

## Köpeklerde Elektrokardiyografi

Nurgül ATMACA<sup>1</sup>, Bahri EMRE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale-TÜRK YE

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara- TÜRK YE

**Özet:** Günümüzde köpeklerde gözlemlenen kardiyovasküler hastalıkların sıklığındaki artış dikkate alındığında, bu tür hastalıkların teşhisi ve tedavisi önem kazanmaktadır. Bu amaçla, en sık kullanılan araçlardan biri elektrokardiyografi metodudur. Ayrıca farmakolojik ve toksikolojik çalışmalarda, kullanılan ilaçların kalp-damar sistemi üzerine olan etkilerinin araştırılmasında da bu yöntem kullanılmaktadır. Sunulan derlemede köpeklerde kullanılan derivasyonlar ile normal bir elektrokardiyogram ve bölümleri hakkında bilgi verilecektir. Ayrıca, farklı ırk ve yaş grubunda bulunan köpeklerde gözlenen elektrokardiyografik parametrelerdeki çeşitlilik de incelenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Köpek, elektrokardiyografi, kalp

### Electrocardiography in Dogs

**Summary:** Nowadays, when the increase in the incidence of cardiovascular diseases observed in dogs are taken into consideration the diagnosis and treatment of this type of diseases gains importance. One of the most frequently used diagnostic tools is the method of electrocardiography. In addition, this method is also used in pharmacological and toxicological studies related to the investigation of the effects of the drugs on cardiovascular system. In the present review, information will be given about leads used in dogs and normal electrocardiogram and section. The diversities in electrocardiographic parameters of dogs from different breed and age groups will also be discussed.

**Key Words:** Dog, electrocardiography, heart

### Giri

Kalp çalışması esnasında oluşan aksiyon potansiyellerinin vücut yüzeyinden kaydedilmesi ve yorumlanmasını içeren elektrokardiyografi (EKG), kalbin o andaki elektriksel aktivitesi ve bir dereceye kadar da fonksiyonel durumu hakkında bilgi veren bir yöntemdir (38). İnsan hekimliğinde 1912 (23), Veteriner Hekimlikte ise 1913 yılından beri kullanılmakta olan elektrokardiyografi (23, 33), kalp aktivasyon mekanizması insandakine çok benzeyen köpek gibi hayvanlarda başta miyokart bozuklukları, koroner yetmezlikler, kalp kalınlığı ve genişlemesi gibi birçok kalp hastalığının tanısında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (32).

Miyokart hücrelerinde oluşan depolarizasyon ve repolarizasyon dalgalarının toplam elektriksel bileşimlerinin vücut yüzeyine yansımaları ile EKG dalgaları ortaya çıkar (16). Kalpte, atriyum ve ventriküllerin depolarizasyon dalgalarının yönü, vücut yüzeyinden EKG'nin çekimi sırasında kayıt yapılan elektrot yönünde ise pozitif, tersi yönde ise negatif defleksiyon dalgaları olur (13, 16).

### Köpeklerde Kullanılan Derivasyonlar

Kalbin aktivasyon potansiyelini kaydetmek amacıyla vücut üzerine yerleştirilen elektrotların elektro-

kardiyografa başlanması ile "derivasyon" adı verilir (32, 38). Einthoven'ın ortaya koyduğu derivasyon sistemi, sağ ve sol ön bacak ile sol arka bacak üzerine yerleştirilen bipolar özellikte (biri pozitif ve biri negatif kutup veya elektrot) üç elektrottan oluşur. Bu derivasyonların hepsi bir düzlem üzerinde uzanırlar (frontal düzlem) ve bir üçgen (Einthoven üçgeni) meydana getirirler (13). Söz konusu derivasyonlar I., II., III. derivasyonlar olarak isimlendirilir (33).

Bipolar derivasyonlara ek olarak unipolar derivasyonlar da kullanılır. Bu derivasyonlarda pozitif elektrot için bir elektrot ve negatif elektrot yerine diğer iki elektrotun oluşturduğu sıfır noktası kullanılır. Unipolar derivasyonlar, bipolar derivasyonların 1,5 katı voltajla kaydedilir. Sonuç olarak bu derivasyonlara artırılmış derivasyonlar ismi verilir ve aVR, aVL, aVF olarak gösterilir (13, 33).

Lanek ise köpeklerde yaygın olarak kullanılan prekordiyal derivasyon sistemini ortaya koymuştur. Kalbin anatomik pozisyonu dikkate alınarak elektrotlardan biri sağ ventrikül, diğeri ikisi de sol ventrikül üzerine denk gelecek şekilde yerleştirilir. Bu amaçla köpeklerde beşinci ve altıncı interkostal aralık kullanılır. Kullanılan bu üç göğüs derivasyonuna ilaveten 1960 yılında Hamlin isimli araştırmacı köpeklerde kullanılacak bir derivasyon daha ortaya koymuştur. Köpek ve kedilerde kullanılan bu dört derivasyon; sağda beşinci interkostal aralığın sternuma yakın kenarı (CV<sub>5</sub>RL), solda altıncı

interkostal aralı n sternuma yakın kenarı (CV<sub>6</sub>LL), solda altıncı interkostal aralı n kostakondral birleşim yeri (CV<sub>6</sub>LU), yedinci sırt omurunun dorsal spinosus üzeri (V<sub>10</sub>)'dur (6). Bu derivasyonlardan CV<sub>6</sub>LL, CV<sub>6</sub>LU ve V<sub>10</sub> derivasyonları uygulamada sıklıkla kullanılmaktadır.

Köpeklerde elektrokardiyogram kaydedilmeden önce, cihaz 1 mV/luk akım verildi inde 10 mm yüksekli inde bir e ri çizecek biçimde ayarlanarak kontrol (standardizasyon) defleksiyonu yazdırılmı, elektrokardiyografin hızı ise 50 mm/s olacak ekilde ayarlanmalıdır (36). Bu hayvanların kalp atım sayısı oldukça de i ken oldu undan (20), mümkün oldu unca sessiz bir ortamda kayıtları alınmalıdır. Anestezik maddelerin kalbin elektriksel aktivitesi üzerine etkileri olaca ı için herhangi bir ilaç uygulanmamalıdır (24).

### Normal Elektrokardiyogram ve Bölümleri

Kalpte elektriksel gerilim farkı bulunmadı ı ya da kalbin her kesiminde aynı oldu u zaman EKG'de düz bir çizgi (izoelektrik çizgi) çizilir. Normal bir EKG'de izoelektrik çizgiye göre pozitif ve negatif birtakım girinti ve çıkıntılar vardır. Bunlar P, Q, R, S, T dalgaları ile PR aralı ı, QRS kompleksi, ST aralı ı ve parçası ile QT aralı ıdır (35). Elde edilen elektrokardiyogramlarda II. derivasyonda, kalp ritmi belirlenerek yukarıda isimleri geçen dalga ve aralık de erleri ile kalp atım sayısı aletin hızı dik-kate alınarak hesaplanmalıdır. Ayrıca I. ve III. deri-vasyonlar kullanılarak ortalama elektriksel eksen belirlemesi yapılmalıdır (33).

### P Dalgası

Sinoatriyal (SA) dü ümün ba lattı ı depolarizasyon dalgası, suya atılan bir ta ın olu -turdu u dalgalanmalara benzer ekilde atriyumlarda yayılır. Kulakçı ın SA dü üme yakın olan kısımları depolarize oldu u için, depolarize olan ve henüz depolarize olmayan kısımlar arasın-da elektriksel potansiyel farklılık olu ur. SA dü -ümünden kulakçı a yayılan depolarizasyon dalgası voltmetrede (EKG cihazı gibi) genellikle pozitif yönde belirlenir. Elektrokardiyogram kayıtlarında tüm pozitif defleksiyonlar yukarı yönde, negatif defleksiyonlar ise a a ı yönde görülür. Atriyal depolarizasyon dalgası, EKG ka ıdı üzerinde yazı-cı ucun yukarıya do ru sapması ile ekillenir. Tüm kulakçık kası depolarize oldu u zaman ise elektrik-sel potansiyel fark ortadan kalkaca ı için yazıcı uç en ba taki pozisyonuna (izoelektrik) çizgi geri dö-ner. Elektrokardiyogram üzerindeki bu ilk pozitif defleksiyon, kulakçıkların elektriksel aktivitesini gösteren P dalgasıdır (18).

Bir EKG trasesinde P dalgası; yön, ekil, süre ve amplitüt de erleri açısından incelenir. Köpeklerde P dalgası; I, II, III ve aVF derivasyonlarında her zaman pozitif, aVR derivasyonunda ise negatiftir (13). Uyarımın SA dü ümünden tüm kulakçıklara yayılması için gereken zamanı ifade eden P dalga-sı süresi, köpeklerde en fazla 0,04 saniye (s) ol-makla beraber, büyük ırk köpeklerde 0,05 s de e-rinde gözlenebilir (33, 35). Köpeklerde ve insanlar-da bu sürenin do umdan itibaren fiziksel olgunla -maya kadar artı gösterdi i bildirilmi tir (31). Kulakçık kas kitlesinin büyüklü üyle ili kili olan P dalgasının amplitüdü köpeklerde maksimum 0,4 milivolt (mV) de erindedir. Sa kulakçık büyümesi P dalgası amplitüdünde (P-pulmonale), sol kulak-çık büyümesi ise bu dalganın süresinde artı a (P-mitrale) sebep olur (33).

Depolarizasyon dalgasının AV dü ümündeki yayıl-ma hızı oldukça yava tır. Depolarizasyon dalgası AV dü ümünü geçti i zaman His demeti, sol ve sa demet dalları, Purkinje iplikçikleri gibi karıncık-ların özel iletim sisteminde çok hızlı yayılır (18). Köpekler için bildirilen normal PR aralı ı 0,06-0,13 s de erinde olup, birinci derece kalp blo unda bu süre uzamaktadır (33).

### QRS Kompleksi

Karıncıkların depolarizasyonu esnasında ekillenen QRS kompleksi Q, R ve S dalgalarından olu ur. Elektrokardiyografik hesaplamalarda bu üç dalga-nın ayrı ayrı amplitüdüleri ve QRS kompleksinin süre-si hesaplanır (33).

Köpekte ventriküler depolarizasyonun birinci dö-ne-mi orta ve apikal ventriküler septumun aktivasyo-nunu içerir. Bu, sol septal yüzeyden sa a do ru ve sa septal yüzeyden sola do ru iki yönde olur. Soldan-sa a kuvvetlerin magnitudü sa dan-sola kuvvetlerden daha büyüktür ve sa dan-sola olan-ları bastırır (9). EKG ka ıdı üzerinde olu an bu küçük ve negatif dalga Q dalgası olarak isimlendi-rilir (18). Köpeklerde genellikle II, III ve aVF deri-vasyonlarında Q dalgası mevcuttur (13). Negatif yönde olu an Q dalgası en büyük amplitüde V<sub>10</sub> derivasyonunda sahip iken CV<sub>5</sub>RL, aVR ve CV<sub>6</sub>LL derivasyonlarında izoelektrik olabilir (35).

Ventriküler depolarizasyonun ikinci dönemi Purkinje iplikçiklerinin subendokardiyal noktaların-dan ba lar ve her iki ventrikülde de gerçekleşir. Sol ventrikülün elektriksel kuvveti sa ventriküler kuvveti bastırır (9). Bu da (+) elektrot yönünde ilerleyen bir depolarizasyon dalgası meydana geti-rir. Depolarize olan kas dokusu büyük bir kitleye sahip oldu u için büyük bir defleksiyon ekillenir.

Bu büyük defleksiyon R dalgası olarak isimlendirilir (18). Köpeklerde I, II, III ve aVF derivasyonları büyük R dalgası içermekle birlikte en büyük R dalgası II. derivasyonda bulunur (13). Küçük ırk köpeklerde R dalgası amplitüdü en fazla 2,5 mV, büyük ırk köpeklerde ise 3,0 mV olarak bildirilmiştir. Sol karıncık büyümesinde II, aVF, CV<sub>6</sub>LU, CV<sub>6</sub>LL ve CV<sub>5</sub>RL derivasyonlarında R dalgası maksimum değerlerin üstüne çıkar (33).

Ventriküler depolarizasyonun sonuncu dönemi apikobaziller yönde aktive edilen kalp tabanının kas iplikçiklerinde gerçekleşir (9). Küçük bir doku parçasının kasılması olan bu depolarizasyon dalgası (+) elektrottan uzaklaştıkça yayılır. Böylece EKG kağıdı üzerinde meydana gelen küçük ve negatif defleksiyona S dalgası denir (18). Köpeklerde sol karıncık büyümesinde I, II, III ve aVF derivasyonlarında S dalgaları mevcut olmakla birlikte I, II, CV<sub>6</sub>LL ve CV<sub>6</sub>LU derivasyonlarında da amplitüdü artmış olarak gözlenir (33).

QRS dalga ekleinin farklı kısımları belirlenebilmesine karşın, karıncıkların depolarizasyonu bir bütün olarak düşünüldüğünde QRS kompleksi ekleinde incelenir. Olası yanlışlıkları önlemek için şu şekilde bir terminoloji kullanılır: İlk negatif defleksiyon Q dalgası olarak isimlendirilir ve daima R dalgasından önce olur, Q dalgası olsun ya da olmasın ilk olarak pozitif defleksiyon R dalgası, R dalgasından sonra olarak negatif defleksiyon, Q dalgası olsa da olmasa da S dalgası olarak adlandırılır (18).

Uyarı dalgasının Purkinje telleriyle karıncık kasının en uzak bölümlerine iletilmesi için gereken zamanı gösteren QRS kompleksi süresi, büyük ırk köpeklerde en fazla 0,06 s (31), küçük ırklarda 0,05 s değerlerinde olmalıdır (33).

### T Dalgası

Karıncık kasında olarak aksiyon potansiyelinin repolarizasyon evresinin sonunda T dalgası yazdırılır (2, 37). Depolarizasyona göre daha yavaş seyreden repolarizasyon evresi tamamlanmaya kadar çeşitli potansiyel değerleri meydana gelir (18, 31). Sonuçta da izoelektrik çizgiden bir sapma gerçekleşir ve bu sapma T dalgası ismini alır (18).

Köpeklerde negatif, pozitif veya difazik gibi konfigürasyonlar gösterebilen (21, 28) T dalgasının amplitüdü 0,05 mV ile 1,0 mV değerlerinde veya R dalgası amplitüdünün ¼'ünden büyük olmamalıdır (33). Küçük hayvanlarda miyokardiyumun repolarizasyonu düzensiz olduğu için insanlardakine benzememektedir. İnsanlarda repolarizasyon iyi organize olduğu için her zaman pozitif bir T dalgası meydana gelir. Bu sebeple küçük hayvanlar-

da T dalgası değerlerini saptayabilmek için gerekli referans değerler oldukça sınırlıdır. Kulakçıkların repolarizasyonu sırasında meydana gelen T<sub>a</sub> (atriyumların repolarizasyonu) dalgası ise P dalgasının tersi olarak görülür. Atriyumların repolarizasyonu, ventriküllerin depolarizasyon zamanına rastladığı için QRS kompleksi veya ST segmenti tarafından gizlenir (18).

Köpeklerde ST segmenti, izoelektrik çizgiye göre 0,15 mV'dan yüksek veya 0,20 mV'dan düşük olmamalıdır (4, 33). Karıncıkların depolarizasyonunun başlangıcı ile repolarizasyonunun tamamlanması arasında geçen süreyi ifade eden QT aralığı, kalp atım sayısı ile negatif bir korelasyon gösterirken (33), hayvanın büyüklüğüne göre bu süre üzerinde etkisinin olmadığı bildirilmiştir (22). Bununla birlikte QT aralığı üzerine otonom sinir sisteminin (kalbin sempatik innervasyonu ve dolaşımdaki katekolaminler, vagal etkinin derecesi gibi) geniş bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (5, 33).

Köpeklerde uzunluğu esas olarak otonom sinir sistemi etkisiyle belirlenen QT aralığı değerleri 0,15-0,25 s arasında belirtilmiştir (33). Elektrolit düzensizliklerinden etkilenen bu aralık, örneğin hiperkalsemi kısıp, hipokalsemi gibi durumlarda da uzayabilmektedir (4, 19).

### Kalbin Elektriksel Eksen

Kalpte atriyum ve ventriküllerin depolarizasyonu ve repolarizasyonu sırasında ortaya çıkan elektriksel kuvvetlerin frontal düzlemdeki bileşimleri elektriksel eksen olarak ifade edilir. Kalbin enstantane ve ortalama olarak üzere iki çeşit elektriksel eksen vardır (38). Depolarizasyon ve repolarizasyon süreci içinde aktivasyonun her anında, birbirinden farklı hız ve yönlerde sayısız elektromotor kuvvetleri meydana gelmektedir. Vektör ile gösterilen bu kuvvetlerin her biri, kalbin o andaki elektrikli eksenini gösterir ve kalbin "enstantane elektrikli eksen" olarak tanımlanır. Bir periyot boyunca oluşan sayısız "enstantane vektörlerin" matematiksel ortalaması "ortalama elektrikli eksen" meydana getirir (34).

Ortalama elektriksel eksen, atriyal depolarizasyon (P) dalgası, ventriküler depolarizasyon (QRS) veya ventriküler repolarizasyon (T) dalgası içinde hesaplanabilir. Fakat eksen hesaplamalarında yaygın olarak ventriküllerin depolarizasyonu sırasında oluşan vektörler bileşimi olan QRS dalgasının ortalama vektörü kullanılır (13, 17). Ortalama QRS vektörünün belirli bir derivasyon üzerindeki kuvveti, o derivasyondaki QRS dalgasının cebirsel toplamına eşittir. Bu nedenle kalbin elektriksel eksen,

bipolar ekstremite derivasyonlarından en az ikisinde ortalama QRS eksenleri saptanarak bulunabilir. QRS baskın olarak pozitif ise depolarizasyon dalgasının ortalama yönü (+) elektrotta dorudur. Tam tersine QRS aırırlıklı olarak negatifse depolarizasyon dalgası (+) elektrottan uzaklaır (18).

Kalbin ortalama elektriksel eksenini belirlemek için; Einthoven üçgeni yöntemi, Bayley'in çift üç eksenli yöntemi ve ortogonal yöntem kullanılmaktadır. Einthoven sisteminde; I, II ve III. derivasyonlar e kenar üçgenin kenarlarını, sağ kol (R), sol kol (L) ve sol bacadta (F) üçgenin kö elerini oluşturur. Üçgenin ortasında kalp olduğu varsayılır. Bu üçgenin kö elerinden geçirilen dairenin üst bölümü negatif, alt bölümü ise pozitif açı derleri olarak kabul edilir (34). Kenarlarını I, II ve III. derivasyonların oluşturduğu Einthoven üçgeninde kenarlar üçgen merkezine kaydırılırsa üç eksenli "triaksial", bunlara birer dik çıkarılırsa altı eksenli "hexaaksial" referans sistemleri elde edilir. Altı eksenli referans sistemi bir daire içine alınırsa, dairenin ortasındaki I. derivasyon üstündeki derler negatif, altındaki derler de pozitif açı derleridir. QRS ekseninin hesaplanması için bipolar ekstremite derivasyonları olan I, II, III, aVR, aVL ve aVF derivasyonlarından en az iki derivasyon seçilir. Bu derivasyonlarda QRS dalgalarının cebirsel toplamı bulunur. Altılı referans sisteminde ilgili derivasyonlara cebirsel toplam derleri e birim aralıklarla yerleştirilir ve buralardan çıkılan veya inilen diklerin kesişim noktası merkez ile birleştirilirse kalbin ortalama elektriksel aksının yönü ve derecesi bulunmu olur (17). Veteriner hekimliğinde en fazla kullanılan sistem hexaaksial sistemdir (10).

Normal iletim sistemine sahip bir kalpte, karıncıkların boyutunun belirlenmesi karıncık kasının büyüklüğüyle ilişkilidir. Bu sebeple sağ ya da sol karıncıktan hangisinin daha baskın olduğunu tespit etmek amacıyla ortalama elektriksel eksen hesaplanır. Sağlıklı bir canlıda sol karıncık sağ karıncıktan üç kat daha büyüktür. Sonuçta da EKG trasesinde esas olarak geriye ve sola doğru ilerleyen bir depolarizasyon dalgası ekli görülür. Böylece I, II, III ve aVF derivasyonlarında büyük R dalgaları ekilenir (13). Belirgin sağ kalp büyümelerinde, sağ karıncık kitlesi sol karıncık kitlesinden daha fazladır. Sağ karıncık daha baskın olduğu için EKG trasesinde depolarizasyon dalgası ileri ve sağa doğru ilerler ekildedir. Sonuçta da I, II, III ve aVF derivasyonlarında derin S dalgaları gözlenir. Ortalama elektriksel ekseninde sağ ve kraniale kayar (18). Ayrıca intraventriküler iletim sistemi bloklarında da ortalama elektriksel eksen deşerabilir (10).

Ortalama elektriksel eksen üzerine hayvanın EKG kaydının alındığı pozisyonunda etkili olduğu, ayakta alınan kayıtlarda kalbin göğüs içerisindeki pozisyonu deşerir için dalga amplitüdlerinin büyüdüğü ve eksenin sola kaydığı bildirilmiştir. Bununla birlikte tırlıdırında sol yan tarafa yatırılarak alınan kayıtlar ile rutinde kullanılan sağ yan tarafa yatırılarak alınan kayıtlarda hesaplanan eksenler arasındaki fark daha az bulunmuştur (26).

### Köpeklerde Yapılan Elektrokardiyografik Çalışmalar

Köpeklerde yapılan elektrokardiyografik çalışmalarda, ırklar arasında önemli farklılıklar olduğu gösterilmiştir. Bunun yanı sıra yaş ve cinsiyet faktörleri göz önüne alındığında elektrokardiyografik parametrelerde yaş etmesinin önemli rol oynadığı, cinsiyetin ise dikkate değer bir farklılık oluşturmadığı bildirilmiştir (3, 11, 22, 23, 25). İncelenen literatürlerde köpeklerde saptanan elektrokardiyografik parametreler ırk ve yaş ile ilişkilendirildiği için köpeklere ait elektrokardiyografik parametrelerin anlatılacağı bu bölüm iki alt başlık halinde sunulacaktır.

### Çeşitli Köpek Irklarında Bildirilen EKG Parametreleri

Çoban köpeklerinde sinüs aritminin 2-5 yaş arasında bulunan hayvanlarda gözlemlendiği, P dalgasının aVR derivasyonunda negatif, II ve III'de pozitif, aVL ve aVF'de genellikle pozitif, bipolar ekstremite derivasyonlarında (qR) ve unipolar ekstremite derivasyonlarında (aVR'de rS, QS, aVL ve aVF'de qR) baskın olan QRS morfolojisinin difazik QRS örneği olduğu, T dalgasının artırılmış ekstremite derivasyonlarında genellikle negatif, göğüs derivasyonlarında ise çoğunlukla pozitif yönde belirlendiği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada, Karafuto köpeklerinde sinüs aritminin bir yaşın altında ve beş yaşın üzerinde bulunan hayvanlarda gözlemlendiği, P ve T dalgası konfigürasyonunun çoban köpeklerine benzer olduğu belirtilmiştir (34).

Bağca bir çalışmada ise tazılarda ve melez köpeklerde elde edilen elektrokardiyografik parametreler karşılaştırıldığında egzersizin etkisinden dolayı tazıların daha yüksek amplitütlü dalgalara sahip olduğu gözlemlenmiştir (28).

Altı aylıktan büyük melez köpeklerde yapılan bir çalışmada (8) kalp atım sayısı ile PQ ve QT aralığı süreleri arasında negatif bir ilişki bulunduğuna, ayrıca yaş ve cinsiyetin elektrokardiyografik parametreler üzerine etkilerinin bulunmadığı belirtilmiştir.

ncelenen di er bir literatürde ise normal çoban köpeklerinde gözlenen ritmin sinüs ritmi oldu u, ortalama dakika kalp atım sayısının 106, ortalama elektriksel eksenin  $72,3^{\circ}$  de erlerinde bulundu u bildirilmi tir. Bu köpeklerde, P dalgasının I, II ve aVF derivasyonlarında pozitif, aVR'de negatif, III ve aVL'de ise pozitif, negatif veya difazik ekillerde gözlenebildi i belirtilmi tir. Ayrıca P dalgası süresi ve amplitüdünü 0,03- 0,06 s, 0,10-0,30 mV, QRS kompleksi süresini 0,03-0,08 s, Q, R, S dalgaları amplitüdüleri sırasıyla 0,05-0,80 mV, 0,70-3,60 mV, 0,10-0,50 mV, T dalgası süre ve amplitüdünü 0,15-0,60 s ve 0,05-0,65 mV de erlerinde rapor etmi lerdir (39).

Alman çoban köpeklerinde ise ortalama dakika kalp atım sayısı 110, P dalgası süre ve amplitüdü 0,041 s, 0,151 mV, QRS süresi 0,043 s, PR ve QT aralıkları sırasıyla 0,113 s, 0,20 s, ortalama elektriksel eksen  $81,19^{\circ}$  de erlerinde belirlenmi tir. Bu köpeklerde P dalgasının; I (48 köpekten 19 tanesinde izoelektrik), II, III ve aVF derivasyonlarında pozitif, aVR, aVL ve  $V_{10}$ 'da negatif yönde oldu u, T dalgasının  $V_{10}$ 'da negatif di er derivasyonlarda difazik veya izoelektrik gözlendi i bildirilmi tir. Ayrıca 20 farklı QRS örne i tespit edildi i, bunların % 77'sini difazik QRS morfolojisinin olu turdu u belirtilmi tir (25).

Antremanlı Alaska kızak köpeklerinin ayakta alınan elektrokardiyogramlarında ortalama dakika kalp atım sayısını 122, P dalgası süre ve amplitüdünü 0,061 s, 0,40 mV, R dalgası amplitüdünü 3,02 mV, QRS kompleksinin süresini 0,064 s, QT aralı nı 0,236 s, ortalama elektriksel eksen  $57^{\circ}$  olarak hesaplamı lardır. Bununla birlikte di er köpekler için patolojik kabul edilebilecek bu de erlerin Alaska kızak köpeklerinin kullanım alanları ve egzersizin kalp üzerine olan etkisi göz önüne alındı nda normal kabul edilebilece i bildirilmi tir (12).

Doberman pinscher köpeklerde ortalama dakika kalp atım sayısı 127,9, P dalgası süre ve amplitüdü 0,040 s, 0,211 mV, PR aralı ı 0,105 s, QRS kompleksinin süresi 0,053 s, Q ve R dalgası amplitüdüleri 0,65 mV, 1,66 mV, QT aralı ı süresi 0,187 s ve ortalama elektriksel eksen ise  $50,9^{\circ}$  olarak bildirilmi tir (14).

Labrador ve Golden Retriever köpeklerde yapılan elektrokardiyografik ölçümlerde her iki grupta P dalgası süresi (0,04) s, PR aralı ı (0,10) s ve QRS kompleksi süresi (0,04) s benzer oldu u belirtilmi tir. Bununla birlikte Labrador Retrieverlerde P dalgası amplitüdü (0,25 mV), QT aralı ı süresi (0,18 s), ortalama elektriksel eksen ( $72^{\circ}$ ) ve ortalama dakika kalp atım sayısı (143) de erleri ile Golden

Retrieverlerde P dalgası amplitüdü (0,24 mV), QT aralı ı süresi (0,17 s), ortalama elektriksel eksen ( $76^{\circ}$ ) ile ortalama dakika kalp atım sayısı de erleri (128) bildirilmi tir. Ayrıca Labrador Retrieverlerde derin Q dalgaları, Golden Retrieverlerde ise uzun R dalgaları gözlediklerini, II. derivasyonda baskın olan QRS ekinin qR tipi oldu u rapor edilmi tir (27).

Brahisefalik köpeklerde (Boxer, Bulldog, Cavalier King Charles Spaniel gibi) brahisefalik olmayan köpeklerle göre (Alman çoban köpe i, Labrador Retriever, Cocker Spaniel gibi) daha yüksek bir vasovagal tonus indeksi (VVTI) bildirilmi tir. Brahisefalik köpeklerin dar burun delikleri, uzun bir yumu ak damak, dar yutak ve hipoplastik bir soluk borusuna sahip olmalarının sebep oldu u zorlu solunum hareketiyle ili kili, iddetli gö üs içi basınç de i imlerinin ekillenmesi ve bu durumunda vagus tonusunda dalgalanmalara yol açması ırklar arasında ortaya çıkan bu farklılı ı olu turmaktadır. Bu sebeple brahisefalik köpeklerde kalp atım sayısının daha dü ük ve kalp ritminin düzensiz oldu u bildirilmi tir. Solunuma ba lı sinüs aritmi olarak adlandırılan bu kalp ritminin, köpekler için fizyolojik bir durum olarak kabul edilmektedir (7).

#### **Farklı Ya Grubunda Bulunan Köpeklerde Bildirilen EKG Parametreleri**

Melez köpeklerde ya amın ilk 90 günlük süresinde meydana gelen elektrokardiyografik de i iklikleri saptamak amacıyla yapılan bir çalı mada, ilk ay ortalama 200 olan ortalama dakika kalp atım sayısının 90. günde 150 düzeyine dü tü ü, P dalgası amplitüdünde bir de i iklik gözlenmezken, 40. güne kadar artan T dalgası amplitüdünün daha sonra 90. güne kadar azaldı ı, ortalama elektriksel eksenin ya la birlikte sa dan sola do ru de i ti i saptanmı tir (15).

Yine melez köpeklerde (0-8 ya ) yapılan ba ka bir çalı mada ya la birlikte bazı elektrokardiyografik parametrelerde önemli de i iklikler meydana geldi i bildirilmi tir. Melez köpeklerde ya amın ilk iki ayında 189 olan ortalama dakika kalp atım sayısının ya la birlikte azalarak 11-12 aylık dönemde 131 de erine dü tü ü, buna kar lık PR, QT ve QRS süreleri ve R dalgası amplitüdünün ise ya la birlikte arttı ı, ortalama elektriksel eksenin sa dan sola de i ti i, iki aylık dönemde sıklıkla gözlenen pozitif T dalgalarının yerini ilerleyen ya la birlikte negatif T dalgalarının aldı ı belirtilmi tir (29).

Yavru (1 günlükten 12 aylı a kadar) ve yeti kin (12 aylıktan büyük) spanyol mastif köpeklerde yapılan elektrokardiyografik çalı mada, do umdan itibaren

ya la birlikte kalp atım sayısı, kalp ritmi, çe itli dalga ve aralık de erleri ile dalgaların konfigürasyonlarında de i iklikler saptandı ı bildirilmi tir (3).

Yaptıkları i e göre üç gruba (savunma, av ve yük köpekleri) ayrılan dokuz farklı köpek ırkında yapılan bir çalı mada ortalama dakika kalp atım sayısının 131 de erinde olup, kalp atım sayısı bakımından ırklar arasında fark bulunmadı ı, fakat ya faktörü dikkate alındı ında 1,5 ya ından küçük genç köpeklerde (135 adet/dk) eri kin olanlara (129 adet/dk) kıyasla daha yüksek bir dakika kalp atım sayısı elde edildi i rapor edilmi tir. P dalgası amplitüdünün grup ve ırklar arasında farklı oldu u, en yüksek de ere (0,235 mV) av köpeklerinde, ırk olarak ise Dachshund ve Alman pointerlerde rastlandı ı bildirilmi tir. PQ aralı ı süresinin ya faktöründen etkilendi i eri kin olanlarda gençlere nazaran daha uzun aralık süresi elde edildi i, en yüksek R dalgası amplitüdüne (1,787 mV) savunma köpeklerinde rastlandı ı belirtilmi tir (23).

Cocker Spaniel, Rottweiler ve Alman çoban köpeklerinde yavru, yeti kin ve ya lı olmak üzere üç gruba ayrılarak yapılan elektrokardiyografik çalı mada, P dalgası yönünün I, II, aVF, CV<sub>6</sub>LL, CV<sub>6</sub>LU derivasyonlarında pozitif, aVR ve V<sub>10</sub> derivasyonlarında ise negatif yönde oldu u bildirilmi tir. Bu çalı mada en yüksek P dalgası amplitüdünün Alman çoban köpe inde (0,2041 mV) olup bu de erin ya la birlikte azaldı ı, en dü ük P dalgası amplitüdünün Rottweiler köpeklerde (0,1958 mV) elde edildi i belirlenmi tir. Ortalama dakika kalp atım sayısının Cocker spaniel (115), Rottweiler (134) ve Alman çoban köpeklerinde (125) ya la birlikte azaldı ı, kalp atım sayısı ile PQ aralı ı süresi arasında negatif bir ili ki oldu u belirlenmi tir. Aynı literatürde en yüksek Q (0,5486 mV) ve R dalgası Cocker spanielde (2,4236 mV) saptanmı tır (35).

Melez köpeklerde (6-20 ay) T dalgası konfigürasyonunu belirlemek için yapılan bir çalı mada, pozitif, negatif ve difazik T dalgası yüzdeleri sırasıyla %52,3, %34,2, %13,5 olarak bulunmu tur. Ayrıca altı aylık yavruarda oranı fazla olan pozitif T dalgalarının, 7-10 aylık yavruarda azaldı ı, negatif dalgaların ise arttı ı gözlemlenerek, hayvanın durumu, uygulama metodu ve ya ın T dalgası polaritesi üzerine etkili oldu u belirtilmi tir (30).

Üç farklı ya grubuna ayrılarak elektrokardiyogramları alınan Kangal ırkı köpeklerin 1-3 aylık yavrualarında sempatik sinir sistemi etkinli i sonucu ortalama dakika kalp atım sayısının daha yüksek oldu u (169 adet/dk), eri kinlerinde ise giderek azaldı ı (116 adet/dk), azalan kalp atım sayısıyla ters orantılı olarak PR ve QT aralı ının uzadı ı,

ya la birlikte kalp kası kitlesinin artı na ba lı olarak P dalgası süresi ile R dalgası amplitüdünün arttı ı, bununla birlikte ya la oranı artan vücut ya ının, kalp ve vücut kitlesi oranını de i tirdi i için Q dalgası amplitüdünü azalttı ı bildirilmi tir. Ayrıca Kangal ırkı köpeklerden elde edilen elektrokardiyogramlarda çe itli dalga konfigürasyonları incelendi inde yavruarda trifazik ve difazik QRS morfolojisinin, eri kinlerde ise sıklıkla difazik eklin gözlendi i, yavruarda II. derivasyonda negatif T dalgası gözlenmezken eri kinlerde bu oranın %36 de erine ula tı ı saptanmı tır (1).

### Kaynaklar

1. Atmaca N, 2009. Kangal Köpeklerinde Bazı Elektrokardiyografik Parametreler. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Sa lık Bilimleri Enstitüsü, Fizioloji Programı. Ankara.
2. Antzelevitch C, 2006. Cellular basis for the repolarization waves of the eeg. *Ann N Acad Sci*, 1080: 268-281.
3. Bernal LJ, Montes AM, Fdez del Palacio MJ, Gutierrez P, 1995. Electrocardiographic changes in the growing Mastin Espanol. *J Small Anim Pract*, 36, 221-228.
4. Bolton GR, 1975. *Handbook of Canine and Feline Electrocardiography*. Philadelphia: W.B. Saunders Co., pp. 32-59.
5. Davidowski TA, Wolf S, 1984. The QT interval during reflex cardiovascular adaptation. *Circulation*, 69: 22-25.
6. Detweiler DK, 1989. The dog electrocardiogram: A critical review. In: Macfarlane PW, Veitch-Lawrie TD, eds. *Comprehensive Electrocardiology: Theory and Practice in Health and Disease*, Pergamon Press, New York, pp. 1267-1330.
7. Doxey S, Boswood A, 2004. Differences between breeds of dog in a measure of heart rate variability. *Vet Rec*, 154: 713-717.
8. Eckenfels A, Trieb G, 1979. The normal electrocardiogram of the conscious beagle dog. *Toxicol Appl Pharm*, 47: 567-584.
9. Emre B, Sa manlıgil V, Kurtdede A, 2000. Köpekte sa dal blo u. *Turk Vet Hek Derg*, 121: 33-36.
10. Fine DM, 2006. How to determine and interpret the mean electrical axis. *Vet Med Us*, 1011: 28-36.

11. Hanton G, Rabemampianina Y, 2006. The electrocardiogram of the beagle dog: Reference values and effect of sex, genetic strain, body position and heart rate. *Lab Anim*, 40: 123-136.
12. Hinchcliff KW, Constable PD, Farris JW, Schmidt KE, Hamlin RL, 1997. Electrocardiographic characteristics of endurance-trained Alaskan Sled Dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 211: 1138-1141.
13. Kittleson MD, 1998. Small Animal Cardiovascular Medicine. Eri im: [Http://Www.Vin.Com/Members/Proceedings/Proceedings.Plx? Cid=Sacardio&Pid=10593&O=Vin] Eri im Tarihi: 17.04.2007.
14. Kovacevic A, Duras M, Gomercic T, 1999. Contribution to standardisation of heart rate and electrocardiographic values in Doberman Pinschers. *Vet Arhiv*, 694, 211-219.
15. Kubo T, Ono T, Kontani M, Takeuchi N, Terauchi Y, Yoshida H, 1985. Evolution of the electrocardiogram in young dogs during the first 90 days of life. *Adv Anim Cardiol*, 18: 43-49.
16. Kumbay E, 2001a. Elektrofizyoloji. *T Klin J Cardiol*, 14: 5-9.
17. Kumbay E, 2001b. Kalbin elektriksel aksı. *T Klin J Cardiol*, 14: 10-11.
18. Martin M, 2007. *Small Animal ECGs: An Introductory Guide*, Wiley- Blackwell, 2nd Edition, pp. 4-8.
19. Miegheem C, Sabbe M, Knockaert D, 2004. The clinical value of the ecg in noncardiac conditions. *Chest*, 125: 1561-1576.
20. Minors SL, O'grady MR, 1997. Heart rate variability in the dog: is it too variable. *Can J Vet Res*, 61: 134-144.
21. Nahas K, Geffray B, 2004. Qt interval measurement in the dog: Chest leads versus limb leads. *J Pharmacol Toxicol*, 50: 201-207.
22. Oguchi Y, Hamlin RL, 1993. Duration of qt interval in clinically normal dogs. *Am J Vet Res*, 54 (12): 2145-2149.
23. Paławska U, 1998. The electrocardiographic curve of clinically healthy dogs of selected breeds. *EJPAU*, 1:1, 11-23.
24. Pi kin , ireli M, Sa manlıgil V, Emre B, 1999. Kobaylarda bazı anestezi maddelerinin elektrokardiyogram üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci*, 23(1): 161-166.
25. Rezakhani A, Atwell RB, Webster J, 1990. Electrocardiographic values of German Shepherd dogs. *Aust Vet J*, 678: 307-309.
26. Rishniw M, Porciello F, Erb HN, Fruhantı G, 2002. Effect of body position on the 6-lead ecg of dogs. *J Vet Inter Med*, 16: 69-73.
27. Sato H, Fujii Y, Wakao Y, 2000. Standard electrocardiographic values in normal Retrievers. *Adv Anim Cardiol*, 331: 11-15.
28. Schneider HP, Truex RC, Knowles JO, 1964. Comparative observations of the hearts of Mongrel and Greyhound dogs. *Anat Rec*, 149: 173-180.
29. Shimizu N, Mori H, Kato D, Okamoto T, Koyama H, Sako T, Kawase K, Uchino T, Motoyoshi S, Funabashi N, Nakazawa M, 1986. Electrocardiograms of 1139 Beagle dogs recorded by autoanalyzing electrocardiographs; change in ecg values with aging. *Bull Nippon Vet Zootech Coll*, 35: 71-76.
30. Shimizu N, Nagashima Y, Uchida H, Yada H, Morita F, 2004. Evaluation of electrocardiogram focused on t wave in toxicity studies on Beagle dogs. *Adv Anim Cardiol*, 372: 41-46.
31. Smith CR, Hamlin RL, Crocker HD, 1965. Comparative electrocardiography. *Ann Ny Acad Sci*, 1271: 155-169.
32. Tan H, 1981. Atlarda ventriküler hipertrofi ve kronik kardiyomyofibrosisi ortogonal sistem elektrokardiyografi ve vektörkardiyografi yöntemleriyle saptama çalışmaları. Doçentlik Tezi, stanbul.
33. Tilley LP, Smith FWK, Oyama MA, Sleeper MM, 2008. *Manual of Canine and Feline Cardiology*. Elsevier Inc, Canada, pp. 49-50.
34. Too K, Umemoto H, 1959. Electrocardiogram of shepherd dogs and Karafuto Saghalien dogs. *Jap J Vet Res*, 74: 215-245.
35. Upeniece D, 2004. Electrocardiophysiological parameters of the Cocker Spaniel, Rottweiler and German Shepherd dogs, Summary Of Doctoral Thesis, Latvia University Of Agriculturefaculty Of Veterinary Medicine Preclinical nstitute, Jelgava.

36. Wingfield WE, Raffae MR, 2002. The veterinary ICU book. Erişim adresi: [<http://www.vin.com/AppUtil/Misc/BookReview/Default.aspx?id=6517>] Erişim tarihi: 18.06.2009.
37. Yan GX, Antzelevitch C, 1998. Cellular basis for the normal t wave and the electrocardiographic manifestations of the long qt syndrome. *Circulation*, 98: 1928-1936
38. Yılmaz B, 2000. Fizyoloji. Ankara: Feryal Matbaacılık, pp.212-213.
39. Zhang K, Ohno K, Kadono H, 1986. Standard electrocardiographic values of normal shepherd dogs. *Res Bull Fac Agri, Gifu University*, 51: 163-173.

**Yazı ma Adresi:**

Ara . Gör. Dr. Nurgül ATMACA  
Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Fizyoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale-TÜRK YE  
Tel: 0 318 357 33 01  
Fax:0 318 357 33 04  
e-mail: nurgul504@hotmail.com