldas la perforación del ventrículo derecho, taquicardia y fibrilación ventriculares como las principales complicaciones observadas, sin embargo, solamente un perro murió por fibrilación y la mortalidad asociada a estas es muy baja. Describen también la eficacia de la infusión de lidocaína para solucionar la taquicardia ventricular en todos aquellos casos que no haya una isquemia grave (Manubens y Domenech, 2008).

La eficacia de esta técnica es mayor en pacientes con valvas delgadas y fusionadas y se consigue generalmente una reducción en el gradiente de presión de entre el 40-60% que se mantiene en el 60-70% de los pacientes. Está especialmente indicada para pacientes con estenosis pulmonar moderada o grave con signos como síncope o intolerancia al ejercicio. Sin embargo, se ha observado que aquellos pacientes con estenosis de tipo B tienen menor respuesta a la valvuloplastia con lo cual la anatomía valvular es un factor discriminador de la buena evolución post-intervención (Manubens y Domenech, 2008).

La información obtenida tras esta revisión bibliográfica demuestra la importancia de tener en consideración la radiología intervencionista para la resolución de las cardiopatías caninas, así como la necesidad de fomentar la formación y el desarrollo en veterinaria de esta especialidad.

Presenta grandes ventajas y la tendencia a escogerla como método de elección para la curación de las enfermedades cardíacas en el perro, incluso pudiendo llegar a sustituir a las técnicas de cirugía convencionales en un futuro.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido la realización de una revisión bibliográfica exhaustiva centrada en la radiología intervencionista y en su aplicación para la resolución de dos de las más importantes patologías cardíacas en los perros, con el fin de describir su funcionamiento, su importancia y sus ventajas en comparación con la cirugía abierta, llegando finalmente a las siguientes conclusiones:

- La radiología intervencionista se ha convertido en un recurso de gran utilidad para la introducción de la cirugía mínimamente invasiva como método resolutivo en cardiopatías caninas.
- Aunque las grandes inversiones económicas y la falta de formación de los profesionales han supuesto un retraso de la implementación de estas técnicas en veterinaria, en el presente la práctica de estas disciplinas está creciendo exponencialmente y cada vez hay más conocimiento y formación por parte de los veterinarios.
- La persistencia del conducto arterioso (CAP) es una malformación congénita canina que supone la comunicación anómala de sangre entre arteria aorta y arteria pulmonar cuyo tratamiento es la interrupción del mismo.
- El conducto arterioso persistente (CAP) se puede tratar mediante oclusión intravascular con tapón vascular o coils, suponiendo una alternativa menos agresiva, con menor riesgo de sangrado, menor dolor y con mejor recuperación que el tratamiento por ligadura realizado mediante cirugía abierta.
- La estenosis pulmonar canina es una alteración congénita cardíaca que supone un estrechamiento de la salida de la sangre del corazón derecho ocasionando repercusiones importantes y que debe ser tratada en función de la gravedad de esta.
- El tratamiento de elección de la estenosis pulmonar (PS), es la valvuloplastia (técnica intervencionista) que, comparada con la cirugía abierta de elección, la realización de un parche transvalvular, supone un gran avance en cuanto al riesgo quirúrgico asociado, además de la menor agresividad tisular, la reducción del dolor y la mejor recuperación respecto a la alternativa por cirugía abierta.

CONCLUSIONS

The objective of this work has been to carry out an exhaustive bibliographical review focused on interventional radiology and its application for the resolution of two of the most important cardiac pathologies in dogs, in order to describe its operation, its importance and its advantages compared to open surgery, finally reaching the following conclusions:

- Interventional radiology has become a very useful resource for the introduction of minimally invasive surgery as a resolution method in canine heart diseases.
- Although the large economic investments and the lack of training of professionals have led to delay in the implementation of these techniques in veterinary medicine, at present the practice of these disciplines is growing exponentially and there is more knowledge and training by veterinarians.
- Patent ductus arteriosus (PDA) is a canine congenital malformation that involves abnormal communication of blood between the aorta and pulmonary arteries whose treatment is its interruption.
- Patent ductus arteriosus (PDA) can be treated by intravascular occlusion with vascular plug or coils, assuming a less aggressive alternative, with less risk of bleeding, less pain and with better recovery than ligation treatment performed by open surgery.
- Canine pulmonary stenosis is a congenital cardiac disorder that involves a narrowing of blood flow from the right heart, causing significant repercussions and that must be treated depending on its severity.
- The treatment of choice for pulmonary stenosis (PS) is valvuloplasty (an interventional technique), which compared with the open surgery of choice, the performance of a transvalvular patch, represents a great advance in terms of associated surgical risk, in addition to the least tissue aggressiveness, the reduction of pain and the best recovery compared to the alternative for open surgery.

VALORACIÓN PERSONAL

Tras haber llegado al apartado final del trabajo me siento muy satisfecho con el resultado obtenido. A parte de lo que ha quedado plasmado en el papel el hecho de realizar esta revisión bibliográfica me ha permitido adentrarme un poco más en el mundo de la cardiología canina, una especialidad que bajo mi punto de vista es igual de fascinante, complicada e interesante que importante dentro de la medicina veterinaria.

Finalizo este proyecto agradecido por haber podido aprender un poco más sobre nuevas técnicas quirúrgicas, siendo cirugía una de las ramas de la profesión que me encanta y de la que espero poder especializarme como profesional. Además de conociendo ahora bastante bien dos de las patologías cardíacas caninas de más prevalencia en la realidad de la casuística dentro del día a día en el hospital y de las nuevas técnicas intervencionistas que se utilizan para resolverlas.

Además de ganar conocimientos en la materia, realizar este trabajo también me ha servido para aprender a organizarme mejor, a investigar, revisar y buscar información de manera adecuada y ordenada, a pulir mi manera de redactar, y a sintetizar los distintos conceptos consiguiendo una cohesión a partir de un gran banco de información obtenida de muchas fuentes distintas.

Para finalizar me gustaría agradecer a mi tutora, la Doctora Veterinaria Carolina Serrano Casorrán, que me brindara la oportunidad de hacer el trabajo con ella, de asistir a ver una intervención relacionada con el tema del TFG y por su apoyo, su comunicación y su ayuda para realizar el trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Artigas Aguirrezabala, E. (2019.). "Corrección quirúrgica de conducto arterioso en caninos, presentación de un caso clínico". Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay).

Bini, M., Vezzosi, T., Fernández Del Palacio, M. J., Talavera, J., Patata, V., Marchesotti, F., & Domenech, O. (2022). "Clinical and Electrocardiographic Findings for Predicting the Severity of Pulmonary Valve Stenosis in Dogs". *Veterinary sciences*, 9(2), 61. DOI: 10.3390/vetsci9020061

Blossom JE, Bright JM, Griffiths LG. (2010). "Transvenous occlusion of patent ductus arteriosus in 56 consecutive dogs". *Journal of veterinary cardiology: the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology*, 12(2), 75-84. DOI: 10.1016/j.jvc.2010.04.002.

Broadus, K., Tillson, M. (2010). "Patent ductus arteriosus in dogs". *Compendium (Yardley, PA)*, 32(9), E3.

Chetboul, V., Damoiseaux, C., Behr, L., Morlet, A., Moise, N. S., Gouni, V., Lavennes, M., Pouchelon, J. L., Laborde, F., & Borenstein, N. (2017). "Intracardiac echocardiography: use during transcatheter device closure of a patent ductus arteriosus in a dog". *Journal of veterinary cardiology: the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology*, 19(3), 293–298. DOI: 10.1016/j.jvc.2017.03.005

Cléroux A, Hersh-Boyle R, Clarke DL. (2018). "Interventional Equipment and Radiation Safety". *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 48(5), 751-763. DOI: 10.1016/j.cvsm.2018.05.009.

Culp, W. T. N., & Griffin, M. A. (2018). "Interventional Radiology Management of Vascular Malformations: Portosystemic Shunts and Vascular Fistulae/Malformations". *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 48(5), 781–795. DOI: 10.1016/j.cvsm.2018.05.002

Domenech, O. Manubens, J. (2008). "Formación continuada 2007/2012: Cardiorrespiratorio Avanzado". *Asociación de Veterinarios Españoles de Pequeños Animales (AVEPA)*. 17-22. Disponible en: [https://avepa.org/pdf/proceedings/Medicina%20Cardiorrespiratoria Avanzado.pdf](https://avepa.org/pdf/proceedings/Medicina%20Cardiorrespiratoria%20Avanzado.pdf) [Consultado 16-04-2023].

Doménech. O, Bussadori. C (2008). “Novedades en el tratamiento del conducto arterioso persistente”. *Asociación de Veterinarios Españoles de Pequeños Animales (AVEPA)*, 28(2), 143-159. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/clivetpegani/11307064v28n2/11307064v28n2p143.pdf> [Consultado 15-03-2023]

Grimes, J. A., & Thieman Mankin, K. M. (2022). “Surgical ligation of patent ductus arteriosus in dogs: Incidence and risk factors for rupture”. *Veterinary surgery : VS*, 51(4), 592–599. DOI: 10.1111/vsu.13802

Gutiérrez-González, R., & López-Gutiérrez, J. C. (2018). “La evolución del intervencionismo en el tratamiento de la enfermedad arterial periférica”. *Revista Intervencionismo*, Disponible en: http://revistaintervencionismo.com/wp-content/uploads/3.19_articuloespecial.pdf. [Consultado 15-03-2023].

Manubens, J., Garcia, L., Gaztañaga, R., Sousa, P. (2010). “Diagnóstico y resolución de la estenosis pulmonar mediante valvuloplastia”. *Artículos cardiología Portal Veterinario Argos*. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/animales-de-compania/articulos/20002/diagnostico-y-resolucion-de-la-estenosis-pulmonar-mediante-valvuloplastia.html> [Consultado 15-03-2023].

Maynar M. (2021). Gestión de un futuro en continua evolución. “Radiología vascular intervencionista”. *Radiología*, 63(2), 103–105. DOI: 10.1016/j.rx.2020.11.004

Pérez, N. (2022). *Estenosis pulmonar*. Disponible en: <https://vclass-hvs.cl/wp-content/uploads/2022/08/estenosis-pulmonar-Dr-Nelson-Perez.pdf> [Consultado 15-03-2023]

Santarelli, G., Bouvard, J., Brethel, S. F., Gordon, S., Lord, S., Mavropoulou, A., Oliveira, P., Sykes, K. T., Swift, S., & Culshaw, G. J. (2022). “Non-cardiogenic pulmonary oedema complicating balloon valvuloplasty and stent angioplasty of severe pulmonary valve stenosis in four dogs”. *Journal of veterinary cardiology: the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology*, 39, 79–88. DOI: 10.1016/j.jvc.2021.12.003

Scansen B. A. (2017). “Interventional Cardiology: What's New?”. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 47(5), 1021–1040. DOI: 10.1016/j.cvsm.2017.04.006

SERVEI (2022) Sociedad Española de Radiología Vascul ar e Intervencionista. Disponible en: <https://servei.org> [Consultado 15-03-2023].

Stauthammer, C. D., Olson, J., Leeder, D., Hohnadel, K., Hanson, M., & Tobias, A. H. (2015). "Patent ductus arteriosus occlusion in small dogs utilizing a low profile Amplatz® canine duct occluder prototype". *Journal of veterinary cardiology: the official journal of the European Society of Veterinary Cardiology*, 17(3), 203–209. DOI: 10.1016/j.jvc.2015.06.002

Tecchio, T., Ramonda, R., Zanon, E., & Cacciavillani, L. (2016). "Procedimientos terapéuticos oclusivos endovasculares". *Noticias en Diagnóstico y Tratamiento Endovascular*, Disponible en: <https://www.noticiasendovasculares.com/wp-content/uploads/2016/09/PROCEDIMIENTOS-TERAPEUTICOS-oclusivos-endovasculares.pdf>. [Consultado 15-03-2023].

Torres Torres, M. C. D. (2017). *Evaluación de las Técnicas Quirúrgicas para el Tratamiento de la Estenosis Pulmonar Canina*. Tesis doctoral. Universidad Católica de Santa María (Perú).