

**FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN DE LOS SONIDOS CARDÍACOS S3 Y S4 EN
13 CANINOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**



Edwin Andrés Álvarez Quintero

Brayan Alexander Gracia Guarín

David Alejandro Triana Lizarazo

**Universidad Antonio Nariño
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Sede (Bogotá), Colombia
2023**

**FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN DE LOS SONIDOS CARDÍACOS S3 Y S4 EN
13 CANINOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**



Edwin Andrés Álvarez Quintero

Brayan Alexander Gracia Guarín

David Alejandro Triana Lizarazo

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de;
Médico Veterinario**

Director

Adriana María Pedraza Toscano

MV.MSc.PhD

**Universidad Antonio Nariño
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Sede (Bogotá), Colombia
2023**

Tabla de contenido

Introducción	4
Planteamiento del problema	5
Justificación	6
Objetivos	7
Marco teórico	8
Fisiología del corazón	8
Anatomía cardíaca:	11
Tercer sonido cardíaco S3	122
Cuarto sonido cardíaco S4	133
Electrocardiograma	144
Fonocardiograma	16
Ecocardiograma	17
Teorías en la presencia del sonido S3 y S4	17
Presencia del S3 y S4	19
Ausencia del S3 y S4	211
Fisiología del S3	211
Fisiología del S4	21
Estudios	222
Metodología	234
Resultados	256
Discusión	30
Limitaciones	323
Conclusiones	334
Referencias bibliográficas	345

Introducción

En los caninos, el tercer y el cuarto sonido cardíaco S3 y S4 se definen como sonidos cardíacos difíciles de auscultar y su presencia, en la mayoría de las especies, se puede ver en casos de cardiomiopatías, a diferencia de los equinos donde se presentan de manera normal (Ynaraja, s.f.). Los sonidos S3 y S4 se presentan durante el llenado ventricular, momento en el que hay flujo sanguíneo desde el atrio hacia el ventrículo, y que al momento de ingresar al ventrículo genera un choque con las paredes ventriculares y un volumen sistólico final produciendo el sonido (Silverman, 1990). En caninos, pueden estar asociados con anomalías cardíacas así como con algunas situaciones de estrés y/o temor, además de encontrarse en algunos pacientes que han sido sometidos a ejercicios extenuantes (Pechetty y Nemani, 2020), razón por la cual es importante la detección temprana de dichos sonidos al momento del examen clínico con el fin de determinar qué pacientes deben recibir valoración cardiológica antes de presentar signos clínicos de enfermedad cardíaca. El presente estudio se basó en el registro de fonocardiogramas, con el fin de determinar la frecuencia de presentación de S3 y S4, en perros clínicamente sanos, así como determinar la duración y frecuencia de dicho sonido.

Planteamiento del problema

En caninos, la presencia de sonidos de galope (S3 y S4), se ha asociado principalmente a cardiopatías en las que, en muchos casos, los pacientes no presentan una signología concordante con dicha enfermedad. Debido a esto, su presencia da inicio a una evaluación cardiovascular más detallada y en algunos casos a iniciar un tratamiento. En caninos, existen patologías como la cardiomiopatía dilatada (Silverman, 1990) y la enfermedad valvular degenerativa (Purina Institute, s.f.) en las que existe una disminución en la distensibilidad ventricular, aumentando la velocidad de llenado y produciendo estos sonidos (Nirav y Khan, 2004). Por lo tanto, el método de auscultación empleado durante el examen clínico es importante para aumentar la probabilidad de detección de dichos sonidos y que pueda haber una valoración cardiológica temprana de pacientes que puedan presentar alguna patología cardíaca en fase oculta o subclínica.

El presente estudio busca determinar la frecuencia de presentación de S3 y S4 durante el examen clínico de pacientes caninos clínicamente sanos que son auscultados por estudiantes de medicina veterinaria o veterinarios que no tienen entrenamiento en cardiología.

Justificación

En caninos, existen patologías cardíacas en las que en sus fases iniciales los pacientes no presentan sintomatología evidente para el propietario y por lo tanto pueden pasar fácilmente desapercibidas. Los sonidos cardíacos diastólicos S3 y S4 han sido asociados al desarrollo de patologías cardíacas en las cuales se ve disminuida la distensibilidad del ventrículo, lo cual hace que la velocidad y presión de llenado aumenten produciendo dichos sonidos durante el ciclo cardíaco. Por lo tanto, la presencia de estos sonidos se ha considerado como un indicador temprano de disminución de la distensibilidad ventricular y posiblemente enfermedad diastólica cardíaca. Debido a esto, es importante realizar una auscultación muy cuidadosa durante el examen clínico cardiovascular con el fin de detectar de forma temprana la presencia de dichos sonidos y derivar más pacientes al servicio de cardiología para realizar un diagnóstico cardiológico completo.

El presente estudio pretende determinar la frecuencia de presentación de los sonidos S3 y S4 durante la auscultación en pacientes clínicamente sanos

Objetivos

Objetivo general

- Determinar la frecuencia de presentación de los sonidos cardíacos S3 y S4 en caninos de la ciudad de Bogotá.

Objetivos específicos.

- Mejorar las habilidades de auscultación cardíaca en estudiantes de pregrado de Medicina Veterinaria
- Describir la importancia de la auscultación de sonidos cardíacos en pacientes clínicamente sanos

Marco teórico

Fisiología del corazón

Para hablar de los sonidos cardíacos primero se debe de conocer el funcionamiento normal del sistema circulatorio de los organismos, siendo en este caso importante destacar la funcionalidad en específico del corazón, en donde nos enfocaremos en la anatomía y fisiología sobre todo de la parte ventricular y valvular de dicho órgano, con el fin de entender la presentación de los sonidos cardiacos tanto normales como los anormales que por lo general no se auscultan en la práctica denominados S3 y S4, ya de por sí son sonidos no auscultables normalmente en la el examen clínico.

Hablaremos de los conductos membranosos, aquellos que permiten el paso de agua y electrolitos, siendo estos proteínas complejas, las cuales contienen varios genes y acoplan diferentes péptidos, cuando estos conductos son activados permiten el paso de diversos iones ya sea que ingresen o salgan de la célula, mediante un gradiente de concentración se ha de permitir este paso siendo una difusión simple, significando que tendrá una facilidad de paso en cuanto mayor sea la diferencia entre ambos lados de la membrana (Rosas E. y Ayala G., 2014) junto con esto y algunos de los avances en la tecnología se ha determinado que la presencia de algunas arritmias puede tener un componente genético, llevando a que se dé una apertura aún mayor en los conductos generando así que se presente un tiempo prolongado en el paso de iones, esto ha sido generado de manera genética y aún está en estudio, con el fin de determinar las alteraciones que se pueden generar mediante el estudio de las arritmias. Para el caso de un potencial de acción hablamos de que se da una presencia mayor de sodio a nivel interno de la célula, mientras que en la parte externa se encuentra una mayor cantidad de potasio, lo cual puede indicar la facilidad del

gradiente de concentración al momento en que la célula recibe un estímulo para permitir el paso de estos iones (Rosas E. y Ayala G., 2014), hablando de las despolarizaciones gráficamente se puede observar la presencia de una meseta al recibir una polaridad positiva, la cual ha de generar una apertura en los canales de sodio por unas milésimas de segundo, al generarse el paso de iones se creará una fase negativa, es decir la polaridad se volverá negativa de este modo por la entrada de sodio, mientras que el potasio genera su salida, seguido a esto se consigue una segunda fase en la meseta, la cual se establece que es propia del músculo cardíaco ya que se ve generada por acción directa del calcio, en la tercera fase podemos encontrar la fase de repolarización de la célula, donde el potasio genera una salida de la célula perdiendo así la carga positiva que tenía en un momento, volviendo así a tener una carga negativa igual a la anterior (momento en que inicio el proceso), en este caso se dice que al recibir un impulso no ha de responder ya que se encuentra en un periodo refractario absoluto, es decir que la primera mitad de esta fase será nula a otros estímulos, mientras que al finalizar esta fase se puede evidenciar una respuesta a estímulos ya que se dice es un periodo refractario relativo, que es donde se alcanza un punto de reposo parcial (Rosas E. y Ayala G., 2014).

En el corazón surge una forma diferente de potencial de acción, es decir que este difiere con los potenciales de acción del músculo esquelético, siendo así un potencial de acción que le brinda al músculo cardíaco la facilidad de mantener éste, por un periodo extenso, es único y autogenerado, a su vez se produce una conducción de célula a célula (gap junctions), es decir que estas tres cosas son las que hacen que el potencial de acción del corazón difiera del generado para el músculo esquelético (Morhman D. y Heller L., 2006). Se dice que los potenciales de acción en ciertas regiones del corazón no han de ser idénticas, lo cual indica que tienen ciertas

características que son variables y a su vez tienen una gran importancia en el momento que surge la excitación del músculo cardíaco, en este caso se dice que algunas células pueden generar el potencial de acción de manera espontánea ya que actúan de forma como un marcapasos, esto en un momento cuando se denominan células especializadas, mientras que en otras ocasiones las que no son especializadas, ósea son células ordinarias que no pueden llegar a generar este tipo de potencial de acción espontáneo (Morhman D. y Heller L., 2006).

Los ruidos cardíacos son aquellos que van a aparecer durante el ciclo en que inicia la sístole e inicio de la diástole, es decir en este caso hablamos de S1 y S2 respectivamente, esto es gracias al cierre abrupto que se produce en las válvulas, generando así una vibración, la cual puede ser captada como uno de los sonidos cardíacos normales los cuales son los ya mencionados anteriormente, en este caso hablando del S1 se puede decir que se produce a partir del del complejo QRS a nivel del electrocardiograma, mientras que el S2 se observa justo en el tiempo en que se produce la onda T del electrocardiograma (Morhman D. y Heller L., 2006). En otra circunstancia se puede encontrar sonidos anómalos, que son raros de ver a nivel del electrocardiograma, estos son los sonidos S3 y S4, si se dan con los sonidos normales se pueden denominar ruidos de galope, ya que se asemejan al galopar de un equino, en este caso hablamos de que se presenta el sonido S3 justo después de que se presenta S2, para el caso del S4 se puede denominar como un sonido que se presenta en casos de afecciones cardíacas, siendo sinónimo de enfermedad (Morhman D. y Heller L., 2006).

Anatomía cardíaca:

El corazón posee cuatro cavidades las cuales son las cámaras que han de movilizar la mayor cantidad de sangre posible denominados atrios y ventrículos, ubicando los atrios en la parte superior del corazón y ventrículos en la parte inferior, para permitir un flujo adecuado de la sangre se tiene también las válvulas, las cuales han de evitar un flujo inadecuado de la sangre, es decir un flujo inverso, ya que estas se cierran luego del paso de la sangre evitando que ésta se devuelva, siendo de especial importancia las válvulas mitral, tricúspide conocidas como atrioventriculares, las válvulas pulmonar y aórtica se les conoce como semilunares (Calderón Z. y Rigoberto F., 2021).

En este caso hablaremos del ciclo cardíaco que es aquel que nos permite darle un seguimiento al bombeo sanguíneo, es decir la contracción y relajación del músculo del corazón mediante el cual se produce un movimiento de la sangre de atrios a ventrículos mediante estos movimientos musculares, siendo de forma alternada se da un movimiento sanguíneo que permite la eyección de la sangre a través del organismo, dando así la denominación de sístole en el caso de la contracción y diástole en el caso de la relajación muscular (Calderón Z. y Rigoberto F., 2021).

Los sonidos cardíacos normalmente se producen cuando se da el paso de la sangre a través de las válvulas, es decir que se producen en el momento que se da una relajación o contracción para eyectar la sangre pasando por las válvulas mencionadas con anterioridad, estos son debido a que se genera una vibración al realizar ese flujo sanguíneo, permitiendo que sea perceptible el sonido normal que se produce denominados como S1 y S2, cada uno en diferente fase, a su vez se dice que este sonido puede variar debido al diámetro del vaso, la velocidad con la que fluye la sangre y que tan densa o viscosa puede ser esta (Calderón Z. y Rigoberto F., 2021), para este caso hablamos que S1 se genera a partir de la sístole y

S2 se origina a partir de la diástole, es decir que ambos sonidos preceden a una fase de contracción y relajación. Por otro lado se tienen los sonidos anormales que se denominan S3 y S4, siendo estos sonidos causados por otros factores, siendo S3 un sonido rara vez escuchado y el cual se da por un incremento en la cantidad de sangre que recibe, generando así un choque con las paredes ventriculares, lo cual genera un sonido perceptible en ocasiones por el oído humano, siendo más observado mediante un monitoreo y exámenes como electrocardiograma y fonocardiograma, los cuales permiten detallar su presencia (Calderón Z. y Rigoberto F., 2021), mientras que el sonido S4 es el más raro de presentarse y es un sonido el cual se denomina de índole patológica debido a un mal funcionamiento en la cámara ventricular por una excesiva dilatación y con poca o nula contracción.

Tercer sonido cardíaco S3

El tercer sonido cardíaco más conocido como S3 es un sonido diastólico de baja frecuencia 25-50 Hz, se denomina diastólico debido a que se produce a principios de la diástole durante el llenado ventricular en donde se genera un choque de la sangre con las paredes del ventrículo, generando así el sonido mediante las vibraciones subsecuentes a la producción del sonido S2, dando la presencia del sonido anómalo denominado S3.

En este caso podemos hablar del sonido S3 como un sonido de galope que se presenta en cuanto se dan alteraciones en las condiciones fisiológicas y en su mayoría se ha presentado en condiciones patológicas, se determinan varias teorías de la presencia de este sonido, aunque se le atribuyen por lo general a las alteraciones a nivel de las válvulas y daños cardíacos aún se desconoce la forma en que se produce este sonido exactamente, se ha mencionado la formación sobre la aceleración y desaceleración de la sangre a nivel del final de la diástole (Frans Van de Werf et al., 1984), en este caso se habla de la desaceleración del flujo sanguíneo, junto con una relación con la presión, siendo en este caso los gradientes de presión, generando así la relajación o contracción del ventrículo, incluyendo en este caso se habla del llenado ventricular debido a que el flujo acelerado o disminuido puede afectar en

la presencia de los sonidos de galope como es definido así el S3 (Frans Van de Werf et al., 1984).

Se dice que el S3 es un sonido que se produce al momento del llenado ventricular rápido y un descenso en la onda de presión a la cual está sometida el ventrículo, es decir que se presenta el S3 en la relajación del ventrículo, por eso han surgido 3 explicaciones para este tipo de sonido, las cuales hacen referencia al llenado ventricular con una sobrecarga de fluido o la presencia de un fluido residual a nivel del ventrículo, siendo intensificado el sonido a causa de diversos factores, en los cuales puede aplicar la anemia, tirotoxicosis, fístulas arteriovenosas, terapia inotrópicas, entre otras, siendo de esta manera algunos de los factores que pueden llevar a que el sonido S3 se vea alterado y se dé con mayor fuerza el sonido, a su vez en ocasiones ha sido mencionado para sugerir que su presencia puede indicar la presencia de falla cardiaca congestiva (Patel et al., 1993).

Cuarto sonido cardíaco S4

Sonido producido durante la diástole, este tipo de sonido es inaudible en cuanto a la auscultación se refiere y se produce en el momento que se genera una contracción atrial mediante el paso de la sangre desde los atrios hacia los ventrículos. Considerado como un sonido anormal en el que se identifican diverso número de patologías entre las que se encuentran los soplos como lo es el soplo de galope descrito así por su similitud con el sonido que genera el galope de un caballo. (Ojigana,1992).

El S4 se considera audible cuando el paciente presenta a nivel cardíaco una dilatación atrial que suele ser causada por una disfunción ventricular diastólica descritas en patologías como cardiomiopatía hipertrófica, de igual forma presente en rupturas de las cuerdas tendinosas (Tilley, 2008). Es un ruido presistólico que se escucha antes que el primer sonido normal o

S1 y se debe a la vibración producida por la contracción auricular contra un ventrículo poco distensible.

Asociado con ventrículo rígido y poco dócil (Hipertrofia ventricular; ventrículo isquémico)

S4 es un sonido de baja frecuencia, producido en la sístole atrial cuando vibran las paredes ventriculares. Es posible que ocurra cuando los atrios intentan sobrellenar un ventrículo muy distendido, o al transportar sangre a un ventrículo con elasticidad reducida. Para generar un S4 audible deben estar presentes las contracciones atriales. En felinos con cardiomiopatías es común auscultar S4. En caninos es posible auscultar un S4 muy sutil que la mayoría de veces se pierde en el fondo. Cuando la frecuencia cardíaca es mayor a 180 latidos por minuto, se produce un llenado ventricular excesivamente rápido, por lo que las sístoles atriales son muy continuas, si se llegara a producir un tercer o cuarto sonido o ambos sonidos paralelamente, sería imposible de diferenciar, es en estos casos que se habla de sumación o un sonido de galope (Tilley, 2008).

S4 en el lado derecho: Sugiere hipertensión pulmonar, estenosis de la válvula pulmonar (estenosis grave) y cardiomiopatías primarias. S4 en el lado izquierdo: Sugiere hipertensión sistémica, estenosis aórtica (grave), cardiomiopatías primarias o regurgitación mitral (severa, grave o aguda). El primer caso incluye S1 y S2 y pueden verse en relación con el ECG.

Electrocardiograma

Este permite determinar los impulsos eléctricos que se generan a nivel del músculo del corazón, donde se debe de ubicar los electrodos en unas posiciones específicas con el fin de lograr captar estos impulsos y lograr una medición adecuada mediante el uso del electrocardiograma (Calderón Z. y Rigoberto F., 2021). Se evidencia la despolarización y repolarización eléctrica a nivel del músculo cardíaco, dando así la información necesaria para determinar la frecuencia y el ritmo cardíaco, a su vez puede llegar a tener una predicción acerca de dilataciones en algunas de las cámaras del corazón.

Este método ha sido usado comúnmente en la medicina y el cuidado de la salud en cuanto al corazón se refiere, debido a que es una herramienta mínimamente invasiva en cuanto a verificar la funcionalidad de este órgano, incluso ha tenido utilidad en la detección de enfermedades cardiovasculares tales como contracciones tempranas a nivel de los atrios y/o ventrículos, en otros casos la presencia de falla cardíaca congestiva, siendo una de las herramientas diagnósticas de uso en cuanto al estudio fisiológico de la funcionalidad cardíaca (Hong et al.,2020). Un electrocardiograma es el examen principal cuando se sospecha de una posibilidad de enfermedad cardíaca o la sospecha de problemas relacionados con el corazón, permitiendo evaluar el sistema de conducción eléctrica del órgano en mención, a su vez este puede ser un examen de rutina, es decir para aquellos que se someten a un régimen de ejercicio extenuante, aquellos pacientes sospechosos de arritmias, así como aquellos que se encuentran en situaciones de alto riesgo y a su vez en el seguimiento de enfermedades tratadas con fármacos con efecto a nivel cardíaco que se conozcan, siendo una técnica de estudio adecuada en cualquier momento y situación a la que se está expuesto (Sattar Y. y Chhabra L, 2022).

Para este caso de la realización de un electrocardiograma se debe tener en cuenta el área, la cual debe de estar en completo silencio, el paciente debe evitar aquellos objetos que obstruyan con el examen a lo cual se hace referencia a elementos metálicos que porte (collares, entre otros), la correcta aplicación o postura de los electrodos, teniendo en cuenta que estos poseen colores especificando el área donde deben de ir colocados para identificar la actividad eléctrica adecuadamente, en este caso hablamos de que el cable rojo se debe de colocar en el miembro anterior derecho, el cable blanco o amarillo en el miembro anterior izquierdo y el cable negro en el miembro posterior (Sattar y Chhabra, 2022), en este examen se puede observar el complejo PQRS, con el fin de determinar una correcta funcionalidad se puede tomar también el inicio de cada onda y a que fase corresponde cada onda de este complejo (Sattar Y. y Chhabra L., 2022).

Fonocardiograma

Este permite realizar un registro de los sonidos cardíacos y representarlos de forma gráfica, con el fin de determinar la intensidad de cada onda y la frecuencia según se presenta junto con el electrocardiograma para hacer énfasis en la intensidad de onda reflejando los componentes de la misma como los inicios de cada fase (Calderón Z. y Rigoberto F., 2021). Se genera una señal capaz de entender y representar los sonidos cardíacos, con el fin de proporcionar una idea de la funcionalidad del corazón en cuanto a la sístole y diástole, es decir la contractilidad y relajación del mismo, llevando así a que por medio de un fonocardiograma se logre identificar defectos a través de los sonidos normales y en ocasiones se pueden denotar murmullos o soplos, que indican un defecto cardiovascular, esto junto con la presencia de otros sonidos fuera de lo normal como lo es el S3 y S4, siendo estos sonidos poco audibles y que se presentan en pocas ocasiones (Medina I., 2020), a su vez se puede observar que al realizar un fonocardiograma se evidencia la presencia de S1 representando una relación directa con la sístole, mientras que cuando se logra observar el S2 este se relaciona directamente con la diástole, siendo estos los dos sonidos que normalmente se logran observar al realizar este examen debido a que algunos fallos pueden llegar a evidenciar sonidos erróneos, como es el caso de sonidos externos al ciclo cardíaco donde hablamos de un espacio con bastante ruido de fondo (Medina I., 2020).

El sonido S1 tiene una duración menor en la mayoría de los casos en los que se han observado a comparación con el S2 que tendrá una duración mayor en cuanto a su intervalo se refiere, es decir que entre el paso de S1 a S2 se dará una duración menor del sonido S1 y del paso de S2 a S1 el sonido tendrá una duración relativamente mayor que el anterior (Medina I., 2020), a su vez en este caso se puede mencionar la presencia de murmullos que se observan como un ruido, donde estos se dan con alta frecuencia entre el S1-S2 y a la vez entre S2-S1, siendo aquellos que se generan con una frecuencia alta debido a diversas circunstancias como obstrucciones de flujo sanguíneo o estenosis de las válvulas mitral o tricúspide (Medina I., 2020).

Ecocardiograma

Su uso en veterinaria ha tenido un incremento significativo en cuanto a los planes diagnósticos a sugerir, hay varios tipos de ecografías realizadas a nivel cardíaco como lo son: Ecografía unidimensional, bidimensional, doppler, doppler continuo, doppler pulsado, doppler a color.

Teorías en la presencia del sonido S3 y S4

En la presencia tanto del S3 como del S4 se puede evidenciar un estímulo diferente en cuanto al potencial de acción (APD), siendo este un posible causante de la presencia de los sonidos S3 y S4 en los caninos, en este caso se dice que dependiendo del APD se tiene diferencias en cuanto a la restitución de la curva tanto de S2 como de los sonidos extracardíacos, donde la concentración de calcio intracelular puede jugar un papel importante en la restitución del S2, debido a la fuerza de contracción, la cual ha de estar relacionada con el calcio total (Kobayashi et al.,1992). En este caso se evidencia que el potencial de acción puede ser diferente en cuanto surge el S3 y S4, ya que puede generarse un doble estímulo prematuro lo cual conlleva a la presencia de S3 en comparación con un potencial de acción simple prematuro el cual produce el sonido normal denominado S2, teniendo así la presencia de un mayor tiempo de intervalo diastólico en cuanto se presenta el S3 que a diferencia cuando es el S2, siendo un periodo menor al momento de realizar la comparación. En este caso se denomina que el S3 se ha presentado con una mayor contractilidad y este se puede asociar a la presencia de un incremento en el potencial de acción, dando así a su vez la probabilidad de encontrar el incremento de una doble onda o doble estímulo que produzca la presencia del S3 (Kobayashi et al., 1992). En este caso se habla de la probabilidad de que el potencial de acción puede reflejar la presencia del S3 en cuanto a la presencia de una contracción del músculo, está siendo estimulada por medio del calcio junto con otros estudios realizados, con el fin de determinar la presencia de la curvatura de la meseta en cuanto al potencial de acción. Mientras que al momento de referirnos al S4 se puede evidenciar que el potencial de acción

se ve alterado antes de que se presente el S1, este sonido S4 puede llegarse a generar debido a una contractilidad generada con antelación, la cual tiene una correlación con la onda P a nivel del electrocardiograma (Kobayashi et al., 1992).

Para entender el corazón en este caso se basa en la forma mecánica y la forma eléctrica mediante potenciales, los cuales permiten describir mejor el funcionamiento de este órgano teniendo en cuenta lo anterior podemos concluir que el estudio del electrocardiograma se realiza con el fin de determinar el potencial eléctrico del corazón, siendo esta la forma de denotar las ondas eléctricas que surgen a partir del movimiento del músculo cardíaco, por otro lado la parte mecánica se puede decir que está dada por las válvulas, las cuales han de permitir el flujo sanguíneo a través del sistema circulatorio, estas últimas son importantes en el caso de la generación de sonidos, debido a que se producen los sonidos (S) gracias a la vibración que se genera en el momento en que se cierran estas válvulas, aquellas que han de estar en las cámaras cardíacas mediante el fonocardiograma se puede evidenciar la presencia de las vibraciones, las cuales se han de ver reflejadas como una señal bioacústica, siendo así que para determinar las ondas se deben de realizar ambos estudios, ya que así denotamos en qué momento ha ocurrido y como se puede relacionar la fase diastólica con el sonido que se encuentra reflejado en el fonocardiograma.

Un estudio realizado en 79 caninos de la raza Cavalier King Charles Spaniel ha demostrado la presencia del sonido cardíaco S3, donde se les denomina clase de falla cardíaca, siendo esto a causa de la enfermedad valvular crónica, en este punto se evidencia una progresión en las clases de falla cardíaca progresiva, llegando de fase I a fase II, en donde se presentó el sonido cardíaco S3 en la mayoría de casos que llegaron a la fase II de falla cardíaca. Según el estudio realizado por Jens Haggstrom, Clarence Kwart y Kerstin Hansson, 2005, se ha demostrado que la enfermedad valvular crónica ha sido observado en perros de raza pequeña a mediana y en su mayoría son perros geriátricos los cuales presenta esta enfermedad, pero en el caso de la raza Cavalier King Charles Spaniel se puede llegar a presentar esta enfermedad desde el momento en que nacen, llegando a presentarla, a su vez desde los 4 años en adelante puede llegar a tener la presencia del murmullo cardíaco al momento de

auscultar en consulta, dado así por la regurgitación a nivel de la válvula mitral, en este estudio se evidencia las clases de falla cardíaca según la asociación cardíaca de New York, la cual indica los niveles para clasificar este tipo de enfermedad desde la clase 0, hasta la clase III.

1. La teoría ventricular se dice que es producida debido a que los ventrículos pierden su capacidad de distensión lo que hace que el flujo sanguíneo pierda velocidad, se cree que el S3 es un sonido intracardíaco ya que surge de la vibración generada en los ventrículos.
2. Teoría valvular: se propone que el S3 se da por la vibración que se genera en las válvulas ya que el flujo sanguíneo se detiene repentinamente. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que el S3 se escucha más que todo en el exterior del ventrículo izquierdo lo que da a entender que es un sonido extracardíaco.
3. Teoría del choque se dice que cuando los ventrículos están llenos estos chocan con las paredes torácicas.
4. El S3 puede surgir por una falla en la dilatación en los ventrículos (Pechetty y Nemani, 2020).

Actualmente no se tiene idea de cual es la teoría más probable para la presencia del S3 sin embargo actualmente se dice que el tercer sonido es de origen extracardíaco (Pechetty y Nemani, 2020).

Presencia del S3 y S4

Cuando se produce un gasto cardíaco elevado a causa de un aumento en la carga del volumen ventricular se puede generar el S3 y el sonido S4 (Silverman, S.f.) esto está asociado a condiciones como:

Los factores que predisponen el sonido protodiastólico son:

- Edad
- Presión auricular - Distensibilidad del ventrículo
- Relajación diastólica
- La capacidad de acoplarse a la pared torácica
- Tamaño del ventrículo
- Volumen sanguíneo
- Anemia
- Gestación
- Fístula arterio venosa
- Bloqueo atrioventricular completo
- Sobrecarga del volumen por exceso de líquidos o transfusión sanguínea
- Situaciones que aumentan la frecuencia cardíaca (Silverman, 1990)

El tercer sonido cardíaco se presenta en diversas situaciones:

- Ventrículo en estado normal que recibe un volumen excesivo de sangre
- Ventrículo dilatado que recibe un volumen de sangre inferior o relativamente normal (falla sistólica)
- Ventrículo dilatado que recibe un volumen excesivo de sangre
- Es indicativo de una insuficiencia cardíaca pero no aparece hasta que es muy avanzada (Pechetty y Nemani, 2020)

Factores propios del corazón para que se de el S3:

- Presión atrio ventricular
- Válvulas mitral y tricúspide sin obstrucciones
- Grado de contacto de la sangre con los ventrículos y la capacidad de estos para distenderse

- Volumen sanguíneo
- Incoordinación desfibrilación de haz de his

En el caso de que se presente el sonido S4 se ha evidenciado en su mayoría la presencia de cardiopatías, las cuales son la presencia de mixomatosis de la mitral y cardiomiopatía dilatada, estas son las principales causas de la presencia del S4, además en otras condiciones se ha logrado observar la presencia de S4 como lo son las mencionadas anteriormente para la presencia del S3, sin embargo cabe resaltar que este sonido se da más en caso de cardiomiopatías (Silverman, 1990).

Ausencia del S3 y S4

El sonido protodiastólico no va a ser audible en el examen clínico mediante el uso del estetoscopio: En casos de obesidad, estenosis de la válvula mitral o tricúspide, enfermedad pulmonar. (Pechetty y Nemani, 2020). Debido a la dificultad de la auscultación, es decir, en los casos de obesidad no se logra sentir siquiera el choque precordial, debido a la capa gruesa que se tiene, por lo tanto el sonido protodiastólico no es audible.

Fisiología del S3

Cuando la presión ventricular es menor a la atrial se genera la apertura de las válvulas mitral y tricúspide permitiendo el flujo sanguíneo de aurículas a ventrículos. El sonido ocurre cuando finaliza la fase de llenado rápido y comienza la fase de llenado lento (Pechetty y Nemani, 2020), los ventrículos se extienden y chocan contra las paredes torácicas generando el sonido aunque también se puede presentar por una falla en la expansión ventricular (Silverman, 1990.).

Fisiología del S4

Este sonido se presenta cuando se da un llenado ventricular generado por una contracción que se produce a nivel del atrio justo antes del final de la diástole, se dice que este sonido se

presenta con mayor frecuencia del lado izquierdo, aunque esto es incierto, ya que se puede presentar en ambos lados del corazón, en este caso se hace mención a que se ausculta mejor con el uso de la campana del fonendoscopio, este sonido es de manera similar a la presencia del sonido S3, sin embargo ambos sonidos pueden ir acompañados del otro o por el contrario se puede dar la presencia de uno solo, a su vez se ha mencionado que este sonido será el producto del llenado ventricular justo después de la contracción atrial y se da en el momento de la inspiración, que es donde se permitirá la detección de este sonido con más facilidad (Gupta J. y Shea M., 2021).

Estudios

En este caso hablamos de los estudios que se han realizado en los caninos con el fin de presenciar el S3, la información encontrada hace referencia a la presencia de este sonido en diferentes cardiopatías, en donde las enfermedades pueden ser de diferente índole, ocasionando un daño a nivel valvular y otras afectaciones al sistema circulatorio, donde principalmente se afecta el corazón, siendo así estudios sobre las cardiopatías estrechamente y con la mención del sonido cardíaco S3 como uno de los signos principales en dichas cardiopatías.

A lo largo del tiempo se han hecho diversos estudios en busca de cómo se da el s3 en caninos dar con su fisiología y cuales son los factores que pueden predisponer a este.

Este trabajo se realizó con el fin de examinar los orígenes del tercer sonido cardíaco en relación con la hemodinamia, aspectos ecocardiográficos y su importancia clínica, donde se resalta la teoría valvular que es por un cierre deficiente de la válvula mitral permitiendo el paso de sangre durante la diástole, la teoría del impacto que le atribuye la presencia del tercer sonido cardíaco al impacto que tiene el corazón con las paredes torácicas y la teoría ventricular que ha sido la más aceptada en ventrículo izquierdo o derecho en sus paredes. Se realizaron pruebas en las cuales se media el llenado ventricular por medio de desaceleración y aceleración del llenado ventricular para determinar la relación entre el pico

de llenado ventricular y la presentación del tercer sonido cardíaco (S3), en donde se ha visto que una desaceleración juega un papel importante en el origen de este, por medio del electrocardiograma se determinarán los fallos dinámicos en pacientes con S3. (Nirav y Khan, 2004).

Este trabajo se realizó con el fin de la detección del tercer sonido cardíaco en caninos cuestionando la teoría de la distensión ventricular realizando un estudio a trece perros anestesiados a los cuales se les indujo el tercer sonido cardíaco aplicándose un acelerador a una dosis de 1,1 g en el tercer espacio intercostal en el lado izquierdo en el epi y endocardio se fue monitoreando la presión intraventricular y el tercer sonido cardíaco mediante el catéter millar. Concluyó que el evento que desencadena la presencia del tercer sonido cardíaco es la limitación intrínseca repentina de la expansión longitudinal de la pared ventricular izquierda (Ozawa et al., 1983).

Metodología

Población de estudio: 13 pacientes caninos de la ciudad de Bogotá conformados por diferentes razas (5 de raza gigante, 8 de raza mediana y pequeña), de cualquier edad, de cualquier sexo.

Muestreo: Para realizar la selección de la población se realizó un muestreo a conveniencia durante un periodo de 6 meses

Materiales: Fisiógrafo Biopac® y software de análisis Acknowledge®.

Criterios de Inclusión: Caninos clínicamente sanos.

Criterios de exclusión: Caninos con presencia de soplos durante la auscultación cardiaca; caninos con enfermedad cardiovascular, respiratoria, renal o metabólica previamente diagnosticadas.

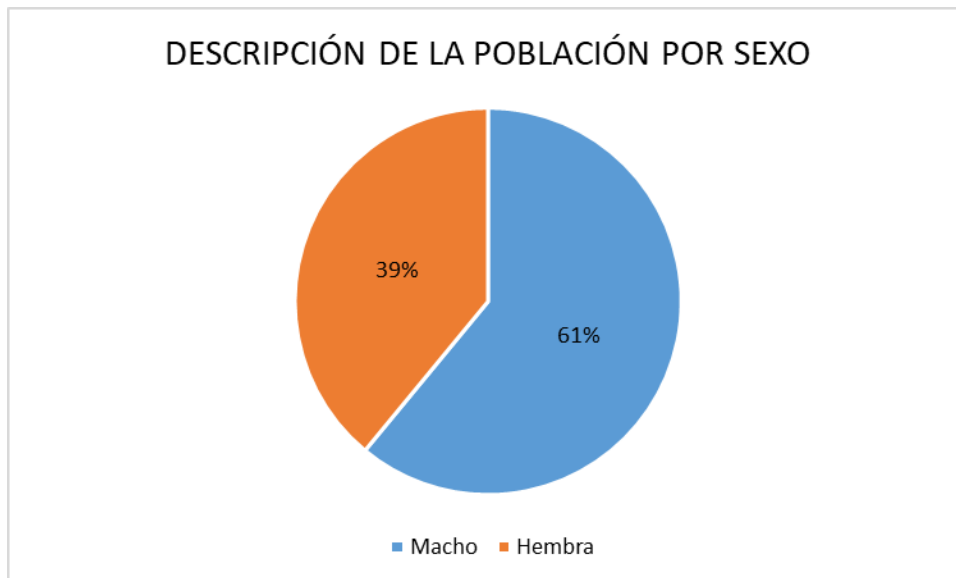
Examen clínico: Para seleccionar los caninos que se involucraron en el estudio, los estudiantes de último año junto con un docente realizaron un examen clínico general a cada uno de los individuos incluyendo, inspección, palpación, percusión y auscultación.

Adquisición de ECG y fonocardiograma:

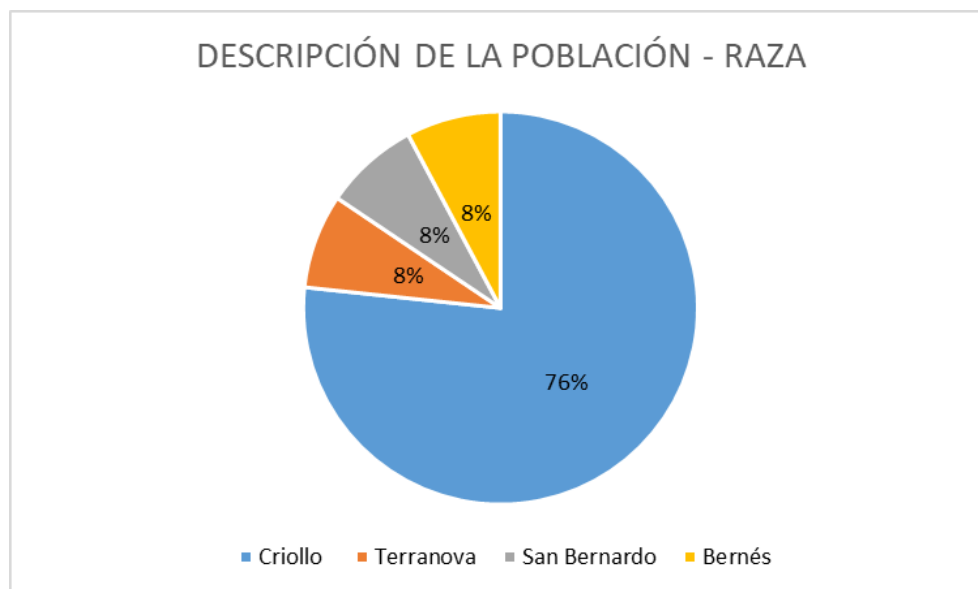
Una vez reclutados en el estudio, para el registro del fonocardiograma y el ECG, los caninos permanecieron en un cuarto ubicado en la clínica veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Antonio Nariño por un periodo de aproximadamente 15 minutos como período de aclimatación. Una vez los animales estaban adaptados al ambiente, en cada uno de ellos se registró un electrocardiograma con fonocardiograma de un minuto de duración. Para esto, los animales se mantuvieron de pie con el fin de mantener la anatomía durante el proceso de auscultación. El diafragma del fonendoscopio se ubicó en el lado izquierdo del tórax, en posición paraesternal, en la región apical del corazón (donde el choque precordial se sintió más fuerte). Para el registro del ECG los electrodos se ubicaron en los pliegues axilares e inguinales y se adquirió la derivación II del electrocardiograma únicamente, con el fin de identificar fácilmente S1 y S4. Tanto el fonocardiograma como el electrocardiograma fueron registrados con el sistema Biopac®. **Variables para analizar:** Presencia o ausencia de los sonidos cardíacos S3 y S4.

Resultados

Durante los 6 meses se le realizó examen clínico general a 18 perros, sin embargo sólo 13 fueron incluidos en el estudio. Los otros 3 tenían uno o más criterios de exclusión y por consiguiente fueron excluidos del estudio. De los 13 perros incluidos en el estudio, 8 (61%) eran machos y 5 (39%) hembras (Gráfica 1 y Tabla 1). Se incluyeron perros de diferentes razas pero la que se presentó con mayor frecuencia fueron los perros criollos con 10 (76%) ejemplares (Gráfica 2 y Tabla 1).



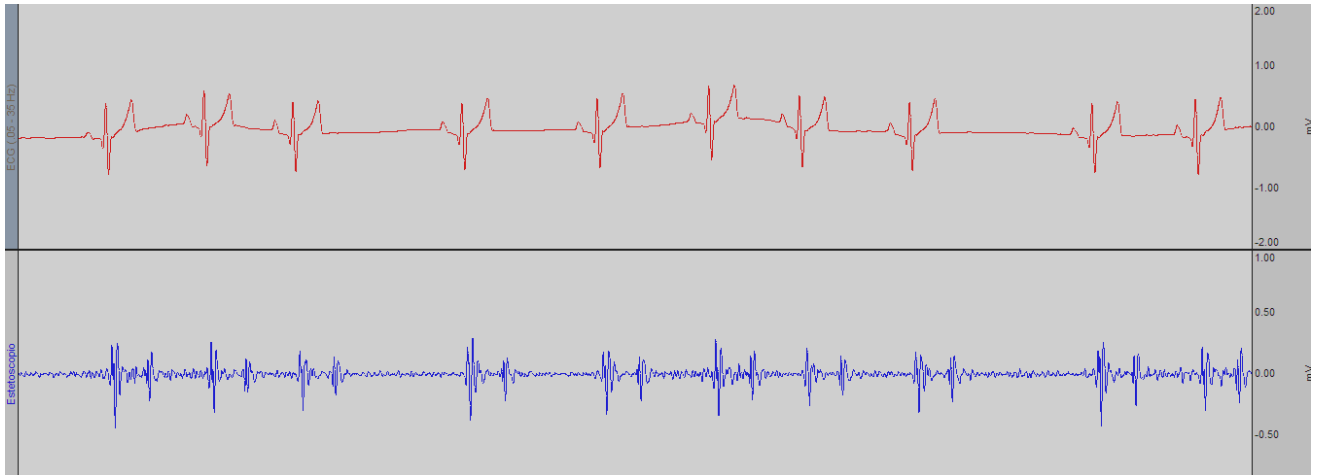
Gráfica 1. Descripción de la población de estudio de acuerdo al sexo. En el presente estudio, la mayoría (61%) de los perros que se incluyeron fueron machos.



Gráfica 2. Descripción de la población de acuerdo a la raza. Se evidencia que la población de perros de raza criolla es la de mayor presentación (76%).

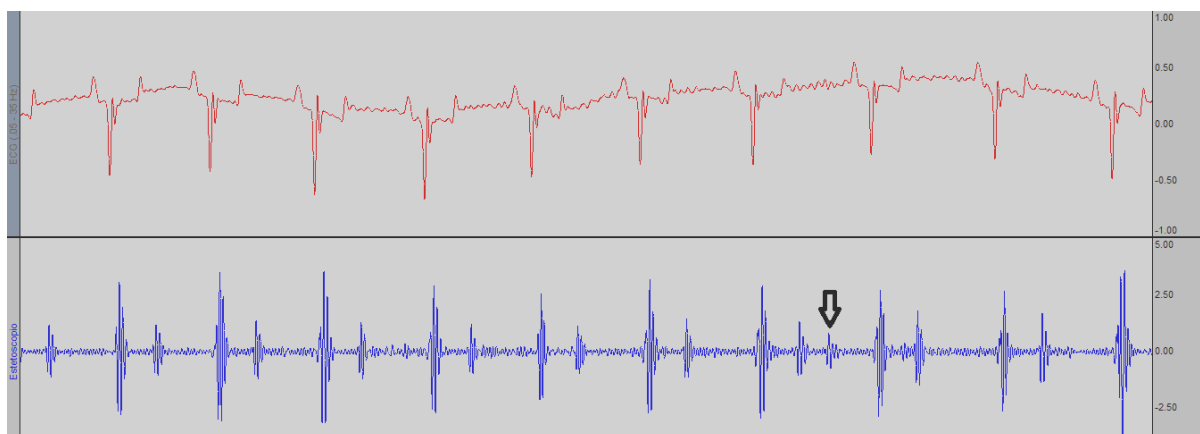
El peso de los perros varió entre 2Kg y 46Kg. A todos los perros incluidos en el estudio se les realizó un examen clínico completo (inspección, palpación, percusión, auscultación) y se determinó que no había anomalías. Adicionalmente, los individuos no tenían evidencia

histórica ni clínica de enfermedades cardiovasculares, renales y/o endocrinas. Todos los registros electrocardiográficos y fonocardiográficos fueron de buena calidad y de mínimo 1 minuto de duración (Gráfica 3).



Gráfica 3. Electrocardiograma y fonocardiograma de uno de los perros incluidos en el estudio. En la gráfica se puede observar la calidad de los registros obtenidos en el estudio.

De los 13 perros en ninguno se auscultaron sonidos diastólicos (S3 y S4) durante el examen clínico general (auscultación con fonendoscopio tradicional). Sin embargo, solo 1 (7.7%) presentó S3 de forma esporádica (Gráfica 4) la presencia de S3 en el fonocardiograma en el que, durante el registro de un minuto el sonido se presentó únicamente en 6 latidos. El perro que presentó S3 fue el de raza Doberman (Tabla 1).



Gráfica 4. Presencia de sonido S3 en perro Doberman. En la gráfica se demuestra la presencia de S3 en uno de los latidos del registro del perro de raza Doberman (flecha negra).

Distribución de la Población y Presencia de sonido S3 y/o S4

	Raza	Sexo	Edad (años)	Sonido	
				S3	S4
1	Golden Retriever	Macho	5	x	x
2	Criollo	Hembra	7	x	x
3	Criollo	Macho	3	x	x
4	Criollo	Hembra	2	x	x
5	Bernes de la Montaña	Hembra	3	x	x
6	Terranova	Hembra	4	x	x
7	Doberman	Macho	2	✓	x

8	Criollo	Macho	2	x	x
9	Criollo	Macho	7	x	x
10	Criollo	Macho	5	x	x
11	Criollo	Macho	6	x	x
12	Criollo	Macho	2	x	x
13	San Bernardo	Hembra	3	x	x

Tabla 1. En la tabla se observa la distribución por raza, sexo y edad de los pacientes y se marca los pacientes que presentaron S3 y S4, donde solo un paciente de raza Doberman es quien presenta el sonido S3 (✓), los demás no presentan ningún sonido (x).

Discusión

En caninos, la presencia de S3 puede estar relacionada a un llenado ventricular rápido debido a un cambio en el flujo sanguíneo ocasionado por estrés, ejercicio o dolor, o patologías cardíacas tales como insuficiencia valvular, defectos del septo o cardiomiopatía dilatada (Ynaranja E; Gompf, 2016), mientras que la presencia de S4 está asociada a el llenado ventricular de un ventrículo rígido (disfunción diastólica) o sobredistendido durante la contracción atrial (Gompf, 2016). En el presente estudio, los animales fueron auscultados en un espacio cerrado, sin distracciones, y después de un periodo de 15 minutos de aclimatación, con el fin de tratar de disminuir el impacto del estrés sobre la fisiología del sistema cardiovascular y de esta forma poder eliminar variables fisiológicas que podrían aumentar la probabilidad de escuchar estos sonidos diastólicos.

De la población estudiada, sólo se encontró la presencia de S3 de forma esporádica (no en todos los latidos) en un canino, mientras que ninguno de los perros incluidos en el estudio presentó S4, lo cual concuerda con la literatura en la cual se evidencia que los sonidos S3 y S4 no son sonidos comúnmente audibles en la especie canina (Gay and Radostits, 2002) en la cual son considerados sonidos anormales que pueden estar asociados a dilatación cardíaca (S3) o disfunción diastólica ventricular (S4) (Gompf R, 2016; Pechetty y Nemani, 2020) entre otras, como se mencionó anteriormente.

En caninos, los sonidos cardíacos diastólicos S3 y S4 son sonidos de baja frecuencia y difícilmente audibles (Gompf R, 2016; Mannheimer E., 1942), lo que hace que para que puedan ser detectados durante un examen clínico de rutina, el médico veterinario debe realizar una auscultación muy juiciosa y debe tener un buen nivel de entrenamiento. Con el fin de poder detectar fácilmente estos sonidos en el presente estudio se utilizó un fonendoscopio electrónico unido a un fisiógrafo (Biopac®) para registrar un fonocardiograma y así aumentar la posibilidad de detectar uno o ambos sonidos en caso de que se presentaran. Durante el estudio, en ninguno de los perros se escucharon ni S3 ni S4 durante el examen clínico general donde se realizó la auscultación con un fonendoscopio tradicional por parte de los estudiantes de último año de medicina veterinaria y un médico veterinario general. Sin embargo, durante el registro del fonocardiograma se pudo determinar que el Doberman presentaba de forma esporádica un sonido diastólico que correspondía a S3 debido a que aparecía posterior a S2 y no se encontraba asociado a la onda P del electrocardiograma (Gráfica 4), lo cual indica que para poder escuchar estos sonidos, es importante que el médico veterinario tenga un muy buen entrenamiento y experiencia en auscultación

cardiaca y que realice una auscultación cardiaca muy juiciosa buscando dichos sonidos especialmente en razas que se sabe tienen predisposición a enfermedad cardiaca.

Debido al mecanismo fisiológico por el cual se desarrollan los sonidos S3 y S4 y a que normalmente no son auscultables en pacientes sanos, son considerados como indicadores tempranos de enfermedad cardiaca (Frans Van de Werf et al., 1984). En el presente estudio, solo un canino (7.7%) presentó S3 de forma esporádica en el registro fonocardiográfico de un minuto. Dicho hallazgo, sumado a que el canino en el que se evidenció es de raza Doberman, nos puede indicar que el paciente podría encontrarse en la fase oculta de una cardiomiopatía dilatada, patología cardiaca altamente frecuente en dicha raza. Sin embargo, como este sonido puede también presentarse en pacientes con altos niveles de estrés o nerviosismo, a pesar de que se dio un periodo de aclimatación para disminuir el efecto del estrés sobre la fisiología de la presencia de S3, es conveniente realizar un examen cardiológico más exhaustivo en este ejemplar con el fin de determinar si el origen de este sonido en dicho individuo es fisiológico o patológico.

Limitaciones del Estudio

Dentro de las limitaciones del presente estudio, podemos incluir el tamaño de la muestra. El tipo de muestreo que se realizó fue un muestreo a conveniencia durante un periodo de 6 meses, pudiéndose reclutar únicamente 13 ejemplares clínicamente sanos, lo que implica que el número de pacientes incluidos en el estudio es bajo. Esto tiene un impacto directo sobre los resultados porque, aunque se pudo confirmar que la presencia de S3 y S4 no es común en pacientes caninos clínicamente sanos, no fue posible evaluar con mayor precisión cuál podría ser la frecuencia de presentación de estos sonidos en una población clínicamente sana.

Una vez se identificó la presencia del sonido S3 en el perro Doberman, no fue posible realizar a este ejemplar un estudio cardiológico más completo (radiografías de tórax

y ecocardiografía) con el fin de confirmar o descartar la presencia de alguna patología cardíaca en fase subclínica y oculta para determinar el origen de dicho sonido.

Conclusiones

Los sonidos diastólicos S3 y S4 en caninos no son frecuentes y son de difícil auscultación que pueden estar asociados principalmente a condiciones patológicas por lo tanto tienen un valor diagnóstico importante de forma temprana.

Es importante concientizar a los médicos veterinarios de la importancia de tener un buen entrenamiento en auscultación cardíaca y de realizar dicho procedimiento del examen clínico de forma exhaustiva y juiciosa con el fin de poder detectar de forma temprana estos sonidos y de esa manera poder remitir al servicio de cardiología más pacientes que pueden estar cursando con una enfermedad cardíaca en fase subclínica.

[wXplmJH1ta2dutUulquHAr%2BbTOv28BSZFAnvQOUUh32YbboEqaMyjgeqf](#)
[yHS7ra0W7V%2Bh8mc5UoDTyl%2B0AJXKQth2ufBdfM49CBfeRIaRFDD6g](#)
[CGqhwu6f2ztasqhwjySjSASDlij78qK6j6sG0h%2F2xVBtNqAgG4TZbHQFHm](#)
[o4AV59scl5sXB%2FAC2WAJt2F7Y3kD8TNGNPRaD4R43MQmR%2BZZdq1](#)
[FhobDITmTy4mkm%2F15LTWMCtmHfijHnnbPwezNdVa1THwW7RlyoM0XP](#)
[Xtd8eFKwSgYKdbnMWmQNUIMXWS63gERGN45DCNNQxwWcAxFEG7Oux](#)
[37r4aJJ8kq2OXKfg7ywKsDOPc%2FWK7bG2MdGD0omOlmasd1nUrzpuy%2](#)
[Bb9ZkarkUuP8f2Uie3sLZ%2F5ywaD9sNpZeAICRkABG9ZK8tbGLQdvhHnZ](#)
[8qKjSrFdu0lgsIwe981ITEcjoGhfSol9UvwJbaGdRuOb0%2BD4%2FgsF%2BM](#)
[kil7YEa%2FrpZYdLx2X2rZJqqBcVZJSFe7kfWAHGOQYEzNrRKMCuCCgtlr0](#)
[l3Z3AAdw0kv3%2B0AAQu0hqIRVpPWWhXWxJm4%2F0S2VvrBHK4XkgGAJe](#)
[QINdZ%2FGN7J8JLaxPm2APxYzs7H0%2FGwV6Z1KCZw20HSCGN7x%2BI](#)
[INLResWYPguFhgDx623nRvEmVI9rAD5aFkXqODD6evzDTMigMPCeHnsKA](#)
[%2Fe3KIXyOBK1ZwaDGBb1jfseGc5EskrYMiYAuBSLumwVYLB9zP4TSr9%](#)
[2B0u3SPOTs791jVujvX7Ag3J78m1y4OFEeSpXIb7ZAPOJ8VppCkkXQNCKF](#)
[txzGXuXaafdZ0dxGz7dU30HhGR0J0coJCljqJ7OKDDHnDhKYfiexJFFRz1qM](#)
[KeKpaMGOrAB2BOyZc9pqjlsnPSReUD7TQEeqH%2Bhxmi8BLC5ZKeKuLNA](#)
[mnbq7fvXSLp42p5VRtcGxxtOFXXw6AyK2700xcS9LJKB5M73bU1Ooqba%2](#)
[FK6S6cPJVsxEw3xGR%2Bu4Hz6qMIbdqn06%2BfTrPFOI4M5E%2FbD7TS](#)
[GYVLvqQjAp%2FJbbV2%2B%2B0ZI2kYIYzrlGUF7kqolxynnlaKL9cVpHm9h](#)
[PfuS4jzwZDtZBDNCCBGPqWgWzUxqxx%2BU%3D&X-Amz-](#)
[Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20230520T233826Z&X-](#)
[Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=300&X-Amz-](#)
[Credential=ASIAQ3PHCVTY3STBUGQP%2F20230520%2Fus-east-](#)
[1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-](#)
[Signature=646a74c6a0f0732eb0de2ab71b7d2cdf1032ebdd3778acb4fe36f34](#)
[4aae4728a&hash=b6e1ea24dd57a445e693e14cefc5da815803cb2df27a6385](#)
[24527f35c8b66cb4&host=68042c943591013ac2b2430a89b270f6af2c76d8df](#)

[d086a07176afe7c76c2c61&pii=S0735109786803230&tid=spdf-160dc99c-cdbc-47ae-b7c6-ce0e290b2876&sid=bab9290d66ba0841391a25749959521a4320gxrqa&type=client&tsoh=d3d3LnNjaWVuY2VkaXJlY3QuY29t&ua=05015103065f545d0106&rr=7ca869cc58eff7b4&cc=co](https://doi.org/10.1016/j.vetres.2016.07.001)

Gay CC y Radostits OM (2002). *Examen y Diagnóstico Clínico Veterinario*.

Ediciones Harcourt Saunders

Gompf R (2016). History and Physical Examination en Smith JR, Tilley L,

Oyama M y Sleeper M (Ed.) *Manual of Canine and Feline Cardiology*

(5th Ed, pp 4-24) Editorial Elsevier

Gupta J. y Shea M. (2021). *Auscultación cardiaca*. Manual MSD.

<https://www.msdmanuals.com/es-co/professional/trastornos-cardiovasculares/abordaje-del-paciente-card%C3%ADaco/auscultaci%C3%B3n-card%C3%ADaca>

Haggstrom J., Kwart C., y Hansson K. (2005). Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and M-mode echocardiography in Cavalier King Charles Spaniels with and without left atrial enlargement. *Veterinary Radiology and Ultrasound, volumen 43 (6)*, 568-575. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2002.tb01051.x>

Hong S., Zhou Y., Shang J., Xiao C. y Sun J. (2020). *Opportunities and*

challenges of deep learning methods for electrocardiogram data: A systematic review. ELSEVIER Computers in Biology and Medicine.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010482520301694>

Kobayashi Y., Peters W., Kahn S., Mandel W. y Karagueuzian H. (1992).

Cellular mechanisms of differential action potential duration restitution in canine ventricular muscle cells during single versus double premature stimuli. Circulation vol. 83, No. 3.

<https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/01.CIR.86.3.955>

Mannheimer E. (1942). *The interpretation and significance of the various types of gallop rhythm. Acta Medica Scandinavica.*

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.0954-6820.1942.tb09136.x>

Medina I. (2020). Detección de patologías cardíacas por medio del análisis de fonocardiogramas.

https://oa.upm.es/67296/1/TFG_IGNACIO_MEDINA_RIVAS.pdf

Mohrman D. y Heller L. (2006). *Fisiología cardiovascular sexta edición.*

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39621521/Fisiologia_Cardiovascular.pdf?1446502082=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DFisiologia_Cardiovascular.pdf&Expires=1683255289&Signature=LTedK3CuttivhhE6b~KhxdEvpE-wwfNlxJWA8pPGKY~HJys2-WNTRBoYsLejEyggCkQK7NYNNkQNqzDa1eBw1u~Seov06Bp~mcY5SAykKiwnNY4d0LeRShDux5PZMHyp6Xqr3Bn0o5Vs6YFbkY07rBPtyYNXCKB9ELjurWI6CJGZ-2MCf9NxBOMBxAJUaTmZMjuEmfwLYOeOFwUGEF6xC1LfQECOLm rM6Mh4WOTRKRCTaWQNIKsACdl~gtYMhIGQBGiKPDY3yeFJwFt9kxk1rkOizis-

[6PVeIpSZJyCBLF1jry1mTX68jwXtpgnf8pEvLE2eSd49BArY~ajBpUL~
TA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://www.purinainstitute.com/sites/default/files/2021-06/NE-Manejo-cl%C3%ADnico-ESP.pdf)

Nirav J. y Khan I. (2004). *Third Heart Sound: genesis and clinical importance*.
International Journal of Cardiology.

[https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-
5273\(03\)00485-6/abstract](https://www.internationaljournalofcardiology.com/article/S0167-5273(03)00485-6/abstract)

Ojinaga A. (1992). *Determinación de las principales patologías cardíacas, en
caninos de la zona metropolitana de Guadalajara, mediante el uso de
la electrocardiografía*. Universidad de Guadalajara.

[http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/12345678
9/3156/Ojinaga_Armendariz_Abelardo.pdf?sequence=1](http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3156/Ojinaga_Armendariz_Abelardo.pdf?sequence=1)

Ozawa Y., Smith D. y Craig E (1983). *Origin of the Third Heart Sound
I. Studies in Dogs*. University of North Carolina.

<https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/01.CIR.67.2.393>

Patel R., Bushnell D. y Sobotka P. (1993). *Implications of an Audible Third
Heart , -Sound in Evaluating Cardiac Function*. West J Med.

[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1311785/pdf/westjmed
00082-0054.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1311785/pdf/westjmed00082-0054.pdf)

Pechetty R. y Nemani L. (2020). *Additional Heart Sounds-Part 1 (Third and
fourth Heart Sounds)*. [https://www.thieme-](https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0040-1713828.pdf)

[connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0040-1713828.pdf](https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0040-1713828.pdf)

Purina institute.com (s.f.) Recuperado el 5 de mayo de 2023, de

[https://www.purinainstitute.com/sites/default/files/2021-06/NE-Manejo-
cl%C3%ADnico-ESP.pdf](https://www.purinainstitute.com/sites/default/files/2021-06/NE-Manejo-cl%C3%ADnico-ESP.pdf)

Rosas E. y Ayala G. (2014). *Fisiología cardiovascular, renal y respiratoria. El manual moderno* S.A. de C.V.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IPIWCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT33&dq=fisiologia+cardiaca&ots=ml46qHL9ts&sig=7NIKSWE Gjt-Ve76G8_eM44WkkY#v=onepage&q&f=false

Sattar Y. y Chhabra L. (2022). *Electrocardiogram. StatPearls*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>

Silverman M. (1990). *The Third Heart Sound. Clinical Methods: The history, physical and laboratory examinations 3rd edition*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK342/>

Tilley et al. (2008). *Manual of canine and feline cardiology*.

<https://www.sciencedirect.com/book/9781416023982/manual-of-canine-and-feline-cardiology>

Ynaraja E. (s.f.). *Guía de auscultación clínica en perros y gatos. ekuore*

<https://elearning.up.pt/ppayo/SEMIO%2021-22/AULASPRATICAS/EXAMEGERAL/Gu%C3%ADa%20de%20Auscultaci%C3%B3n%20cl%C3%ADnica%20YNARJA.pdf>