

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS  
Y QUÍMICAS**  
**ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA  
ZOOTECNICA**



**“EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS PARA EL  
TRATAMIENTO DE LA ESTENOSIS PULMONAR CANINA,  
AREQUIPA 2016”**

**“ EVALUATION OF SURGICAL TECHNIQUES FOR THE TREATMENT  
OF CANINE PULMONARY STENOSIS,  
AREQUIPA 2016 ”**

**Trabajo de Investigación presentada por la MVZ:**  
**MAUREEN CLAUDETTE DENISSE TORRES TORRES**  
**Para optar el Título de la Segunda  
Especialidad en Clínica Quirúrgica de  
Pequeños Animales.**

**Asesor:**  
**Dr. Gary Villanueva Gandarillas**

**AREQUIPA- PERÚ  
2017**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante para mi formación profesional. A mi familia por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importarle nuestras diferencias de opiniones.



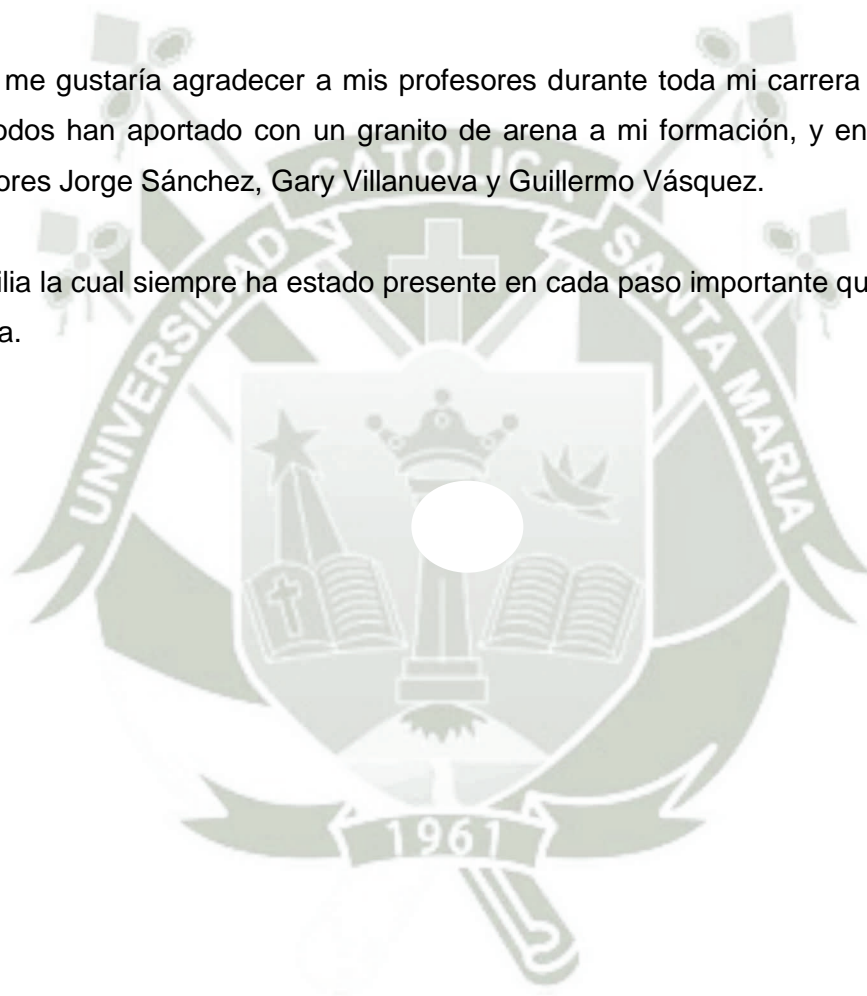
## AGRADECIMIENTO

El presente trabajo primeramente me gustaría agradecer a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mis Doctores Jorge Sánchez, Gary Villanueva y Guillermo Vásquez.

A mi familia la cual siempre ha estado presente en cada paso importante que he tenido en mi vida.



## ÍNDICE

I.	TÍTULO: .....	1
II.	PARTICIPANTES:.....	1
III.	INTRODUCCIÓN: .....	1
IV.	MARCO TEÓRICO.....	2
	4.1. DEFINICIÓN DE LA ESTENOSIS PULMONAR .....	2
	4.2. ETIOLOGÍA.....	3
	4.3. PREVALENCIA .....	4
	4.4. TIPOS DE ESTENOSIS .....	4
	4.4.1. Estenosis Valvular .....	4
	4.4.2. Estenosis Supravalvular .....	5
	4.4.3. Estenosis Subvalvular.....	5
	4.4.4. Otra clasificación arbitraria con utilidad quirúrgica es la siguiente: ..	6
	4.5. FISIOPATOLOGÍA .....	7
V.	DIAGNÓSTICO.....	8
	5.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA.....	8
	5.1.1. Factores predisponentes: .....	8
	5.1.2. Anamnesis:.....	9
	5.2. HISTORIA CLÍNICA .....	9
	5.3. EXPLORACIÓN FÍSICA .....	9
	5.4. ELECTROCARDIOGRAFÍA .....	10
	5.5. RADIOGRAFÍAS TORÁCICAS.....	10
	5.6. ECOCARDIOGRAFÍA .....	11
	5.7. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL.....	13
	5.8. EVOLUCIÓN CLÍNICA .....	14

VI.	TRATAMIENTO .....	14
	6.1. TRATAMIENTO MÉDICO .....	14
	6.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	15
	6.2.1. Definiciones .....	15
	6.2.2. Tratamiento Preoperatorio .....	16
	6.2.3. Anestesia.....	17
	6.2.4. Antibióticos .....	19
	6.2.5. Anatomía Quirúrgica .....	19
	6.2.6. Posición .....	21
	6.2.7. Cicatrización de las Estructuras Cardiovasculares.....	21
	6.2.8. Técnica Quirúrgica.....	22
	6.2.9. Técnicas e Indicaciones.....	24
	6.2.10. Pronóstico.....	29
	6.2.11. Consideraciones Finales.....	30
	6.2.12. Cuidados y Evaluación Postoperatorios.....	31
	6.2.13. Complicaciones .....	33
VII.	JUSTIFICACIÓN .....	34
VIII.	OBJETIVOS.....	34
IX.	METODOLOGÍA .....	35
X.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	36
	10.1. CONCLUSIONES.....	39
	10.2. RECOMENDACIONES .....	41
	10.3. BIBLIOGRAFÍA .....	42

## RESUMEN

La presente tesina denominada “Evaluación de las Técnicas Quirúrgicas Para el Tratamiento de la Estenosis Pulmonar Canina”, fue desarrollada en la ciudad de Arequipa, con el objetivo principal de reunir información bibliográfica suficiente para servir como punto de partida e iniciar tratamientos de cirugía a cielo abierto y de cirugía mínimamente invasiva, de tal forma que se pueda brindar solución a la Estenosis Pulmonar en nuestra ciudad, así mismo tiene como objetivos específicos, proporcionar al especialista en clínica quirúrgica alternativas quirúrgicas y evaluar la posibilidad de reunir la logística necesaria para realizar dichos procedimientos en nuestro medio.

La estenosis pulmonar (EP) es una enfermedad cardíaca congénita frecuente en caninos y ocasional en felinos, la estenosis pulmonar se caracteriza por presentar un estrechamiento ubicado en la válvula pulmonar, justo en el punto del tracto de salida del ventrículo derecho, y puede llegar hasta la arteria pulmonar principal en algunas ocasiones, la estenosis puede presentarse por debajo de la válvula pulmonar (subvalvular), por encima de la válvula (supravalvular) o en la misma válvula (valvular), siendo lo presentación más común, la estenosis valvular y la subvalvular (1). Esta enfermedad se presenta en diferentes razas caninas, entre ellas es más común es el Bóxer Alemán y el Bulldog Inglés. Se dispone de alguna casuística por países, es así que en Argentina se observa dicha cardiopatía congénita en las razas Schnauzer miniatura, Beagle, Terriers, Boxer y Cocker Spaniel. (1)

Los síntomas clínicos no son muy evidentes, siendo el signo más frecuente la presencia de un soplo sistólico de eyección que se ausculta mejor a la altura de la base cardíaca por el lado izquierdo. La enfermedad se logra diagnosticar en forma definitiva mediante el uso de la ecocardiografía doppler, Los hallazgos ecocardiográficos que confirman la enfermedad se definen mediante la evaluación de la gradiente de presión sistólica a través de la estenosis, esta puede calcularse a partir del pico de velocidad del flujo pulmonar sistólico derivado del Doppler, utilizando la ecuación de Bernoulli modificada. Se puede considerar estenosis media si presentan una velocidad menor a 3,5 m/seg o Gradiente de presión de 40 a 50 mmHg, estenosis moderada con una velocidad entre 3,5 y 4,5 m/seg o Gradiente de presión entre 50 y 80 mmHg y estenosis grave los pacientes que presentan una velocidad mayor a 4,5 m/seg o Gradiente de presión mayor a 80 mmHg. (1)

La enfermedad puede clasificarse mediante dos métodos, el método propuesto por Belerenian y colaboradores (1), el mismo que clasifica cuatro tipos de enfermedad y el

método propuesto por Fossum (7), ella lo clasifica en tipo A y tipo B, de acuerdo al análisis realizado por el autor de la presente tesina, se considera que la clasificación propuesta por Belerenian y colaboradores (1) es más detallada, esto permite tener una mejor visión de la enfermedad y poder definir con mayor información el mejor método de tratamiento.

En cuanto al tratamiento de la estenosis pulmonar, se dispone de tratamiento médico y quirúrgico, el tratamiento médico se recomienda en casos de enfermedades leves o de tipo I (1), el mismo que consiste en la administración de digitálicos y/o diuréticos, además puede ser necesario la abdominocentesis para drenar el líquido ascítico. Se disponen de varias técnicas quirúrgicas y técnicas de cirugía mínimamente invasiva, sin embargo de acuerdo al análisis realizado de la literatura, muchos de estos procedimientos no son muy adecuados y no todos tienen buenos resultados, así mismo muchos de los autores mencionan la necesidad de continuar con la investigación quirúrgica. Las técnicas que demuestran mejores resultados son la Valvuloplastia con globo, la Valvutomía bajo visión directa y la Valvuloplastia por injerto en parche.

Posteriormente al análisis de la bibliografía se llegaron a varias conclusiones, dentro de ellas se menciona como las más importantes considerar a la valvuloplastia con balón, como una técnica de cirugía mínimamente invasiva de fácil manejo y aplicación, tiene menor mortalidad, la recuperación es rápida y presenta pocas complicaciones, sin embargo su uso se limita en nuestro medio debido a la falta de equipos de fluoroscopia. Las técnicas de Valvutomía bajo visión directa y Valvuloplastia por injerto en parche, son técnicas de alta cirugía, las cuales requieren de equipo y personal especializado. En cuanto a las principales recomendaciones se menciona la formación de un grupo de cirugía cardiovascular con profesionales de nuestra ciudad y continuar con la investigación en temas de cardiología veterinaria para pequeños animales.

**Palabras Claves:** Estenosis Pulmonar, subvalvular, supravalvular, ecocardiografía, doppler, Fossum.

## SUMMARY

The present thesis entitled "Evaluation of Surgical Techniques for the Treatment of Canine Pulmonary Stenosis" was developed in the city of Arequipa, with the main objective of gathering enough bibliographical information to serve as a starting point and to initiate treatments of surgery to heaven Open and minimally invasive surgery, so that a solution can be offered to pulmonary stenosis in our city, and its specific objectives are to provide the surgical clinic specialist with surgical alternatives and evaluate the possibility of gathering the necessary logistics to perform such Procedures in our environment.

Pulmonary stenosis (PE) is a common congenital heart disease in canines and occasionally in felines, pulmonary stenosis is characterized by a narrowing located in the pulmonary valve, right at the point of the right ventricular outflow tract, and can reach up to The main pulmonary artery in some cases, the stenosis may present below the pulmonary valve (subvalvular), above the valve (supravalvular) or in the same valve (valvular), being the most common presentation, valvular stenosis and Subvalvular (1). This disease occurs in different dog breeds, among them the most common is the German Boxer and the English Bulldog. There is a case-by-country basis, so in Argentina, such congenital heart disease is observed in the Miniature Schnauzer, Beagle, Terriers, Boxer and Cocker Spaniel breeds. (1).

The clinical symptoms are not very evident, the most frequent sign being the presence of a systolic ejection murmur that is better auscultated to the height of the cardiac base on the left side. Echocardiographic findings that confirm the disease are defined by the evaluation of the systolic pressure gradient through the stenosis, this can be calculated from the peak velocity of the disease. Systolic pulmonary flow derived from Doppler, using the modified Bernoulli equation. Medium stenosis can be considered if they have a velocity less than 3.5 m / sec or Pressure gradient of 40 to 50 mmHg, moderate stenosis with a speed between 3.5 and 4.5 m / sec or pressure gradient between 50 and 80 mmHg and severe stenosis patients with a velocity greater than 4.5 m / sec or Pressure gradient greater than 80 mmHg. (1)

The disease can be classified by two methods, the method proposed by Belerenian and colleagues (1), which classifies four types of disease and the method proposed by Fossum (7), it classifies it into type A and type B, according to Analysis by the author of

the present dissertation, it is considered that the classification proposed by Belerenian and collaborators (1) is more detailed, this allows to have a better vision of the disease and to be able to define with more information the best method of treatment.

As for the treatment of pulmonary stenosis, medical and surgical treatment is available, medical treatment is recommended in cases of mild or type I (1) diseases, which is the administration of digitalis and / or diuretics, in addition Abdominocentesis may be necessary to drain the ascitic fluid. Several surgical techniques and techniques of minimally invasive surgery are available, however according to the literature analysis, many of these procedures are not very adequate and not all have good results, and many authors mention the need to continue With surgical research. The techniques that show the best results are Balloon Valvuloplasty, Valvotomy under Direct Vision and Valvuloplasty by Patch Graft.

Subsequent to the analysis of the literature, several conclusions were reached. Among them, the most important ones are considered as balloon valvuloplasty, as a minimally invasive surgery technique that is easy to handle and apply, has a lower mortality rate, recovery is rapid and Presents few complications, however its use is limited in our environment due to the lack of fluoroscopy equipment. The techniques of Valvotomy under direct vision and Patch graft Valvuloplasty are high surgical techniques, which require specialized equipment and personnel. Regarding the main recommendations mentioned the formation of a group of cardiovascular surgery with professionals of our city and continue with the research in subjects of veterinary cardiology for small animals.

**Key Words:** Pulmonary stenosis, subvalvular, supravalvular, echocardiography, doppler, Fossum.

**I. TÍTULO:**

“Evaluación de las técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la Estenosis Pulmonar canina, Arequipa 2016”

**II. PARTICIPANTES:**

**Ejecutor:** Maureen Claudette Denisse Torres Torres

Médica Veterinaria y Zootecnista

**III. INTRODUCCIÓN:**

El presente trabajo de investigación se encargó de realizar un análisis bibliográfico y de la casuística clínica de la ciudad, relacionada con Estenosis Pulmonar y sus tratamientos, esta patología es de origen congénito y en nuestro medio se presenta con relativa frecuencia en los Centros de Atención Veterinaria de la ciudad. Para estudiar el tema se recurrió a investigar casos clínicos de estenosis pulmonar que se presentan en dichos centros, se trabajó principalmente con los siguientes centros de atención veterinaria: el Hospital Veterinario Terán, Clínica Veterinaria San Luis y Clínica Veterinaria Can Perú.

La Estenosis Pulmonar es una patología congénita cardíaca que se viene diagnosticando con relativa frecuencia en los últimos cuatro años, ya que actualmente se cuenta con especialistas en cardiología que brindan el servicio y que pueden profundizar en el diagnóstico utilizando técnicas de diagnóstico por imagen de última generación, tomando electrocardiogramas, radiografías y utilizando métodos ecocardiográficos que utilizan doppler color y doppler espectral, con estas herramientas se permite establecer diagnósticos diferenciales y definitivos. Estos procedimientos diagnósticos permiten incrementar la expectativa profesional con el objetivo de poner en práctica nuevas técnicas quirúrgicas para dar solución a este tipo de patología cardíaca congénita y otras.

Es importante mencionar que la presente tesina, planteó como tratamiento para la Estenosis Pulmonar, la resolución con valvuloplastia de balón, técnica de cirugía mínimamente invasiva que tiene menos mortalidad que las técnicas quirúrgicas a cielo abierto, y que por su facilidad de manejo, así como lo breve

de la intervención, permiten tener una recuperación rápida, sin dejar de lado que puede ser realizada en pacientes que presentan síncope y que pueden tener alguna remodelación de la estructura del ventrículo derecho.

Por las razones expuestas, la presente tesina se convierte en un documento de interés profesional y a la vez podrá ser utilizada por los especialistas en Clínica Quirúrgica de la Universidad Católica de Santa María, así como por otros colegas de nuestro medio o del país, dando solución médica con pocas complicaciones a pacientes, tanto cachorros como adultos.

#### **IV. MARCO TEÓRICO**

##### **4.1. DEFINICIÓN DE LA ESTENOSIS PULMONAR**

La estenosis pulmonar (EP) es una cardiopatía bastante frecuente en caninos y de ocasional aparición en felinos. Consiste en un estrechamiento que puede estar ubicado en cualquier punto desde el tracto de salida del ventrículo derecho, hasta la arteria pulmonar principal, pero lo más común es la estenosis valvular y la subvalvular. La EP en caninos se debe en más de un 80% de los casos, a algún grado de displasia valvular (valvas inmóviles, hipoplasia anular y comisuras fusionadas o libres) y la estenosis subvalvular (infundibular), puede ser fija o dinámica. La EP subvalvular rara vez es aislada y casi siempre es secundaria a la estenosis valvular, pudiendo empeorar progresivamente. En los felinos suele hallarse asociada a otras cardiopatías congénitas. En el perro la lesión puede aparecer con otros defectos como en la tetralogía de Fallot, pero es más común su presencia aislada. La insuficiencia pulmonar asociada se demuestra ocasionalmente y es de bajo impacto hemodinámico. Otra anomalía asociada es un trayecto coronario anormal, donde una arteria coronaria simple se origina del seno coronario derecho y se divide en ramas derecha e izquierda, pasando esta última sobre el tracto de salida del ventrículo derecho, justo por debajo del plano valvular, para luego terminar en descendente anterior y circunfleja; esta anomalía es más común en Boxer y Bulldog, y tiene importancia quirúrgica. Las razas en las que se observa con mayor frecuencia la EP en la Argentina son Schnauzer miniatura, Beagle, Terriers, Boxer y Cocker Spaniel. Si bien la estenosis supravalvular se describe en la raza Schnauzer gigante, es de rara aparición. Una patología congénita asociada que se observa con cierta frecuencia es la displasia tricúspide, sobre todo en animales que se presentan

con insuficiencia ventricular derecha; quizás la raza Boxer tenga predisposición a padecer la asociación de estas valvulopatías. En los últimos años se está diagnosticando la EP a una frecuencia creciente, esta patología junto con el conducto y la estenosis aórtica, son las más frecuentes, siendo todavía el conducto la de mayor aparición. (1)

La estenosis pulmonar es la tercera cardiopatía congénita más frecuente en la especie canina. Su tratamiento está orientado a disminuir la obstrucción del flujo de salida ventricular, y la valvuloplastia de balón se ha convertido en el procedimiento de elección. (10).

La estenosis pulmonar es un defecto congénito (presente al nacer) que se caracteriza por el estrechamiento y la obstrucción de la sangre a través de la válvula pulmonar del corazón, que conecta la arteria pulmonar con el ventrículo derecho (una de las cuatro cavidades del corazón). Dependiendo de la severidad de la obstrucción, puede causar desde un soplo a una arritmia a una insuficiencia cardíaca congestiva. (10)

Las razas más susceptibles a este defecto son el Bulldog Inglés, Scottish Terrier, Fox Terrier de pelo duro, Schnauzer miniatura, West Highland White Terrier, Chihuahua, Samoyedo, Mastín, Cocker Spaniel, Bóxer, y Beagle. (10)

La estenosis pulmonar consiste en un estrechamiento del tracto de salida del ventrículo derecho. Este estrechamiento puede localizarse a nivel valvular, subvalvular o bien supraválvular. La forma de presentación más habitual es la valvular. La forma subvalvular puede asociarse a lesiones fibrosas o bien por un estrechamiento dinámico del tracto de salida del ventrículo derecho durante la sístole debido a un engrosamiento del miocardio. (10)

#### **4.2. ETIOLOGÍA**

Si bien algunos casos de estenosis pulmonar (EP) se deben a la simple fusión de las cúspides valvulares, la displasia de la válvula pulmonar es más prevalente. Las válvulas displásicas poseen valvas con engrosamiento variable, asimétricas y parcialmente fusionadas con un anillo valvular hipoplásico. Como ya se describiera, se produce la hipertrofia ventricular derecha con dilatación secundaria. La hipertrofia ventricular marcada puede promover el desarrollo de

isquemia miocárdica y sus secuelas. El flujo sanguíneo de alta velocidad a través de la válvula estenosada origina turbulencia en el tronco pulmonar principal y dilatación postestenótica de esta región. La dilatación atrial derecha resultante de la insuficiencia tricuspídea secundaria y el incremento de la presión de llenado del ventrículo derecho predisponen al desarrollo de arritmias auriculares e insuficiencia congestiva. La combinación de EP y un orificio oval persistente o defecto septal atrial (DSA) puede ocasionar una comunicación derecha a izquierda a nivel atrial; sin embargo, esta situación es excepcional en pacientes caninos y felinos. Una arteria coronaria anómala solitaria, considerada como contribuyente en el desarrollo de la obstrucción de la salida, ha sido reconocida en asociación con la EP en algunos Bulldogs ingleses y un Boxer (Buchanan, 1990). Los procedimientos quirúrgicos paliativos y la valvuloplastia con balón, sin embargo, han resultado fatales en algunos perros enfermos por la transección o avulsión de la rama coronaria izquierda principal. (7).

#### **4.3. PREVALENCIA**

Se trata de una malformación habitual en el perro y de rara presentación en el gato. En el perro, es la tercera cardiopatía congénita en número de casos detectados, después del conducto arterioso persistente y la estenosis aórtica. Las razas que presentan una mayor incidencia de estenosis pulmonar son los Airedale Terrier, Beagle, Boxer, Chihuahua, Cocker Spaniel, Bulldog Inglés, Bullmastiff, Samoyedo, Schnauzer Miniatura y West Highland White Terrier. Aunque puede afectar a ambos sexos, se ha visto una mayor predominancia en machos. Suele tratarse de una lesión aislada aunque puede asociarse a otros defectos congénitos como la displasia de tricúspide, defectos interventriculares, etc. (10)

#### **4.4. TIPOS DE ESTENOSIS**

La estenosis puede ser valvular, subvalvular o bien supravalvular. (10)

##### **4.4.1. Estenosis Valvular**

El estrechamiento se produce a partir de la fusión de las comisuras de la válvula pulmonar. Consiste en una válvula delgada o ligeramente engrosada, flexible, cónica o abovedada y con un orificio de salida más estrecho de lo

normal. No suele identificarse una clara división entre las hojas valvulares. Por lo general, la fusión de las comisuras suele darse conjuntamente a la presencia de una displasia valvular. Desde el punto de vista anatómico se clasifican en tipo A (aquella que presenta un tamaño anular normal, engrosamiento de las valvas con separación incompleta de las comisuras hasta la fusión completa de ellas y dilatación post estenótica del tronco de la arteria pulmonar) y el tipo B, que se caracteriza por hipoplasia del ostium pulmonar con engrosamiento valvular e inmovilidad de las valvas con poca fusión comisural; el tronco pulmonar puede estar hipoplásico y es rara la aparición de dilatación postestenótica). (10)

#### **4.4.2. Estenosis Supravalvular**

Este tipo de presentación es muy poco habitual y suele deberse a un estrechamiento de la arteria pulmonar principal, sus ramas principales, o bien por la existencia de una obstrucción membranosa posteriormente a la válvula. (10)

#### **4.4.3. Estenosis Subvalvular**

En los pacientes afectados se puede identificar un anillo fibroso por debajo de la válvula. En ocasiones este tipo de estenosis puede deberse a una hipertrofia de la zona infundibular del ventrículo derecho que puede ser la responsable de que exista una obstrucción sistólica dinámica especialmente en situaciones de estrés o durante el ejercicio. En algunos gatos sanos con soplo se dan casos de obstrucción dinámica hemodinámicamente no significativa de forma intermitente en función de la frecuencia cardíaca y el grado de estrés del paciente. También se ha descrito, principalmente en Boxer y Bulldog Inglés, un tipo de estenosis pulmonar subvalvular asociada a una anomalía de la arteria coronaria principal izquierda. Este subtipo de estenosis subvalvular se caracteriza por el desarrollo de una única arteria coronaria que parte del seno coronario aórtico derecho y se divide en una rama izquierda y otra derecha. La arteria coronaria principal izquierda rodea y comprime el tracto de salida del ventrículo derecho justo por debajo de la válvula pulmonar antes de dividirse en las arterias coronarias descendente y circunfleja izquierdas. (10)

Desde el punto de vista quirúrgico consideramos más útil la siguiente clasificación:

- **Estenosis tipo I:** Tamaño del anillo valvular normal; moderada a marcada fusión comisural y/o engrosamiento de las valvas; dilatación posestenótica común pero no relacionada al grado de obstrucción.
- **Estenosis tipo II:** Anillo valvular hipoplásico (común en braquicéfalos); valvas severamente engrosadas o inmóviles; la estimación de la hipoplasia del ostium pulmonar puede realizarse calculando en un ecocardiograma, en el eje largo, el radio entre los anillos aórtico y pulmonar; si el radio es  $> 1,5$  indica hipoplasia del ostium pulmonar; hay hipertrofia infundibular asociada, es muy rara la dilatación posestenótica de la arteria pulmonar aun con alto gradiente debido a la hipoplasia
- **Estenosis tipo III:** Tipo 1 o 2 asociada a displasia tricúspide con regurgitación.
- **Estenosis tipo IV:** Tipo 1 o 2 asociada a malformación coronaria (una coronaria simple que se origina del seno coronario derecho y se divide en coronaria derecha e izquierda; la coronaria izquierda rodea y comprime el tracto de salida del ventrículo derecho por debajo del plano valvular antes de dividirse en descendente anterior y circunfleja). (1)

#### 4.4.4. Otra clasificación arbitraria con utilidad quirúrgica es la siguiente:

Estenosis leve: Presión sistólica del ventrículo derecho menor a 70 mm Hg; gradiente transvalvular menor a 40 mm Hg; asintomático; no se recomienda la cirugía. (1)

Estenosis moderada: Presión sistólica del ventrículo derecho entre 70 y 120 mm Hg; gradiente transvalvular entre 50 y 80 mm Hg; asintomático o sintomático; cirugía recomendable. (1)

Estenosis grave: Presión sistólica del ventrículo derecho superior a 120 mm Hg; gradiente transvalvular superior a 80 mm Hg; sintomático; cirugía indispensable. (1)

Puntos importantes a tener en cuenta en un paciente con estenosis pulmonar

- Descartar insuficiencia tricuspídea asociada por displasia tricuspídea.
- Descartar anomalías coronarias (Boxer, Bulldog, Caniche).
- Tratar de realizar la cirugía antes de que ocurra la insuficiencia ventricular derecha (con síndrome ascítico aumenta mucho la mortalidad).
- Considerar la cirugía a temprana edad ya que casi nunca los animales nacen con estenosis dinámica infundibular (por hipertrofia secundaria); la hipertrofia infundibular secundaria se puede evitar o retrasar al disminuir el gradiente con cirugía temprana. (1)

#### 4.5. FISIOPATOLOGÍA

La EP es una de las anomalías congénitas más frecuentes en perros. En gatos es muy poco frecuente. En perros, la patología suele ser valvular, aunque también se han detectado anomalías supra y subvalvulares. La estenosis subvalvular puede aparecer como una patología única primaria, pero generalmente suele aparecer como una hipertrofia infundibular secundaria a una estenosis valvular primaria. La estenosis valvular puede ser simple y consistir en una separación incompleta de las valvas o deberse a una displasia valvular caracterizada por un anillo valvular hipoplásico y valvas inmóviles engrosadas. Más del 80% de los perros con EP valvular muestran algún grado de displasia valvular. Basándose en la anatomía valvular ecocardiográfica y en la relación anular aórtico: pulmonar, la patología se clasifica en EP tipo A (diámetro anular normal y relación aórtico: pulmonar inferior o igual a 1,2) o EP Tipo B (hipoplasia anular pulmonar y relación aórtico: pulmonar superior a 1,2) (Bussadori y cols., 2001). La EP provoca una sobrecarga de presión e hipertrofia del ventrículo derecho. La hipertrofia del ventrículo derecho generalmente supone una obstrucción del flujo de salida ventricular por el estrechamiento del tracto de salida ventricular. Este estrechamiento es mayor durante la sístole, provocando una obstrucción dinámica que contribuye a fijar la estenosis. La estenosis dinámica tiene implicaciones importantes a la hora de la corrección quirúrgica de la EP. Los perros con obstrucciones medias o moderadas pueden no mostrar síntomas, mientras que los perros con obstrucciones graves pueden mostrar

intolerancia al ejercicio, síncope, insuficiencia cardíaca congestiva progresiva del lado derecho o muerte súbita. (7)

Las consecuencias hemodinámicas de este defecto están en correlación directa con el aumento de la resistencia al flujo de salida ventricular durante la sístole. La gravedad de la lesión se determina en función del gradiente de presión detectado a través de la estenosis. El aumento sostenido de la poscarga suele producir una hipertrofia concéntrica de las paredes ventriculares derechas que suele ser proporcional al grado de obstrucción. La hipertrofia ventricular puede llegar a reducir el volumen ventricular telediastólico disminuyendo considerablemente la capacidad ventricular y el gasto cardíaco derecho. Debido a que la sangre fluye a través de la estenosis a gran velocidad y con un flujo turbulento, posteriormente a la obstrucción se origina una dilatación de la arteria pulmonar principal. (10)

El incremento de la resistencia al flujo, en el tracto de salida del ventrículo derecho eleva la presión sistólica de éste. A la vez, se produce una hipertrofia concéntrica (que ya puede verse en el feto); si se reduce el volumen diastólico final puede caer el gasto cardíaco. También se afecta el riego coronario derecho, lo que puede derivar en arritmias y muerte súbita. La insuficiencia congestiva ventricular derecha se observa si existe displasia tricúspide asociada, ya que es rara en la EP pura. La hipertrofia infundibular puede empeorar rápidamente luego del nacimiento si existe una estenosis valvular importante. (1)

## **V. DIAGNÓSTICO**

### **5.1. PRESENTACIÓN CLÍNICA**

#### **5.1.1. Factores predisponentes:**

Determinadas razas como bulldog inglés, beagle, schnauzer miniatura, cocker spaniel, samoyedo, mastiff y los terrier tienen mayor riesgo de desarrollar una EP. Los bulldog inglés y los bóxer presentan una elevada incidencia de arteria coronaria izquierda aberrante concomitante (debido a una única arteria coronaria derecha), con importantes implicaciones quirúrgicas. En beagle y spaniel Boykin se ha encontrado una forma de displasia valvular pulmonar hereditaria. Las hembras de bulldog inglés y los machos de bull mastiff se ven

afectados con mayor frecuencia. No se ha identificado una predisposición por sexo en otras razas. (7)

### **5.1.2. Anamnesis:**

Los animales jóvenes con EP suelen ser asintomáticos. En casos avanzados pueden presentar intolerancia al ejercicio, síncope o distensión abdominal por ascitis. (7)

La electrocardiografía, la radiografía torácica y la ecocardiografía son las técnicas de elección para confirmar los signos detectados en la exploración clínica. (10)

## **5.2. HISTORIA CLÍNICA**

Los animales jóvenes, con gradiente moderado y en reposo, pueden ser asintomáticos. Los casos más graves presentan intolerancia al ejercicio y síncope. Si existe insuficiencia ventricular derecha congestiva, se debe descartar displasia tricúspide asociada. (1)

La mayoría de los perros afectados no suelen mostrar signos clínicos. En muchas ocasiones la malformación se detecta durante la exploración física rutinaria al auscultar la presencia de un soplo. En los casos realmente graves se puede observar intolerancia al ejercicio o fatiga tras un esfuerzo físico importante que puede incluso terminar en un síncope. A no ser que coexista alguna otra patología cardíaca como una displasia de tricúspide, no suele ser habitual detectar signos de fallo congestivo derecho. (10)

## **5.3. EXPLORACIÓN FÍSICA**

El hallazgo físico predominante es un soplo de eyección sistólica que se escucha mejor en la base del corazón izquierdo. El electrocardiograma puede mostrar ondas S prominentes en derivaciones I, II, III y a VF indicativas de un dextroeje e hipertrofia ventricular derecha. (7)

Se ausculta un soplo fuerte de eyección en la base izquierda que irradia el tórax derecho craneal. Es raro auscultar un murmullo suave diastólico que se irradia al hemitórax derecho, con foco en el área pulmonar (de insuficiencia pulmonar asociada). Si hay displasia tricúspide asociadas, se puede auscultar un soplo

holosistólico en el foco tricúspide. Si hay un gran pulso o llenado de las yugulares, lo más frecuente es la displasia tricúspide asociada. Si existe un defecto septal a cualquier nivel y derivación de derecha a izquierda, puede presentarse cianosis. (1)

Lo más característico de la exploración física es la presencia de un soplo sistólico que se ausculta mejor a la altura de la base cardiaca por el lado izquierdo. El soplo se puede auscultar con mayor claridad a ambos lados del esternón en la zona craneal del tórax. Puede llegar a oírse también un soplo diastólico de insuficiencia pulmonar. No suele haber distensión de venas yugulares ni presentar pulso a no ser que exista otra patología concomitante en la válvula tricúspide. El pulso arterial suele ser normal. Si el paciente presenta algún tipo de comunicación (defectos septales) con flujo sanguíneo de derecha a izquierda puede aparecer cierto grado de cianosis de las mucosas. (10)

#### **5.4. ELECTROCARDIOGRAFÍA**

En los casos leves, el ECG puede ser normal. En casos graves, se puede observar un patrón de agrandamiento del ventrículo derecho y/o bloqueo de rama derecha. Si las ondas P están incrementadas en amplitud, se debe sospechar un aumento del atrio derecho, por displasia tricúspide. (1)

Si el grado de estenosis es leve o moderado el ECG no suele mostrar alteraciones. En cambio, en casos más graves se observarán signos electrocardiográficos compatibles con hipertrofia ventricular como ondas S muy profundas en las derivaciones I, II y III. También pueden observarse bloqueos de rama fascicular derecha, arritmias ventriculares o fibrilación atrial. (10)

#### **5.5. RADIOGRAFÍAS TORÁCICAS**

Las radiografías torácicas muestran diferentes grados de agrandamiento del ventrículo derecho y del segmento de la arteria pulmonar principal. El diagnóstico de la EP puede confirmarse mediante una ecocardiografía. La cateterización cardíaca sólo es necesaria si se sospecha de una anatomía cardíaca anómala o si se va a realizar un procedimiento intervencionista (p. ej., valvuloplastia con balón percutánea). (7)

Puede ser normal, pero en casos graves se observa cardiomegalia ventricular derecha y dilatación postestenótica de la arteria pulmonar (esto se observa mejor en la incidencia DV). Puede haber hipoperfusión pulmonar o vasculatura pulmonar normal. Si el atrio derecho aparece muy agrandado se debe descartar la displasia tricúspide. (1)

Las radiografías torácicas normalmente no suelen aportar demasiada información acerca de la gravedad de la malformación. Los perros con un grado de afectación moderada o grave evidencian la presencia de una marcada dilatación de las cavidades derechas y una dilatación post-estenótica de la arteria pulmonar principal que se puede apreciar especialmente en la proyección dorso-ventral. Las arterias pulmonares pueden ser de menor tamaño. En algunos casos también se observa cierto grado de hipovascularización pulmonar. (10)

#### 5.6. ECOCARDIOGRAFÍA

Los hallazgos en la ecocardiografía suelen incluir hipertrofia de ventrículo derecho, dilatación postestenótica de la arteria pulmonar principal, malformación y movilidad reducida de la válvula pulmonar y una elevada velocidad del flujo pulmonar. El gradiente de presión sistólica a través de la estenosis puede medirse directamente mediante una cateterización del ventrículo derecho o calcularse a partir del pico de velocidad del flujo pulmonar sistólico derivado del Doppler, utilizando la ecuación de Bernoulli modificada ( $\Delta P = 4 V^2$ ). (7)

La EP se puede diagnosticar con el ecocardiograma bidimensional. Se observará una hipertrofia concéntrica del ventrículo derecho, hipertrofia septal e hipertrofia de los músculos papilares del ventrículo derecho. El tabique puede estar aplanado (o presentar movimiento paradójico, si existe insuficiencia tricúspide o pulmonar asociada); en un eje corto de la ventana paraesternal derecha, se puede ver la dilatación postestenótica de la arteria pulmonar (el diámetro a nivel de la válvula es normal, esto diferencia la dilatación de la observada en hipertensión pulmonar o conducto persistente, donde la dilatación ocurre a nivel de la válvula). Es difícil visualizar la válvula pulmonar, para saber si hay fusión valvar o si las cúspides están inmóviles. La hipertrofia infundibular se ve mejor en un eje corto, por la ventana paraesternal derecha. La visualización de una coronaria normal es muy dificultosa, salvo que se utilice un ecotransesofágico. Si existe una dilatación del atrio derecho, debemos descartar la displasia tricúspide.

Se debe evaluar el tabique atrial desde varias vistas, o hacer una ecocardiografía de contraste ya que el foramen oval puede estar patente en perros con estenosis pulmonar. El ventrículo izquierdo puede aparecer más pequeño y concéntricamente hipertrofiado, si el gasto del ventrículo derecho es bajo (seudohipertrofia). Si la presión de la cámara derecha excede la de la cámara izquierda, el tabique puede moverse hacia la luz del ventrículo izquierdo. Si existe insuficiencia pulmonar asociada, se puede observar un fluttering diastólico de la válvula tricúspide. El Doppler pulsado puede identificar la localización de la estenosis y el Doppler continuo se puede utilizar para determinar la velocidad pico del flujo sanguíneo y así semi cuantificar la gravedad de la estenosis. (1)

Los valores estimados de gravedad son:

Estenosis media: Velocidad menor a 3,5 m/seg o Gradiente de presión de 40 a 50 mmHg.

Estenosis moderada: Velocidad entre 3, 5 y 4 ,5 m/seg o Gradiente de presión entre 50 y 80 mmHg.

Estenosis grave: Velocidad mayor a 4,5 m/seg o Gradiente de presión mayor a 80 mmHg. (1)

En general, los perros con estenosis media a moderada pueden vivir un largo tiempo sin tratamiento. Si existe displasia tricúspide asociada, se debe liberar la obstrucción pulmonar para obtener una mejor supervivencia. (1)

Mediante ecocardiografía se puede detectar con precisión la existencia de la estenosis pulmonar y valorar el tipo y la gravedad de la obstrucción. Los hallazgos ecocardiográficos característicos de la patología incluyen la presencia de una marcada dilatación e hipertrofia de la pared ventricular derecha y del septo interventricular. Los músculos papilares derechos pueden estar muy engrosados. Debido al incremento de presión dentro del ventrículo derecho también puede observarse la presencia de movimiento septal paradójico o bien aplanamiento del septo interventricular. En la mayoría de los casos puede visualizarse dilatación de la arteria pulmonar principal posteriormente a la zona de estenosis. Mediante ecocardiografía Doppler se puede determinar la

gravedad de la estenosis a partir de la estimación del gradiente de presión a través de la obstrucción. Se establece una estenosis de grado leve si los gradientes de presión son de menos de 50 mmHg, moderada entre 50 y 80 mmHg, y grave si supera los 80 mmHg. Si el corte ecocardiográfico permite valorar con precisión la válvula pulmonar se puede ver que las cúspides fusionadas aparecen como hojas valvulares delgadas que se arquean hacia la arteria pulmonar principal durante la sístole ventricular. La estenosis pulmonar subvalvular suele presentar una anatomía valvular difícil de identificar. En los pacientes con malformación de la arteria coronaria principal, ecográficamente la arteria aparece como dos bandas ecogénicas en ángulo recto respecto al tracto de salida del ventrículo derecho ligeramente por debajo de la válvula pulmonar. En muchos casos de estenosis pulmonar la aurícula derecha está ligeramente dilatada probablemente debido a un aumento en la presión auricular. Este hecho se produce como consecuencia de la disminución de la capacidad de dilatación del ventrículo derecho secundariamente a la hipertrofia ventricular. El septo interventricular debe examinarse muy bien puesto que en algunos casos el foramen oval puede permanecer abierto en perros con estenosis pulmonar. Otros pacientes pueden también presentar defectos de septo interventricular por lo que siempre es aconsejable realizar una valoración ecocardiográfica con contraste (suero fisiológico agitado) para descartar la presencia de una reversión de flujos de derecha a izquierda. Mediante ecocardiografía Doppler se determina la localización exacta de la estenosis y se puede valorar la velocidad de flujo a través de la misma. Distalmente a la estenosis el flujo sanguíneo se acelera y produce un patrón de flujo turbulento. Mediante Doppler pulsado se puede determinar la localización de la estenosis desplazando el volumen de muestra a lo largo del tracto de salida ventricular hasta identificar el punto de aceleración del flujo. (10)

## 5.7. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

Debemos diferenciarla de:

- Estenosis subaórtica.
- Hipoplasia pulmonar.
- Tetralogía de Fallot.

- Defecto del tabique atrioventricular. (1)

Condiciones asociadas:

- Displasia Tricúspide.
- Insuficiencia pulmonar (diferenciar del conducto persistente)
- Foramen oval patente.
- Defecto del tabique atrial.
- Coronaria aberrante. (1)

## 5.8. EVOLUCIÓN CLÍNICA

Los pacientes que presentan un grado de estenosis pulmonar de leve a moderado no tienen ¿por qué? mostrar sintomatología clínica. Normalmente la evolución natural de la patología va a depender de los gradientes de presión y del grado de hipertrofia ventricular. Los pacientes con estenosis pulmonar de moderada a grave pueden desarrollar signos de fallo cardiaco congestivo derecho, arritmias, síncope o incluso muerte súbita. (10)

## VI. TRATAMIENTO

La necesidad de tratamiento y la valoración del pronóstico van a depender del grado de estenosis, determinado mediante ecocardiografía Doppler. Los pacientes que presenten una estenosis leve (menos de 50 mm Hg o velocidad de eyección menor de 3,5 m/s) no requieren tratamiento y su pronóstico es muy favorable. Los pacientes con estenosis grave (superior a 80 mm Hg o velocidades de eyección superiores a 4 m/s) son buenos candidatos para realizar una valvuloplastia de balón y su pronóstico es bastante peor si no se realiza la intervención. Los casos intermedios deben ser monitorizados periódicamente para evaluar la progresión de la malformación. (10)

### 6.1. TRATAMIENTO MÉDICO

Si el caso se presenta en insuficiencia ventricular derecha, con síndrome ascítico, se realiza el tratamiento clásico (digital, diuréticos, etc.), pero la

mortalidad es alta. En el canino con EP moderada a grave, faltan estudios comparativos a largo plazo que analicen la eficacia de los beta-bloqueantes o bloqueantes cálcicos versus la cirugía. (1)

Todas las opciones de tratamiento para la estenosis pulmonar están orientadas a disminuir la obstrucción del flujo de salida ventricular. El tratamiento médico en estos pacientes no tiene demasiada utilidad a no ser que haya signos de fallo congestivo derecho. En casos de moderados a graves se puede administrar beta-bloqueantes (atenolol 0,25-1,5 mg/kg BID PO) con el fin de reducir el consumo de oxígeno y el número de arritmias ventriculares. (10)

No existe un tratamiento específico para la EP más allá del tratamiento sintomático de la insuficiencia cardíaca congestiva, si aparece. La valvuloplastia con globo percutánea es una alternativa no quirúrgica para la corrección de EP de moderadas a graves, si hay disponibilidad de instalaciones y personal cualificado para realizar una cateterización cardíaca. La EP valvular simple es más fácil de tratar mediante la valvuloplastia con globo que la displasia de válvula pulmonar grave o EP grave con obstrucción dinámica. La valvuloplastia con globo no está recomendada en pacientes con EP supraválvular, pacientes con anomalías de las arterias coronarias o pacientes con hipoplasia anular sustancial. (7)

## **6.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO**

### **6.2.1. Definiciones**

La cirugía cardíaca incluye aquellos procedimientos realizados en el pericardio, los ventrículos cardíacos, las aurículas, vena cava, aorta y arteria pulmonar principal. Los procedimientos cardíacos cerrados (es decir, aquellos que no requieren la apertura de las principales estructuras cardíacas) son los que más frecuentemente se realizan. Aunque algunas patologías requieren de cirugía cardíaca abierta (es decir, debe abrirse alguna estructura cardíaca principal para hacer la reparación). La cirugía cardíaca abierta necesita de la interrupción de la circulación durante el procedimiento por oclusión del flujo de entrada o circulación extracorpórea. La oclusión del flujo venoso de entrada proporciona una interrupción circulatoria breve y permite realizar intervenciones cortas (inferiores a 5 minutos). Los procedimientos abiertos más largos

requieren del establecimiento de una circulación extracorpórea para mantener la perfusión del órgano durante la intervención. (7)

### 6.2.2. Tratamiento Preoperatorio

Los animales que necesitan cirugía cardíaca suelen presentar un compromiso cardiovascular previo que debe ser corregido o controlado antes de la inducción anestésica, si es posible. La insuficiencia cardíaca congestiva, especialmente con edema pulmonar, debe tratarse con diuréticos (p. ej., furosemida) e inhibidores de la enzima de conversión de angiotensina (ECA) (p. ej., enalapril, benazepril y lisinapril) antes de la cirugía. Las arritmias cardíacas deben ser reconocidas y tratadas y las taquicardias ventriculares reducidas con fármacos antiarrítmicos de clase I (es decir, lidocaína y procainamida). Lidocaína es eficaz para el tratamiento de las taquiarritmias ventriculares durante e inmediatamente después de la cirugía. Las taquicardias supraventriculares pueden precisar digoxina, bloqueantes  $\beta$ -adrenérgicos (p. ej., esmolol, propranolol y atenolol) o fármacos bloqueantes de los canales de calcio (p. ej., diltiazem) antes de la cirugía. La fibrilación auricular también debe controlarse antes de la intervención con digoxina para reducir la velocidad de respuesta ventricular por debajo de 140 bpm. Para conseguirlo quizá sea necesaria la adición de bloqueantes  $\beta$ -adrenérgicos o de canales de calcio si digoxina por sí sola no produce una reducción suficiente de la velocidad ventricular. Como alternativa, puede utilizarse amiodarona para controlar la velocidad de respuesta ventricular y, en algunos casos, convertir la fibrilación auricular en un ritmo sinusal normal. Los animales con bradicardia deben someterse a una prueba de respuesta a atropina o glucopirrolato antes de la intervención. Si la bradicardia no responde a estos fármacos, puede que sea necesaria una electroestimulación cardíaca transvenosa o una infusión intravenosa constante con isoproterenol. Todos los animales deben someterse a un estudio ecocardiográfico completo antes de la cirugía porque un diagnóstico incompleto o poco preciso puede tener consecuencias devastadoras. Gracias a la ecocardiografía Doppler ya no es necesaria la cateterización cardíaca rutinaria antes de las cirugías. (7)

### 6.2.3. Anestesia

La premedicación anestésica es apropiada para la mayoría de los animales sometidos a cirugía cardíaca. Los opiáceos parenterales (es decir, hidromorfona, butorfanol, buprenorfina o fentanilo) inducen sedación con efectos cardiovasculares mínimos. Sin embargo, todos los opiáceos pueden producir depresión respiratoria con o sin bradicardia. En un estudio reciente, la administración de fentanilo en solitario no se asoció con una reducción del índice cardíaco, aunque cuando se administró junto con medetomidina se produjo un descenso significativo del índice cardíaco, la velocidad cardíaca y el transporte de oxígeno (6). Deben administrarse anticolinérgicos (es decir, atropina o glucopirrolato) cuando sean necesarios para tratar la bradicardia producida por los opiáceos. Benzodiacepinas (es decir, diacepam, 0,2 mg/kg, o midazolam, 0,2 mg/kg) tienen efectos cardiopulmonares mínimos y favorecen la sedación cuando se combinan con opiáceos. Algunos pacientes muestran reacciones comportamentales impredecibles (p. ej., agitación o agresividad) a la administración de benzodiacepinas. La inducción anestésica debe realizarse con precaución en animales con afectación cardiopulmonar. Los tiobarbitúricos deben evitarse en pacientes con enfermedad cardíaca significativa porque provocan alteración cardíaca dependiente de la dosis y son arritmogénicos. Propofol produce una inducción rápida, pero provoca las mismas alteraciones cardiovasculares que los tiobarbitúricos. Ketamina combinada con diacepam es apropiada también para la inducción en pacientes afectados, pero debe evitarse en animales con insuficiencia mitral porque aumenta la fracción de regurgitación. Diacepam tiene efectos cardiopulmonares mínimos y ayuda a reducir los efectos negativos de ketamina (es decir, rigidez muscular y potencial de convulsiones). El tiempo hasta la intubación es mayor que con otros agentes, pero puede considerarse todavía relativamente rápido. Pueden utilizarse opiáceos para la inducción de perros muy enfermos y afectados, aunque no inducen realmente la anestesia dificultando la intubación en animales alerta. Etomidato no es arritmogénico, mantiene el gasto cardíaco y ofrece una inducción rápida. No se aconseja la inducción con mascarilla con isoflurano o sevoflurano en pacientes con alteraciones cardiopulmonares porque se necesita inspirar grandes concentraciones y el tiempo necesario hasta la intubación es muy largo. En la mayoría de los pacientes cardíacos, el mantenimiento de la anestesia puede hacerse con agentes inhalatorios. En

pacientes muy afectados, isoflurano y sevoflurano son los agentes de elección. La naturaleza insoluble de estos anestésicos permite una rápida inducción, recuperación y cambios rápidos en la profundidad de la anestesia. Inhiben la contractibilidad en menor medida que otros agentes inhalatorios y son menos arritmogénicos. El uso combinado con opiáceos intravenosos reduce la cantidad de anestésico necesario para conseguir el nivel de anestesia adecuado. Los opiáceos combinados con bajas concentraciones de isoflurano o sevoflurano pueden no conseguir la relajación muscular adecuada, por lo que es deseable administrar un relajante muscular no despolarizante. Atracurio es un relajante muscular de acción corta independiente del metabolismo o excreción para realizar su acción (debe utilizarse con ventilación intermitente con presión positiva [VIPPP]).

En pacientes con alteración de la función cardíaca, derrame pericárdico o alteraciones cardíacas que no toleran la anestesia inhalatoria pueden administrarse fentanilo y midazolam en infusión. La dosis deberá ajustarse para mantener la anestesia adecuada. Debido a la potente inhibición respiratoria que se produce debe administrarse oxígeno y proporcionar VIPPP. En el caso de derrame pericárdico, una vez que se ha abierto el pericardio, puede instituirse la anestesia inhalatoria si la función cardíaca puede soportar sus efectos. La cirugía torácica siempre requiere de ventilación controlada. Puede conseguirse apretando el ambú o mediante un ventilador mecánico unido a la máquina de anestesia. De manera ideal, la ventilación mecánica debería conseguir un volumen corriente de 10 a 15 mL/kg de peso corporal a una presión inspiratoria de 20 cm de agua. La ventilación adecuada se asegura optimizando el volumen corriente, la presión inspiratoria y la velocidad de respiración, consiguiendo una ventilación con el mínimo riesgo de daño pulmonar o alteración cardiovascular. En última instancia, el fin de la ventilación mecánica es mantener la normocapnia. La ventilación puede controlarse midiendo la concentración corriente final de CO<sub>2</sub> mediante capnografía o el CO<sub>2</sub> arterial mediante análisis de gases sanguíneos. La oclusión exitosa del flujo de entrada requiere de una anestesia cuidadosa. Están indicadas aquellas técnicas anestésicas equilibradas que minimizan los agentes inhalatorios (p. ej., citrato de fentanilo más besilato de atracurio combinados con isoflurano o fentanilo más midazolam. La administración de una dosis única de dexametasona tras la inducción puede ayudar a reducir el daño cardíaco. Los animales deben

hiperventilarse durante 5 minutos antes de la oclusión del flujo de entrada. La ventilación se interrumpe durante la oclusión y se reanuda inmediatamente después del restablecimiento del flujo sanguíneo. Los fármacos y el equipo necesario para la reanimación cardíaca deben estar disponibles para su uso inmediatamente después de la oclusión del flujo de entrada. Puede ser necesario realizar un suave masaje cardíaco después de la oclusión para restablecer la función cardíaca. La oclusión digital de la aorta descendente durante este período ayuda a mantener un cierto gasto cardíaco disponible directamente al corazón y cerebro. Si se produjese fibrilación ventricular, es necesario realizar una desfibrilación interna inmediata tan pronto como se interrumpa la oclusión del flujo de entrada. Antes de la oclusión debe iniciarse la infusión venosa constante con lidocaína y continuarla si es necesario. Debe administrarse adrenalina en infusión venosa constante o con bomba cuando el animal está siendo desconectado. En caso de que sea necesario el apoyo con inotrópicos a largo plazo debe administrarse dobutamina.

#### **6.2.4. Antibióticos**

Los antibióticos perioperatorios están indicados para cualquier intervención cardíaca de más de 90 minutos de duración. Pueden administrarse cefalosporinas de primera generación (p. ej., cefazolina o cefapirina) intravenosas en el momento de la inducción y repetir una o dos veces cada 4 u 8 horas. En aquellas intervenciones que supongan una interrupción de la circulación o el establecimiento de circulación extracorpórea debe administrarse cefoxitina intravenosa antes de la cirugía y continuarla durante 24 a 48 horas después de la intervención. (7)

#### **6.2.5. Anatomía Quirúrgica**

El corazón es el órgano mediastínico de mayor tamaño. Generalmente se extiende desde la tercera costilla hasta el borde caudal de la sexta costilla, aunque existen variaciones entre razas e individuos. La base del corazón (es decir, el aspecto craneodorsal que recibe los grandes vasos) se coloca craneodorsalmente. El ápex (es decir, formado por los músculos del ventrículo izquierdo) se dirige caudoventralmente. Excepto una porción del lado derecho del corazón (surco cardíaco), la mayor parte de su superficie está cubierta por pulmón. La pared ventricular derecha supone aproximadamente el 22% del

peso total del corazón. La pared ventricular izquierda supone casi el 40%. La aurícula derecha recibe la sangre del sistema circulatorio. El seno coronario entra por el aspecto caudal izquierdo de la aurícula, ventral a la vena cava caudal. La vena cava caudal devuelve la sangre de las vísceras abdominales, las extremidades posteriores y una porción de la pared abdominal. La vena cava craneal trae la sangre de la cabeza, cuello, extremidades torácicas, pared torácica ventral y una porción de la pared abdominal. La vena ácigos suele desembocar en la vena cava craneal. Trae la sangre de las regiones lumbares y de la pared torácica caudal. El tronco braquiocefálico es la primera gran arteria del arco aórtico. La arteria carótida común suele surgir de ella como un vaso separado. La arteria subclavia izquierda se origina en el arco aórtico distal al tronco braquiocefálico (la subclavia derecha es una rama del tronco braquiocefálico). Las arterias vertebrales, el tronco costocervical, las arterias torácicas internas y las arterias axilares son ramas de los vasos subclavios. El pericardio es un saco grueso de doble capa compuesto por una capa externa fibrosa y una interna serosa. La cavidad pericárdica se localiza entre las dos capas (visceral y parietal) del pericardio seroso y suele contener una pequeña cantidad de líquido. El pericardio fibroso se combina con la adventicia de los grandes vasos y su ápex forma el ligamento esternopericárdico. Los nervios frénicos se localizan en un pliegue estrecho de la pleura adyacente al pericardio en la base del corazón. La pericardioectomía completa requiere de la elevación de estos nervios para evitar incidirlos. Se dividen para formar las ramas dorsal y ventral que se localizan en el esófago en el tórax caudal. El nervio laríngeo recurrente izquierdo deja el vago y hace un bucle alrededor del arco distal del ligamento arterioso para dirigirse cranealmente a lo largo de la superficie traqueal ventrolateral. (7)

La válvula pulmonar se aborda desde una toracotomía izquierda en el cuarto o quinto espacio intercostal o por esternotomía media. La válvula está formada por tres cúspides, derecha, izquierda e intermedia. Los ruidos asociados a las lesiones de la válvula pulmonar pueden escucharse mejor en el cuarto espacio intercostal, ligeramente por debajo de una línea dibujada a través del hombro. Véanse los comentarios anteriores sobre la arteria coronaria izquierda aberrante concomitante. (7)

### 6.2.6. Posición

Se coloca a los animales en decúbito lateral derecho y se prepara el hemitórax entero para cirugía aséptica. (7)

### 6.2.7. Cicatrización de las Estructuras Cardiovasculares

Las estructuras vasculares cicatrizan rápidamente, formando un sello de fibrina en minutos. En venas utilizadas para injertos se produce una epitelización y regeneración endotelial temprana. En venas pequeñas que han sido ocluidas traumáticamente durante períodos cortos de tiempo se produce, habitualmente, trombosis. Sin embargo, la trombosis de los grandes vasos se produce durante la oclusión del flujo de entrada o los procedimientos de circulación extracorpórea no se reconocen como un problema clínico. Para evitar la trombosis de las estructuras vasculares deben manipularse suavemente ya que cualquier traumatismo provoca el depósito de plaquetas, fibrina y glóbulos rojos en la superficie de la íntima. Si la íntima se rasga y se levanta hacia la luz puede formarse una capa que ocluya parcial o totalmente la luz distal. Esto, a su vez, provoca la acumulación de sangre en la pared del vaso, apelmazamiento vascular y trombosis. (7)

### MATERIALES DE SUTURA E INSTRUMENTAL ESPECIAL

Las suturas de polipropileno y trenzadas son las suturas estándar utilizadas en la cirugía cardiovascular. Los tamaños más frecuentes son 3-0, 4-0 y 5-0, aunque para las anastomosis vasculares pueden utilizarse tamaños pequeños. Las suturas deben estar disponibles junto con un cierto número de agujas cardiovasculares enhebradas acabadas en punta de diferentes tamaños. Algunas intervenciones precisan que el hilo de sutura esté doblemente armado (es decir, con agujas en ambos extremos). Los parches de teflón son útiles para reforzar las suturas de colchonero en el miocardio ventricular o en los grandes vasos. Para una cirugía cardíaca exitosa se necesita instrumental quirúrgico apropiado. La mayor parte del instrumental básico de cirugía general puede utilizarse en las cirugías cardíacas, aunque es deseable tener una cierta cantidad de instrumental especializado para las cirugías torácicas. El separador torácico estándar es el separador Finochietto. Resulta útil tener al menos dos tamaños para acomodarlos en animales de diferentes tamaños. Los

separadores ortopédicos fijos pueden sustituir a los torácicos en perros pequeños y en gatos. Las pinzas de tejido estándar para cirugía torácica son las pinzas DeBakey. Debe haber disponibilidad de, al menos, dos pinzas DeBakey y resulta de utilidad si una de ellas tiene una incrustación de carburo para agarrar las agujas de sutura. Las tijeras Metzenbaum son las tijeras estándar en la cirugía cardíaca. Las tijeras Metzenbaum curvas son más versátiles que las rectas. Las tijeras Pott (con un ángulo de 45°) son necesarias en algunas intervenciones cardíacas. Los portaagujas deben ser largos y disponibles en diferentes tamaños para los diferentes tamaños de agujas de sutura. Los portaagujas Mayo-Hegar, Crile-Wood y Castroviejo representan una buena selección de tamaños para cirugía torácica en animales. Las pinzas torácicas en ángulo son un instrumento importante en la cirugía cardíaca y deben estar disponibles en varios tamaños. Las pinzas de hemostasia vascular son pinzas no lesivas que se utilizan para la oclusión temporal de las estructuras cardiovasculares y pulmonares. Vienen en una gran variedad de tamaños y formas: rectas, en ángulo, curvadas y tangenciales. La más versátil para la mayoría de las intervenciones cardíacas es la pinza de hemostasia tangencial de grosor medio. (7)

#### 6.2.8. Técnica Quirúrgica

El tratamiento de la EP se basa en el grado de gravedad y el tipo de lesión presente. La gravedad se juzga en base a la presencia de signos, la extensión de la hipertrofia de ventrículo derecho y la magnitud del gradiente de presión sistólica. Los gradientes de presión sistólica derivados del Doppler medidos en animales sin sedar o sin anestesiarse se consideran medios si son inferiores a 50 mm Hg, moderados si están entre 50 y 75 mm Hg y graves si superan los 75 mm Hg. Los animales con EP sin signos, hipertrofia media y un gradiente de presión inferior a 50 mm Hg generalmente no precisan de intervención quirúrgica. Si el gradiente de presión es superior a 50 mm Hg y la hipertrofia ventricular es significativa, debe considerarse la cirugía. La valvuloplastia con globo ha sido el tratamiento de elección para perros con lesiones tratables (displasia valvular). Los perros con estenosis tipo A tienen más probabilidades de beneficiarse de esta técnica (Bussardori y cols., 2001). Los bulldog con EP suponen un dilema terapéutico por la posibilidad de arteria coronaria izquierda aberrante concomitante. En perros con esta anomalía, la arteria coronaria

izquierda cruza el tracto de flujo de salida del ventrículo derecho y puede dañarse durante la dilatación valvular. Se ha producido algún caso de muerte súbita por rotura de la arteria coronaria durante una valvuloplastia con balón. La valvuloplastia por injerto en parche también está contraindicada en los casos de arteria coronaria izquierda aberrante. Para esta patología, la colocación de un conducto con valvas o sin valvas entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar es una alternativa quirúrgica posible. (7)

Las opciones quirúrgicas para la corrección de la EP incluyen la dilatación valvular y la valvuloplastia por injerto en parche. Con la llegada de la valvuloplastia con balón rara vez está indicada la dilatación valvular quirúrgica. Los animales con hipoplasia anular grave, lesiones valvulares displásicas o hipertrofia grave tienen menos probabilidad de responder bien a la dilatación valvular. En estos animales, con EP grave, está indicada la valvuloplastia por injerto en parche especialmente si se sospecha de hipertrofia infundibular marcada y estenosis dinámica. La valvuloplastia por injerto en parche puede utilizarse también para aliviar, eficazmente, la EP supravalvular concomitante o aislada. Puede realizarse con el animal desconectado, con o sin oclusión del flujo de entrada (con hipotermia moderada; 32 °C a 34 °C) o con circulación extracorpórea. Si se utiliza la oclusión del flujo de entrada, el tiempo de interrupción circulatoria debe ser inferior a 5 minutos. (7)

La cirugía cardíaca no se diferencia fundamentalmente de otras intervenciones de cirugía general y se aplican los mismos principios de buena técnica quirúrgica (es decir, manipulación atraumática del tejido, buena hemostasia y asegurar firmemente los nudos de sutura). Las consecuencias de una mala técnica suelen ser mortales. La cirugía cardíaca se diferencia de otras en que la movilidad de la ventilación y las contracciones cardíacas se añaden para hacer más difícil la técnica en la realización de estos procedimientos. Los abordajes que proporcionan acceso limitado a las estructuras dorsales (p. ej., esternotomíamedia) requieren que el cirujano incida, suture o ligue ciertas estructuras localizadas en la profundidad del tórax. Las manos son útiles para suturar y la capacidad de suturar con las manos (en vez de con instrumental) se considera una habilidad fundamental en los cirujanos cardíacos. La realización de nudos seguros es de importancia vital si se quiere tener éxito en la cirugía cardíaca. El anudado manual es rápido y da lugar a nudos más

fuertes y seguros que el instrumental de sutura. La técnica de anudado con una mano es mejor para las suturas finas utilizadas en la cirugía cardíaca. Los nudos firmes se consiguen lanzando los dos o tres primeros cabos en la misma dirección antes de acabar con los nudos rectos de seguridad. El cierre de las estructuras cardiovasculares requiere de técnicas de sutura precisas y mucha habilidad en el manejo del instrumental para minimizar la hemorragia. Es importante utilizar suturas finas con agujas atraumáticas enhebradas y seguir cuidadosamente el contorno de la aguja al suturar (para minimizar los trazos de la aguja). El “palmeado” de los portaagujas supone una buena habilidad para realizar suturas rápidas pero debe evitarse cuando se sutura en el interior de la cavidad torácica. Se consigue un control preciso si se agarra el instrumental con los dedos colocados en los huecos del material. (7)

#### 6.2.9. Técnicas e Indicaciones

1. Técnica del bisturí: Indicada sólo para estenosis en plano valvular; utiliza un bisturí protegido para la ruptura transventricular de la válvula.
2. Procedimiento de Brock modificado: Indicado para hipertrofia infundibular aislada; utiliza un Rongeur infundibular por vía transventricular para extirpar el tejido hipertrófico infundibular.
3. Valvulotomía con valvulótomo: Indicada para displasia valvular y estenosis fibrosa subvalvular; utiliza un valvulótomo que corta la válvula y el anillo fibroso subvalvular por vía transventricular.
4. Oclusión de venas cavas y arteriotomía pulmonar a cielo abierto: Indicada en estenosis valvular y estenosis fibrosa subvalvular se utiliza el cierre del aporte circulatorio al ventrículo derecho con o sin hipotermia; se coloca una pinza de oclusión parcial sobre la arteria pulmonar y se incide directamente sobre la misma. No presenta muchas ventajas sobre las técnicas cerradas y puede producirse asistolia que requiere resucitación.
5. Técnica del parche protésico: Indicada en estenosis valvular y subvalvular muscular, en animales en crecimiento se coloca un punto de alambre através del sitio de obstrucción y se cubre el área con un parche de pericardio canino, bovino o de Dacron suturado a l ventrículo derecho y la

arteria pulmonar; a continuación se aserra la zona obstruida con el alambre quirúrgico y se extrae por debajo del parche cerrando luego éste último; está en duda la mejoría del gradiente con esta técnica.

6. Técnica del parche modificado por Orton: Indicada en estenosis valvular y subvalvular muscular; se utiliza oclusión de venas cavas conjuntamente a la sutura del parche y a la incisión infundibular y valvular; no está demostrada la mejoría duradera de la gradiente con esta técnica.
7. Cirugía de conductos: Indicada en estenosis valvular e infundibular muscular; se sutura un conducto de Dacron (con o sin válvula) desde el ventrículo derecho a la arteria pulmonar provocando un bypass del área estenótica; alta mortalidad. (1)
8. Dilatación instrumental transventricular, es la técnica de elección por lo simple y segura para animales con estenosis valvular o fibrosis subvalvular con poca hipertrofia muscular secundaria, sin hipoplasia del ostium pulmonar ni coronarias anormales. Se realiza una toracotomía en el 4to espacio intercostal izquierdo, se desplaza el lóbulo apical del pulmón izquierdo y se incide el pericardio subfrénico sobre el tracto infundibular. Se visualiza un área avascular unos 3 a 5 cm por debajo del plano valvular y se realizan dos jaretas de prolene 4/0 con parches de teflón en el miocardio infundibular. Con un bisturí N° 11 se incide el ventrículo en el centro de la jareta y se introduce un dilatador valvular al retirar el bisturí. Se palpa la bujía del dilatador en la arteria pulmonar para asegurarse que se llegó al área estenótica mientras se tensa la jareta evitando el sangrado. Se repite la operación con bujías que sean de 1 a 1,3 veces del diámetro del anillo valvular (usualmente con 3 a 5 intentos se produce la dilatación). Luego de retirar el dilatador se cierran las dos jaretas. El cierre de la toracotomía es el habitual. Se debe evitar la realización de un túnel miocárdico que disেকে hasta el plano valvular ya que la cicatrización posterior evitará la mejoría del gradiente; el sangrado franco en la incisión asegura que el bisturí llegó a la cámara ventricular evitando esta complicación. Esta técnica es útil en animales con síncope de esfuerzo e hipertrofia ventricular derecha moderada y produce disminución del gradiente (que se mantiene a largo plazo) con mejoría de la actividad física del animal. (1).

9. Corrección por injerto en parche abierta con oclusión del flujo de entrada, realice una toracotomía izquierda en el quinto espacio intercostal. Pase cinta de torniquete alrededor de la vena cava y vena ácigos.

Oclusión del flujo de entrada: La oclusión del flujo de entrada es una técnica utilizada en las cirugías abiertas de corazón en la que el flujo venoso completo al corazón se interrumpe de manera temporal. Puesto que la oclusión produce una interrupción de la totalidad de la circulación, el tiempo para realizar la intervención es limitado. De manera ideal, la interrupción de la circulación en un paciente normotérmico debería ser inferior a 2 minutos, pero puede prolongarse hasta los 4 minutos, si es necesario. El tiempo de interrupción puede prolongarse hasta los 6 minutos cuando hay hipotermia general moderada (32 °C a 34 °C). Las temperaturas por debajo de los 32 °C predisponen a la fibrilación y deben evitarse. La ventaja de la oclusión del flujo de entrada es que no precisa de equipo especializado, aunque el tiempo limitado para realizar la intervención precisa que la cirugía esté muy bien planificada y se ejecute con rapidez y pericia. Dependiendo de la intervención cardíaca que vaya a realizarse, haga una toracotomía izquierda o derecha o una esternotomía media. Con una toracotomía derecha o una esternotomía media, ocluya las venas cava craneal y caudal y la vena ácigos con pinzas de hemostasia o torniquetes de Rumel. Haga un torniquete de Rumel pasando cinta umbilical alrededor del vaso. Después, enhebre la cinta umbilical en una pieza de goma de 2,5 a 7,5 cm de longitud. Cuando la cinta umbilical se haya apretado adecuadamente para ocluir el vaso, coloque una pinza de hemostasia por encima del tubo de goma para asegurarla en el sitio. Tenga cuidado de no dañar el nervio frénico derecho durante la colocación de las pinzas o los torniquetes. En las toracotomías izquierdas, pase torniquetes separados alrededor de las venas cava craneal y caudal. Después, diseque dorsal al esófago y la aorta y ocluya la vena ácigos colocando un torniquete alrededor de ella. (7)

Haga una incisión hasta la mitad del grosor en el tracto del flujo de salida del ventrículo derecho. Suture un parche autógeno pericárdico o sintético en la incisión ventricular y en el aspecto craneal de la arteria pulmonar. Inicie la oclusión del flujo de entrada y haga incisiones en todo el grosor de

la arteria pulmonar y el ventrículo derecho. Incida o escinda las valvas displásicas de la válvula pulmonar lo que sea necesario. Complete la sutura de la arteria pulmonar al injerto en parche y suspenda la oclusión del flujo de entrada. Reanime el corazón. Es importante eliminar el aire del corazón mediante la suspensión de la oclusión del flujo de entrada justo antes del anudado de la última sutura. (7)

10. Modificación de la técnica del parche, esta técnica se indica si hay gran hipertrofia infundibular. Luego de la toracotomía habitual se recorta un rectángulo de pericardio subfrénico que tenga 3 a 5 veces el ancho del tracto de salida del ventrículo derecho. Se sutura el parche redundante a la arteria pulmonar unos 2 cm por encima del área estenótica y al infundíbulo ventricular unos 3 cm por debajo de esa zona; luego se incide el centro del parche tomado en carpa con puntos o pinzas y se coloca un bisturí N° 11 a través del orificio, se coloca una sutura en jareta en la incisión del parche y luego se marca superficialmente el área de corte sobre el infundíbulo (sin penetrar en la luz ventricular). Al comenzar el sangrado se ajusta la jareta del parche sobre el mango del bisturí mientras se profundiza la herida hasta la luz ventricular y el plano valvular (maniobra que se realiza a ciegas); luego se afloja suavemente la jareta, se retira el bisturí y se cierra la jareta llenándose el parche con sangre por la expansión producida del tracto de salida del ventrículo derecho. (1)
11. Anatomosis atriopulmonar, esta técnica está indicada en casos donde coexisten la estenosis pulmonar y la displasia tricuspídea con regurgitación. Luego de la realización de la toracotomía izquierda en el 4to espacio y de la apertura del pericardio, se visualiza la orejuela derecha agrandada contactando con la cara craneal de la arteria pulmonar. Primero se procede a la dilatación transventricular de la estenosis pulmonar, luego de unos minutos de descanso para valorar el estado hemodinámico se procede a colocar una pinza de oclusión parcial en el extremo libre de la orejuela y otra pinza de oclusión colocada en la arteria pulmonar (que enfrente a la anterior); las pinzas deben estar paralelas para evitar la tracción. Luego se procede a la apertura controlada de la arteria pulmonar (la incisión no debe ser mayor al diámetro valvular) y a la apertura paralela de la orejuela. Seguidamente se sutura la orejuela y la arteria pulmonar con una sutura

continua de prolene 4/0 o 5/0 comenzando en la cara posterior de la incisión (la más lejana al cirujano) quedando una comunicación atriopulmonar inferior al diámetro valvular que permitirá el flujo desde el atrio hipertenso que soporta la regurgitación hacia la arteria pulmonar (es ideal medir presiones atriales durante la cirugía). El patrón de flujo es complejo pero permite descargar de presión al atrio. Esta técnica también puede utilizarse en caso de hallar un ventrículo derecho muy hipertrófico con una pequeña cavidad. Hacen falta estudios a largo plazo de estos pacientes con cardiopatías congénitas mixtas para valorar la disminución del atrio derecho en el largo plazo. (1)

12. Valvuloplastia con cateter de balón, se indica para gradientes superiores a 80 mm Hg, sincopes en el ejercicio e hipertrofia ventricular derecha moderada a grave. Se utiliza en la estenosis tipo 1. Se realiza anestesia general, el paciente se coloca en decúbito lateral derecho y se coloca un dilatador vascular de 8 a 12 Fr por vía yugular o femoral derecha. Se avanza un alambre guía a través del dilatador hasta el plano valvular, se retira el dilatador y se avanza el catéter balón sobre el alambre guía, luego se retira la guía. El balón del catéter debe tener inflado de 1 a 1,3 veces el diámetro del anillo valvular. Se infla durante 10 segundos hasta 5 o 6 atm hasta que la cintura que causa la estenosis sobre el balón inflado se pierde. El inflado se produce con solución salina mezclada con medio de contraste, con un inyector manual. Esta técnica es simple y segura pero requiere de equipos de intensificación de imagen. (1)

Desde hace varios años la valvuloplastia de balón se ha convertido en el tratamiento de elección en pacientes con estenosis pulmonar grave. Esta técnica permite reducir en la mayoría de los casos el grado de obstrucción. Consiste en la utilización de un catéter que dispone de un balón cilíndrico muy resistente en su extremo que se introduce a través de un acceso vascular hasta el punto de estenosis guiado por fluoroscopia. Una vez ubicado el catéter a nivel de la estenosis el balón se hincha de tal forma que, bien por estiramiento bien por fractura de la estenosis, aumenta el tamaño de la luz de la zona estenosada. El balón debe inflarse rápidamente de forma manual con una mezcla de suero fisiológico y contraste a partes iguales en una jeringa de 20 ml. Una vez inflado obstruye

completamente el flujo sistólico de salida del ventrículo derecho por lo que solamente puede mantenerse así entre 5 y 10 segundos. El proceso de inflado-desinflado debe repetirse varias veces hasta conseguir una dilatación satisfactoria. Al principio, cuando el balón se mantiene inflado se aprecia una indentación en la zona central que corresponde a la zona de estenosis que desaparece de forma brusca cuando se consigue la correcta dilatación de la misma. Las dimensiones del balón deben tener un diámetro de balón entre 1,2 y 1,5 veces superior al del anillo pulmonar y con una longitud que debe ir desde el interior del tracto de salida del ventrículo derecho hasta unos centímetros por encima de la válvula pulmonar. (10)

#### **6.2.10. Pronóstico**

El pronóstico de perros con EP depende de su gravedad. Los animales con gradientes de presión sistólica superiores a 75 mm Hg tienen más probabilidades de experimentar una insuficiencia cardíaca o muerte súbita a edades tempranas. La dilatación con globo presenta un riesgo mínimo de complicaciones y una mortalidad postoperatoria baja, pero su eficacia depende de la morfología de la anomalía. En un estudio, el 100% de los perros con lesiones tipo A sobrevivieron a la intervención y los signos clínicos se resolvieron. La mayoría no mostraron signos durante 1 año. Por otro lado, el 66,6% de los perros con lesiones tipo B sobrevivieron a la intervención y, de ellos, la resolución de los signos clínicos al año sólo se obtuvo en el 50%. En otro estudio, la valvuloplastia con balón produjo una mejoría clínica sustancial en el 80% de casos anteriormente sintomáticos. El injerto en parche es eficaz en casos graves, pero no permite errores durante la intervención. La mortalidad intraoperatoria de esta técnica es del 15% al 20% en manos de un cirujano experimentado. El problema más frecuente es la incapacidad de reanimar el corazón después de la oclusión del flujo de entrada. La valvuloplastia con balón exitosa provoca insuficiencia valvular pulmonar sustancial, pero de consecuencias mínimas, mientras que la válvula tricúspide mantenga su funcionalidad y no haya hipertensión pulmonar. Si hay disponibilidad de instalaciones, se pueden obtener mejores resultados con la circulación extracorpórea, especialmente si el perro muestra insuficiencia ventricular derecha. (7)

### 6.2.11. Consideraciones Finales

Cabe resaltar el hecho de que los caninos pueden tolerar un corazón trivalvular (sin función valvular pulmonar) pero con una válvula tricúspide competente. La hipoplasia del ostium requiere reconstrucción del tracto de salida ventricular y/o de la arteria pulmonar. La circulación coronaria anormal requiere bypass coronario, salvo que el vaso anormal esté a una distancia del plano valvular que permita la colocación de un instrumento de dilatación y que la arteria por sí misma, no sea la principal causa de obstrucción en el infundíbulo, derecho (vale decir, que exista una displasia valvular que se pueda dilatar sin traccionar sobre la coronaria por el riesgo de infarto. (1)

Las opciones quirúrgicas incluyen:

- Dilatación con catéter balón.
- Valvulotomía bajo visión directa.
- Dilatación cerrada vía transventricular o transpulmonar.
- Parche de pericardio o protésico, sobre una arterioventriculotomía
- Implantación de un conducto ventrículo arterial (con o sin válvula) (1)

La eficacia de la técnica de valvuloplastia de balón, es mayor cuando se trata de pacientes con valvas delgadas y fusionadas. Generalmente se consigue una reducción en el gradiente de presión de entre el 40 y 60 % que se mantiene en el 60-70% de los pacientes. Se trata de una técnica especialmente indicada para pacientes con estenosis pulmonar moderada o grave que presentan signos clínicos como síncope o intolerancia al ejercicio. Por lo general, este tipo de técnicas son más sencillas, menos traumáticas, más baratas y menos arriesgadas que los procedimientos quirúrgicos que antiguamente se utilizaban para solucionar este problema obstructivo. Aunque las complicaciones son poco frecuentes, durante el procedimiento se puede producir una perforación cardíaca y el consiguiente taponamiento cardíaco, hemorragia y muerte del animal. También puede producirse una insuficiencia cardíaca derecha secundaria a lesiones sobre la válvula tricúspide. La reducción en el gradiente de presión tras la valvuloplastia se suele mantener durante varios meses en la

mayoría de los pacientes y su pronóstico es mucho mejor si se consigue reducir por debajo de los 50 mm Hg. (10)

### 6.2.12. Cuidados y Evaluación Postoperatorios

El control del paciente y los cuidados postoperatorios son las piedras angulares del éxito de una cirugía cardíaca. El grado de cuidados necesarios en las intervenciones cardíacas depende del paciente y de la intervención realizada. Un buen conocimiento de la función cardiopulmonar, junto con una buena observación del paciente, es tan importante para el éxito de la cirugía como tener aparatos de control avanzados. Después de una cirugía torácica es importante la evaluación de la ventilación. Los esfuerzos ventilatorios pobres pueden detectarse por primera vez en el período después de la cirugía cuando la influencia de los anestésicos aún existe pero se ha desconectado la ventilación mecánica. El dolor incontrolado puede provocar también hipoventilación. La ventilación total puede evaluarse midiendo directamente el volumen de gas espirado con un espirómetro. El volumen corriente debe ser, al menos, de 10 mL por kg de peso corporal. En última instancia, la mejor medida de la ventilación alveolar es la presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>). Existe hipoventilación alveolar cuando la PaCO<sub>2</sub> se encuentra por encima de 40 mm Hg. El tratamiento subyacente, si es posible. Ciertos fármacos son conocidos depresores de la ventilación (es decir, opiáceos y relajantes musculares) y deben utilizarse con precaución en el perioperatorio y sopesarse el riesgo de inhibición respiratoria frente al riesgo de hipoventilación por dolor. Si existe aire o líquido pleural debe evacuarse. Las lesiones o disfunciones del aparato ventilador neuromuscular deben corregirse, si es posible. Si la hipoventilación es grave está indicada la administración de ventilación de presión positiva. En condiciones fisiológicas, el intercambio gaseoso entre los alvéolos y la sangre de los capilares pulmonares es eficiente y la presión alveolar de oxígeno (PAO<sub>2</sub>) y la presión arterial de oxígeno (PaO<sub>2</sub>) es prácticamente la misma. En pacientes con alteraciones del intercambio gaseoso aparece hipoxemia porque PAO<sub>2</sub> y PaO<sub>2</sub> no son iguales. Las principales causas de alteración del intercambio gaseoso en el postoperatorio son falta de relación ventilación/perfusión (VA/Q) y derivaciones pulmonares secundarias a un colapso alveolar. La alteración del intercambio gaseoso pulmonar puede responder o no a la terapia con oxígeno dependiendo de la causa subyacente.

Por tanto, la respuesta a la terapia con oxígeno complementario debe evaluarse para cada paciente individualmente, preferentemente mediante análisis de los gases sanguíneos. El objetivo terapéutico del oxígeno complementario es mantener la PaO<sub>2</sub> por encima de 80 mm Hg. En pacientes con alteraciones graves del intercambio gaseoso que no responde a la terapia sólo con oxígeno está indicada la terapia con presión positiva al final de la espiración (PPFE). El mantenimiento una PaO<sub>2</sub> adecuada en un paciente es importante porque es el determinante principal de la saturación de oxígeno en la hemoglobina (SaO<sub>2</sub>). SaO<sub>2</sub> puede medirse mediante pulsioximetría. El objetivo terapéutico es mantenerla en el 90% o por encima. El contenido de oxígeno de la sangre es una función de SaO<sub>2</sub> y de la concentración de hemoglobina. Por ello, el mantenimiento de un contenido de oxígeno adecuado requiere tanto de una función pulmonar correcta (Sao<sub>2</sub> por encima del 90%) como de una adecuada concentración de hemoglobina. El mantenimiento del hematocrito por encima del 30% es también un objetivo terapéutico importante en animales que van a someterse a cirugía cardíaca, especialmente si hay alteraciones cardiopulmonares. La presión sanguínea sistémica es directamente proporcional al gasto cardíaco y a la resistencia vascular sistémica. La medición de la presión sanguínea supone una buena evaluación de la función cardiovascular, especialmente durante y justo después de la intervención. Entre las técnicas indirectas de medida de la presión sanguínea se encuentran el método oscilométrico, base de los monitores como el Dinamap y el método Doppler. La técnica Doppler proporciona sólo la presión sistólica, pero es útil para evaluar las tendencias de la presión durante y después de la cirugía. Los métodos indirectos son menos invasivos pero también menos precisos que los directos. La medición directa de la presión sanguínea requiere de la colocación de un catéter arterial. Los catéteres arteriales tienen la ventaja adicional de que permiten realizar análisis de gases arteriales. Puede colocarse uno en una arteria dorsal de la extremidad. La medición directa precisa, además, de un transductor de presión y un monitor o un manómetro. El objetivo terapéutico es mantener la presión por encima de 65 mm Hg y la presión sistólica por encima de 90 mm Hg. La presión puede elevarse mediante un aumento del gasto cardíaco o un aumento de la resistencia vascular sistémica. En la mayoría de los casos, la estrategia adecuada para corregir la hipotensión es aumentar el gasto cardíaco. El factor

más importante para mantener un correcto gasto cardíaco es mantener un volumen vascular adecuado. La presión venosa central debe mantenerse entre los 5 y los 10 cm de agua. Rara vez está indicado el tratamiento hipertensor arterial. El mantenimiento inotrópico y tensor puede obtenerse mediante una infusión constante de adrenalina. El apoyo inotrópico prolongado se realiza con dobutamina. El control de las alteraciones del ritmo cardíaco en el electrocardiograma es importante en animales que se someten a una cirugía cardíaca. En estos pacientes, la taquicardia sinusal es la alteración más frecuente. El tratamiento de la taquicardia debe ir dirigido hacia la corrección de la causa subyacente y la mejora del gasto cardíaco. Las arritmias ventriculares, incluyendo los complejos ventriculares prematuros (CVP) y la taquicardia ventricular sostenida y no sostenida, son frecuentes durante y después de una intervención cardíaca. En el período perioperatorio debe intentarse inhibir los CVP frecuentes, especialmente cuando ocurren con un intervalo de acoplamiento corto (es decir, fenómenos R en T) y la taquicardia ventricular rápida. La infusión intravenosa continua de lidocaína es eficaz en la mayoría de los casos. La fibrilación ventricular es una forma de interrupción cardíaca que precisa de desfibrilación eléctrica inmediata. Si se realiza una cirugía cardíaca debe disponerse de equipo de desfibrilación. (7)

### 6.2.13. Complicaciones

La principal complicación de la cirugía cardíaca es la hemorragia. Las hemorragias graves pueden producirse tanto durante la cirugía como en el postoperatorio. Debe disponerse de material para una transfusión sanguínea. Debe obtenerse sangre fresca completa lo más cerca posible del momento de necesitarla y no debe enfriarse porque se puede reducir el contenido en plaquetas. Si es posible debe identificarse un donante compatible mediante pruebas cruzadas antes de la cirugía. Existen sistemas de recuperación de sangre autógena, como el Cell Saver, para la recolección y procesamiento de la sangre en procedimientos en los que hay sangrados rápidos o una gran pérdida de sangre. Pueden utilizarse también para secuestrar plaquetas y plasma del paciente inmediatamente antes de la cirugía, reduciendo la necesidad de donantes. (7)

## VII. JUSTIFICACIÓN

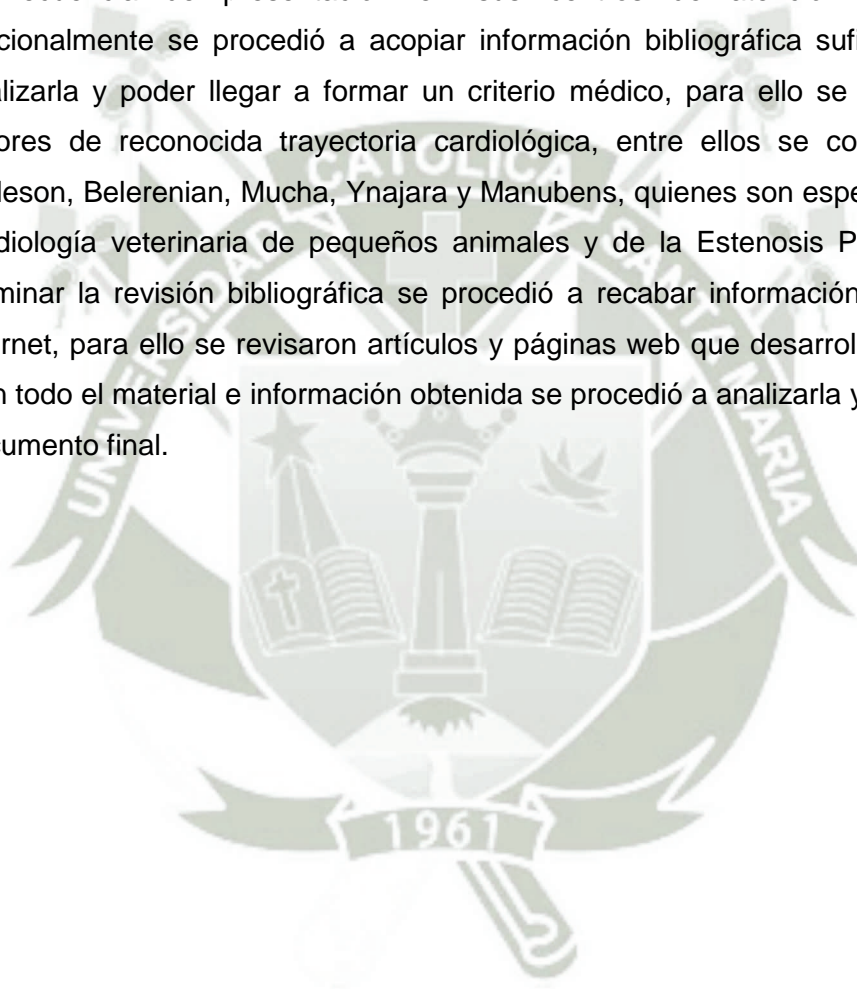
El presente borrador de tesina basó su justificación al considerar la oportunidad de brindar nuevos servicios y campos de especialidad a los profesionales y especialistas médicos veterinarios, por otro lado permitirá que los propietarios de mascotas que padezcan de dicha enfermedad cardiaca congénita puedan tener alternativas que permitan la recuperación de sus mascotas. Otro punto importante que justificó la presente tesina, es el estudio de tratamientos quirúrgicos mínimamente invasivos para la Estenosis Pulmonar, que van a mejorar la calidad de implementación quirúrgica, al tener requerimientos de equipo especializado, instrumental de cirugía cardiovascular y cuidados intensivos, que significarán una inversión adicional para los centros de atención médico veterinaria y por ende un ingreso importante, al ofertar dicho servicio. Finalmente el presente trabajo se justificó al considerar las diferentes técnicas quirúrgicas y la necesidad de definir la técnica que ofrece mejores ventajas y resultados satisfactorios.

## VIII. OBJETIVOS

- a. Recopilar información bibliográfica sobre Estenosis pulmonar, sobre su tratamiento, las técnicas quirúrgicas tomando como criterio el tiempo, costo y efectividad de la misma
- b. Informar en forma técnica sobre los tratamientos de cirugía mínimamente invasiva.

## IX. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló realizando diferentes tipos de actividades, dentro de las cuales se realizaron como punto de partida la entrevista en forma personal, vía telefónica y mediante comunicación virtual, con profesionales dedicados a la cardiología, profesionales que se dedican a cirugía torácica y cardiólogos especializados. Quienes brindaron información detallada sobre estenosis pulmonar como enfermedad congénita cardíaca y se consultará sobre la frecuencia de presentación en sus centros de atención veterinaria. Adicionalmente se procedió a acopiar información bibliográfica suficiente para analizarla y poder llegar a formar un criterio médico, para ello se consultaron autores de reconocida trayectoria cardiológica, entre ellos se consultaron a Kittleson, Belerenian, Mucha, Ynajara y Manubens, quienes son especialistas en cardiología veterinaria de pequeños animales y de la Estenosis Pulmonar. Al culminar la revisión bibliográfica se procedió a recabar información técnica de internet, para ello se revisaron artículos y páginas web que desarrollan el tema. Con todo el material e información obtenida se procedió a analizarla y redactar el documento final.



## X. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al análisis realizado de la bibliografía citada en la presente tesina, la Estenosis Pulmonar (EP) se define como una cardiopatía bastante frecuente en caninos y de ocasional aparición en felinos, esta se caracteriza por presentar un estrechamiento que se ubica en cualquier punto del tracto de salida del ventrículo derecho, hasta la arteria pulmonar principal, lo más común es la estenosis valvular y la subvalvular (1).

Según Belerenian y colaboradores, es más común en Bóxer y Bulldog, y tiene importancia quirúrgica. En Argentina se observa EP en las razas Schnauzer miniatura, Beagle, Terriers, Bóxer y Cocker Spaniel. (1)

De acuerdo a lo planteado por Manubens, las razas más susceptibles son el Bulldog Inglés, Scottish Terrier, Fox Terrier pelo duro, Schnauzer miniatura, West Highland White Terrier, Chihuahua, Samoyedo, Mastín, Cocker Spaniel, Bóxer, y Beagle. Además se considera como la tercera cardiopatía congénita más frecuente en el perro, después del conducto arterioso persistente y la estenosis aórtica. (10)

La estenosis pulmonar puede ser valvular, subvalvular o bien supra valvular, siendo la forma valvular la más frecuente. (10)

Desde el punto de vista quirúrgico, se prefiere clasificar a la EP en cuatro tipos:

- Estenosis tipo I, se caracteriza por valvas normales acompañadas de ligera fusión comisural, pero no engrosadas y dilatación post estenótica.
- Estenosis tipo II, se caracteriza por valvas engrosadas y dilatación post estenótica.
- Estenosis tipo III, se caracteriza por tener valvas engrosadas acompañadas de dilatación post estenótica y presencia de displasia tricúspide
- Estenosis tipo IV, se caracteriza por tener valvas engrosadas acompañadas de dilatación post estenótica, presencia de displasia tricúspide y malformación coronaria,

Estas alteraciones sean discretas o severas, incrementan la resistencia al flujo en diferentes grados, en el tracto de salida del ventrículo derecho lo que eleva la presión sistólica de éste y por ende produce una hipertrófica concéntrica. De alguna forma también podría afectar el riego coronario derecho, provocando una arritmia y muerte súbita. (1)

En cuanto a los signos clínicos, la mayoría de los perros afectados no suelen mostrar sintomatología. Es probable que se durante la exploración física rutinaria se escuche un soplo. En los casos graves se puede observar intolerancia al ejercicio o fatiga tras un esfuerzo físico importante acompañado de un posterior síncope. Por lo tanto de acuerdo a los síntomas inadvertidos o no manifiestos, el hallazgo físico predominante sería un soplo de eyección sistólica en la base izquierda. (7)

Para poder estimar la gravedad del caso clínico se debe recurrir a la ecocardiografía, la cual estima la gravedad de acuerdo a los siguientes parámetros:

Estenosis media: Velocidad menor a 3,5 m/seg o Gradiente de presión de 40 a 50 mm Hg.

Estenosis moderada: Velocidad entre 3, 5 y 4 ,5 m/seg o Gradiente de presión entre 50 y 80 mmHg.

Estenosis grave: Velocidad mayor a 4,5 m/seg o Gradiente de presión mayor a 80 mmHg. (1)

En cuanto al tratamiento médico, si existe insuficiencia ventricular derecha, con síndrome ascítico, se puede instaurar el tratamiento clásico con digitálicos o diuréticos, además estará recomendada la abdominocentesis para drenar el líquido acumulado. (1)

Para tomar la decisión de realizar una intervención quirúrgica el parámetro a seguir será una gradiente de presión es superior a 50 mm Hg y la hipertrofia ventricular es significativa. (7)

Las opciones quirúrgicas incluyen:

Valvuloplastia con globo. (1, 7, 10)

Valvutotomía bajo visión directa. (1)

Ditatación cerrada vía transventricular o transpulmonar. (1)

Parche de pericardio o protético, sobre una arterioventriculotomía(1)

Implantación de un conducto ventrículo arterial (con o sin válvula) (1)

Antes de decidirse por la técnica quirúrgica más adecuada será necesario un diagnóstico ecocardiográfico detallado, y considerar que en algunas razas como el bulldog supone un dilema terapéutico por la posibilidad de presentar una EP tipo IV, con una arteria coronaria izquierda aberrante. (7)

De acuerdo al análisis realizado se plantean las siguientes alternativas quirúrgicas, las mismas que se desarrollan en función al tipo de Estenosis Pulmonar propuesto por Belerenian y colaboradores:

Estenosis tipo I: Tratamiento médico o Valvuloplastía con globo

Estenosis tipo II: Valvuloplastía con globo o Valvutotomía bajo visión directa

Estenosis tipo III: Valvuloplastia por injerto en parche

Estenosis tipo IV: Valvuloplastía por injerto en parche.

Fossum plantea otra clasificación, esta se realiza basándose en la anatomía valvular ecocardiográfica y en la relación anular aórtico: pulmonar, la patología se clasifica en EP tipo A (diámetro anular normal y relación aórtico: pulmonar inferior o igual a 1,2) o EP Tipo B (hipoplasia anular pulmonar y relación aórtico:pulmonar superior a 1,2). (7)

De acuerdo a esta clasificación, las alternativas quirúrgicas y el pronóstico de perros con EP, depende de su gravedad. En un estudio, el 100% de los perros con lesiones tipo A sobrevivieron a la intervención y los signos clínicos se resolvieron. La mayoría no mostró signos durante 1 año. Por otro lado, el 66,6% de los perros con lesiones tipo B sobrevivieron a la intervención y, de ellos, la resolución de los signos clínicos al año sólo se obtuvo en el 50%. En otro estudio, la valvuloplastia con balón produjo una mejoría clínica sustancial en el 80% de casos anteriormente sintomáticos. El injerto en parche es eficaz en

casos graves, pero no permite errores durante la intervención. La mortalidad intraoperatoria de esta técnica es del 15% al 20% en manos de un cirujano experimentado. La valvuloplastia con balón exitosa provoca insuficiencia valvular pulmonar sustancial, pero de consecuencias mínimas, mientras que la válvula tricúspide mantenga su funcionalidad y no haya hipertensión pulmonar. (7)

## 10.1. CONCLUSIONES

Después de realizar un análisis detallado de la bibliografía consultada, llegamos a las siguientes conclusiones:

10.1.1. La Estenosis pulmonar se puede diagnosticar mediante el diagnóstico ecocardiográfico, que es el instrumento principal para el diagnóstico definitivo y la toma de decisión quirúrgica. Se puede realizar la valvuloplastia con balón, los requerimientos de anestesia y manejo del dolor son básicos, lo cual es una ventaja frente a otros procedimientos que requieren anestesia general y complican el resultado al tener contraindicaciones en función a la sintomatología clínica. Es cierto que la técnica tiene buenos resultados, sin embargo he llegado a la conclusión de que es un tanto complicada de desarrollar en nuestro medio, ya que no se cuenta con equipos de fluoroscopia de uso médico veterinario y es difícil acceder a los de uso en medicina humana. La valvuloplastia con balón como alternativa de tratamiento para la Estenosis Pulmonar, requiere entrenamiento, por lo tanto llegamos a la conclusión de que los especialistas en clínica quirúrgica, deben formar un grupo de cirugía cardiovascular, para poder capacitarse y tener dominio práctico de dicha técnica, de tal forma que les permita brindar dicho servicio a la comunidad. Las técnicas de Valvulotomía bajo visión directa y Valvuloplastia por injerto en parche, son técnicas de alta cirugía, las cuales requieren de equipo y personal especializado. No es posible realizar cirugías con circulación extracorpórea en nuestro medio en estos momentos. La técnica de Valvulotomía bajo visión directa es una técnica de fácil aplicación y requiere de preparación práctica adecuada. La técnica de Valvuloplastia por injerto en parche es posible desarrollarla en nuestro medio, sin embargo requiere de un grupo de profesionales capacitados en la técnica. Se sugiere utilizar esta técnica

quirúrgica debido a que como es mínimamente invasiva se puede dar de alta al paciente luego de 24 a 48 horas posterior al procedimiento quirúrgico, el costo promedio de esta cirugía es de \$ 4000 dólares americanos.

- 10.1.2. En cuanto a la técnica sobre los tratamientos de cirugía mínimamente invasiva, se encontró que la resolución de la Estenosis Pulmonar mediante la valvuloplastía con balón, es una técnica de cirugía mínimamente invasiva de fácil manejo y aplicación. La presente técnica tiene menor mortalidad, recuperación rápida y pocas complicaciones.



## 10.2. RECOMENDACIONES

La formación de un grupo de cirugía cardiovascular con profesionales de nuestra ciudad.

Los centros de atención veterinaria de la ciudad que puedan lograr la implementación necesaria para realizar cirugías torácicas.

La capacitación constante de los médicos veterinarios que se dedican a clínica médica en pequeños animales en temas de cardiología y diagnóstico cardiológico.

La investigación en temas de cardiología veterinaria para pequeños animales.

Los profesionales que deseen realizar cirugía cardiovascular realicen prácticas constantes mediante la formación de grupos de estudio.



### 10.3. BIBLIOGRAFÍA

1. BELERENIAN G., MUCHA C. y CAMACHO A. Afecciones cardiovasculares en Pequeños Animales. Editorial Intermédica, Buenos Aires Argentina, 2001.
2. BERNAL, J. Manual Práctico de Interpretación Electrocardiográfica. Editorial Servet, Zaragoza España. 2008.
3. BOON, J. Ecocardiografía Práctica en Pequeños Animales. Editorial Multimédica, Barcelona España. 2002.
4. BOON, J. Ecocardiografía Veterinaria. Segunda Edición. Editorial Multimédica Ediciones Veterinarias, Barcelona España. 2012.
5. COUTO y NELSON. Medicina Interna de Animales Pequeños. Editorial Intermédica, Buenos Aires Argentina. 2000.
6. ETTINGER & FELDMAN. Tratado de Medicina Interna Veterinaria, Sexta Edición, Editorial Elsevier, Madrid España. 2007.
7. FOSSUM T. Cirugía de Pequeños Animales. Editorial Elsevier, Barcelona España. 2009.
8. JIMENEZ DE LA PUERTA, J. The Heart, Atlas de Cardiología. Editorial Servet, Zaragoza España. 2013.
9. KITTLESON & KIENLE. Medicina Cardiovascular de Pequeños Animales. Segunda edición, Editorial Multimédica, Barcelona España. 2000.
10. MANUBENS ET AL. Diagnóstico y Resolución de la Estenosis Pulmonar. Hospital Veterinari Molins. [www.hvmolins.com](http://www.hvmolins.com). Imágenes cedidas por los autores <http://argos.portalveterinaria.com/noticia/5107/articulos-archivo/diagnostico-y-resolucion-de-la-estenosis-pulmonar-mediante-valvuloplastia.html>
11. MONTOYA a YNAJARA. Manual Práctico de Electrocardiografía en Pequeños Animales, Editorial Elsevier Masson, Barcelona España. 2007.

12. MORGAN, R. Clínica de Pequeños Animales. Cuarta edición, Editorial Elsevier Saunders, Madrid España. 2004.
13. TILLEY L. Manuel de Cardiología Canina y Felina. Cuarta Edición, Editorial Multimédica Ediciones Veterinarias, Barcelona España. 2009.
14. VENFIDO. Estenosis Pulmonar en Perros.  
<http://www.venfido.com.mx/enfermedad.php?n=estenosis-pulmonar-en-perros>
15. YNARAJA RAMIREZ E. Manual Clínico de Cardiología Básica en el Perro y el Gato. Editorial Servet. Zaragoza España. 2005

