

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**Corrección de compresión de vena cava caudal por tumor de base
cardiaca a través de un stent transatrial en un perro de siete años**
Reporte de caso

Sergio Iván Guerrero Hernández

Medicina veterinaria

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Médico veterinario

Quito, 18 de mayo de 2022

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias de la Salud

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Corrección de compresión de vena cava caudal por tumor de base cardiaca
a través de un stent transatrial en un perro de siete años
Reporte de caso**

Sergio Iván Guerrero Hernández

Nombre del profesor, Título académico

Romel Lenin Vinueza DMVZ, MSc

Quito, 18 de mayo de 2022

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Sergio Iván Guerrero Hernández

Código: 00200681

Cédula de identidad: 1720940368

Lugar y fecha: Quito, 18 de mayo de 2022

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

En este reporte de caso se describe y analiza la metodología de diagnóstico, tratamiento y seguimiento en un perro con síndrome de Budd Chiari causado por un tumor de base cardíaca. Inicialmente el paciente acudió a consulta por ascitis severa de origen desconocido e intolerancia al ejercicio. Con ecocardiografía y TAC se confirmó la presencia de la neoformación de base cardíaca, la cual estaba comprimiendo vena cava caudal en su entrada al atrio derecho. Por ecocardiografía se identificó un flujo turbulento y gradiente de presión elevado (22,2 mmH) en la zona de la obstrucción. La compresión extrínseca se alivió colocando un stent transatrial con una técnica endovascular mínimamente invasiva (guiado por fluoroscopia y ecocardiografía transesofágica en tiempo real). Los signos clínicos incluyendo el cese de la ascitis se resolvieron de forma eficaz con la intervención. Posterior a la colocación del stent, se confirmó una reducción considerable del gradiente de presión a un valor hemodinámicamente aceptable (3,96 mmHg) y restauración del flujo laminar en la entrada al corazón. De esta forma se entiende que la ecocardiografía resulta un medio diagnóstico sumamente bueno para identificar tumores de base cardíaca y para evaluación de alteraciones hemodinámicas con valores cuantitativos. Además, se concluye que el uso de stents transatriales constituye una opción de tratamiento sumamente eficaz y segura para aliviar obstrucciones vasculares extrínsecas a nivel de base cardíaca.

Palabras clave: Budd Chiari, tumor de base cardíaca, ecocardiografía, gradiente de presión, stent transatrial, ascitis.

ABSTRACT

A case report describing and analyzing the methodology of diagnosis, treatment and post-intervention evaluation in a dog with Budd Chiari syndrome due to a heart base tumor. The dog arrived at the clinic with severe ascites of unknown origin and exercise intolerance. Echocardiography and CT confirmed the presence of a heart base tumor that was compressing the caudal vena cava at its entrance to the right atrium. Echocardiography revealed turbulent flow and elevated pressure gradient (22,2 mmHg) in the obstruction area. The extrinsic compression was relieved by placing a transatrial stent with a minimally invasive endovascular technique (guided with real-time fluoroscopy and transesophageal echocardiography). Clinical signs, including ascites, resolved effectively with the intervention. After the intervention, it was confirmed a considerable reduction of the pressure gradient to a hemodynamically acceptable value (3,96 mmHg) and restoration of laminar flow in the right atrium. In this way, echocardiography results a very valuable resource for heart tumor diagnosis and evaluation of hemodynamic alterations with quantitative values. Another important conclusion is that the use of transatrial stents can be a highly effective treatment to relieve extrinsic vascular obstructions in the heart base area.

Keywords: Budd Chiari, heart base tumor, echocardiography, pressure gradient, transatrial stent, ascites.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
Resultados.....	14
Presentación del caso	14
Diagnóstico	14
Proceso de colocación de stent	18
Evaluación post colocación de stent	24
Discusión	27
Conclusiones	37
Referencias bibliográficas	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen hallazgos ecocardiográficos previa colocación del stent vs post colocación del stent.....	26
---	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ecocardiografía bidimensional ventana paraesternal izquierda, corte apical 4 cámaras	15
Figura 2. Tomografía corte sagital a nivel de tórax en ventana de tejido blando.....	15
Figura 3. Ecocardiografía ventana parasternal derecha, corte bicaval con Doppler color	16
Figura 4. Ecocardiografía Doppler espectral continuo del flujo de la VCCa al atrio derecho	17
Figura 5. Tomografía corte sagital a nivel de tórax en ventana de tejido blando.....	18
Figura 6. Fluoroscopia con contraste yodado (angiograma) a nivel cardíaco.....	20
Figura 7. Ecocardiografía transesofágica, corte bicaval	21
Figura 8. Fluoroscopia con stent a nivel cardíaco	22
Figura 9. Ecocardiografía transesofágica, corte bicaval	23
Figura 10. Ventana paraesternal derecha, corte bicaval con Doppler color	24
Figura 11. Ecocardiografía Doppler espectral continuo del flujo de la VCCa al atrio derecho	25

INTRODUCCIÓN

La obstrucción del flujo sanguíneo a nivel de la vena cava caudal (VCCa) puede tener distintos orígenes. Pero básicamente se puede dividir la clasificación en: una oclusión intrínseca (trombos, neoplasias) o una compresión extrínseca (neoplasias, granulomas, malformaciones). Cuando hay una obstrucción de este tipo el flujo venoso al corazón decrece, por lo que el volumen de precarga también se reduce y a la vez se presenta una congestión venosa (Zipes et al., 2019). La presentación de una congestión venosa genera un aumento de presión que resulta en una hipertensión venosa sistémica. Esta hipertensión venosa se traduce en aumento de la presión hidrostática, que por diferencia de presiones deriva en extravasación de líquido intravascular. Si esta extravasación de fluido sucede a nivel abdominal el proceso se conoce como ascitis e implica que se acumule líquido en la cavidad peritoneal. De esta forma se entiende que la obstrucción del flujo venoso a nivel de vena cava caudal en la entrada al atrio derecho se presentará con signos de insuficiencia cardíaca congestiva derecha. Donde además de ascitis, se puede identificar otros signos como taquipnea, intolerancia al ejercicio, letargia y debilidad (Smith et al., 2015).

La congestión e hipertensión venosa por obstrucción de la vena cava caudal, tiene concordancia con el síndrome de Budd Chiari. Este síndrome se produce por una obstrucción de cualquier segmento del trayecto venoso comprendido desde la entrada de la vena cava caudal al corazón hasta las vénulas hepáticas (Aydinli & Bayraktar, 2007). Para comprender este proceso fisiopatológico se debe tomar en cuenta que la vena porta, que recoge sangre venosa de todos los órganos impares de la cavidad abdominal, desemboca en el hígado. Una vez en hígado la sangre pasa por las venas centrolobulillares y luego la sangre ya procesada desemboca en las venas hepáticas, las cuales a su vez derivan en la vena cava caudal. Lo que sucede es que la congestión e hipertensión inicial de la vena cava caudal se expande por el

trayecto venoso en cuestión, llegando producir una hipertensión portal con ascitis y aumento de la presión intrahepática ocasionando que se produzca un daño hipóxico de los hepatocitos que eventualmente resultará en una fibrosis centrolobulillar (Schlicksup et al., 2009). Lo que implica un compromiso grave de la función hepática en el caso de que la obstrucción venosa inicial no se corrija a tiempo.

El síndrome de Budd Chiari se clasifica como primario, cuando la obstrucción es intrínseca o secundario cuando es extrínseca. Para el presente trabajo solo resulta relevante la explicación de una obstrucción extrínseca y aún más específicamente una compresión extrínseca por un tumor de base cardíaca a nivel de la vena cava caudal. La prevalencia general de tumores cardíacos en perros es baja, y se estima que es del 0,19% (1383 / 728625), basado en un metanálisis tomando en cuenta la base de datos de múltiples instituciones (Ware & Hopper, 1999). Dada la delimitación tan específica de un tumor que comprima vena cava a nivel de la base cardíaca y que incluye la raíz aórtica; la opción que se debería considerar es que la neoformación se trate de un quemodectoma o paraganglioma no cromafínico. Este tipo de neoformaciones derivan de las células quimiorreceptoras ubicadas en cuerpo aórtico, las cuales son sensitivas a fluctuaciones en los niveles de oxígeno, dióxido de carbono y el pH sanguíneo como tal (Ware & Bonagura, 2021) (Noszczyk-Nowak et al., 2010). También se han identificado células quimiorreceptoras en el septum interauricular, y de igual manera ha habido reportes de quemodectomas que surgen a nivel de este septum (de Madron et al., 2015). Los quemodectomas son el segundo tipo más común de tumores cardíacos que se presentan en el perro (Ware & Hopper, 1999). Dependiendo de la forma en que se comporten los quemodectomas, pueden expresar características de malignidad o benignidad. En la mayoría de los casos estos tumores no resultan en metástasis (Noszczyk-Nowak et al., 2010). Sin embargo, el problema es que pueden crecer de manera intracardiaca llegando a ocupar grandes

volúmenes de las cámaras cardíacas y generar obstrucciones mecánicas del flujo sanguíneo normal. Al tratarse de un tumor que involucra varias estructuras del corazón e inclusive llegar a ser intracardiaco sería realmente difícil extirparlo de forma quirúrgica. El único procedimiento descrito que puede ayudar a manejar este proceso patológico en el caso de que se deba por una compresión de vena cava caudal en la entrada del corazón, es mediante la colocación de un stent transatrial (Weisse et al., 2021). En medicina humana el primer reporte de un caso como este fue Wallace (2003), mientras que en medicina veterinaria fue Weiss et al. (2021).

Los stents son dispositivos cilíndricos, tipo malla que se colocan en distintas estructuras tubulares del cuerpo: arterias, venas, uréter, vías aéreas. Su función radica en expandir y brindar soporte a nivel de la pared de estas estructuras tubulares que han sufrido una reducción de su lumen debido a algún tipo de obstrucción o compresión. El stent funciona de modo que ejerce una fuerza radial continua en la zona de la obstrucción para mantener la permeabilidad y flujo del vaso o de la estructura tubular en la que se haya colocado (Dunn & Scansen, 2018). Específicamente los stents endovasculares pueden ser de diversos tamaños y fabricados de ciertos tipos de materiales metálicos especiales como Nitinol, Elgiloy o Platinol. Estos dispositivos son sumamente resistentes y rara vez el paciente desarrolla alergias mediante reacciones de hipersensibilidad luego de su colocación (Pacheco, 2019). De igual manera, es sumamente importante la planeación del intervencionismo para escoger el tamaño y material adecuado del stent y de los otros instrumentos que se usan en su proceso de colocación (introduccion, cable guía, catéter angiográfico, etc.) (Weisse & Berent, 2015). La colocación de un stent se realiza por técnicas de intervencionismo cardiovascular que constituyen procesos mínimamente invasivos. Normalmente, se realiza el abordaje por un acceso vascular periférico y a partir de aquí se guía el procedimiento con técnicas de imagen dinámica en tiempo real. Se

ha comprobado que para intervencionismos cerca del corazón el uso conjunto de fluoroscopia y ecocardiografía resulta en una herramienta precisa y efectiva para garantizar resultados óptimos. A la vez que se reducen los tiempos de anestesia e intervención (Carvajal-Rivera et al., 2018).

A partir de esto, resulta pertinente el desarrollo del presente trabajo. El cual tiene como objetivo describir y analizar la metodología de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de un caso clínico en un canino en el cual un tumor de base cardíaca obstruye el flujo sanguíneo de la vena cava caudal en su entrada al corazón. El tratamiento para corregir esta obstrucción se basó en la colocación de un stent transatrial con la finalidad de desplazar el tumor y restaurar el flujo sanguíneo y el equilibrio hemodinámico del paciente. De esta forma se busca presentar información del caso brindando un enfoque holístico, tomando en cuenta la presentación clínica inicial, el diagnóstico por medio de ecocardiografía y el tratamiento utilizando una técnica de intervencionismo. También, evaluar la evolución del paciente en base a controles clínicos y ecocardiográficos luego de colocar el stent. Esto puede resultar de mucha utilidad para que otros médicos veterinarios puedan utilizar y tener en consideración al momento de enfrentarse a casos similares.

RESULTADOS

Presentación del caso

Paciente canino macho, mestizo de siete años es remitido de una clínica de práctica general al centro de especialidad de cardiología veterinaria “CARDIOMEDICC”, debido a que se identificó una severa ascitis de origen desconocido. No presentaba antecedentes relevantes. Se drenó el líquido libre y se realizó una valoración general y cardiológica. En la valoración clínica inicial se reportó que el individuo estaba taquipneico y con intolerancia al ejercicio.

Diagnóstico

En el examen inicial por ultrasonografía se identificó una marcada dilatación de la vena cava caudal (VCCa) con ausencia de colapso inspiratorio y una aparente dilatación de las venas hepáticas. Se procedió a realizar una valoración ecocardiográfica completa. De primera mano en el corte apical 4 cámaras se distinguió claramente una neoformación redonda invadiendo septum interauricular y comprimiendo VCCa en su ingreso al corazón (Figura 1). Por tomografía se confirmó la presencia de esta masa en base cardíaca derecha (Figura 2) y se obtuvo medidas similares a lo observado en ecocardiografía.

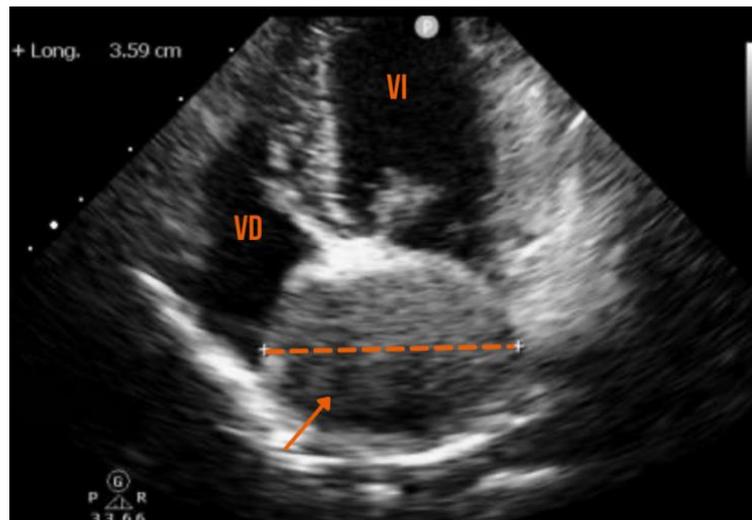


Figura 1. Ecocardiografía bidimensional ventana paraesternal izquierda, corte apical 4 cámaras. En la base cardíaca se identifica una neoformación con forma redondeada (flecha) que en su longitud máxima mide aproximadamente 3,59 cm (línea punteada). Tumor invade septum interauricular y comprime la vena cava caudal en su entrada al corazón. VI: Ventrículo izquierdo; VD: Ventrículo derecho.



Figura 2. Tomografía corte sagital a nivel de tórax en ventana de tejido blando. Neoformación en la base del corazón derecho, que bordea tabique interauricular, vena pulmonar y parece involucrar la VCCa. En sus ejes más largos este tumor mide 3,59 cm x 2,56 cm.

En el corte bicaval se evaluó la dirección del flujo sanguíneo utilizando Doppler color. Se observó que el flujo de la VCCa en la entrada del corazón estaba sumamente turbulento (Figura 3) lo que se llegó a interpretar por el mosaico de colores que representa que no hay un flujo laminar hacia una sola dirección y que más bien el flujo es turbulento dirigiéndose hacia distintos puntos. Esto se atribuye a la compresión y reducción del lumen que se da en la VCCa justo en ese punto debido a la neoformación.

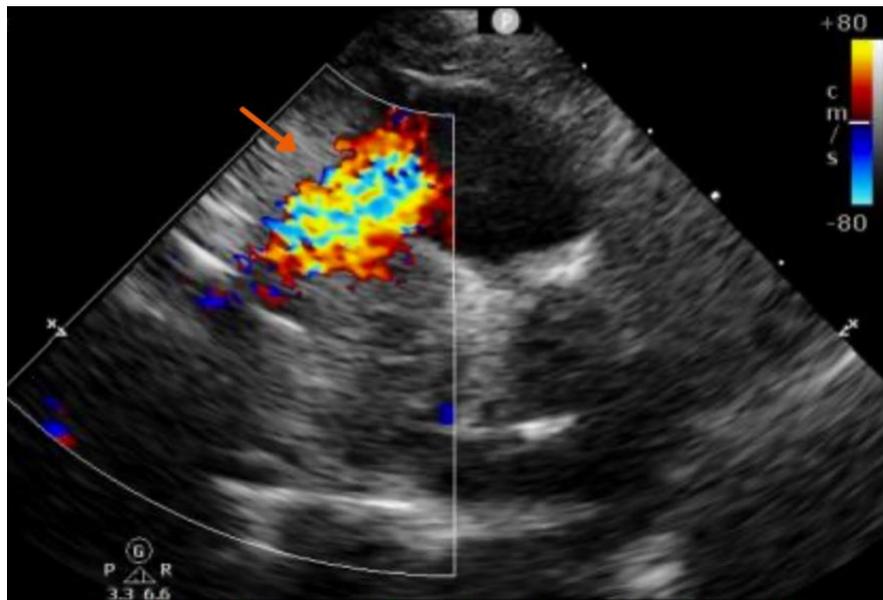


Figura 3. Ecocardiografía ventana parasternal derecha, corte bicaval con Doppler color. Flujo turbulento de la sangre (flecha) en la entrada de la VCCa al atrio derecho.

Justamente con este mismo corte bicaval situando el cursor en el flujo de la entrada de la VCCa al atrio derecho, se utilizó Doppler espectral continuo para medir la velocidad del flujo y el gradiente de presión (GP) (Figura 4). En su punto máximo el GP fue de 22,2 mmHg, lo que indica que la presión a nivel de la VCCa es 22,2 mmHg mayor a la presión en la aurícula derecha. Esta diferencia de presión se puede atribuir directamente a que el tumor está generando una reducción del lumen en VCCa y por ende una obstrucción del flujo haciendo

que la presión venosa aumente significativamente y que sea tan diferente entre estas dos estructuras contiguas.

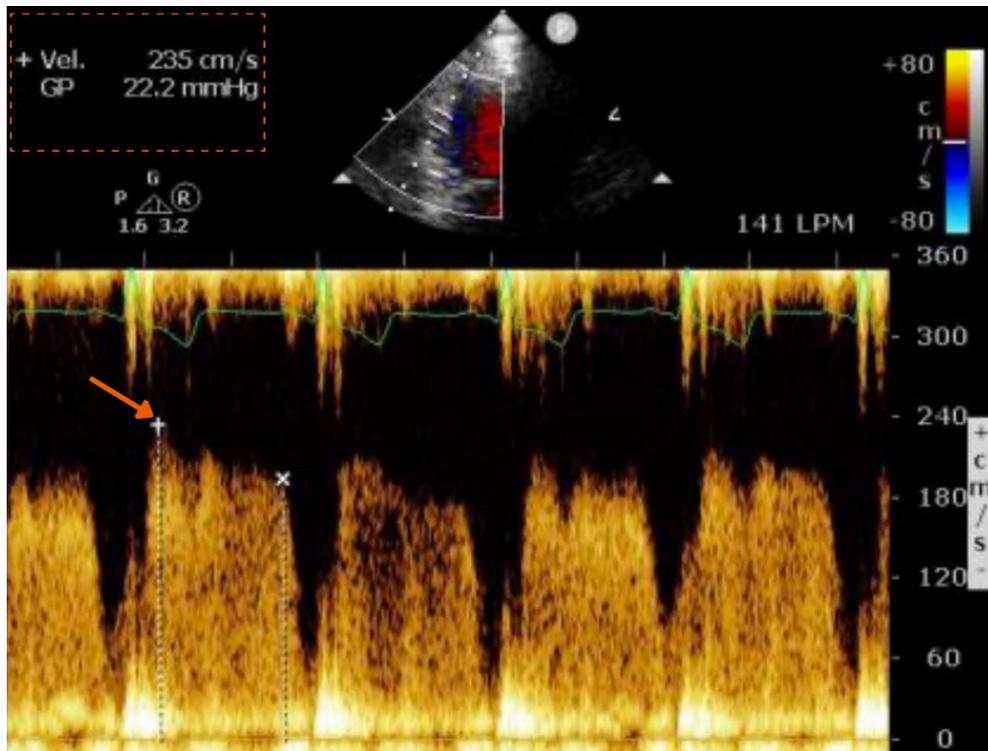


Figura 4. Ecocardiografía Doppler espectral continuo del flujo de la VCCa al atrio derecho. Velocidad de flujo (Vel) = 235 cm/s (flecha). Gradiente de presión (GP) = 22,2 mmHg.

Con estos hallazgos se estableció un diagnóstico y causa clara de lo que estaba ocasionando la ascitis y todo el cuadro clínico del paciente. El diagnóstico completo de los cambios estructurales y anatómicos se define como una hepatopatía congestiva concordante con síndrome de Budd Chiari por una obstrucción neoplásica extraluminal a nivel de la VCCa que resulta en hipertensión venosa (portal) con ascitis severa. Se planteó que la colocación de un stent transatrial sería una solución viable para aliviar la obstrucción causada por el tumor de base cardíaca y así restaurar el flujo sanguíneo normal de la VCCa en su entrada al corazón.

Proceso de colocación de stent

Entre el día que se realizó la valoración ecocardiográfica inicial hasta el momento que se realizó el intervencionismo pasaron nueve días. El paciente estaba sistémica y hemodinámicamente estable. De todos modos, se decidió drenar el líquido libre abdominal una vez más antes de entrar a cirugía para asegurarse de que el compliance torácico no se vea comprometido debido a la presión que puede llegar a ejercer el líquido libre a nivel diafragmático. Cabe mencionar que desde que el paciente llegó por primera vez al centro de especialidad cardiológica hasta el momento de la intervención, se realizó abdominocentesis cuatro veces en total para drenar el líquido libre.

Como parte de la planeación quirúrgica, un punto clave fue escoger el tamaño adecuado del stent. Para esto se tomó como referencia el diámetro de la VCCa en su entrada al atrio derecho. Esto se realizó midiendo a través de tomografía en corte sagital a nivel de tórax (Figura 5). Cabe mencionar que dicha medición se realizó utilizando un software especial para análisis de imágenes tomográficas.

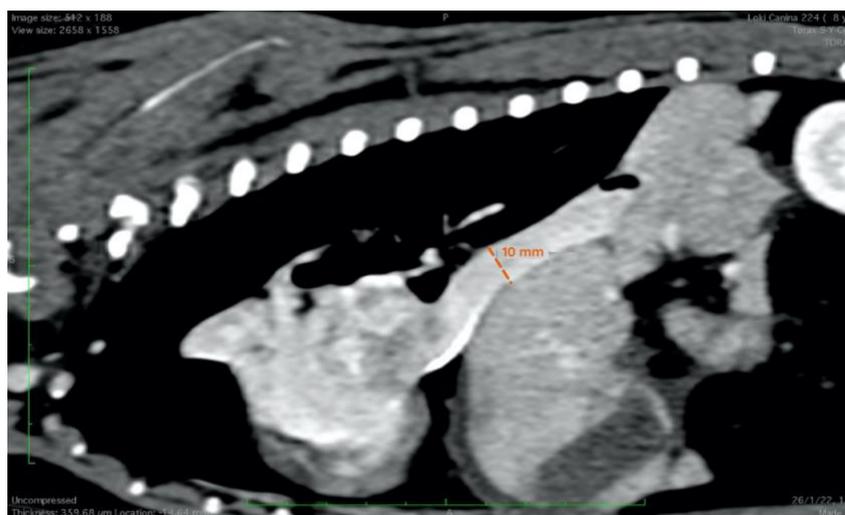


Figura 5. Tomografía corte sagital a nivel de tórax en ventana de tejido blando. El diámetro de la VCCa en su entrada al corazón es de 10 mm.

Con relación al manejo anestésico, se optó por una anestesia parcial intravenosa (PIVA). Como premedicación se administró Dexmedetomidina 1 mcg/kg IV, Remifentanilo 2,5 mcg/kg IV, Ketamina 0,25 mg/kg IV y Maropitant 1 mg/kg SC. Para la inducción se administró Propofol a 2 mg/kg IV. Y para el mantenimiento se administró una infusión a ritmo constante (CRI) IV de: Remifentanilo 0,3 mcg/kg/min y Dexmedetomidina 0,2-0,3 mcg/kg/h. Adicionalmente, también se lo mantuvo en plano anestésico con Sevoflurano inhalado entre 0,6 – 1%. Además, se administró los anticoagulantes Clopidogrel previo a la cirugía y Rivaroxaban intraquirúrgico debido a lo posibilidad de generar trombos.

Al paciente anestesiado se lo colocó en decúbito dorsal, con el miembro posterior derecho estirado y su superficie lateral apoyada directamente sobre la mesa. De esta manera, la zona de trabajo que es la región inguinal quedó libre y justamente en esta región se procedió a rasurar y realizar un embrocado quirúrgico. Se proyectó realizar un abordaje por la vena femoral derecha, utilizando la técnica de Seldinger la cual permite establecer un acceso venoso seguro para procedimientos de intervencionismo cardiovascular como este. Adicional a esto, es importante recalcar que para llevar a cabo este procedimiento se utilizó fluoroscopia y ecocardiografía transesofágica (TEE) en tiempo real para guiarse por imagen dinámica del manejo que se realizó con el cable guía, catéteres, y el stent.

Lo que primero se hizo fue introducir un catéter 20 G por la vena femoral derecha, usando el acceso de la zona inguinal. Luego por el lumen del catéter se introdujo un cable guía punta “J” de 0,035 pulgadas (0,89 mm) de diámetro. Posteriormente, se retiró el catéter dejando dentro el cable guía y se colocó en su lugar un introductor vascular de calibre 8 Fr con dilatador integrado. El introductor que se utilizó cuenta con una válvula hemostática unidireccional y un puerto lateral. Se prosiguió a introducir un catéter angiográfico multipropósito 6 Fr siguiendo el cable guía. Con este catéter y el cable guía por delante se

avanzó observando las imágenes del fluoroscopio en tiempo real hasta llegar a la vena cava caudal, proximal a la aurícula derecha donde se procedió a inyectar un contraste yodado (Figura 6). El contraste es de suma utilidad para que en conjunto con la fluoroscopia se pueda definir mejor la vasculatura y poder dirigir el catéter con mayor claridad. A continuación, el objetivo fue avanzar el catéter con la guía hacia la vena cava craneal (VCCr) pasando por el atrio derecho. Lo que sucedió fue que al avanzar el catéter a través de la zona de compresión y llegar al atrio derecho, debido a la ubicación del tumor este terminó empujando el catéter hacia abajo (en dirección a la válvula tricúspide). De modo que para solucionar esta complicación se había previsto y decidido utilizar un catéter angiográfico con una curvatura pronunciada. En este sentido, al momento que se estaba en esta zona lo que se hizo fue rotar el catéter sobre su eje de manera que quedó en dirección hacia la VCCr. A este punto, se avanzó la guía seguida del catéter hasta efectivamente alcanzar una ubicación segura en la VCCr.

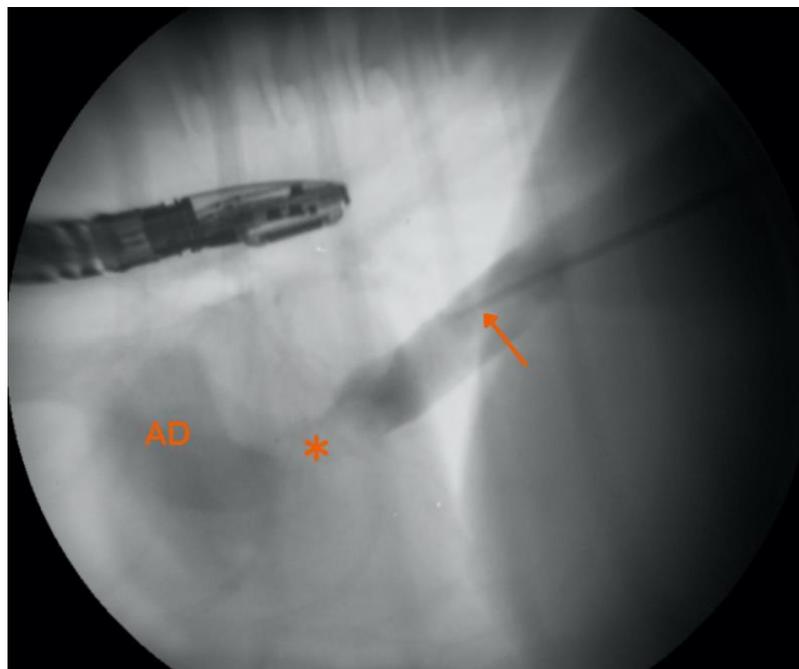


Figura 6. Fluoroscopia con contraste yodado (angiograma) a nivel cardíaco. Se observa el catéter angiográfico (flecha) y paso restringido de sangre desde la VCCa al atrio derecho (AD). También se identifica la zona de compresión (asterisco) debido al tumor.

El siguiente paso fue retirar el catéter angiográfico, dejando el cable guía ya en posición a nivel de la VCCr. A continuación, se introdujo un catéter balón de 9 mm de diámetro que se avanzó sobre el cable guía hasta situarse justo en el sitio de la compresión y se prosiguió a dilatar. Esto se realizó debido a que el lumen de la VCCa a nivel de la compresión estaba sumamente estrecho (0,182 cm) y es posible que inclusive ya se haya desarrollado una fibrosis estenótica del tejido adyacente a la pared vascular (Figura 7). Por lo que dilatar con el balón en realidad fue una medida de prevención para que el lumen en la zona sea lo más amplio posible al momento de colocar el stent. Una vez dilatado, se retiró el catéter balón para proseguir a la colocación del stent.

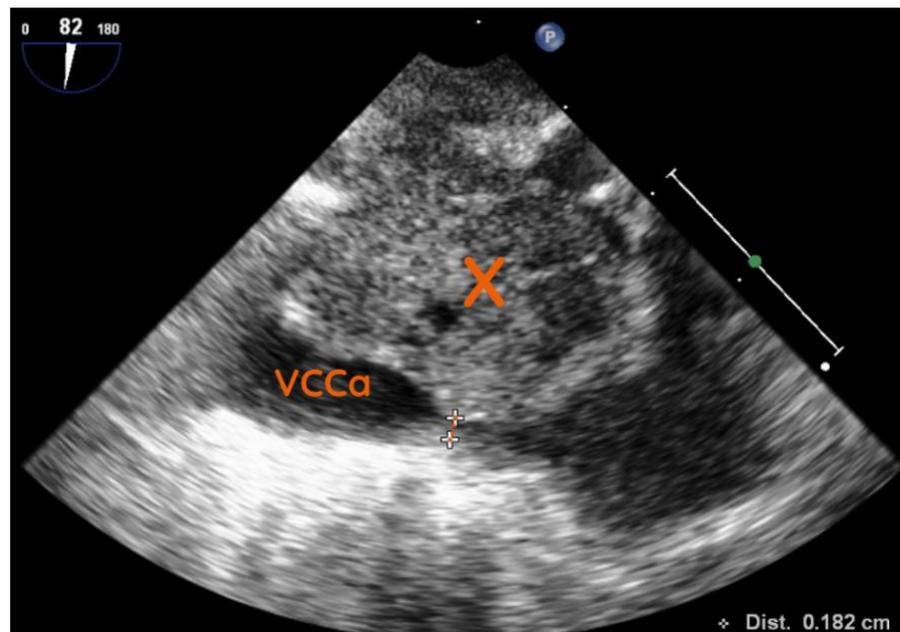


Figura 7.- Ecocardiografía transesofágica, corte bicaval. Compresión de VCCa por tumor de base cardíaca (X). En el segmento más estrecho el diámetro del vaso es de 0,182 cm (línea punteada).

Se utilizó un sistema de entrega de 6 Fr y 80 cm de largo que contenía un stent autoexpandible de Nitinol. El diámetro del stent era de 12 mm y 8 cm de largo. El stent cuenta con marcadores radiopacos para que al momento de posicionarlo, por medio de la fluoroscopia se

pueda seguir de manera precisa su ubicación. Se procedió a avanzar el stent sobre el cable guía hasta atravesar la zona de compresión y tomando en cuenta los marcadores radiopacos para que el stent quede situado en una posición transatrial. Es decir, donde el límite craneal se ubique en la VCCr, luego atravesase la cámara atrial derecha y que el límite caudal se mantenga en la VCCa antes de la zona de compresión. Una vez confirmada esta ubicación por fluoroscopia y TEE, se procedió a desplegar el stent, quedando en la ya mencionada posición transatrial (Figura 8). El stent generó un desplazamiento evidente en la zona de compresión, haciendo que el lumen de este vaso se expanda y restaure significativamente, aliviando así la obstrucción (Figura 9). Cabe mencionar que una vez que el stent se despliega el sistema no permite volverlo a cerrar. Finalmente, se retiró el catéter con el sistema de entrega del stent en conjunto con el cable guía, se suturó la piel y se colocó un apósito en la zona de abordaje. El paciente se recuperó de la anestesia sin complicaciones adicionales.

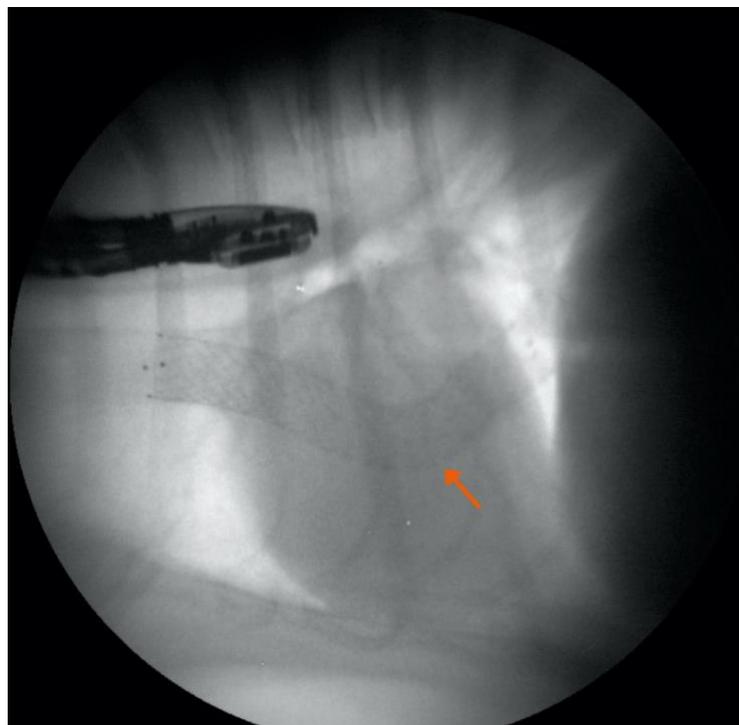


Figura 8. Fluoroscopia con stent a nivel cardiaco. VCCa descomprimida y stent (flecha) desplegado en posición transatrial.

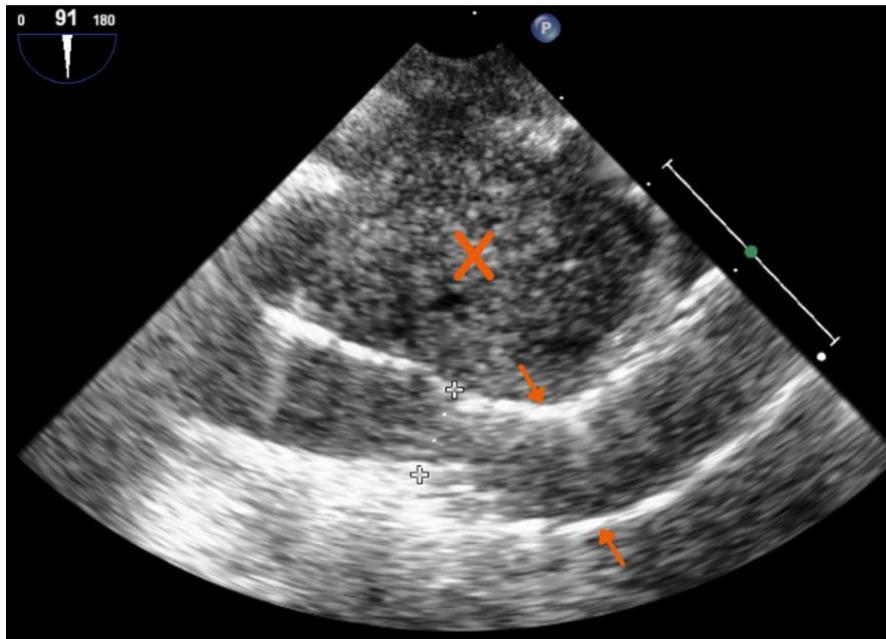


Figura 9. Ecocardiografía transesofágica, corte bicaval. Stent transatrial desplegado (flechas). Se evidencia un desplazamiento del tumor y expansión del lumen del vaso.

El paciente se mantuvo hospitalizado solo una noche y al siguiente día fue dado de alta. Se recomendó una restricción moderada de la actividad física. Por el riesgo a formar trombos se lo mantuvo con Clopidogrel y Rivaroxaban. También se administró Furosamida desde un día antes de la cirugía hasta un mes luego del procedimiento, para controlar la potencial acumulación de ascitis. Finalmente, pocos días luego de la cirugía en uno de sus controles el paciente presentó una taquicardia supraventricular para lo que se recetó Diltiazem, el cual es un fármaco antiarrítmico que funciona al ser un bloqueante de los canales de calcio. Hasta el momento de realizar este reporte (dos meses luego de la cirugía) el paciente sigue tomando este antiarrítmico al igual que los anticoagulantes. Se explicó a los propietarios la necesidad de que el paciente siga acudiendo a controles de forma regular para valorar su evolución y evaluar si aún requiere la medicación continua que se le recetó.

Evaluación post colocación de stent

En los controles clínicos el paciente mostró claras mejoras, ya que no se reportó taquipneas, intolerancia al ejercicio u ascitis. Diez días luego de la intervención se realizó un control ecocardiográfico completo. Tal como se hizo en un inicio (Figura 3) se volvió a evaluar el flujo de sangre de la VCCa a la entrada del atrio derecho con Doppler color. En este caso se observó que el flujo fue laminar (Figura 10), interpretándose así en función a que todo el flujo se muestra de color naranja lo que significa que se dirige hacia el transductor de forma homogénea. En este caso este tipo de flujo sanguíneo es lo que se considera normal y lo que se esperaría en un paciente sano.

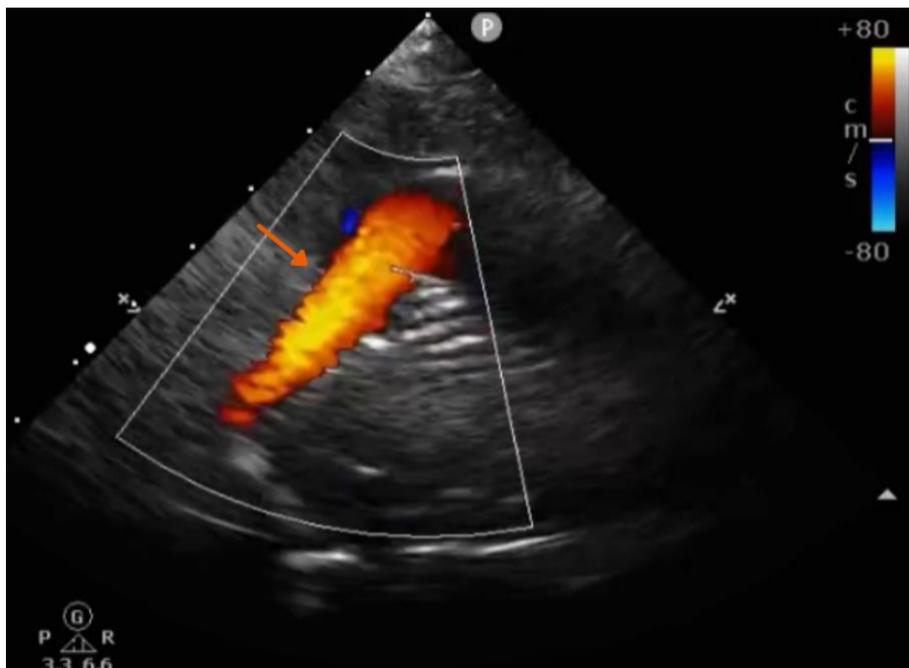


Figura 10. Ventana paraesternal derecha, corte bicaval con Doppler color. Se observa flujo laminar (flecha) con dirección hacia el transductor, que corresponde al flujo venoso de la entrada de la VCCa hacia el atrio derecho.

Con el mismo corte bicaval (tal como se hizo en un principio) (Figura 4), se volvió a medir la velocidad de flujo y el GP utilizando Doppler espectral continuo. En esta ocasión el

GP en su punto máximo fue de 3,96 mmHg (Figura 11), lo que muestra una clara reducción con relación a lo obtenido previo a la colocación del stent (22,3 mmHg). Este valor indica que con el stent se dio un alivio en la obstrucción y una mejora del flujo sanguíneo.

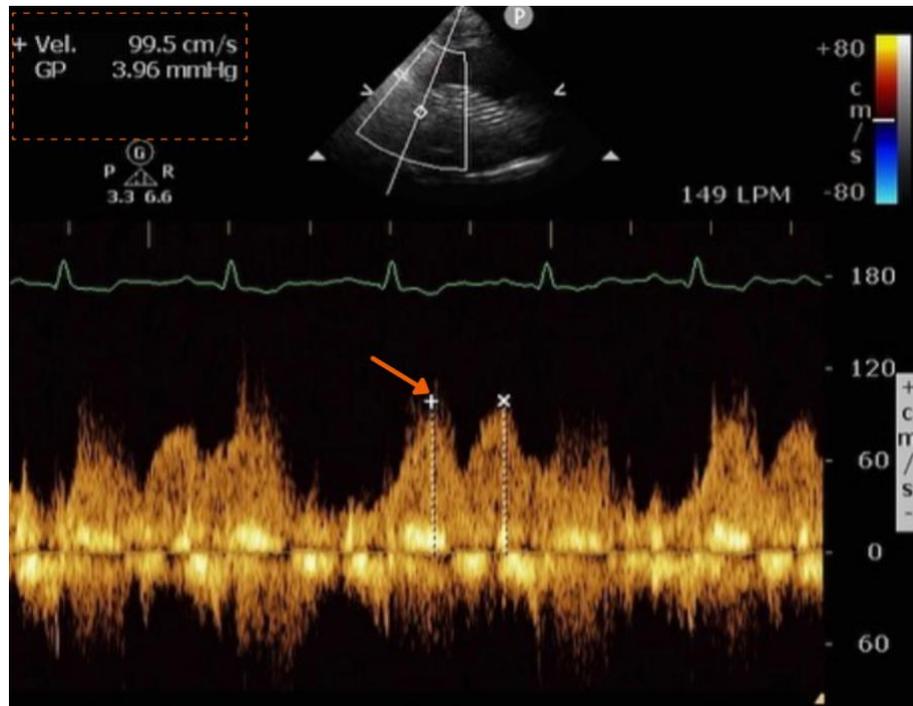


Figura 11. Ecocardiografía Doppler espectral continuo del flujo de la VCCa al atrio derecho. Velocidad de flujo (Vel) = 99,5 cm/s (flecha). Gradiente de presión (GP) = 3,96 mmHg.

Finalmente, en la Tabla 1 se expone un resumen de los hallazgos ecocardiográficos comparando el estudio realizado previo a la colocación del stent en contraste con el estudio realizado luego de la colocación de este dispositivo.

Hasta el momento de la última evaluación que fue dos meses luego de la colocación del stent, el tumor aparentemente no ha crecido y la respuesta del paciente a la colocación del stent sigue resultando muy buena en términos de mejoría hemodinámica, mejoría de los signos clínicos y ausencia de complicaciones adicionales.

Tabla 1. Resumen hallazgos ecocardiográficos previa colocación del stent vs post colocación del stent

	Tipo de flujo VCCa → AD	GP VCCa → AD	Velocidad de flujo VCCa → AD	Ubicación tumor (En TEE)
Previa colocación stent	Turbulento (mosaico de colores)	22,2 mmHg	235 cm/s	Base cardíaca, compresión evidente VCCa
Post colocación stent	Laminar (naranja)	3,96 mmHg	99,5 cm/s	Desplazado hacia dorsal

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue describir la metodología del diagnóstico y tratamiento para la compresión generada por un tumor de base cardíaca a nivel de la VCCa en su entrada al corazón en un perro de siete años. Con base a lo mencionado se buscó comprobar si dicho diagnóstico y el tratamiento instaurado fueron adecuados y efectivos para el control de la patología. También, en base a evaluaciones clínicas y ecocardiográficas de seguimiento se buscó evaluar la evolución del paciente luego de la colocación del stent.

La ecocardiografía resulta una herramienta diagnóstica sumamente útil y eficaz para identificar distintos tipos de masas a nivel del corazón (Ware & Bonagura, 2021). En específico se ha estimado que este tipo de estudio, realizado con la técnica adecuada alcanza un 82% de sensibilidad y un 100% de especificidad para el diagnóstico de neoplasias cardíacas (MacDonald et al., 2009). Es por esto, que en este caso resultó sumamente acertado realizar un estudio ecocardiográfico a partir de la presentación clínica inicial. Además, que permite obtener información dinámica variada. Con lo cual se puede realizar una evaluación holística, desde cambios hemodinámicos hasta alteraciones estructurales del corazón.

En este sentido además de lograr identificar el tamaño y ubicación del tumor, con la ecocardiografía se logró cuantificar de forma objetiva el estado inicial del paciente y comparar esto con su evolución a partir de la colocación del stent. Como se puede observar en la Tabla 1 los principales indicadores a tomar en cuenta para el diagnóstico y valoración de la evolución del paciente fueron la ubicación de la masa, el tipo de flujo, velocidad del flujo y GP de la VCCa al atrio derecho. En función al tipo de flujo intracardiaco se debe entender que en condiciones normales los glóbulos rojos transitan en una misma dirección y a una misma velocidad (flujo laminar). Por otro lado, se considera patológico cuando el flujo es turbulento,

lo que implica que los glóbulos rojos son impulsados en diferentes direcciones y a distintas velocidades. Esto puede suceder cuando hay anemia, estenosis/regurgitación valvular o como sucede en este caso una reducción del lumen a nivel de otros segmento vasculares (de Madron et al., 2015). En base a esto se entiende que el paciente pasó de tener un flujo turbulento/anormal a que a partir de la colocación del stent se restauró el flujo laminar que es lo que se considera normal.

La velocidad del flujo y el gradiente de presión son medidas que están íntimamente relacionadas. Por ecocardiografía lo que se puede medir en realidad es la velocidad del flujo y a partir de este valor estimar el GP aplicando la ecuación modificada de Bernoulli: $P=4V^2$ (Harris & Kuppuraio, 2016). De manera general, se considera que tanto en humanos como en perros el flujo intracardiaco normal además de ser laminar debe tener una velocidad de <2.2 m/s (de Madron et al., 2015). En función a esto y con respecto a este caso en particular, es evidente una velocidad elevada antes de la colocación del stent en contraste a una velocidad menor y dentro del rango normal posterior a la colocación del stent (Tabla 1). Por su parte el gradiente de presión en cardiología hace referencia a la diferencia de presión entre dos puntos de la vasculatura, que en este caso sería justamente entre el punto previo y el punto posterior a la obstrucción causada por el tumor. Esto implica que en un principio hubo una variación de presión de 22,2 mmHg entre dos puntos de la vasculatura, entre los cuales la variación en un paciente sano debería ser mínima. Pero también hay que comprender que a partir de esto se puede inferir que la presión venosa central (CVP) fue de al menos 22,2 mmHg. Esto considerando que el GP se evaluó en base al flujo de la VCCa al atrio derecho. Esta situación resulta alarmante tomando en cuenta que el valor de CVP que se considera normal en perros es de 0 – 6 mmHg (Ware, 2009). Por lo que también se entiende que estos hallazgos tendrían una concordancia directa con la congestión e hipertensión venosa (portal) acompañada de

ascitis que presentó este paciente. En contraste, el hecho de que el GP se haya reducido a 3,96 mmHg posterior a la colocación del stent tendría total concordancia con la mejora de los signos clínicos especialmente con el cese de la ascitis que estaba directamente ligada a la hipertensión venosa (portal) causada por la obstrucción. Esto también se reporta en el estudio de Weisse et al. (2021), donde en tres casos distintos luego de la colocación de un stent transatrial se redujo el GP y los pacientes tuvieron una mejoría clínica significativa. Por lo que se entiende que el GP es un indicador importante para evaluar el estado hemodinámico y mejoría del paciente en casos como estos.

En el presente trabajo el GP fue estimado a partir de la velocidad de flujo medida por Doppler espectral en ecocardiografía. A diferencia del estudio de Weisse et al. (2021) donde se midió las presiones de forma directa con un catéter angiográfico entre los dos puntos de interés para obtener el GP. Este último método, se podría considerar más preciso al ser una medición directa. Además, que a partir de esta medición tomando el GP sistólico pico a pico es considerado lo estándar para establecer una prognosis y decidir realizar una intervención de este tipo (Barker et al., 2003). Sin embargo, en realidad se ha comprobado que la medición de GP por el método no invasivo mediante Doppler espectral tiene un coeficiente de correlación alto (0,94) con los resultados que se obtienen al medir de forma directa con un catéter angiográfico (Barker et al., 2003). Bajo este criterio, se establece que la medición por Doppler espectral es precisa y se puede utilizar para definir un diagnóstico y también de ser necesario optar por un tratamiento mediante intervencionismo como sucedió en este caso. Más aún, tomando en cuenta que es un método práctico al no ser invasivo.

Con relación a la intervención como tal, se entiende que el manejo anestésico fue correcto y adecuado para el paciente tomando en cuenta que se mantuvo estable en todo momento y tuvo una recuperación favorable. Una de las principales preocupaciones para la

anestesia en este paciente fue que la manipulación del cable guía y catéteres dentro del corazón derecho podría estimular la actividad eléctrica del corazón resultando en arritmias (Wallace, 2003). Es por esto que con el plan anestésico PIVA que se instauró, se buscó mantener al paciente estable evitando el uso de combinaciones farmacológicas proarritmogénicas (Ohad, 2014). Esto se cumplió con éxito ya que durante la intervención no se presentaron anomalías importantes en cuanto a la conducción eléctrica y función del corazón. Sin embargo, como se expuso antes el paciente presentó taquicardia supraventricular unos días luego de la intervención. Este es un ritmo cardíaco anormal que se origina en las cámaras cardíacas superiores y se define como una arritmia en la cual la frecuencia cardíaca aumenta por sobre los parámetros normales (Kotadia et al., 2020). En este caso en específico se puede atribuir la presentación de taquicardia supraventricular a que la ubicación del stent y del tumor pueden actuar como estímulos externos a nivel del miocardio atrial estimulando una actividad eléctrica inadecuada y acelerada del corazón. Para controlar esto, se implementó como medicación continua el antiarrítmico Diltiazem, el cual su mecanismo de acción se basa en la inhibición de los canales de calcio. Debido a que la propagación del potencial de acción a nivel del nodo atrioventricular es dependiente de los canales de calcio, el Diltiazem es sumamente efectivo y es considerado uno de los fármacos de elección para el control de taquicardias supraventriculares (Sohinki & Obel, 2014). En este caso en particular, en los controles que se realizaron al paciente posterior a empezar con Diltiazem no se identificó ningún indicio de taquicardias ventriculares, lo que sugiere que el fármaco está cumpliendo con su propósito de manera efectiva. Es evidente, que los estímulos externos (tumor y stent) van a continuar presentes por lo que al momento la continuidad del Diltiazem en este paciente permanecerá indefinidamente y se seguirá evaluando en cada uno de los controles.

Con respecto a la planificación de la intervención, las imágenes tomográficas resultaron un recurso valioso. Parte clave del éxito del procedimiento es que se utilice el tamaño adecuado de stent en función a la anatomía de cada paciente en particular. Está descrito que para resultados óptimos el diámetro del stent debe ser un 110-120% del diámetro del vaso en el que se va a ocupar (Dunn & Scansen, 2018) (Weisse et al., 2021). La justificación para sobreestimar el diámetro del stent 110-120% más grande que el del vaso radica en generar una dilatación suficiente y que la oposición sobre la pared vascular sea la necesaria para que el dispositivo no migre en un futuro (Schlicksup et al., 2009). En este caso con la medición de la VCCa en su segmento de entrada al corazón se obtuvo que su diámetro es 10 mm (Figura 5) y el stent que se utilizó fue de 12 mm. Por lo que se entiende que la condición del diámetro ideal del stent en función al diámetro del vaso en el que se va a ocupar se cumplió de forma precisa. Cabe mencionar, que está descrito que la medición del diámetro del vaso puede realizarse por radiología, fluoroscopia (angiografía) o tomografía. En este estudio en particular se realizó en base a tomografía. Entendiéndose que la tomografía permite la evaluación angiográfica con excelentes niveles de detalle anatómico y precisión en las mediciones (Silickas et al., 2018).

En cuanto a la técnica específica que se utilizó para el intervencionismo cardiovascular, se considera que fue la adecuada en base al resultado obtenido y que otros estudios similares en los que se colocó stents transatriales para resolver obstrucciones venosas extrínsecas también reportaron resultados favorables (Weisse et al., 2021) (Wallace, 2003). Paralelamente se redujo al máximo la posibilidad de complicaciones al realizar una evaluación previa adecuada del paciente, utilizar un protocolo anestésico seguro, realizar la intervención con todas las medidas pertinentes de antisepsia, y un monitoreo adecuado mediante fluoroscopia y TEE. Adicionalmente, la angioplastia con balón es un paso extra que no siempre se hace, pero en este caso si se realizó. El uso de esta técnica está descrita para casos como este e implica la

dilatación con balón a nivel de la zona de la compresión, ejerciendo así una dilatación primaria en ese punto ayudando a expandir el diámetro del vaso en cuestión e inclusive liberar tejido fibrótico generado debido a la compresión (Schlicksup et al., 2009).

Con relación al stent se debe recalcar que este dispositivo colocado en posición transatrial, es la única opción realmente viable para la resolución de la obstrucción neoplásica a nivel de VCCa en la entrada al corazón. Esto tomando en cuenta que este tumor se considera inoperable debido a su ubicación anatómica intracardiaca, la extensión real que fuera difícil delimitar para extirpar, y la vascularización de la zona (Gómez Ochoa et al., 2021). Mientras, que el tratamiento farmacológico puede ser considerado paliativo pero realmente inefectivo si es que el tumor ya obstruye la vasculatura a niveles considerables (Schlicksup et al., 2009). En si la medicación puede ayudar a tratar los signos como los diuréticos para la ascitis, pero no sirven realmente para solucionar el problema de base.

La implantación de un stent auto expandible se considera como la técnica de elección en casos de compresión u obstrucción extraluminal como este, al permitir mantener permeable los vasos al expandirlos y continuamente seguir ejerciendo una fuerza radial en las paredes vasculares luego de su colocación (Dunn & Scansen, 2018). Adicionalmente, el hecho de que sea transatrial hace que sea menos probable que migre debido a su anclaje en dos puntos distintos con dos flujos de sangre opuestos: VCCr al atrio derecho y VCCa al atrio derecho (Weisse et al., 2021). E inclusive luego de los siete días la migración se debe considerar más improbable ya que para este tiempo el stent debería haberse incorporado en la túnica íntima de los vasos, generando puntos de anclaje más fuertes (Schlicksup et al., 2009). Además, que otras ventajas que siempre se deben tener en cuenta asociadas al uso de un stent en casos como este son justamente: la mínima invasión y recuperación rápida, tiempos de anestesia usualmente cortos, y mejora de los signos clínicos de forma drástica en un corto período de tiempo

(Schlicksup et al., 2009). Características que como se describió anteriormente, se cumplieron en su totalidad en este caso en particular.

En función a las potenciales complicaciones de la colocación de un stent transatrial lo que principalmente destaca es que uno o los dos extremos del stent se suelte quedando libre y migre. Esto implica que el extremo libre pueda producir un efecto abrasivo sobre el endocardio o el miocardio y que se produzcan arritmias. También puede suceder que se de una perforación de la pared cardíaca que derive en hemopericardio con taponamiento o que el stent migre a zonas tan poco convenientes como a través de la válvula tricúspide llegando al ventrículo derecho (Wallace, 2003) (Weisse et al., 2021). Lo mencionado es de especial relevancia para este estudio ya que estas complicaciones pueden darse tiempo después de la colocación del stent. Tal como sucedió en el caso #2 del estudio de Weisse et al. (2021) donde a pesar de haber realizado una planeación adecuada y el procedimiento de colocación del stent bajo los parámetros requeridos, el dispositivo luego de 5,5 meses de su colocación se liberó en su límite craneal y migró a la aurícula derecha quedando en dirección a la válvula tricúspide con posibilidad de migrar al ventrículo derecho. Muy probablemente sucedió esto por falta de contacto necesario del stent en su límite craneal con la VCCr. Esta situación fue controlada colocando otro stent a través del intersticio del primero, de modo que el primero no terminó migrando a través de la válvula tricúspide.

Otro aspecto a tomar en cuenta es que el stent es en realidad un tratamiento paliativo y no curativo ya que el tumor que causa la obstrucción sigue ahí. Como se observó en el estudio de Weisse et al. (2021) a pesar de brindar un alivio a la obstrucción y mejorar el flujo, en dos de los tres casos eventualmente se tuvo que colocar otro stent ya que el tumor seguía creciendo y volvía a comprimir la vasculatura. Para que finalmente, estos dos pacientes hayan tenido que ser eutanasiados y el tercero haya muerto súbitamente. Las causas de este deterioro y muerte

en los tres casos estuvieron directamente relacionadas a que debido al crecimiento continuo de las neoplasias se volvió a obstruir el flujo venoso e inclusive como sucedió en el caso #2 el tumor llegó a ocupar más del 90% del volumen atrial, generando una afección irreparable del flujo sanguíneo a través de las distintas cámaras cardíacas. La sobrevida en cada uno de los casos en ese estudio fue de 21, 37 y 5 meses respectivamente. En otro estudio realizado en 120 humanos que recibieron un stent a nivel de la VCCa por lesiones obstructivas, se identificó que la permeabilidad venosa en el punto de la obstrucción se mantuvo en el 100% de los pacientes a los 2 meses del procedimiento, en el 90% a los 6 meses y en el 80% a los 24 meses (Raju et al., 2006). En base a estos estudios, se comprende que el uso de un stent para corregir obstrucciones venosas resulta una alternativa sumamente viable a relativamente largo plazo.

Por lo que todo esto es algo a tener en cuenta para el presente estudio, ya que al momento de la redacción de este trabajo (dos meses luego de la colocación del stent) el paciente se encuentra en buenas condiciones y el stent está aliviando la obstrucción del flujo sanguíneo que se presentaba en un inicio. Sin embargo, es importante que siga acudiendo a los controles y que se siga valorando su estado hemodinámico, posición del stent y tamaño del tumor porque a pesar de haber realizado un muy buen trabajo intervencionista puede ser que en el futuro surjan algunas de las complicaciones antes descritas. Especialmente tomar en cuenta que probablemente el tumor siga creciendo.

En relación al uso de medicamentos antitrombóticos en pacientes con síndrome de Budd Chiari causado por una compresión tumoral extrínseca, se ha identificado concentraciones altas de dímero-D y una propensión de trombosis en las zonas circundantes a las neoplasias (Schlicksup et al., 2009). Los trombos resultan como complicación de procesos patológicos endocrinos, inmunológicos, inflamatorios o neoplásicos (Dunn & Scansen, 2018). En el caso de compresiones vasculares extrínsecas por tumores es evidente que existe un proceso

inflamatorio y neoplásico. En el estudio de Schlicksup et al. (2009) que se colocó un stent en un canino con síndrome de Budd Chiari debido a una compresión extrínseca tumoral se decidió no utilizar antitrombóticos fundamentando en que la causa primaria del síndrome no fue una trombosis como tal ni un estado hipercoagulativo. Ese estudio concluyó que la obstrucción debido al tumor se complicó aún más ya que se desarrolló una trombosis asociada al estado tumoral del paciente. La propensión a formar trombos también se relaciona como resultado de factores asociados al uso de stents, en casos que el dispositivo sea demasiado grande para la vena, la expansión insuficiente del dispositivo y turbulencia del flujo sanguíneo a través del stent (Schlicksup et al., 2009). Por lo mencionado, se considera sumamente acertado que para la resolución del presente caso se haya utilizado medicamentos antitrombóticos perioperatorios y de prescripción continua luego de la colocación del stent. Específicamente, se está utilizando una terapia antitrombótica con un inhibidor del factor Xa (Rivaroxaban) en conjunto a un inhibidor de la agregación plaquetaria (Clopidogrel). Justamente, esta combinación de un inhibidor del factor Xa con un inhibidor de la agregación plaquetaria es lo que se recomienda como medida preventiva de tromboembolismos asociados a intervencionismos cardiovasculares (Dunn & Scansen, 2018). Un elemento extra que habría contribuido al estudio habría sido realizar una medición del dímero-D para medicar al paciente con un fundamento cuantitativo inicial.

En base a todo este análisis, se puede concluir de forma satisfactoria que en este estudio tanto el diagnóstico como el tratamiento fueron adecuados y efectivos. Esto entendiendo que por medio de ecocardiografía se identificó de forma precisa la presencia del tumor de base cardíaca y también las alteraciones hemodinámicas producto de la obstrucción venosa que estaba causando. Finalmente, el tratamiento instaurado con un stent transatrial corrigió de forma efectiva la obstrucción del flujo venoso, lo que inclusive se pudo evaluar con estudios

ecocardiográficos y controles posteriores a la intervención. Es sumamente importante que el paciente siga acudiendo a los controles ya que el tumor puede seguir creciendo y causar nuevamente alteraciones hemodinámicas.

CONCLUSIONES

La ecocardiografía resulta una herramienta sumamente eficaz para identificar la presencia de tumores cardíacos y evaluar alteraciones hemodinámicas de forma cuantitativa en base al gradiente de presión y velocidad de flujo.

La colocación de stents transatriales resulta un tratamiento efectivo para aliviar obstrucciones extrínsecas a nivel de base cardíaca. Esta técnica de intervencionismo endovascular es totalmente destacable por la mejora drástica de los signos clínicos y equilibrio hemodinámico, la mínima invasión, y la sobrevida relativamente larga en estos pacientes.

Al tratarse de tumores de base cardíaca, es sumamente importante continuar realizando controles clínicos y ecocardiográficos posterior a la intervención endovascular. Esto es relevante porque es probable que el tumor siga creciendo y vuelva a causar obstrucciones vasculares, alterando el equilibrio hemodinámico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aydinli, M., & Bayraktar, Y. (2007). Budd-Chiari syndrome: Etiology, pathogenesis and diagnosis. *World Journal of Gastroenterology*, *13*(19), 2693-2696. <https://doi.org/10.3748/wjg.v13.i19.2693>
- Barker, P., Ensing, G., Ludomirsky, A., Bradley, D., Lloyd, T., & Rocchini, A. (2003). Comparison of simultaneous invasive and noninvasive measurements of pressure gradients in congenital aortic valve stenosis. *Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography*, *15*, 1496-1502. <https://doi.org/10.1067/mje.2002.126415>
- Carvajal-Rivera, J. J., García Fernández, M. Á., López-Quintero, J. C., Pérez-de Isla, L., & Restrepo Molina, G. (2018). Fusión de ecocardiografía 2D/3D–fluoroscopia: Nueva herramienta en el intervencionismo cardiaco. *Revista Colombiana de Cardiología*, *25*(1), 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2017.05.015>
- de Madron, É., Chetboul, V., & Bussadori, C. (Eds.). (2015). 7. Clinical Echocardiography of the Dog and Cat. En *Clinical Echocardiography of the Dog and Cat* (p. iv). Elsevier Masson. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-31650-7.12001-0>
- Dunn, M., & Scansen, B. A. (2018). 12. Interventional Radiology Management of Vascular Obstruction. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, *48*(5), 819-841. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.05.004>
- Gómez Ochoa, P., Alférez, M. D., de Blas, I., Fernandes, T., Sánchez Salguero, X., Balañá, B., Meléndez Lazo, A., Barbero Fernandez, A., Caivano, D., Corda, F., & Corda, A. (2021). Ultrasound-Guided Radiofrequency Ablation of Chemodectomas in Five Dogs. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, *11*(10), 2790. <https://doi.org/10.3390/ani11102790>

- Harris, P., & Kuppurao, L. (2016). 10. Quantitative Doppler echocardiography. *BJA Education*, 16(2), 46-52. <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mkv015>
- MacDonald, K., Cagney, O., & Magne, M. (2009). Echocardiographic and clinicopathologic characterization of pericardial effusion in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 235, 1456-1461. <https://doi.org/10.2460/javma.235.12.1456>
- Noszczyk-Nowak, A., Nowak, M., Paslawska, U., Atamaniuk, W., & Nicpon, J. (2010). 3. Cases with manifestation of chemodectoma diagnosed in dogs in Department of Internal Diseases with Horses, Dogs and Cats Clinic, Veterinary Medicine Faculty, University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 52(1), 35. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-52-35>
- Ohad, D. (2014, octubre 30). *Sedation and Anaesthesia for Pets with Cardiac Disease*. World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, 2014, Koret School of Veterinary Medicine, Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel. <https://www.vin.com/doc/?id=7055091>
- Pacheco, K. A. (2019). Allergy to Surgical Implants. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 56(1), 72-85. <https://doi.org/10.1007/s12016-018-8707-y>
- Schlicksup, M. D., Weisse, C. W., Berent, A. C., & Solomon, J. A. (2009). 4. Use of endovascular stents in three dogs with Budd-Chiari syndrome. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 235(5), 544-550. <https://doi.org/10.2460/javma.235.5.544>
- Silickas, J., Black, S. A., Phinikaridou, A., Gwozdz, A. M., Smith, A., & Saha, P. (2018). Use of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging in Central Venous Disease. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*, 14(3), 188-195. <https://doi.org/10.14797/mdcj-14-3-188>

- Smith, F. W. K., Tilley, L. P., Oyama, M., & Sleeper, M. M. (2015). *9. Manual of Canine and Feline Cardiology*. Elsevier Health Sciences.
- Sohinki, D., & Obel, O. A. (2014). Current Trends in Supraventricular Tachycardia Management. *The Ochsner Journal*, *14*(4), 586-595.
- Wallace, M. J. (2003). Transatrial Stent Placement for Treatment of Inferior Vena Cava Obstruction Secondary to Extension of Intracardiac Tumor Thrombus from Hepatocellular Carcinoma. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, *14*(10), 1339-1343. <https://doi.org/10.1097/01.RVI.0000092907.31640.65>
- Ware, W. A. (2009). Chapter 43—Cardiac Tamponade and Pericardiocentesis. En D. C. Silverstein & K. Hopper (Eds.), *Small Animal Critical Care Medicine* (pp. 180-183). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-2591-7.10043-8>
- Ware, W. A., & Bonagura, J. D. (2021). *11. Cardiovascular Disease in Companion Animals: Dog, Cat and Horse*. CRC Press.
- Ware, W. A., & Hopper, D. L. (1999). Cardiac Tumors in Dogs: 1982–1995. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *13*(2), 95-103. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.1999.tb01136.x>
- Weisse, C., & Berent, A. (2015). *6. Veterinary Image-Guided Interventions*. Wiley.
- Weisse, C., Scansen, B. A., Berent, A. C., & Cober, R. E. (2021). 1. Transatrial stenting for long-term management of cardiac tumor obstruction of the right atrium in 3 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *35*(1), 120-129. <https://doi.org/10.1111/jvim.15999>
- Zipes, D., Libby, P., Bonow, R., Mann, D., Tomaselli, G., & Braunwald, E. (2019). *Braunwald Tratado de cardiología* (11va ed.). Elsevier. <https://www.elsevier.com/books/braunwald-tratado-de-cardiologia/zipes/978-84-9113-398-8>