

TRABAJO DE GRADO
Opción Práctica y Pasantía.

Alternativa para el Diagnostico de Hipertensión Pulmonar Secundaria a la
insuficiencia de la válvula mitral en Caninos que ingresen a consulta en FELICAN

Centro Médico Veterinario

Corporación Universitaria Remington.

Facultad de Medicina Veterinaria.

Nombre del programa académico.

Oscar Alejandro Riveros Mendez

Autor

Heidy Viviana Yepes Gomez

Tutor

Opción de Trabajo de grado Pasantía.

2025

Agradecimientos

Con inmensa gratitud al Centro Médico Veterinario FELICAN a su propietario Dr. JHON CARLO GIRALDO, por la paciencia, colaboración y enseñanza durante esta pasantía.

A la Dra. HEIDY VIVIANA YEPES GOMEZ por la asesoría, dedicación e interés en este proyecto.

A la Dra. ANA PATRICIA SUARES ORTEGA por su apoyo incondicional.

A toda mi familia Esposa, hijos, madre, nieta por soportar tanta ausencia.

Tabla de contenido

Resumen	4
Problemática abordada en la práctica o pasantía	6
Objetivos	9
<i>Objetivo General</i>	9
<i>Objetivos Específicos</i>	9
Metodología	10
Resultados	13
Conclusiones	25

Tabla de Imágenes

1.Hallazgos clínicos sugestivos de Hipertensión Pulmonar en perros	7
Figura 1. Asociación entre la edad y el índice de distensibilidad	13
Figura 2. Clasificación por sexo y por estado reproductivo	15
Figura 3. Relación Raza Índice	18
Figura 4. Representación de los afectados por edad	21
Figura 5. Protocolo instaurado en la clínica.	24
Figura 6. Principales causas de la hipertensión arterial	31
Figura 7. Medición del índice de Visser.....	32
Tabla2. Medición del índice de Visser	33

Resumen

La hipertensión pulmonar (HP), definida como el incremento de la presión en la vasculatura pulmonar, constituye un estado hemodinámico y fisiopatológico que se presenta en una amplia gama de enfermedades cardiovasculares, respiratorias y sistémicas. El propósito de este estudio fue estandarizar un protocolo clínico para la evaluación de hipertensión pulmonar en perros mediante ecocardiografía, incorporando el cálculo del índice de distensibilidad de la arteria pulmonar.

Metodología. El abordaje diagnóstico integral consideró la anamnesis, los signos clínicos, los parámetros ecocardiográficos y los resultados de pruebas complementarias, lo cual permitió confirmar la presencia de HP e identificar las condiciones subyacentes asociadas. En el Centro Veterinario FELICAN se seleccionaron 15 pacientes caninos que cumplían los criterios de inclusión para realizar estudios ecocardiográficos y aplicar el cálculo del índice. Se llevaron a cabo ecografías en modo M y modo B con el fin de obtener medidas de sístole y diástole, calculando posteriormente el índice de mediante la fórmula: $\frac{\text{sys} - \text{dia}}{\text{sys}} \times 100 = \text{índice de Visser}$.

Cabe resaltar que no todos los pacientes continuaron con el proceso tras detectarse la presencia de enfermedad cardiorrespiratoria; sin embargo, fue posible establecer diagnósticos precisos en los casos completados. Con base en los hallazgos obtenidos, se diseñó un protocolo clínico paso a paso que sistematiza el proceso de evaluación ecocardiográfica y la aplicación del índice de VISSER, con el propósito de estandarizar el procedimiento tanto para el Centro Veterinario FELICAN como para la comunidad médica veterinaria en general.

Palabras clave: Hipertensión Pulmonar, Caninos, ecocardiografía, Sístole, Diástole, válvulas mitral y tricúspide

Problemática abordada en la práctica o pasantía

La hipertensión pulmonar se define como un incremento sustancial de la presión capilar alveolar; esto se puede presentar por incrementos del flujo sanguíneo pulmonar causado por derivación congénita de izquierda a derecha por defectos intra o extra cardíacos (ASD, VSD, PDA, ventana aortopulmonar); un aumento de la resistencia vascular de las arterias pulmonares causado por una vasoconstricción pulmonar, remodelación vascular pulmonar, obstrucción vascular luminal, incremento de la viscosidad de la sangre y rigidez de la pared vascular: o un aumento de la presión venosa causado por insuficiencia cardíaca congestiva secundaria al daño de la válvula mitral o aortica (adquirido o congénito) y la compresión de una vena pulmonar(Visser et al., 2020).

Aproximadamente el 50% de los caninos que padecen insuficiencia cardíaca izquierda desarrollan hipertensión pulmonar secundaria. Esta condición se origina principalmente por el incremento retrógrado de la presión venosa pulmonar debido a la disfunción del ventrículo izquierdo, lo que genera alteraciones hemodinámicas y estructurales en la circulación pulmonar. La hipertensión pulmonar asociada a enfermedad cardíaca izquierda no solo agrava el cuadro clínico de la insuficiencia cardíaca, sino que también compromete el pronóstico y la calidad de vida del paciente (Borgarelli, Abbott, Braz-Ruivo, et al., 2015; Chalermpromma & Surachetpong, 2023). En estos pacientes, la insuficiencia mitral no es la única alteración asociada; también se observan signos clínicos compatibles con hipertensión pulmonar, descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Hallazgos clínicos sugestivos de Hipertensión Pulmonar en perros

HALLAZGOS POSIBLEMENTE SUGESTIVOS DE HP	HALLAZGOS FUERTEMENTE SUGESTIVOS DE HP
Taquipnea en reposo	Sincope (sincope con esfuerzo o actividad) sin otra causa diferente
Sincope (sincope con esfuerzo o actividad) sin otra causa diferente	Dificultad respiratoria en reposo
Post-ejercicio prolongado o taquipnea post-actividad	Actividad o ejercicio que termina en dificultad respiratoria
Mucosidad cianótica o pálida (Membranas)	Insuficiencia cardiaca del lado derecho(Ascitis cardiogénica)

Modificada de (Paucar et al., 2024)

Cabe señalar que ninguno de estos signos clínicos es específico de HP asociada a la insuficiencia de la válvula mitral. Otras enfermedades subyacentes son enfermedades respiratorias (Acierno et al., 2018).

Debido a que no existe una prueba estándar clínica para el diagnóstico de hipertensión pulmonar en pacientes caninos que cursan con insuficiencia cardiaca, surge la necesidad de plantear un protocolo basado en la prueba de distensibilidad pulmonar planteada por Visser para acercarse a un diagnóstico e implementar un tratamiento.

Descripción de la empresa

La pasantía se realizó en el Centro veterinario FELICAN ubicado en la calle 80 C 75 06 en el barrio López de Meza de la ciudad de Medellín Antioquia, con más de 10 años de actividad comercial, la población que acude a este centro veterinario se encuentra en los estratos 2 y 3 de la ciudad. Este periodo transcurrió entre enero y junio del 2024.

FELICAN cuenta con un edificio de dos plantas donde en la primera planta se tiene la recepción, sala de espera y un primer consultorio donde se realiza la primera revisión de pacientes y se llenan las historias clínicas o se realizan procedimientos menores, en este nivel también se cuenta con un área para hospitalización transitoria ya que no realiza hospitalizaciones por 24 horas.

En la segunda planta cuenta con dos consultorios y una sala de cirugía. Uno de los consultorios esta adecuado para realizar ecocardiografías y cuenta con una mesa de consulta cardiológica la cual tiene 2 agujeros pequeños por donde se pasara el transductor para realizar la ecocardiografía, donde se coloca el paciente de cubito lateral en un momento de lateral izquierdo y en otro momento de lateral derecho esto para las distintas fases de la ecocardiografía, este consultorio en el momento de realizar el procedimiento estará a oscuras, el paciente solo podrá estar con un acompañante para que este tranquilo y se deje manipular.

Objetivos

Objetivo General.

Estandarizar un protocolo clínico para la evaluación de hipertensión pulmonar en caninos mediante ecocardiografía, incorporando el cálculo del índice de distensibilidad de la arteria pulmonar utilizado por VISSER

Objetivos Específicos.

- Establecer valores de índice de distensibilidad de la arteria pulmonar (VISSER) mediante ecocardiografía en modo mono-dimensional y bidimensional.
- Asociar valores ecocardiográficos del índice de distensibilidad arteria pulmonar con diagnóstico de hipertensión pulmonar.
- Establecer un paso a paso de esta técnica para facilitar su uso a toda la comunidad medico veterinaria.

Metodología

1. Tipo de estudio.

Se realizó un estudio prospectivo observacional, basado en la realización de ecocardiografías en caninos atendidos en el Centro Veterinario FELICAN, con el propósito analizar los parámetros ecocardiográficos relacionados con hipertensión pulmonar (HP), aplicando el índice de distensibilidad pulmonar, a partir de dichos hallazgos, se estructura un protocolo clínico aplicable en la práctica veterinaria.

2. Población y muestra.

- **Fuente de información:** Pacientes que ingresan al centro médico veterinario FELICAN con antecedentes de enfermedad de la válvula mitral
- **Muestra:** 15 perros que cumplían los criterios de inclusión (signos clínicos compatibles con insuficiencia cardiaca y autorización del tutor por escrito).
- **Criterios de exclusión:** pacientes con historias incompletas, estudios ecográficos no concluyentes o comorbilidades que alteraran los parámetros de manera significativa, tutores que no acepten el estudio.

3. Procedimiento

3.1 Recolección de datos.

- Se revisaron los registros ecocardiográficos
- Se extrajeron medidas de sístole y diástole del ventrículo derecho registradas en cada paciente aplicando las medidas sugeridas por Visser (distensibilidad de la arteria pulmonar y afectaciones de la válvula tricúspide y pulmonar)

- Se documentaron signos clínicos y hallazgos complementarios reportados en la historia clínica (disnea, síncope, tos crónica, soplos, dilatación auricular, hipertrofia ventricular, insuficiencia tricúspideas).

3.2 Cálculo del índice de distensibilidad descrito por VISSER

A partir de las mediciones consignadas, se aplicó la fórmula:

$(\text{Diámetro sistólico} - \text{Diámetro diastólico}) / \text{Diámetro sistólico} \times 100 = \text{Índice de Visser}$

3.3 Análisis e interpretación

- Se compararon los valores obtenidos con rangos de referencia descritos en la literatura.
- Se correlacionaron los resultados con los signos clínicos y hallazgos ecográficos adicionales.

4. Elaboración del protocolo clínico.

- Con base en los hallazgos, se diseñó un protocolo paso a paso que estandariza: selección de pacientes, metodología ecocardiográfica, aplicación del índice e interpretación clínica.
- El protocolo se estructuró en dos formatos: narrativo (para fines académicos) y gráfico (para aplicación en consulta).

Estadística descriptiva

- Variables continuas:
 - Para evaluar normalidad como se aplicó la prueba de Shapiro–Wilk indicado para un n pequeño.
 - Su distribución aproximadamente normal: presentar media \pm desviación estándar.

- Si no normal: presentar mediana (IQR).

Para comparar los grupos, se aplicó Comparaciones entre dos grupos Mann–Whitney U ya que no cumplió los estándares de normalidad, Chi cuadrado y una estadística descriptiva

Aspectos éticos

Se efectúa este trabajo de pasantía, respetando los artículos 14, 16 y 21 de la ley 576 del 2000, Código de ética para el ejercicio profesional de la medicina veterinaria, la medicina veterinaria y zootecnia y zootecnia en Colombia. Por otro lado, no se modificará la información de los procedimientos y resultados obtenidos en los reportes.

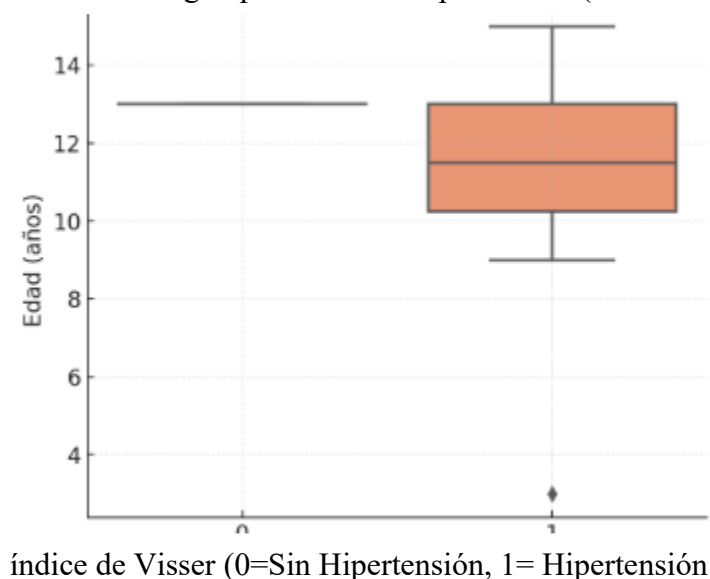
Resultados.

Asociación con la edad

Se analizó una muestra de 15 caninos de distintas razas, con edades comprendidas entre 3 y 15 años (mediana = 11 años). De ellos, 14 (93.3 %) presentaron hipertensión pulmonar según el índice de Visser, y 1 (6.7 %) no mostró evidencia de hipertensión.

Figura 1. Asociación entre la edad y el índice de distensibilidad

Comparación de Edad según presencia de Hipertensión (índice de Visser)



Discusión

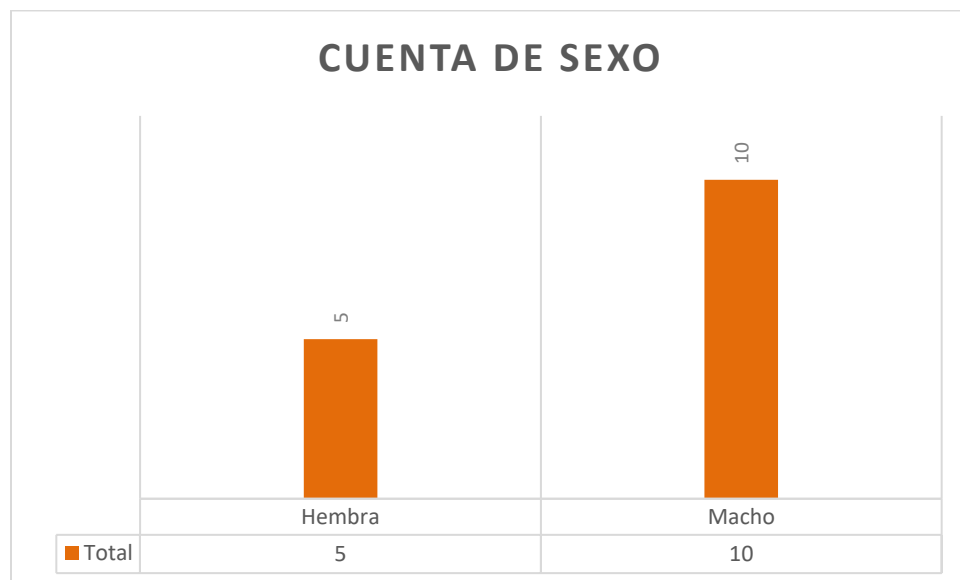
El índice de distensibilidad de Visser es un parámetro utilizado para evaluar la rigidez arterial pulmonar en pacientes con enfermedades cardíacas, como la insuficiencia de la válvula mitral (Visser et al., 2016). De acuerdo con los resultados que se encontraron en el presente estudio, el 93.3% de los caninos con insuficiencia mitral

presentaron hipertensión (HP) pulmonar lo que sugiere una fuerte asociación entre estas condiciones, esto concuerda con Yoshida y colaboradores en 2025 donde los pacientes con enfermedad de la válvula mitral cursaban con hipertensión pulmonar (Yoshida et al., 2025). La insuficiencia mitral puede aumentar la presión en la aurícula izquierda por retroceso en la circulación pulmonar desarrollando una HP (Patel et al., 2014). Un valor bajo del 30% de dicho índice indica rigidez arterial pulmonar (pérdida de distensibilidad), lo que se correlaciona con HP; la HP en estos casos suele ser postcapilar (secundaria a la enfermedad cardíaca izquierda). El índice no distingue si la HP es causa o consecuencia de la enfermedad mitral, pero en este contexto, lo más probable es que sea secundaria. Debido a la muestra tan pequeña (n=15) serían necesarios más estudios para confirmar estos hallazgos.

Asociación con el sexo.

Del total de la muestra, 10 (66.7 %) fueron machos y 5 (33.3 %) hembras. La comparación entre el sexo y la presencia de hipertensión pulmonar mediante la prueba exacta de Fisher no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$), lo que indica que el sexo no se asoció con la presencia de hipertensión en esta población.

Figura 2. Clasificación por sexo y por estado reproductivo



Nota: Todos los ejemplares se han encontrado esterilizados

Discusión.

En la presente investigación, el análisis de la relación entre el sexo y la presencia de hipertensión pulmonar (HP) en perros no evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), lo que sugiere que el sexo no constituye un factor determinante en el desarrollo de esta condición dentro de la población estudiada. Este hallazgo coincide con la mayoría de los reportes disponibles en la literatura veterinaria, en los cuales tampoco se ha observado una asociación consistente entre el sexo y la presencia o gravedad de la HP (Bascur-Pincheira & Montero, 2019; Buriticá-Gaviria et al., 2025). Borgarelli et al (2015) evaluaron más de 200 perros con enfermedad valvular mitral degenerativa y encontraron una prevalencia similar de HP en machos (57 %) y hembras (43 %), sin diferencias significativas entre grupos. De manera concordante, Yuchi et al (2023) en un estudio de 31 caninos con HP secundaria a enfermedades respiratorias crónicas reportaron que ni la edad, ni el peso

corporal ni el sexo mostraron influencia significativa sobre la aparición de la hipertensión. Estos resultados, junto con los del presente estudio, respaldan la hipótesis de que el sexo, por sí solo, no es un factor de riesgo independiente para la hipertensión pulmonar en perros.

Sin embargo, algunos trabajos han mostrado una mayor proporción de machos entre los animales diagnosticados con HP, aunque sin significancia estadística. Este patrón podría estar relacionado con factores de selección o con diferencias en la exposición a enfermedades predisponentes, más que con un efecto fisiológico del sexo. Por ejemplo, en poblaciones con dirofilariosis o fibrosis pulmonar idiopática, se ha reportado predominio de machos, probablemente asociado a un mayor tamaño corporal, diferencias en la actividad física o sesgos de muestreo (Mahadappa et al., 2024; Roels et al., 2021; Tangmahakul et al., 2024).

En la medicina humana, el sexo sí ha demostrado influir en la incidencia y evolución de la hipertensión arterial pulmonar (PAH): las mujeres presentan mayor susceptibilidad a desarrollarla, aunque suelen tener mejor pronóstico que los hombres. Estos contrastes se atribuyen a diferencias hormonales, en especial a los efectos moduladores del estrógeno sobre el endotelio y el tono vascular pulmonar (Sun et al., 2021). No obstante, tales mecanismos no se han demostrado con claridad en caninos en parte porque la mayoría de los estudios clínicos no distinguen entre animales enteros y esterilizados, y no analizan el papel de las hormonas sexuales en la fisiopatología vascular.

El estado reproductivo podría ser una variable relevante aún no controlada en la mayoría de los estudios veterinarios. La influencia de los estrógenos y andrógenos

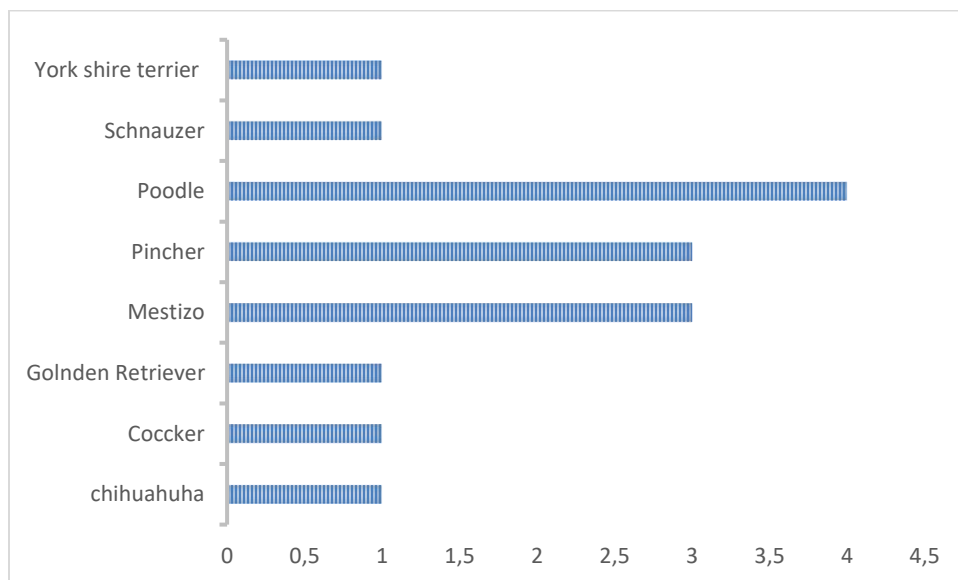
sobre la función endotelial y la remodelación vascular pulmonar es conocida en otras especies, por lo que se recomienda incluir esta información en futuras investigaciones para determinar si existe un efecto hormonal sutil que haya pasado inadvertido por la falta de ajuste multivariado.

En conjunto, los resultados de la literatura y del presente estudio permiten concluir que, en las poblaciones caninas evaluadas hasta la fecha, el sexo no se asocia significativamente con la presencia de hipertensión pulmonar. Sin embargo, la posibilidad de una influencia indirecta a través de factores hormonales, morfométricos o de exposición ambiental no puede descartarse. Se requieren estudios con mayor tamaño muestral, análisis multivariados y control del estado reproductivo, así como investigaciones experimentales que evalúen los mecanismos fisiológicos y endocrinos que podrían explicar eventuales diferencias sexuales en la respuesta vascular pulmonar.

Análisis por raza.

Se incluyeron animales de varias razas (Poodle, Pincher, Mestizo, Schnauzer, Chihuahua, Cocker, Golden Retriever, y Yorkshire Terrier). El análisis de asociación entre la raza y el índice de Visser mediante la prueba de Chi-cuadrado tampoco mostró relación significativa ($\chi^2 = 4.29$; $p = 0.746$), sugiriendo que la hipertensión pulmonar no se relacionó con la raza en esta muestra.

Figura 3. Índice de visser por razas



Discusión

En el presente estudio se incluyeron ejemplares de diversas razas (Poodle, Pinscher, Mestizo, Schnauzer, Chihuahua, Cocker Spaniel, Golden Retriever y Yorkshire Terrier). El análisis estadístico mediante la prueba de Chi-cuadrado no mostró asociación significativa entre la raza y el índice de distensibilidad de la arteria pulmonar derecha (índice de Visser) ($\chi^2 = 4.29$; $p = 0.746$), lo que sugiere que, en esta población, la raza no se relacionó de manera significativa con la presencia de hipertensión pulmonar (HP).

Este resultado coincide con los hallazgos reportados en múltiples investigaciones recientes, donde la raza no se ha identificado como un factor determinante independiente en el desarrollo de HP. Por ejemplo, Kellihan y Stepien, (2010) y posteriormente Visser et al. (2019) reportaron que el índice de distensibilidad arterial pulmonar (RPAD) y otros indicadores ecocardiográficos de HP no presentan diferencias estadísticamente significativas entre razas, cuando se controla el efecto del

tamaño corporal. Estos autores concluyen que la HP parece estar más influenciada por la enfermedad cardíaca o respiratoria subyacente que por la raza per se.

De manera similar, Borgarelli et al. (2015), en un amplio estudio sobre perros con enfermedad valvular mitral degenerativa, observaron que si bien algunas razas pequeñas (como el Cavalier King Charles Spaniel y el Poodle) eran más frecuentes en la muestra, la prevalencia de HP dentro de cada raza se correspondía con la frecuencia de la enfermedad valvular, y no con una predisposición racial directa a la hipertensión pulmonar. Es decir, la raza actuaba más como un marcador de la enfermedad de base que como un factor causal de HP.

Por otro lado, existen reportes aislados de predisposición racial en contextos específicos, particularmente en razas con enfermedades pulmonares primarias. Los West Highland White Terriers, por ejemplo, muestran una mayor prevalencia de HP asociada a fibrosis pulmonar idiopática, una condición de base conocida en la raza (Roels et al., 2023). También se ha descrito HP en Bulldogs y Boston Terriers, asociada a síndromes obstructivos respiratorios crónicos, pero en estos casos la hipertensión se considera secundaria a la obstrucción de la vía aérea superior y no una alteración primaria de la vasculatura pulmonar (Johnson et al., 2023).

Estas observaciones sugieren que la raza no es un factor de riesgo independiente para HP, sino que su influencia se ejerce a través de la predisposición genética a enfermedades cardiovasculares o respiratorias que actúan como causas secundarias. En razas mixtas o poblaciones heterogéneas como la del presente estudio, donde no predomina una patología específica, esta asociación tiende a

desaparecer estadísticamente (Borgarelli, Abbott, Braz-Ruivo, et al., 2015; Oleynikov & Yi, 2022).

La ausencia de significancia racial encontrada en este trabajo podría también explicarse por el tamaño muestral limitado y la distribución amplia de razas, que reduce la potencia estadística para detectar diferencias entre grupos. Sin embargo, este patrón coincide con la mayoría de los reportes contemporáneos, en los que la fisiopatología subyacente (valvulopatía, enfermedad pulmonar o tromboembolismo) es el principal determinante del desarrollo de HP, más que la raza o el sexo.

En conjunto, los resultados obtenidos apoyan la conclusión de que la raza, por sí sola, no influye significativamente en la presencia ni en la magnitud de la hipertensión pulmonar en perros, al menos en poblaciones heterogéneas sin una enfermedad de base predominante. Futuros estudios con mayor número de individuos por raza y con análisis multivariados podrían esclarecer si ciertas razas presentan susceptibilidad vascular intrínseca o si las diferencias observadas responden únicamente a las patologías predisponentes más comunes en cada grupo.

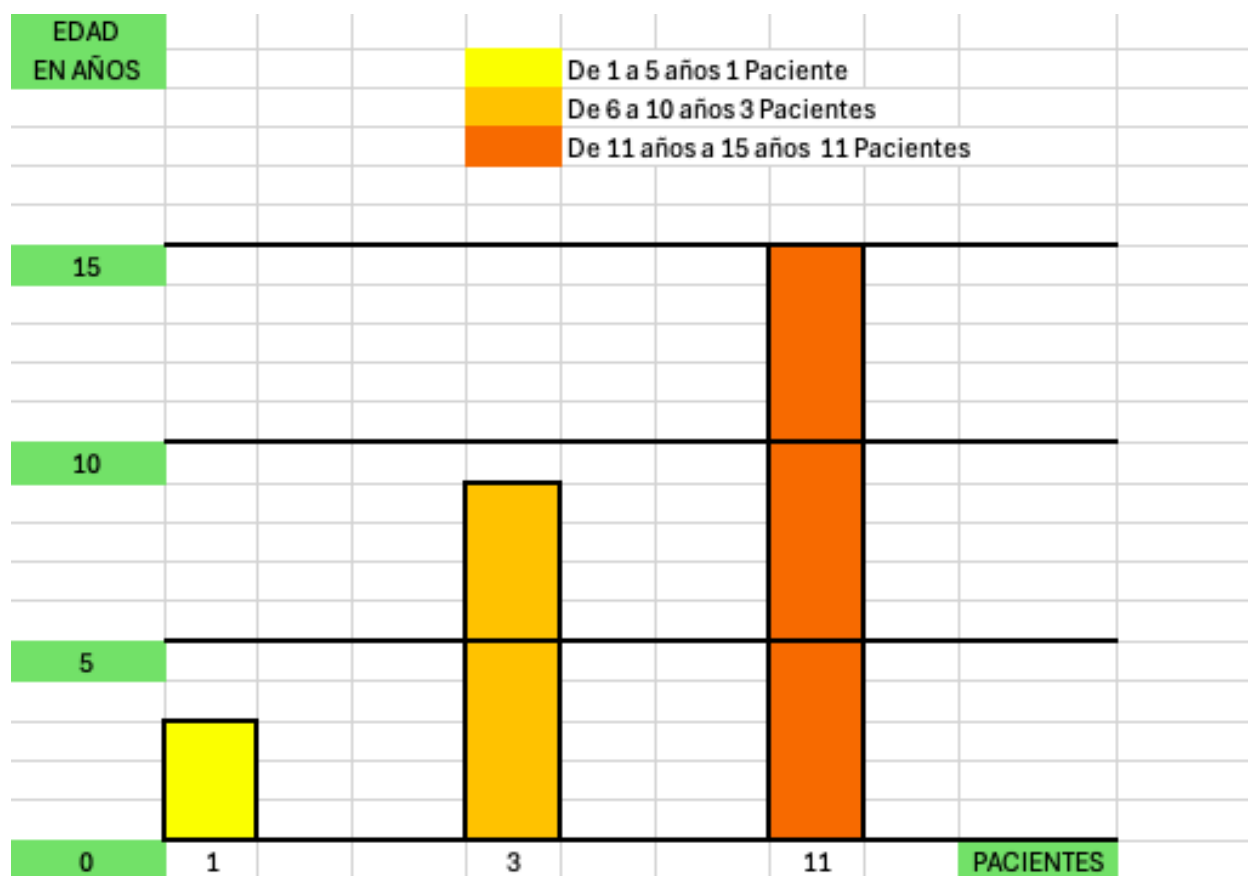
El análisis de normalidad mediante Shapiro–Wilk indicó que la variable edad no seguía una distribución normal ($W = 0.86$; $p = 0.025$).

Por tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann–Whitney U para comparar la edad entre los grupos con y sin hipertensión.

No se encontraron diferencias significativas ($U = 4.00$; $p = 0.559$).

Los animales con hipertensión tuvieron una mediana de edad de 11.5 años, mientras que el único animal sin hipertensión tenía 13 años.

Figura 4. Representación de los afectados por edad



Nota: Este gráfico representa la distribución de paciente por edades, donde la parte más representativa de pacientes afectados está a partir de los 10 años los cuales corresponden a deterioros por la edad.

Discusión.

El análisis estadístico mostró que la variable edad no seguía una distribución normal (Shapiro–Wilk, $W = 0.86$; $p = 0.025$); por lo tanto, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann–Whitney U. No se observaron diferencias significativas en la

edad entre los grupos con y sin hipertensión pulmonar ($U = 4.00$; $p = 0.559$). Los animales hipertensos presentaron una mediana de edad de 11.5 años, mientras que el único individuo sin hipertensión tenía 13 años.

Aunque los resultados no evidencian una relación estadísticamente significativa entre la edad y la presencia de hipertensión pulmonar (HP), se observa una tendencia hacia una mayor edad en los individuos afectados, lo cual coincide con lo descrito en la literatura veterinaria. Diversos autores han señalado que la HP es más frecuente en perros de edad avanzada, principalmente debido a la alta prevalencia de enfermedades cardíacas y respiratorias crónicas en esta población (Kellihan & Stepien, 2010; Kellihan et al., 2020).

En particular, la degeneración mixomatosa de la válvula mitral (DMVM), una de las causas más comunes de HP en perros, presenta una incidencia creciente con la edad. Borgarelli et al. (2015) y Serres et al. (2007) demostraron que la HP secundaria a DMVM se observa principalmente en perros mayores de 9 años, y su severidad se incrementa conforme avanza la enfermedad valvular. Esto sugiere que la edad actúa como un factor indirecto que incrementa el riesgo de HP al facilitar la aparición de patologías cardiovasculares degenerativas.

Asimismo, Visser et al. (2019) y Johnson et al. (2023) señalaron que en perros geriátricos pueden coexistir alteraciones pulmonares crónicas como fibrosis intersticial o bronquitis crónica que contribuyen a la elevación sostenida de la presión arterial pulmonar. Sin embargo, cuando la muestra incluye individuos de distintas edades y con causas variadas de HP, la asociación con la edad tiende a diluirse estadísticamente, como ocurrió en este estudio.

La ausencia de significancia en los resultados podría estar relacionada con el tamaño muestral limitado, especialmente en el grupo sin hipertensión, lo cual reduce la potencia estadística de la prueba para detectar diferencias entre grupos. Aun así, el hallazgo de que la mayoría de los casos de HP se concentran en perros mayores de 10 años concuerda con el perfil etario descrito en investigaciones previas (Johnson & Stern, 2020; Poser & Guglielmini, 2016; Tyagi et al., 2025).

En conjunto, los resultados sugieren que, aunque la edad avanzada no se asocia directamente con la presencia de hipertensión pulmonar, sí constituye un factor de riesgo indirecto al aumentar la probabilidad de padecer enfermedades cardiopulmonares predisponentes. Futuros estudios con un mayor número de individuos y análisis multivariados permitirían confirmar si la edad ejerce un efecto independiente sobre la aparición y severidad de la HP en la población canina.

Protocolo.

De acuerdo con los resultados obtenidos se realiza el siguiente protocolo para pasantes

Figura 5. Protocolo instaurado en la clínica.

Este protocolo esta diseñado para describir paso a paso el procedimiento que se llevará a cabo con los pacientes durante el electrocardiograma.

Cualquier duda podrá ser aclarado por el medico veterinario a cargo.

ESPACIO PARA DATOS DE LA CLINICA

CLINICA XXXXX
SERVICIOS VETERINARIOS DE
ELECROCARDIOLOGIA
(OTROS SERVICIOS)
(OTROS SERVICIOS)

TELEFONOS: +57 111111111 -
+5711111111
Correo electronico:
ClinicaXXXX@efgh.com

PROTOCOLO

ECOCARDIOGRAMA CANINO




1. El paciente ingresará al consultorio con su tutor o un acompañante para este buscando la mayor tranquilidad posible en el paciente.



3. El paciente se ubicara de costado en una mesa de examen, descansando la zona depilada sobre los orificios por donde se apoyara el transductor.



5. Durante el procedimiento, se realizará le medición del índice de distensibilidad pulmonar en modo M y modo B.

6- Se aplicara la formula descrita por Visser:
 $\text{sys-dia} / \text{sys} \times 100$.

Condición	RPAD (%)	Interpretación
Normal	≥ 30-36%	Distensibilidad normal, sin signos de HP.
HP leve	25-29%	Posible inicio de hipertensión pulmonar.
HP moderada	20-24%	Reducción importante de distensibilidad.
HP severa	< 20%	Alta probabilidad de hipertensión pulmonar significativa.



2. Se depilaran las zonas costales arriba de los codos, y la zona abdominal para obtener una mejor resolución.



4- Con el paciente ubicado se toman las imágenes cardiacas y las mediciones necesarias en ambos costados del paciente y se realizara el respectivo reporte.



El protocolo diseñado para la realización del ecocardiograma en caninos permite estandarizar las condiciones del procedimiento y garantizar la obtención de imágenes de alta calidad diagnóstica. La preparación previa del paciente, como la depilación de las zonas costales y abdominales, facilita la transmisión ultrasónica y reduce artefactos que pueden interferir en la interpretación de los resultados. Además, el posicionamiento lateral del animal promueve la estabilidad y la comodidad, factores esenciales para minimizar el estrés y los movimientos que afectan la precisión de las mediciones.

La aplicación de la fórmula de Visser para el cálculo del índice de distensibilidad pulmonar representa una herramienta útil para identificar diferentes grados de hipertensión pulmonar, contribuyendo así a un diagnóstico temprano y a la toma de decisiones clínicas más precisas. No obstante, es importante considerar la variabilidad individual entre pacientes y la necesidad de correlacionar estos hallazgos con la historia clínica y otras pruebas complementarias para establecer un diagnóstico integral.

Conclusiones.

El índice de distensibilidad es una herramienta útil para determinar si existe o no hipertensión pulmonar, sin embargo, no identifica que patología está causando la hipertensión

En el presente estudio se observó que no existe una relación entre la edad y la hipertensión, este fenómeno, se presenta por un tamaño de la muestra pequeño, se debe tener en cuenta que el 93.6% de los pacientes independientemente cursaban con

insuficiencia de la válvula mitral y presentaron hipertensión pulmonar, lo que puede sesgar el estudio.

Se necesitan más estudios controlados para determinar la asociación de hipertensión pulmonar con las variables medibles en el presente estudio.

El protocolo fortalece las habilidades del pasante a la hora de realizar un estudio ecocardiográfico y guiarse de los valores para clasificar el grado de hipertensión pulmonar.

Referencias

- Acierno, M. J., Brown, S., Coleman, A. E., Jepson, R. E., Papich, M., Stepien, R. L., & Syme, H. M. (2018). ACVIM consensus statement: Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(6), 1803-1822.
<https://doi.org/10.1111/jvim.15331>
- Bascur-Pincheira, M., & Montero, E. (2019). *Determinación de parámetros ecocardiográficos de hipertensión pulmonar en pacientes caninos con enfermedad degenerativa mixomatosa de la válvula mitral estabilizados farmacológicamente*. 46-56.
<https://revistademedicinaveterinariaeinvestigacion.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/bascur-pincheira-y-montero-2019-.pdf>
- Borgarelli, M., Abbott, J., Braz-Ruivo, L., Chiavegato, D., Crosara, S., Lamb, K., Ljungvall, I., Poggi, M., Santilli, R. A., & Haggstrom, J. (2015). Prevalence and prognostic importance of pulmonary hypertension in dogs with myxomatous mitral valve disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(2), 569-574.
<https://doi.org/10.1111/jvim.12564>
- Borgarelli, M., Abbott, J., Braz-Ruivo, L., Chiavegato, D., Crosara, S., Lamb, K., Ljungvall, I., Poggi, M., Santilli, R. A., & Haggstrom, J. (2015). Prevalence and Prognostic Importance of Pulmonary Hypertension in Dogs with Myxomatous Mitral Valve Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(2), 569-574.
<https://doi.org/10.1111/jvim.12564>

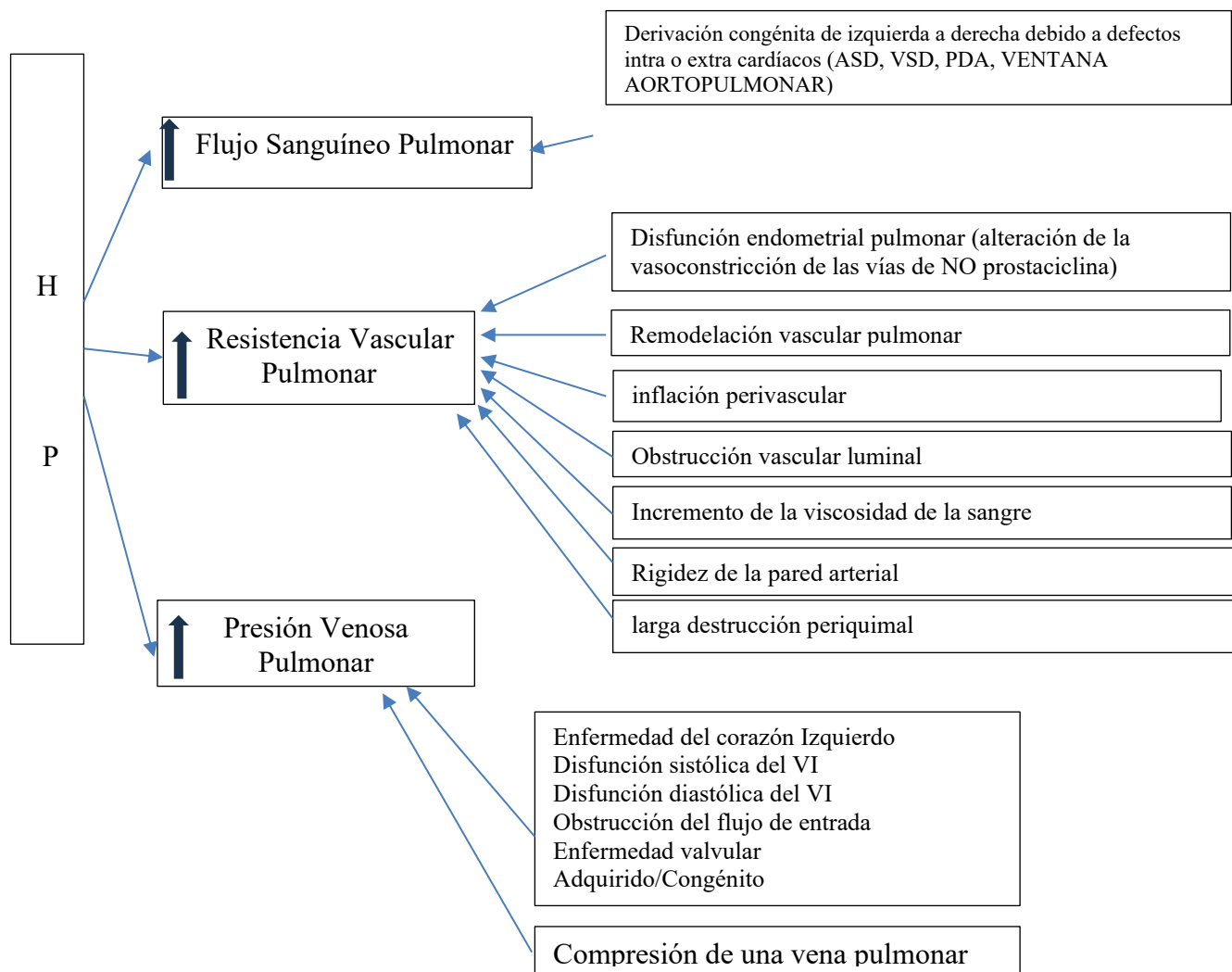
- Buriticá-Gaviria, E., Echeverry-Bonilla, D., & Martínez-Salgado, M. (2025). Efecto de dos maniobras de reclutamiento alveolar sobre diversas variables ecográficas de la función sistólica y diastólica del corazón derecho en perros anestesiados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 36(1), e30198. <https://doi.org/10.15381/rivep.v36i1.30198>
- Chalermpromma, P., & Surachetpong, S. D. (2023). Indicators for pulmonary hypertension in dogs with degenerative mitral valve disease. *Veterinary World*, 2515-2520. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.2515-2520>
- Johnson, L. R., & Stern, J. A. (2020). Clinical features and outcome in 25 dogs with respiratory-associated pulmonary hypertension treated with sildenafil. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(1), 65-73. <https://doi.org/10.1111/jvim.15679>
- Kellihan, H. B., & Stepien, R. L. (2010). Pulmonary Hypertension in Dogs: Diagnosis and Therapy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(4), 623-641. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.03.011>
- Mahadappa, P., Jeyaraja, K., Thirunavakkarasu, P. S., & Krishnaswamy, N. (2024). Association between systolic blood pressure and target organ damage in naturally occurring cases of systemic hypertension in the dog. *Topics in Companion Animal Medicine*, 58, 100843. <https://doi.org/10.1016/j.tcam.2023.100843>
- Oleynikov, D. A., & Yi, M. (2022). Pre- and postcapillary pulmonary hypertension in dogs: Circulating biomarkers. *Open Veterinary Journal*, 12(4), 469-480. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i4.8>

- Patel, H., Desai, M., Tuzcu, E. M., Griffin, B., & Kapadia, S. (2014). Pulmonary Hypertension in Mitral Regurgitation. *Journal of the American Heart Association*, 3(4), e000748. <https://doi.org/10.1161/JAHA.113.000748>
- Paucar, N. S., Quisirumbay, J. R., Rodriguez, J. E., Flores, J. E., & Mena, R. P. (2024). Estudio retrospectivo de enfermedades cardiacas en caninos diagnosticados por ecocardiografía en Quito-Ecuador. *Revista Veterinaria*, 35(2), 66-73. <https://doi.org/10.30972/vet.3527865>
- Poser, H., & Guglielmini, C. (2016). Pulmonary Hypertension in the Dog. *Acta Veterinaria*, 66(1), 1-25. <https://doi.org/10.1515/acve-2016-0001>
- Roels, E., Fastrès, A., Merveille, A.-C., Bolen, G., Teske, E., Clercx, C., & Mc Entee, K. (2021). The prevalence of pulmonary hypertension assessed using the pulmonary vein-to-right pulmonary artery ratio and its association with survival in West Highland white terriers with canine idiopathic pulmonary fibrosis. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 171. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02879-w>
- Sun, Y., Sangam, S., Guo, Q., Wang, J., Tang, H., Black, S. M., & Desai, A. A. (2021). Sex Differences, Estrogen Metabolism and Signaling in the Development of Pulmonary Arterial Hypertension. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8, 719058. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.719058>
- Tangmahakul, N., Rungsipat, A., & Surachetpong, S. D. (2024). Investigation of pulmonary artery and circulating endothelin-1 expression in dogs with pulmonary hypertension secondary to myxomatous mitral valve disease. *Veterinary World*, 2144-2151. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2144-2151>

- Tyagi, R., Gupta, D. K., Pradhan, S., Tripathi, S. M., Shahi, A., Pathak, S. K., Pratap, A., Mathur, R., & Sachdev, H. K. (2025). Epidemiological Assessment of Systemic Hypertension in Dogs. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 28(2), 339-347. <https://doi.org/10.9734/jabb/2025/v28i21995>
- Visser, L. C., Im, M. K., Johnson, L. R., & Stern, J. A. (2016). Diagnostic Value of Right Pulmonary Artery Distensibility Index in Dogs with Pulmonary Hypertension: Comparison with Doppler Echocardiographic Estimates of Pulmonary Arterial Pressure. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(2), 543-552. <https://doi.org/10.1111/jvim.13911>
- Visser, L. C., Wood, J. E., & Johnson, L. R. (2020). Survival characteristics and prognostic importance of echocardiographic measurements of right heart size and function in dogs with pulmonary hypertension. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(4), 1379-1388. <https://doi.org/10.1111/jvim.15826>
- Yoshida, T., Adin, D., & Matsuura, K. (2025). Clinical Outcomes of Mitral Valve Repair in Dogs With Pulmonary Hypertension Secondary to Myxomatous Mitral Valve Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 39(3), e70106. <https://doi.org/10.1111/jvim.70106>
- Yuchi, Y., Suzuki, R., Saito, T., Yasumura, Y., Teshima, T., Matsumoto, H., & Koyama, H. (2023). Echocardiographic characteristics of dogs with pulmonary hypertension secondary to respiratory diseases. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37(5), 1656-1666. <https://doi.org/10.1111/jvim.16836>

Anexos

Figura 6. Principales causas de la hipertensión arterial

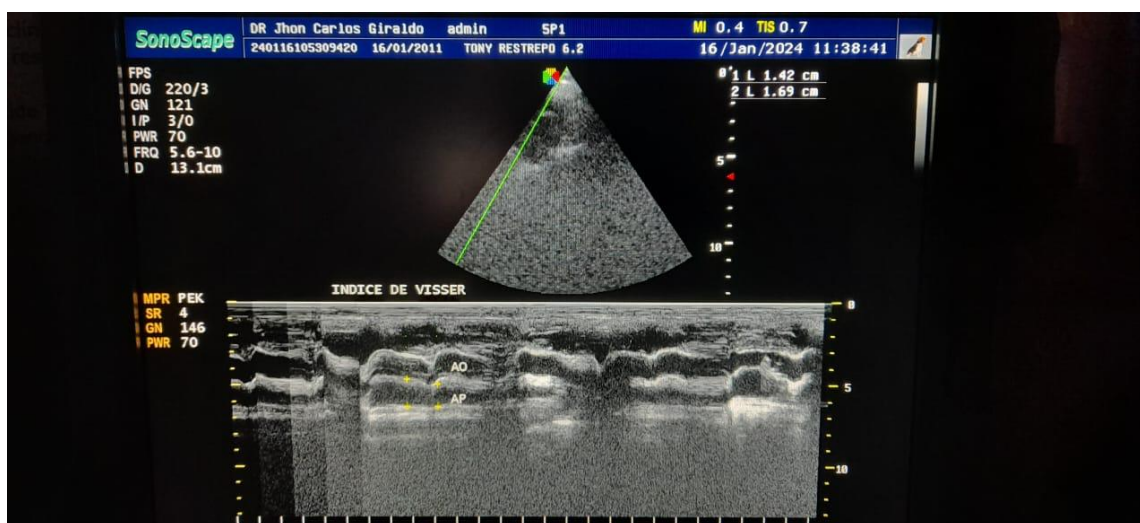


Anexo.

El desarrollo de hipertensión pulmonar, definida como un aumento anormal de la presión dentro de la vasculatura pulmonar, resulta por aumento del flujo sanguíneo pulmonar, aumento de la resistencia vascular pulmonar, aumento de la presión venosa pulmonar o alguna combinación de este. La vasculatura pulmonar normal se compone

de arterias, venas y capilares de paredes delgadas; baja presión, baja resistencia vascular y alta sistema de capacitancia. En la homeostasis, la sangre expulsada del ventrículo derecho (VD) hacia el tronco pulmonar se dirige hacia la derecha y hacia la izquierda. Arterias pulmonares. La presión arterial pulmonar permanece baja en condiciones homeostáticas debido a la densa red de capilares pulmonares que puede acomodar el tránsito rápido de un gran volumen de sangre que llega desde las arterias pulmonares. Tras un intercambio gaseoso eficiente en el alveolar-capilar. En la interfaz, la sangre oxigenada es recolectada por las vénulas pulmonares que se unen para formar las venas, que eventualmente se abren hacia la izquierda.

Figura 7. Medición del índice de Visser



En esta imagen se ecocardiográfica se puede determinar la medida de sístole = 1,69 donde sístole en la onda más amplia y diástole= 1,42 la onda más estrecha y a partir de estas medidas podemos aplicar la fórmula de distensibilidad de la arteria pulmonar.

$$\text{SYS} - \text{DIA} / \text{SYS} * 100 = \text{Indicé de distensibilidad} = 1,69 - 1,42 / 1,69 * 100 = 15,97.$$

Este resultado de acuerdo a VISSER no da menor al 20 % y se considera como alta probabilidad de hipertensión pulmonar Significativa.

Tabla2. Medición del índice de Visser

CONDICIÓN	RPAD (%)	INTERPRETACIÓN
NORMAL	$\geq 30-36$ %	Distensibilidad normal sin signos de HP
HP Leve	25-29 %	Posible inicio de HP
HP Moderada	20-24 %	Reducción importante de distensibilidad
HP Severa	< 20 %	Alta probabilidad de HP significativa