

# Mitral Kapak Hastalığı Saptanan Cavalier King Charles Spaniel Irkı Köpeklerde Saptanan Elektrokardiyografik Değişiklikler: Klinik Araştırma

## Electrocardiographic Changes in Cavalier King Charles Spaniel Dogs with Mitral Valve Disease: Clinical Research

<sup>1</sup>Ashkan SEDDİGH NIA<sup>a</sup>, <sup>2</sup>Hande SOYLU<sup>a</sup>, <sup>3</sup>Suzan MURAT<sup>a</sup>, <sup>4</sup>Onur İSKEFLİ<sup>a</sup>,  
<sup>5</sup>Lora KOENHEMSİ<sup>a</sup>, <sup>6</sup>Mehmet Erman OR<sup>a</sup>, <sup>7</sup>Remzi GÖNÜL<sup>a</sup>

<sup>a</sup>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, İç Hastalıklar ABD, İstanbul, Türkiye

**ÖZET Amaç:** Miksomatöz mitral kapak hastalığı [myxomatous mitral valve disease (MMVD)], Cavalier King Charles Spaniel (CKCS) gibi küçük ve orta boy ırklarda sık görülen bir kalp hastalığıdır. MMVD'li köpekler genellikle uzun süre asemptomatik kalmakla birlikte mitral regürjitasyondan kaynaklanan hemodinamik değişiklikler ilerleyerek, özellikle sol atriyal genişleme ile ilişkili konjestif kalp yetersizliğine neden olmakta ve buna bağlı gelişen pulmoner ödem, aritmiler ve iskemik kalp hastalığı sonucu ani ölüm riskinde artışa yol açmaktadır. Yapılan bu çalışmada, kolay uygulanabilir ve pratik bir yöntem olan elektrokardiyografi ile hastalığın teşhis kriterlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Yapılan bu çalışmada; hastalığın B1, B2 ve C safhalarında olduğu tespit edilen ve her grupta 6 hayvanın yer aldığı toplam 18 mitral kapak hastası CKCS ırkı köpek çalışma grubunu oluştururken, 6 sağlıklı CKCS ırkı köpek kontrol grubunu oluşturmuştur. Hastalığın klinik, radyografik, ekokardiyografik olarak teşhisinden sonra elektrokardiyografik bulgular detaylı bir şekilde incelenmiştir. **Bulgular:** Kliniğimize gelen hastalarda hastalığın şiddetiyle orantılı bir şekilde artan dispne ve egzersiz intolerans semptomlarıyla birlikte akciğer ödemi, kardiyak üfürüm sesleri gibi klinik bulgular olduğu saptandı. Çalışmada mitral kapak yetersizliğine sahip köpeklerde hastalığın şiddetiyle orantılı bir şekilde elektrokardiyografik incelemelerde R amplitüdü değerinin, P süresi ve PR süresi değerlerinin özellikle C safhasındaki hasta grubundakilerde diğer gruptakilere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı ( $p<0,05$ ) ve sinoatriyal blok, atriyal taşikardi ve atriyal fibrilasyon gibi çeşitli ritim-ileti problemlerinin geliştiği saptandı. **Sonuç:** MMVD hastalığı ile ilgili gelişen ritim-ileti problemleri ve kardiyak büyümelerin elektrokardiyografik olarak kolay ve hızlı bir şekilde teşhisi edilebileceği ve hastalığın takibinin yapılabileceği görülmüştür.

**ABSTRACT Objective:** Myxomatous mitral valve disease (MMVD) is a common heart disease in small and medium-sized breeds such as Cavalier King Charles Spaniel (CKCS). Although dogs with MMVD usually remain asymptomatic for a long time, the hemodynamic changes resulting from mitral regurgitation progress, leading to congestive heart failure especially associated with left atrial enlargement, may cause a sudden risk of death as a result of pulmonary edema, arrhythmias, and ischemic heart disease. This study, it was aimed to examine the diagnostic criteria of the disease with electrocardiography, which is an easily applicable and practical method. **Material and Methods:** In this study, 18 mitral valve patients in B1, B2, and C stages of the disease and 6 animals in each group, constituted the CKCS breed dog study group, while 6 healthy dogs formed the control group. After the clinical, radiographic, and echocardiographic diagnosis of the disease, electrocardiographic findings were examined. **Results:** The patients with dyspnea and exercise intolerance anemnesis with clinical findings such as pulmonary edema and cardiac murmur sounds; had increased severity of the disease. In proportion to the severity of the disease; R amplitude value, P time, and PR time values were statistically significantly increased especially in the C stage patient group compared to the other groups ( $p<0.05$ ) and various rhythm-conduction problems such as sinoatrial block, atrial tachycardia and atrial fibrillation developed in electrocardiographic examinations. **Conclusion:** It has been observed that rhythm-conduction problems and cardiac enlargements related to MMVD disease can be easily and quickly diagnosed electrocardiographically and the disease can be followed up.

**Anahtar Kelimeler:** King Charles; mitral kapak; elektrokardiyografi

**Keywords:** King Charles; mitral valve; electrocardiography

Miksomatöz mitral kapak hastalığı [myxomatous mitral valve disease (MMVD)],

Cavalier King Charles Spaniel (CKCS) gibi küçük ve orta boy ırklarda sık görülmektedir.<sup>1-3</sup> MMVD'li

**Correspondence:** Remzi GÖNÜL

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi, İç Hastalıklar ABD, İstanbul, Türkiye  
E-mail: gonul@iuc.edu.tr



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences.

Received: 22 Apr 2022

Received in revised form: 31 Aug 2022

Accepted: 01 Sep 2022

Available online: 07 Sep 2022

2146-8850 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

köpekler genellikle uzun süre asemptomatik kalmakla birlikte mitral regürjitasyondan kaynaklanan hemodinamik değişiklikler ilerleyerek, özellikle sol atriyal [left atrial (LA)] genişleme ile ilişkili konjestif kalp yetersizliğine neden olmakta ve buna bağlı gelişen pulmoner ödem, aritmiler ve iskemik kalp hastalığı sonucu ani ölüm riskinde artışa yol açmaktadır.<sup>1,4-8</sup>

LA'nın rezervuar ve kontraktıl fonksiyonları aracılığıyla kardiyak performansta önemli bir rol oynaması ve MMVD'nin güçlü bir tahminicisi olarak kabul edilmesi sebebiyle LA boyutunun ve işlevinin değerlendirilmesi hastalık hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır.<sup>1,5,7,8</sup>

Günümüzde MMVD hastalığının teşhisinde ve derecelendirmesinde kullanılan radyografik, elektrokardiyografik ve ekokardiyografik kriterler mevcut olmakla birlikte ekokardiyografi gibi tekniklere sınırlı ulaşım imkânı olması, inceleme maliyeti ve uzman incelemesi gerektirmesi sebepleriyle her zaman pratik olmamaktadır.<sup>4,6,8-10</sup> Bu yüzden araştırmacılar, günümüzde hastalığın daha kolay tespit edilmesini ve hastanın takibini sağlayacak, ekokardiyografiye göre daha kolay ulaşılabilir olan, maliyet açısından daha hesaplı ve hastalığın kısa sürede teşhisine olanak sağlayan elektrokardiyografik yöntemler üzerinde durmaya başlamıştır.<sup>11</sup>

Hastalarda gelişen kardiyak büyümelerin erken dönemde teşhisi hayati önem taşımakta olup, bunların elektrokardiyografik olarak kolayca belirlenebilmesi büyük avantaj sağlamaktadır.<sup>11,12</sup>

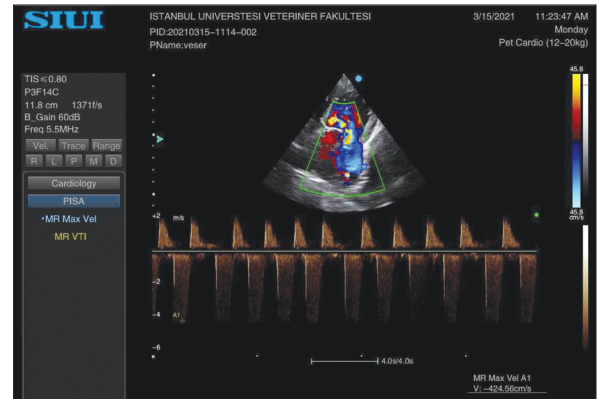
Bu nedenle yapılan bu çalışmada, MMVD saptanan CKCS ırkı köpeklerde, hastalığın farklı safhalarındaki elektrokardiyografi (EKG) bulguları değerlendirilmiştir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, hayvan hastanesi ana bilim dalımız kliniğine getirilen, yapılan klinik muayeneler, laboratuvar, elektrokardiyografik ve ekokardiyografik uygulamalar sonucunda MMVD olduğu saptanan farklı cinsiyet, yaş ve ağırlıktaki 18 CKCS ırkı köpek hasta grubunu, sağlıklı 6 CKCS ırkı köpek ise kontrol grubunu oluşturmuştur. MMVD saptanan köpekler Amerikan Veteriner İç Hastalıklar

Kolejinin [American College of Veterinary Internal Medicine (ACVIM)] standartlarına göre B1, B2 ve C gruplarına ayrıldı ve her bir grupta 6 hayvan yer aldı. Tüm incelemeler hasta sahibinin onayı sonrasında yapılmış olup, "Laboratuvar Hayvanlarının Bakım ve Kullanımı Kılavuzu"na (Guide for the Care and Use of the Laboratory Animals, <http://www.nap.edu/catalog/5140.html>) uygun olarak insancıl bir muameleye tabi tutulmuş ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Veteriner Fakültesi Birim Etik Kurulu Başkanlığından (tarih: 16 Mart 2021, no: 2021/15) onay raporu alınarak rutin klinik muayeneler kapsamında gerçekleştirilmiştir. Hayvanlar üzerinde herhangi bir ağrı, acı ve rahatsızlık verici uygulamada bulunulmamış, stres yaratıcı uygulamalardan kaçınılmıştır.

Ekokardiyografik incelemeler Apogee 3500V model Doppler ultrasonografi cihazı kullanılarak gerçekleştirildi (SIUI, Çin). Ekokardiyografide LA:Ao, sol ventrikül iç çapı, sol ventrikül iç çapı normalizasyonu değerleri sağ parasternal pencereden kısa eksen kesitleri kullanılarak, B-mode ve M-mode görüntüleri üzerinden daha önce bildirilen tekniğe uygun olarak yapıldı (Resim 1).<sup>9</sup> Vertebral kalp skoru (VKS) ölçümleri, sağ lateral thorasik radyografik görüntü üzerinden yüksek frekanslı dijital radyografi cihazı kullanılarak (SMS-CM-N model, EcoRay, Kore), tekniğe uygun olarak kalbin uzun ve kısa eksen uzunluklarının toplamı ile en yakın 0,1 vertebral omur uzunluğunda saptandı. Farklı kalp hastalığına sahip köpekler çalışma dışında bırakıldı. MMVD saptanan köpekler, ACVIM üzerinde



**RESİM 1:** C safhası mitral kapak yetersizliği olan Cavalier King Charles Spaniel ırkı bir köpekte ekokardiyografik olarak gözlenen mitral regürjitasyon.

anlaştığı standartlara göre B1, B2 ve C gruplarına ayrıldılar.<sup>10</sup> ACVIM'e göre B2 safhası MMVD teşhis kriterleri; murmur yoğunluğu  $\geq 3/6$ , LA aortik oranı; LA:Lo  $\geq 1,6$  ve sol ventriküler diyastolik iç çapı; sol ventrikül iç çapı normalizasyonu  $\geq 1,7$  ve ventriküler kalp skoru; VKS  $> 10,5$  olacak şekilde değerlendirildi. Pulmoner ödemli hastalar C safhası olarak değerlendirildiler.<sup>10</sup>

Hastalığın klinik, radyografik, ekokardiyografik olarak teşhisinden sonra elektrokardiyografik bulgular detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elektrokardiyografik kayıtlar standart (I, II ve III.) ve artırılmış ekstremiteler (aVR, aVL ve aVF) ile göğüs derivasyonlarında (V1, V2, V3 ve V10), tekniğine uygun olarak ve 25 mm/sn ve 50 mm/sn kâğıt hızlarında, sağ lateral pozisyonda alındı.<sup>11-13</sup> Elektrokardiyografik kayıtlar 12 kanallı ECG600G EKG cihazı ile yapıldı (Contec Medical System, Çin). Alınan elektrokardiyografik kayıtlar üzerinden ritim-ileti problemleri değerlendirilerek, kalp frekansı, P, P-R, QRS, Q-T, T zamanları ve P, Q, R, S, T amplitüdü ile S-T segmentindeki sapmalar bir EKG cetveli kullanılarak ölçüldü ve her bir derivasyon için en az beşer kompleksten alınan değerlerin ortalama değerleri belirlendi.

Çalışma sonunda elde edilen verilerin istatistiki değerlendirmeleri SPSS istatistik paket programı (Versiyon 28 windows, IBM Corporation, NY) aracılığı ile tek yönlü varyans analizi testi kullanılarak yapıldı.

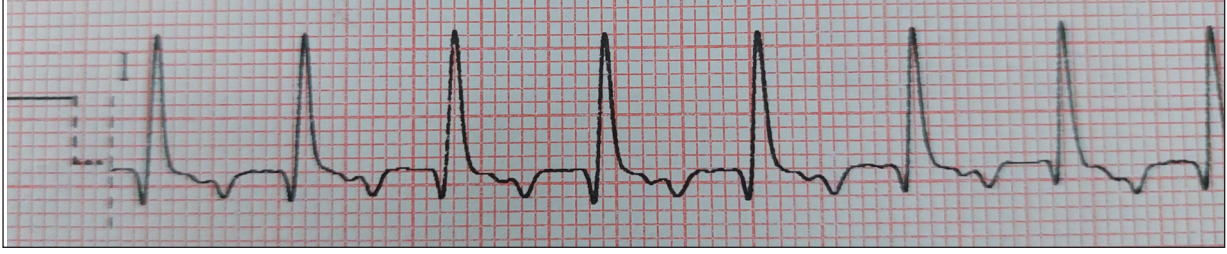
## BULGULAR

Çalışma grubunu oluşturan MMVD saptanan 5 dişi, 13 erkek toplam 18 ve sağlıklı grubu 3 erkek 3 dişi toplam 6 CKCS ırkı köpek oluşturdu. Hasta grubunu oluşturan köpeklerin ağırlıkları 5,5-15 kg, yaşları 4-14 yıl, sağlıklı gruptaki köpeklerin ise ağırlıkları 5,8-11 kg ve yaşları 1-8,5 yıl arasında değişmekteydi. Hasta grubundaki köpeklerde yapılan klinik muayenelerinde hastalığın şiddetiyle orantılı olarak artan şiddette akciğer ödemiyle birlikte kalp yetersizliği semptomları ile orantılı bir şekilde artan solunum güçlüğü, egzersiz intolerans, kalpte üfürüm sesleri ve akciğer ödemi geliştiği saptandı. Elektrokardiyografik muayenede çeşitli ritim bozuklukları ve kardiyak blokajlar olmasına karşılık toplam kalp atım sayısının özellikle C safhasındaki hasta grubunda arttığı fakat bu artışların istatistiki olarak anlamlı olmadığı, R amplitüdü değerinin, P süresi ve PR süresi değerlerinin ise özellikle C safhasındaki hasta grubundakilerde diğer gruptakilere göre istatistiki olarak anlamlı bir şekilde arttığı ( $p < 0,05$ ) saptandı (Tablo 1). Elektrokardiyografik kayıtların ritim-ileti yönünden yapılan değerlendirmelerinde B2 safhasındaki hastalarda sinüs taşikardi ile birlikte sinoatriyal blok ve atriyal taşikardi gibi ritim bozuklukları geliştiği, C safhasındaki hastalarda sinoatriyal blok, atriyal taşikardi ve atriyal fibrilasyon gibi ritim-ileti problemleri olduğu saptandı (Resim 2).

**TABLO 1:** Mitral kapak yetersizliği olan CKCS ırkı köpeklerde hastalığın farklı safhalarındaki EKG bulguları.

Parametre	Sağlıklı (n=6)	B1 (n=6)	B2 (n=6)	C (n=6)	p değeri
Toplam HR (atış/5 dakika)	665,50±57,44	611,17±24,30	634,17±63,95	748,67±43,57	0,254
Q amp. (mV)	0,3±0,03	0,23±0,09	0,3±0,05	0,4±0,08	0,396
R amp. (mV)	1,72±0,29 <sup>a</sup>	1,73±0,12 <sup>a</sup>	1,97±0,15 <sup>a</sup>	2,78±0,34 <sup>b</sup>	0,019
T amp. (mV)	0,15±0,02	0,31±0,06	0,26±0,08	0,36±0,09	0,189
PR süresi (mm/sn)	0,08±0,004 <sup>a</sup>	0,96±0,006 <sup>a,b</sup>	0,11±0,003 <sup>b,c</sup>	0,11±0,006 <sup>c</sup>	0,009
QRS süresi (mm/sn)	0,05±0,004	0,05±0,003	0,07±0,01	0,07±0,04	0,334
T süresi (mm/sn)	0,05±0,008	0,08±0,007	0,07±0,011	0,07±0,008	0,203
P amp. (mV)	0,24±0,02	0,24±0,03	0,20±0,00	0,25±0,04	0,593
P süresi (mm/sn)	0,04±0,005 <sup>a</sup>	0,04±0,001 <sup>a</sup>	0,04±0,00 <sup>a</sup>	0,06±0,003 <sup>b</sup>	0,027

<sup>a,b,c</sup>Aynı satırda farklı harflerle isimlendirilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir; CKCS: Cavalier King Charles Spaniel; EKG: Elektrokardiyografi; HR: Kalp atım sayısı; Amp: Amplitüd.



**RESİM 2:** C safhası mitral kapak yetersizliği olan Cavalier King Charles Spaniel ırkı bir köpekte elektrokardiyografik olarak gözlenen atriyal fibrilasyon (I. derivasyon 50 mm/sn, x5 mV).

## TARTIŞMA

EKG, hastanın kardiyovasküler durumu hakkında önemli bilgilerin hızla ve etkin bir şekilde toplanmasında klinisyene kolaylık sağlar. Köpeklerde akut miyokardiyal infarktüsün ve konjestif kardiyomiyopatilerin teşhis edilmesinde ve yerinin saptanmasında EKG değerlendirilmesi önemli bir yere sahiptir.<sup>11-13</sup> Bununla birlikte bazı elektrokardiyografik anormallikler, kalp hastalığı olmaksızın elektrolit bozukluklarına bağlı olabileceğinden, yanlış teşhise varmamak için dikkatli yorumlanmalıdır.<sup>11-13</sup>

Köpeklerde MMVD, asemptomatik prelinik evreden, hastalığın ilerlemesiyle birlikte gelişen LA genişleme ve buna bağlı öksürük ve senkopla karakterize şiddetli konjestif kalp yetersizliğine kadar farklı safhalarda karşımıza çıkabilmekte, bu nedenle hastalığın erken safhada kolayca tanınması büyük önem taşımaktadır.<sup>4,5,7</sup>

Konjestif kardiyomiyopati köpekler akut sağ veya sol kalp yetersizliği semptomları gösterebilirler. Klinik muayenede, perfüzyon zamanında azalma, femoral nabız şiddetinde azalma, sağ kalp yetersizliği söz konusu ise asites ve buna bağlı abdominal gerginlik, sol kalp yetersizliği söz konusu ise akciğer ödemi, düzensiz nabız ve bazen galop ritim belirlenir. Hayvan sahipleri genellikle öksürük, hıçkırık ve solunum güçlüğü gibi solunum sistemiyle ilgili bulguları tanımlayabilirler. Mitral kapak yetersizliği olan hastalarda atriyal fibrilasyon en sık görülen aritmidir. Mitral sistolik üfürümler, vakaların sadece 1/3'ünde ilk muayenede belirlenir, fakat mitral yetersizlik kalp dilate olduğu zaman ortaya çıkmaktadır.<sup>1,4-8</sup> Yaptığımız çalışmada, MMVD

saptanan CKCS ırkı köpeklerde, hastalığın şiddeti ile birlikte şikâyetlerin arttığını ve benzer semptomlar gösterdiklerini gözlemledik.

Kalpte ortaya çıkan dilatasyon, hipertrofi gibi kardiyak değişikliklerin genellikle EKG'de QRS komplekslerinde amplitüd değişikliklerine neden olduğu bilinmektedir.<sup>14,15</sup> Kalpte gözlenen ağ atriyal genişlemeler EKG'de P dalgası amplitüdünde büyümeye ( $>0,5$  mV), LA genişlemeler P dalgası zamanında uzamaya ( $>0,06$  sn) neden olmaktadır.<sup>11-13</sup> Araştırmacılar, atriyal genişlemeler sonucu P dalgasının şeklinin değişmesiyle birlikte intra-atrilyal kalp blokları ve atriyal fibrilasyon gibi ritim-ileti bozukluklarının da gelişebildiğini bildirmişlerdir.<sup>11-13,16</sup> Aynı şekilde sol ventrikül hipertrofilerinde QRS kompleksi zamanında uzama ( $>0,07$  sn) ve R dalgası amplitüdünde artma ( $>2,5-3,5$  mV) görüldüğü bilinmektedir.<sup>11-13,17</sup> Araştırmacılar, sağ atriyum ve ventrikülün şiddetli dilatasyonunda EKG'de QRS kompleksinin amplitüdünde azalma ve ventriküler "bigeminy", sol dal bloğu gibi ritim bozukluklarının şekillendiğini bildirmişlerdir.<sup>16,18</sup> Yaptığımız bu çalışmada özellikle hastalığın şiddeti ile orantılı bir şekilde B2 ve C safhalarında elektrokardiyografik olarak kalpteki yapısal değişiklikleri gösteren R amplitüdünde artış, P ve PR sürelerinde uzama ve sinoatriyal blok, atriyal taşikardi ve atriyal fibrilasyon gibi çeşitli ritim-ileti problemlerinin geliştiğini saptadık.

## SONUÇ

Çalışma sonunda, köpeklerde MMVD hastalığının teşhisinde kullanılan klinik, ekokardiyografik ve radyografik ACVIM kriterleri olmasına karşılık hastalığa bağlı olarak gelişen ritim-ileti

problemlerinin ve kardiyak büyümelerin de elektrokardiyografik olarak kolayca teşhis edilebilmesi, bu işlemin pratik ve ulaşılabilir olması sebebiyle hem klinisyenlere büyük kolaylık sağlayacağı hem de hastalığın daha erken dönemde takibine katkıda bulunacağı görülmüştür.

### Teşekkür

Araştırmanın istatistiksel analizlerindeki katkılarından dolayı İÜC Veteriner Fakültesi Zootekni Ana Bilim Dalından Prof. Dr. Bülent EKİZ'e teşekkür ederiz.

### Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

### Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

### Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Remzi Gönül, Ashkan Seddigh Nia, Hande Soylu; **Tasarım:** Remzi Gönül, Ashkan Seddigh Nia, Hande Soylu, Suzan Murat; **Denetleme/Danışmanlık:** Remzi Gönül, M. Erman Or, Onur İskefli; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Remzi Gönül, Ashkan Seddigh Nia, Hande Soylu, Suzan Murat, Onur İskefli; **Analiz ve/veya Yorum:** Remzi Gönül, Lora Koenhems, M. Erman Or, Onur İskefli; **Kaynak Taraması:** Remzi Gönül Ashkan Seddigh Nia, Lora Koenhems; **Makalenin Yazımı:** Remzi Gönül Ashkan Seddigh Nia, Lora Koenhems; **Eleştirel İnceleme:** Remzi Gönül, M. Erman Or, Onur İskefli; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Remzi Gönül, M. Erman Or; **Malzemeler:** M. Erman Or, Remzi Gönül, Lora Koenhems.

## KAYNAKLAR

- Borgarelli M, Haggstrom J. Canine degenerative myxomatous mitral valve disease: natural history, clinical presentation and therapy. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2010;40(4):651-63. [Crossref] [PubMed]
- Gordon SG, Saunders AB, Wesselowski SR. Asymptomatic canine degenerative valve disease: current and future therapies. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2017;47(5):955-75. [Crossref] [PubMed]
- Häggström J, Hamlin RL, Hansson K, Kvarn C. Heart rate variability in relation to severity of mitral regurgitation in Cavalier King Charles spaniels. *J Small Anim Pract.* 1996;37(2):69-75. [Crossref] [PubMed]
- Kim SH, Seo KW, Song KH. An assessment of vertebral left atrial size in relation to the progress of myxomatous mitral valve disease in dogs. *J Vet Clin.* 2020;37(1):9-14. [Crossref]
- Höllmer M, Willesen JL, Tolver A, Koch J. Left atrial volume and function in dogs with naturally occurring myxomatous mitral valve disease. *J Vet Cardiol.* 2017;19(1):24-34. [Crossref] [PubMed]
- Mikawa S, Nagakawa M, Ogi H, Akabane R, Koyama Y, Sakatani A, et al. Use of vertebral left atrial size for staging of dogs with myxomatous valve disease. *J Vet Cardiol.* 2020;30:92-9. [Crossref] [PubMed]
- Malcolm EL, Visser LC, Phillips KL, Johnson LR. Diagnostic value of vertebral left atrial size as determined from thoracic radiographs for assessment of left atrial size in dogs with myxomatous mitral valve disease. *J Am Vet Med Assoc.* 2018;253(8):1038-45. [Crossref] [PubMed]
- Vezzosi T, Puccinelli C, Citi S, Tognetti R. Two radiographic methods for assessing left atrial enlargement and cardiac remodeling in dogs with myxomatous mitral valve disease. *J Vet Cardiol.* 2021;34:55-63. [Crossref] [PubMed]
- Hansson K, Häggström J, Kvarn C, Lord P. Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and M-mode echocardiography in cavalier King Charles spaniels with and without left atrial enlargement. *Vet Radiol Ultrasound.* 2002;43(6):568-75. [Crossref] [PubMed]
- Keene BW, Atkins CE, Bonagura JD, Fox PR, Häggström J, Fuentes VL, et al. ACVIM consensus guidelines for the diagnosis and treatment of myxomatous mitral valve disease in dogs. *J Vet Intern Med.* 2019;33(3):1127-40. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Gönül R, Or ME, Dodurka T. Electrocardiographically determination of cardiac enlargements in dogs [Köpeklerde gözlenen kardiyak büyümelerin elektrokardiyografik olarak belirlenmesi]. *Turk J Vet Anim Sci.* 2002;(26):871-7. [Link]
- Başoğlu A. Veteriner Kardiyoloji. Ankara: Çağrı Basın Yayın Organizasyonu; 1992. p.1-100.
- Edwards NJ. Balton's Handbook of Canine and Feline ECG. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1987. p.1-50.
- Rubin GJ. Applications of electrocardiology in canine medicine. *J Am Vet Med Assoc.* 1968;153(1):17-39. [PubMed]
- Boineau JP, Hill JD, Spach MS, Moore EN. Basis of the electrocardiogram in right ventricular hypertrophy. Relationship between ventricular depolarization and body surface potentials in dogs with spontaneous RVH-contracted with normal dogs. *Am Heart J.* 1968;76(5):605-27. [Crossref] [PubMed]
- Vos MA, de Groot SH, Verduyn SC, van der Zande J, Leunissen HD, Cleutjens JP, et al. Enhanced susceptibility for acquired torsade de pointes arrhythmias in the dog with chronic, complete AV block is related to cardiac hypertrophy and electrical remodeling. *Circulation.* 1998;98(11):1125-35. [Crossref] [PubMed]
- Marks CA. Hypertrophic cardiomyopathy in a dog. *J Am Vet Med Assoc.* 1993;203(7):1020-2. [PubMed]
- Bright JM, McEntee M. Isolated right ventricular cardiomyopathy in a dog. *J Am Vet Med Assoc.* 1995;207(1):64-6. [PubMed]