



Köpeklerde Retinanın Tanısal Görüntülenmesi

Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN¹, Gözde ARIKAYA¹

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Burdur-TÜRKİYE

Sorumlu yazar: Özlem ŞENGÖZ ŞİRİN; Email: sengozoeklem@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2232-6349

Atıf yapmak için: Şengöz Şirin Ö, Arıkaya G. Köpeklerde retinanın tanısal görüntülenmesi. Erciyes Üniv Vet Fak Derg 2020; 17(2): 180-186.

Özet: Oküler yapıların önemli bir bölümü doğrudan ya da dolaylı yoldan muayene edilebilir. Kapsamlı bir oftalmik muayene yapılarak göz hastalıklarının birçoğuna hızlı ve hatasız teşhis koymak mümkün olabilmektedir. Retina, optik sinir vasıtası ile direk beynin ön bölümüne bağlanır. Görme bozukluklarının değerlendirilmesi için retinayı etkileyen hastalıkların önceden belirlenmesi sağaltıma erken başlama ve prognoz açısından oldukça önemlidir. Gelişmiş görüntüleme teknolojileri sayesinde, hastaların patolojilerinin gösterilmesinde, sunulmasında ve paylaşılmasında büyük yol alınmıştır. Bu "derleme" köpeklerde retinanın tanısal görüntülenmesi ile ilgili bilgileri toplayarak hastalıkların tespitini kolaylaştırmak amacıyla sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Köpek, oftalmoskopi, retina, retinanın görüntülenmesi

Diagnostic Imaging of Retina in Dogs

Summary: A significant number of ocular structures can be examined either directly or indirectly. With a comprehensive ophthalmic examination, it is possible to quickly and accurately diagnose most ocular diseases. The retina is connected directly to the anterior part of the brain via the optic nerve. The prediction of diseases affecting the retina is very important for the evaluation of visual impairment in terms of early onset of treatment and prognosis. Owing to sophisticated imaging technologies, a great advancement has been taken for the demonstration, presentation and sharing of patient pathologies. In this review, it is presented to facilitate the detection of diseases by collecting information about the diagnostic imaging of the retina in dogs.

Key words: Dog, ophthalmoscopy, retina, retina imaging

Giriş

Retina görmeyi sağlayan ışığa duyarlı hücrelerin bulunduğu göz tabakasıdır. Beyin ile doğrudan bağlantılı olan retinada şekillenen bozukluk ve patojeniteler doğrudan görme duyusunu etkiler. Görme bozukluklarının değerlendirilebilmesi için retinanın fonksiyonlarının ve retinayı etkileyen hastalıkların bilinmesi gerekir. Geri dönüşümsüz bir hasara neden olmadan retinayı etkileyen hastalıkların önceden belirlenmesi sağaltıma erken başlama ve prognoz açısından oldukça önemlidir. Köpeklerde retinada şekillenen bu patojeniteler tanısal olarak direkt oftalmoskopi, indirekt oftalmoskopi, akıllı telefon tabanlı oftalmoskopi, taramalı lazer oftalmoskop (SLO), optik koherens tomografi (OKT), floresein anjiyografi (FA), ultrasonografi (USG) ve elektroretinografi (ERG) yöntemleri ile görüntülenebilmektedir (Gelatt ve ark., 2013).

Direkt Oftalmoskopi ve İndirekt Oftalmoskopi

Direkt oftalmoskopi yönteminde, ışık bir ayna veya prizma yoluyla hastanın gözüne yönlendirilir ve oftalmoskoptaki bir mercekle yoluyla muayeneyi yapan hekimin gözüne geri yansıtılır (Ollivier ve ark., 2007). Oftalmoskopta izlenen görüntü, muayenesi yapılan

hayvan türüne göre olduğundan daha büyük, düz ve gerçektir (Smith, 2014). Direkt oftalmoskoplarda bulunan rekoss diski ve ayrı bir kadran veya anahtar ile hastanın gözüne gönderilecek ışığın boyutu, şekli ve rengi ayarlanır. Büyük boy ışık hüzmeleri, pupilla çok küçük olduğu durumlarda, orta boy ışık hüzmeleri, karanlık odadaki pupillar açıklıkta ve küçük boy ışık hüzmeleri ise pupilla çok küçük olduğu durumlarda kullanılır. Kırmızı ışık; retina damarlarını ve sinir lifi katmanını değerlendirmek için kullanılırken aynı zamanda siyah görünen hemorajiyi, normal pigment ve kahverengi görünen melanomlar gibi pigmentli lezyonlardan ayırmak için de kullanılır. Parselli ışık hüzmeleri fundus lezyonlarının boyutunu ölçmek için genellikle 16 kareli bir ızgaradan oluşur. Mavi filtre retinanın sinir lifi tabakasını incelemek ve floresein boyasının varlığını vurgulamak için kullanılabilir. Slit-lamp hüzmeleri, fundustaki çökme ve yükseltmelerin belirlenmesinde kullanılır (Maggs ve ark., 2008).

İndirekt oftalmoskopinin gerekli bileşenleri güçlü, fokal bir ışık kaynağı ve konveks bir mercektir. Hekim ile mercek arasında sanal ve ters bir görüntü oluşur. İndirekt oftalmoskopiye +5.5'den +90 diyoptriye kadar geniş diyoptri aralığına sahip çok sayıda mercek mevcuttur (Martin 2005). İncelenmekte olan gözün büyüklüğü ve muayeneyi yapan hekimle ilgilenilen lezyon arasındaki çalışma mesafesi büyütmeyi etkile-

yeceğinden, lezyonların herhangi bir ölçüm birimiyle değil optik diskin çapı ile karşılaştırılması önemlidir. Optik sinir tanımlandıktan ve muayene edildikten sonra, fundusun tapetal bölgesi, nontapetal bölgesi, fundusun periferi ve retinal vaskülarizasyon ayrıntılı olarak incelenmelidir (Gelatt, 2014). Geniş fundus görünümü sağladığı için lezyonlar indirekt oftalmoskopi ile tespit edilir ve daha ayrıntılı görüş sağlayan direkt oftalmoskopiyle lezyon incelenir (Murphy ve Howland, 1987).

Oftalmoskopik muayene ile bazı hastalıklar teşhis edilse de genellikle klinik belirtiler patolojiye işaret eder. Hipo reflektivite retina dekolmanı, koroid efüzyonu, inflamatuvar eksudatlar veya neoplaziyi gösterirken, hiper reflektivite önceden belirlenmiş türlerde veya daha önce toksik, enfeksiyöz veya inflamatuvar bir maruz kalma sonucu kalıtsal olabilen retinal atrofiyi veya dejenerasyonu belirtir. Oftalmoskop ile yapılan muayenelerde pigmentasyon ve renk değişiklikleriyle, nontapetal bölgede pigment kaybı, hiperpigmentasyon veya pigment kümelenmeleri şeklinde karşılaşılar. Retina damarlarındaki dejeneratif hastalıklarda zayıflama, dilatasyon ve dolgunluk olurken bazı sistemik hastalıklarda renk kaybı ve inflamasyon durumlarında perivasküler manşet oluşumu görülebilir (Smith, 2014). Kanamalar genellikle hipertansiyona sahip yaşlı kedilerde veya kaogülapati, hiperviskozite ve sistemik bir hastalığa sahip hayvanlarda retinanın farklı bölgelerinde olabilir. Subretinal kanamalar sıklıkla büyüktür ve koyu renklidir. İntraretinal kanamalar nokta tarzında lekeler gibi daha küçük ve soluk renklidir. Yüzeysel retina kanamaları ganglion hücrelerinin sinir liflerini izlemesi nedeniyle alevlenme şeklindedir. Vitreal kanamalar ise klasik büyük-yassı gemi görünümüne sahiptir. Optik disk renk, boyut ve şekil olarak değişiklikler gösterebilir (Smith, 2014; Turner, 2010). Neoplazi gibi durumlarda, basınçtan dolayı optik disk daha büyük görülür ve pupiller refleks kaybolur. Ayrıca, kiazmal yolların etkilendiği neoplazilerde de optik disk daha küçük görülür (Turner, 2010).

Çeşitli göz patolojileri fokal (tek odaklı), multifokal (çok odaklı) veya total retina ayrılmalarına neden olabilir. Sınırlı ve küçük bir alanda oluşan retina dekolmanı, görüş bozukluklarına yol açmayabilir fakat total olarak meydana gelen dekolmanlar körlük ile sonuçlanır ve periferal retinanın yırtılmasına neden olabilir (Bauer ve ark., 2016). Oftalmoskopik muayene sırasında retina yüzeyinin ve retinal kan damarlarının öne doğru geldiği görülür. Eğer periferal retina yırtığının da eşlik ettiği total bir retina dekolmanı şekillenir ise dürüm şeklini alan retina arka tarafta optik diske bağlı kalacaktır (Gelatt ve ark., 2013; Smith, 2014). Bu gibi durumlarda retinanın nörosensör tabakası, korpus vitreumda grimsi bir perde şeklinde asılı kalır (Bauer ve ark., 2016). Açığa çıkan tapetum üzerini örten bir retina olmadığı için hiperreflektif görüntü verir (Turner, 2010).

Akıllı Telefon Tabanlı Oftalmoskopik Görüntüleme

Akıllı telefonların görüntü yakalama ve paylaşma kolaylığı, teknolojideki hızlı gelişmeler ile birlikte oftalmolojide klinik görüntüleme aracı olarak kullanılmasına neden olmuştur (Haddock ve ark., 2013). Akıllı telefon kamerasının ışığı, oftalmoskopun ışığının yerini alırken, havadaki görüntüyü kaydeden akıllı telefon kamerası da muayeneyi yapan hekimin gözünün yerine geçer ve ekranda ters bir görüntü oluşur (Kanemaki ve ark., 2017; Khanamiri ve ark., 2017). Telefona sabitlenebilen küçük bir optik cihaz yardımıyla telefon kamerasının lensinden elde edilen görüntü düz bir şekilde ekrana yansıtılarak fundusun görüntülenmesi sağlanır (Balland ve ark., 2017).

Akıllı telefon oftalmoskopik görüntüleme sistemiyle oküler patolojiler belirlenebilir. Klinik muayene ile katarakt, glaukom, yaşa bağlı makülopati, koryoretinal atrofi, skar, sistemik bozukluklar (hipertansiyon veya diyabetik retinopati), retinitis pigmentosa, posterior vitreus dekolmanı ve retina dekolmanı belirlenebilir. Arka segmentin anatomik yapıları görüntülenirken, video kaydı ile venöz sirkülasyon ve vitreus boşluğunda yüzen üveal kistler gibi dinamik olayların gözlemlenmesine olanak sağlanır. Ayrıca, fundus muayenesinin video kaydı, yapay yansımalar ve gerçek patolojik hiper reflektivite (retinal atrofi) değişikliklerinin kolayca fark edilmesine izin verir. Video kaydı incelenirken, yapay yansımaların ışık kaynağı ile birlikte hareket ettiği ve patolojik hiper reflektivite alanlarının ise ışık kaynağından bağımsız bir şekilde parlak alanlar olarak kaldığı gözlenmiştir (Balland ve ark., 2017).

Taramalı Lazer Oftalmoskopi

Taramalı lazer oftalmoskop (SLO) fundusun oldukça paralel, yaklaşık 1 mm çapındaki monokromatik, düşük enerjili ışık (670 nm, diod lazer) demeti ile retinanın yaklaşık 10 mikron çapındaki noktasal alanının taranması ve geri saçılan ışık yoğunluğunun ölçülmesine dayanır (Sharp ve ark., 2004). Kısa ve uzun dalga boyundaki lazerler, fundus görüntüsünün elde edilmesini, yansıma ve iletim özelliklerinden dolayı belirli doku tabakaları hakkında bilgi sahibi olunmasını ve fundus floreseinin anjiyografi (FFA) ve indosiyenin yeşili anjiyografinin (İSYA) uygulanabilmesini sağlar (Theelen ve ark., 2010).

insan glaukomunda SLO yöntemi optik sinir başında (OSB) oluşan değişikliklerin teşhisi ve takibinde OSB'nin gerçek ve 3 boyutlu kesitsel görüntülerini verir (Gelatt, 2014). Optik disk görünümü, görme alanı ve göz içi basıncı değerleri glaukom tanısı ve takibinde önem taşır. Retina sinir lifi tabakası (RSLT) ve OSB glaukomatöz doku hasarının morfolojik olarak belirlenebileceği yapılardır ve optik disk çukurluğu (Cup) fizyolojik olarak disk ile patolojik olarak glaukomatöz hasarla ilişkilidir. Hastaların her iki gözünde-

ki cup'ların çoğunlukla simetrik olduğu, bunun yanında glaukumlu olgularda cup'ların daha büyük ve sıklıkla da asimetrik olduğu bildirilmiştir (Zangwill ve ark., 2004). Glaukom hastalarında görme alanı kaybı ve OSB'de çukurlaşma ortaya çıkmadan önce RSLT'nin hasarının önemli ölçüde olduğu ve fonksiyonel kayıp ortaya çıkıncaya kadar yaklaşık yarısının geriye dönüşsüz hasara uğradığı bilinmektedir. Optik sinir başı değişikliklerinin belirlenmesi ve ayırıcı tanının yapılabilmesi için kullanılan Heidelberg retina tomografisi (HRT) konfokal tarayıcı laser oftalmoskopi prensibi ile çalışan optik diskin ve peripapiller retina bölgesinin üç boyutlu olarak görüntülenmesini sağlayan ve retina üzerinde aynı noktaların tekrarlanan görüntüsüne izin veren bir cihazdır (Tekin ve Yaşar, 2015). Son versiyon olan HRT-3, optik sinir başı ve retina sinir lifi tabakasındaki değişikliklere göre glaukom olasılığını ve takip sırasında oluşan değişiklikleri ortaya çıkarmak için önemli Moorfields Regresyon Analizi ve Glaukom İhtimali Skoru yazılımlarına sahiptir (Zangwill ve ark., 2007).

Heidelberg retina anjiyografisi (HRA), eşzamanlı FFA ve İSYA için tasarlanmış konfokal lazer tarama sistemi şeklinde HRT'nin adapte edilmiş halidir. Klinikte FA ve İSYA uygulaması lipofuksin birikiminden kaynaklanan fundus otofloresanının ölçümü için kullanılır. Retina ve koroidal damarlardaki kan akımının dinamik değerlendirilmesini sağlayan kısa filmlerin ve görüntülerin yüksek hızlı kazanımını sağlar. Kızılötesi dalga boyu sayesinde kataraktlı, korneal opasiteli ve kanamalı gözlerde normal fundus fotoğraflarına göre daha iyi görüntüler alınır. Bu teknik apoptozisin görüntülenmesi, kan-retina bariyeri çalışmaları, retina gangliyon hücrelerinin görüntülenmesi, bağışıklık yanıtının değerlendirilmesi ve kök hücrenin görüntülenmesi gibi çeşitli uygulamalarda oftalmolojinin preklinik araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ramos de Carvalho ve ark., 2014). Morfolojik anormalliklerin gözlemlendiği durumlarda, bunların terapötik müdahale ile tersine çevrilmesi de SLO ile takip edilebilir (Seeliger ve ark., 2005).

Optik Koherens Tomografi

Optik koherens tomografi (OKT), biyolojik dokulardan mikron çözünürlüğünde tomografik kesitlerin elde edildiği bir görüntüleme tekniğidir. Bu nedenle non-invaziv doku biyopsisi olarak da tanımlanır (Fujimoto, 2003). Optik koherens tomografi'nin, yüksek çözünürlüklü kesitlerde retina kalınlığı, retinanın yapısı ve yansıtıcılık özelliklerindeki değişiklikleri göstermesi ile niceliksel ölçümlerin yapılması, takibi ve tedavi sonucunun objektif ve non-invaziv olarak değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (Gelatt ve ark., 2013). Ayrıca OKT, glaukomatöz hastalarda peripapiller RSLT kalınlık ölçümü, OSB analizi, gangliyon hücre kompleksi analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bendschneider ve ark., 2010).

Optik koherens tomografi'de görüntü, retina tabakala-

rının farklı optik yansıtıcılık özelliklerine bağlı olarak dokulardan geri yansıyan ışığın yoğunluğuna göre beyazdan siyaha doğru değişen gri skala ile görüntü oluşturulmaktadır. Vitreus, fotoreseptörler, iç nükleer tabakada yer alan bipolar, horizontal ve müller hücrelerinin nükleusları gibi düşük yansıtıcılığı olan yapılar siyah olarak, RSLT ve RPE gibi yüksek yansıtıcılığı olan yapılar beyaz renkte kaydedilir (Afrashi, 2015). Dış ve iç pleksiform tabaka ise yerleşim özelliği nedeniyle orta-yüksek yansıma gösterecek şekilde görüntülenir. Bu şekilde değerlendirilen dokular bir bilgisayar programı yardımıyla renkli görüntülere dönüştürülür, beyaz alanlar sarı ve kırmızı, gri alanlar mavi, siyah alanlar ise lacivert-siyah renge dönüşür (Batioğlu, 2010). Işığı şiddetle yansıtan dokuya ait güçlü ışık sinyalleri hiper reflektivite, ışığı zayıf yansıtan dokulardan gelen düşük sinyaller ise hipo reflektivite olarak yorumlanır. Doku içinde daha yüzeysel konumdaki yüksek yansıma özelliğine sahip bir yapı veya lezyon, altındaki dokulara ışığın geçmesini engelleyerek gölgelenme oluşturur ve doku görülemez, gölgelenme koridorları ve noktasal gölgelenme meydana gelir (Örn. vitreus opasiteleri, sert eksudalar, kanamalar gibi). Retina pigment epiteli ışığı absorbe eden ana kaynaktır. Bu hücrelerin atrofisi, pigmentli dokuların kaybına neden olacağından ters gölgelenme ortaya çıkar (Lee ve Bosen, 2015).

Birçok koryoretinal hastalığın tanı ve tedavi takiplerinde OKT önemli bir seçenektir. Ayrıca, zamanla gelişebilen morfolojik retina değişikliklerini takip etme imkanı sağlamaktadır. Retinal ve OSB hastalıklarının izlenmesi için OKT sıklıkla tercih edilir. Akut optik nörit, RSLT incilmesi ve diğer nöropatileri takiben glaukom dahil olmak üzere birçok hastalıkta görülür ve yapısal kaybı değerlendirmek için oldukça hassas bir yöntem olarak kullanılabilir. Fundoskopik olarak belirlenebilir lezyonlar oluşmadan önce, OKT doku kalınlıklarındaki ince değişiklikleri ayırt edebilir (Gelatt ve ark., 2013). Retina arter dal tıkanıklıkları en sık olarak embolizm sebebiyle meydana gelmektedir. Akut ve ağrısız gelişen, genellikle santral görmenin bulunduğu görme alanı kayıplarına neden olur. Tıkalı arterin beslediği retina bölgesi hücre içi ödem sonucu oluşan bulanık şişme nedeniyle beyaz renkte görülür (Fujimoto, 2003; Sönmez ve ark., 2008). Histopatolojik çalışmalarda, retina arter tıkanıklığında hücre içi ödem ve iç retina katmanlarında iskemi olduğu saptanmıştır. Akut dönem OKT tetkiklerinde, düşük reflektiviteli kistoid alanların izlenmediği, yüksek reflektivite gösteren retina kalınlaşması görülmüştür. Bu durum retina arter tıkanıklığında ödemin hücre dışı alandan ziyade hücre içinde geliştiği bulgusunu desteklemektedir. İç retina katmanlarındaki reflektivite artışı ise bu alanda gelişen iskemi ve koagülatif nekroz ile ilişkili olabilir (Sönmez ve ark., 2008).

Floresin Anjiyografisi

Floresin anjiyografisi; fundustaki normal ve anormal vasküler yapılara ait bozuklukları karakterize etmek

amacıyla, deneysel olarak veya klinik olgularda uygulanabilen bir görüntüleme tekniğidir. Floresein intravenöz enjekte edildikten sonra oftalmik arterden oküler dolaşıma geçer (Friberg ve ark., 2008). Floresein anjiyografi koroidal ve retinal vaskülarizasyonun akış paternleri ile karakterize dinamik bir süreçtir. Bu paternler köpeklerde bir dizi temporal faza bölünmüştür. Bu fazlar;

- 1- Preretinal veya koroidal faz,
- 2- Retinal arteriyel faz,
- 3- Retinal arteryovenöz faz,
- 4- Retinal venöz faz ve

5- Geç evre (floreseinin kaybolduğu ve bir sirkülasyon daha içeren faz) olarak bölümlendirilmiştir. Floresein anjiyografide patolojiler otofloresans, hiperfloresans veya hipofloresans şeklinde ortaya çıkar. Bu patolojilerin lokalizasyonu, boyutu, hangi temporal anjiyografi fazı sırasında karşılaşıldığı tanı açısından önemlidir (Gelatt ve ark., 2013).

Gözdeki floroforlar özel bir dalganın ışığı tarafından uyarıldığında gözde otofloresans kaydedilir. Bu ürünler gözde doğal olarak var olabilirler veya bir hastalık sürecinin (drusen, lipofuksin) yan ürünü olarak birikebilirler. Optik disk drusenleri veya seroid lipofuksinozisi olan hastalarda otofloresans kaydedilir. Hipofloresans floresansın bloke edilmesiyle ilişkilidir. Hipofloresans, vitreal veya intraretinal hemorajide görülebilir. Ayrıca, retinal oklüzyonlar veya azalan doku perfüzyonu gibi vasküler dolum kusurlarına bağlı olarak da gelişebilir (Gelatt ve ark., 2013). Jeografik atrofi'de olduğu gibi vasküler yapının kaybı söz konusu olduğunda floresein iletimi olmayacağı için yine hipofloresans gözlenecektir (Kerimoğlu, 2015). Hiperfloresans bir pencere defekti veya damarlardaki geçirgenlik artışında floresein birikimiyle meydana gelir. Neovasküler damarlarda normal retina damarlarında olduğu gibi damar iç çeperi sıkı bağlantılı endotel hücrelerinden oluşmaz. Bu nedenle retinal neovaskülarizasyonda olduğu gibi neovasküler damarlar floreseini sızdırır. İç kan retina bariyerinin bozulması sonucu (diyabetik retinopati, vaskülit) retina damarlarından sızıntı oluşabilir. Santral seröz koryoretinopatide olduğu gibi koroidal damarlardaki genişleme ve geçirgenlik artışı sonucu RPE'den floresein sızıntısı görülebilir. Bu gibi durumlarda floresein sızıntısı mürekkep lekesi veya sigara dumanı olarak adlandırılan sızıntı paterni gösterir. Papilödemde optik disk başından floresein sızıntısı görülebilir. Floresein potansiyel doku boşluklarında birikerek göllenme meydana getirir (RPE dekolmanı, RPE'den sızıntı sonucu eksudatif retina dekolmanı) ve hiperfloresans oluşturabilir. Normalde floresein sızdıran koryokapillarisden sızan floreseinin, floreseini tutan solid doku veya drusen gibi dokularda birikmesi sonucu anatomik yapıları boyadığı görülebilir. Geç dönemde floresansın yoğunluğunun artması

ancak lezyon sınırlarının genişlememesiyle karakterizedir, örneğin, skar oluşumuna bağlı lezyon boyanır. Sağlam dokunun olmayışı veya doku kaybıyla ilişkili olarak floresanın birikimi pencere defekti oluşumuna neden olabilir. Koryokapillaris floresansı belirgin olarak RPE atrofi ile birlikte epitel bariyerinin bozulması sonucu görülür (Gelatt ve ark., 2013; Kerimoğlu, 2015).

Floresein anjiyografi, koroidal veya retinal neovaskülarizasyon, anevrizmalar, artmış vasküler permeabilite, iskemi veya damar tıkanıklıkları dahil olmak üzere arka segment dolaşımındaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılır. Floresin anjiyografi, diyabetik retinopati gibi retinal bozuklukların araştırılmasında yararlıdır ve hastalıkların çeşitli aşamaları boyunca vasküler geçirgenliklerin ve aynı zamanda tedaviye verilen yanıtların görüntülenmesine olanak sağlar. Damar içi olmayan hastalıkların tedavilerini, arka segment sirkülasyonu (örneğin, kısmi retina dekolmanı için diyot lazer retinopeksi) üzerindeki etkisini değerlendirmek için objektif bir araç olarak kullanılmıştır (Gelatt ve ark., 2013).

Ultrasonografi

Ultrasonografi, oftalmik muayenenin yapılamadığı, oküler ortamların birisinde opasite veya bulanıklık bulunan (kornea ödemi, hifema, katarakt, vitreus kanaması) gözler ile, oküler travma veya şüpheli orbital hastalığı olan gözlerde endikedir. Ayrıca göz içi ve orbital yapıların biyometrik ölçümleri, aksiyal bulbus okülü uzunluğu belirlenerek uygun yapay lens gücünün hesaplanmasında kullanılır (Dar ve ark., 2014). Göz ultrasonografisinde, yüksek frekanslı probun seçimi mevcut ekipman ile görüntülenecek olan göz ve orbita kısmı dikkate alınarak yapılır. Göz ve orbitanın görüntülenmesinde 7.5-50 MHz arasında değişen problar kullanılmaktadır (Byrne ve Green, 2002). Retina ve optik sinir başına ait detayları görüntülemeye 20 MHz problar ile yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilir (Hewick ve ark., 2004). Ancak 10 MHz problara göre düşük penetrasyon yeteneğine sahip olduklarından orbital lezyonları değerlendirmede başarılı değillerdir (Coleman ve ark., 2004). Göz küresinin ultrasonografik görüntülenmesinde; direkt kornea, göz kapakları veya göz üzerine konulan su kesesi aracılığıyla yapılmak üzere üç metottan yararlanılmaktadır (Pennick ve Anjou, 2008).

Göz küresindeki ve orbitadaki yapılar transdusere geri dönen ekoya göre görüntüde hipokoik, hiperekoik ve anekoik alanlardan oluşur. Bu ekolar, A-mod ekseninde vertikal yükseltmeler veya B-modunda parlak, yansıyan noktalar olarak görünür (Gelatt ve ark., 2013). Posterior segmentteki retina, koreoid ve sklera ekografik olarak birbirinden ayırt edilemez ve birbiriyle birleşik olarak görüntülenir. Orbital yumuşak doku yağ, bağ dokusu, sinirler ve kan damarlarından oluşur ve B-modunda oldukça yansıtıcı ve heterojen bir

alan olarak tasvir edilir ve A-modunda üzerinde farklı yükseklikte kademeli olarak azalan bir dizi eko ile temsil edilir. Optik sinir, orbitanın medio-ventral kısmında koni şeklinde, uzamış hiporeflektif bir alan olarak ve retrobulbar kaslar, göz küresinin eklenti organları olarak ince, uzatılmış hipoekoik yapılar olarak görülebilir. Vitreustaki patolojik değişiklikler kanama, enfeksiyon, zar oluşumu, dejenerasyon ve embriyolojik kalıntıları içerir. Akut hemoraji ve enflamatuvar hücreler, düşük veya orta derecede yansıtıcılığa sahiptir ve dağınık noktalara benzer ekoları üretir (Byrne ve Green, 2002). Şiddetli oküler hemorajide, vitreusta akustik direnç değişimi nedeniyle posterior oküler duvarda eko oldukça zayıflamıştır. Kan pıhtılarının birleşmesiyle artan yansıtıcılık, USG'de kitle benzeri görünüme sahiptir ve intraoküler neoplazi olarak yanlış yorumlanabilir. Uzun süreli kanama veya enflamasyon sonucunda vitreusta membran benzeri oluşum gözlenebilir (Gelatt ve ark., 2013). Ultrason muayenesinde total retina dekolmanı görünümü tipiktir. Sağlıklı posterior oküler duvar USG ile görüntülendiğinde sklera, koroid ve retina birbirine yapışık durumdayken, ayrılmış retina, optik diske ataşmanlar ile yönelmiş ve bir martının kanatlarını andıran oldukça ekojenik, sürekli, lineer bir yapı olarak görülür (Dar ve ark., 2014). A-modunda, ultrason ışını retina dekolmanına dik olarak yönlendirildiğinde %100 sivri bir yükseklik görüntülenir (Gelatt ve ark., 2013). Yeni oluşan retina dekolmanında retinanın dalgalı hareketi gözlenirken, uzun süredir var olan retina dekolmanında, retina genellikle açık veya kapalı olabildiği gibi benzeri bir zar şeklinde görüntülenir (Byrne ve Green, 2002). Orbital lezyonların çoğu (apse, neoplazi), normal orbital dokudan daha homojen bir bileşime sahiptir ve klinik semptomlar oluşturabilecek kadar büyükse kolaylıkla saptanabilir. Lezyonun tipine göre, etkilenen alan daha yüksek veya daha düşük yansıtma sergileyebilir. Apse, çok düşük bir iç yansıtıcılığa sahip kist benzeri, iyi aydınlatılmış bir alan olarak tanımlanabilir. Buna karşılık orbital neoplazi, artan yansıtıcılık ve daha invaziv bir büyüme davranışı ile karakterizedir (Mason ve ark., 2001).

Elektroretinografi

Elektrodiagnostik testler tüm hayvanlarda retinadan, görme korteksine kadar görsel sistemin çeşitli bölümlerinde ortaya çıkan elektrik potansiyelini ölçer. Bu nedenle, tek başına bir görme ölçütü olarak düşünülmemelidir (Nedev ve Simeonova, 2017). Elektroretinografi (ERG) retina içindeki farklı hücrelerin oluşturduğu karmaşık yanıtlarla retinal işlevin değerlendirilmesinde izin veren ve çoğunlukla dış retina katmanı hastalıklarının tanısında kullanılan bir elektrodiagnostik testtir (Gelatt ve ark., 2013).

Retinanın fonksiyonel olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan bu yöntem; fotoreseptörlerin ve temas ettikleri retina hücre tabakalarının, iç nükleer tabakanın ve özel bir kayıt tekniği kullanılıyorsa,

RPE'nin ışık uyarımına elektriksel bir kütle tepkisidir. Retinanın aydınlatılmasındaki kaydedilebilen elektriksel değişiklikler sırasıyla "a dalgası", onu takip eden pozitif pik "b dalgası" ve daha geç ortaya çıkıp uzun süren "c dalgası" olarak isimlendirilir (Kumar ve ark., 2018; Maggs ve ark., 2008). Veteriner oftalmolojide d ve i dalgaları sadece özel durumlarda görüntülenir (Balicka ve ark., 2016). Retinanın ışıkla uyarılmasının ardından üretilen elektriksel değişiklikler genellikle, tercihen korneaya temas eden aktif bir elektrot ve göz kapağının kenarına temas eden veya lateral kantusun en az 2 cm ya da genliği artırmak için 5 cm aboraline derialtı yerleştirilen referans (pasif) bir elektrot ile kayıt edilir (Kumar ve ark., 2018; Mentzer ve ark., 2005). Topraklama elektrodu ise kafatası üstü gibi uzak bir alana yerleştirilir. Elektroretinografi için kullanılan birçok elektrot türü bulunmaktadır. Kedi ve köpeklerde sıklıkla tercih edilen Burian-Allen veya JET elektrotları gibi kontakt lens şeklindeki kornea elektrotları güvenli, güvenilir ve kullanımı kolaydır (Kumar ve ark., 2018).

Veteriner oftalmolojide ERG; edinsel veya kalıtsal retina hastalıklarının teşhisinde, oküler ortamın oftalmoskop ile izlenemeyecek şekilde bulanık veya opak olduğu katarakt ve vitreus hemorajisi gibi durumlarda retinanın işlevselliğinin kontrolünde, retinal ganglion hücresi veya postretinal fonksiyon bozukluğu bulunan hastalarda işlev kaybının retina dışındaki yapısal bir bozukluktan kaynaklandığını ortaya koymak için kullanılmaktadır (Balicka ve ark., 2016; Nedev ve Simeonova, 2017). Elektroretinografi retinadaki spesifik hücre tiplerinin fonksiyonunu karakterize eder, oftalmoskopik ve davranışsal muayeneye göre daha objektif sonuçlar sağlar ve erken tanıya olanak verir (Kumar ve ark., 2018). Elektroretinografi, yaşlı köpeklerde ciddi görme problemleri oluşana kadar belirlenemeyen bazı kalıtsal retinal bozuklukların belirlenmesinde kullanılarak, seçici ıslahta önemli olan genetik kusurların önlenmesine olanak sağlar (Balicka ve ark., 2016). Gelişimsel hastalıklar, geç dejeneratif/distrofik hastalıklar ve optik nöritis gibi retinopatilere sahip hastaların elektroretinogramlarının analizi retina bozukluklarının patogenezi ve veteriner oftalmolojisinde önemli olan evreleri hakkında bilgi verir (Sussadee ve ark., 2015). Ani kazanılmış retina dejenerasyonunun erken evresindeki körlükte olduğu gibi retina katmanlarında fundoskopik bozukluklar ve herhangi bir oküler bulgu izlenilmediğinde hastalığı saptamak için ERG gereklidir. Glaukomatöz optik nöropati, retinal ganglion hücrelerinin potansiyel olarak tespit edilebilir progresif kaybına neden olur; elektroretinografi, glaukoma tanısı ve değerlendirilmesinde faydalı olabilir (Balicka ve ark., 2016).

Sonuç

Veteriner hekimliğinde görme fonksiyonunun değerlendirilmesi, oftalmolojik hastalıklarda olduğu kadar sistemik hastalıkların progresyonu veya takibi açısından

dan da son derece önemlidir. Bu nedenle, oftalmolojik muayeneler sırasında fundus bir bütün olarak değerlendirilmeli ve tam anlamıyla muayene edilmelidir. Dünyada gelişen teknolojiye paralel olarak veteriner oftalmoloji alanında da durmaksızın yenilikler ortaya konulmaktadır. Böylece birçok oftalmolojik ve sistemik hastalık daha ilk safhalarında teşhis edilebilmektedir. Oküler fundusu muayene etmek için kullanılan çok sayıda direkt ve indirekt tanı yöntemi mevcut olup bu yöntemlerden bazıları kliniklerde rutin kullanırken bazıları sadece araştırmalarda kullanılmaktadır.

Kaynaklar

- Afrashi F. Optik koherens tomografi (OKT): teknik, endikasyonlar ve değerlendirme (analiz). Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics 2015; 8(2): 12-7.
- Balicka A, Trbolová A, Vrbovska T. Electroretinography (A review). Folia Vet 2016; 60(1): 53-8.
- Balland O, Russo A, Isard PF, Mathieson I, Semeraro F, Dulaurent T. Assessment of a smartphone-based camera for fundus imaging in animals. Vet Ophthalmol 2017; 20(1): 89-94.
- Batioğlu F. Optik koherens tomografi temel prensipler. Türkiye Klinikleri J Ophthalmol-Special Topics 2010; 3(1): 1-11.
- Bauer BS, Grahn BH, Sandmeyer LS. Diagnostic ophthalmology. Can Vet J 2016; 57: 789-90.
- Bendschneider D, Tornow RP, Horn FK, Laemmer R, Roessler CW, Juenemann AG, Kruse FE, Mardin CY. Retinal nerve fiber layer thickness in normal measured by spectral domain OCT. J Glaucoma 2010; 19 (7): 475-82.
- Byrne SF, Green RL. Ultrasound of the Eye and Orbit. Second Edition. St Louis: Mosby, 2002; p. 419-23.
- Coleman DJ, Silverman RH, Chabi A, Randeau MJ, Shung KK, Cannata J, Lincoff H. High-Resolution ultrasonic imaging of the posterior segment. Ophthalmology 2004; 111(7): 1344-51.
- Dar M, Tiwari DK, Patil DB, Parikh PV. B-scan ultrasonography of ocular abnormalities: A review of 182 dogs. IJVR 2014; 15(2-47): 122-6.
- Friberg TR, Gupta A, Yu J, Huang L, Suner I, Puliafito CA, Schwartz SD. Ultrawide angle fluorescein angiographic imaging: a comparison to conventional digital acquisition systems. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina 2008; 39(4): 304-11.
- Fujimoto JG. Optical coherence tomography for ultrahigh resolution in vivo imaging. Nature biotechnology 2003; 21(11): 1361-7.
- Gelatt KN. Essentials of Veterinary Ophthalmology. Third Edition. Iowa: Wiley Blackwell, 2014; pp. 3-378.
- Gelatt KN, Gilger BJ, Kern TJ. Veterinary Ophthalmology. Fifth Edition. New Jersey: Wiley Blackwell, 2013; pp. 39-1311.
- Haddock LJ, Kim DY, Mukai S. Simple, inexpensive technique for high-quality smartphone fundus photography in human and animal eyes. J Ophthalmol 2013; (3): 1-5.
- Hewick SA, Fairhead AJ, Chaly JC, Atta HR. A comparison of 10 MHz and 20 MHz ultrasound probes in imaging the eye and orbit. Br J Ophthalmol 2004; 88(4): 551-5.
- Kanemaki N, Inaniwa M, Terakado K, Kawarai S, Ichikawa Y. Fundus photography with a smartphone in indirect ophthalmoscopy in dogs and cats. Vet Ophthalmol 2017; 20(3): 280-4.
- Kerimoğlu H. Günümüzde fundus floresin anjiografinin yeri. Ret Vit Özel Sayı 2015; 23: 15-19.
- Khanamiri HN, Nakatsuka A, El-Annan J. Smartphone fundus photography. JOVE 2017; 125: 1-5.
- Kumar D, Rai S, Chandrapuria VP, Umeel, Tekam S. Electroretinogram as a diagnostic tool in veterinary practice. JEZS 2018; 6(4): 146-8.
- Lee J, Bosen RB. Learning to read retinal OCT. Ophthalmology Management 2015; 19: 4446-8.
- Maggs DJ, Miller PE, Ofri R. Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology. Fourth Edition. Missouri: Saunders Elsevier, 2008; pp. 1-315.
- Martin CL. Anamnesis and the ophthalmic examination. Martin CL eds, In: Ophthalmic Disease in Veterinary Medicine. London: Manson Publishing Ltd., 2005; pp. 11-38.
- Mason DR, Lamb CR, McLellan GJ. Ultrasonographic findings in 50 dogs with retrobulbar disease. J Am Anim Hosp Assoc 2001; 37(6): 557-62.
- Mentzer AE, Eifler DM, Montiani-Ferreira F, Tuntivanich N, Forcier JQ, Petersen-Jones SM. Influence of recording electrode type and reference electrode position on the canine electroretinogram. Doc Ophthalmol 2005; (111): 9-106.
- Murphy CJ, Howland HC. The optics of comparative ophthalmoscopy. Vision Res 1987; 27(4): 599-607.
- Nedev V, Simeonova G. The normal electroretinogram in adult healthy Bulgarian hound dogs. Revue Méd Vét 2017; 168(4-6): 102-7.
- Nedev VS, Simeonova GP. Normal clinical electrore-

- tinography parameters of healthy pharaoh hound-dogs. AAVS 2018; 6(2): 81-7.
- Ollivier FJ, Plummer CE, Barrie KP. Ophthalmic examination and diagnostics. Part 1: The eye examination and diagnostic procedures. Gelatt KN ed, In: Veterinary Ophthalmology. Fourth Edition. Iowa: Blackwell Publishing, 2007; pp. 438-83.
- Pennick D, Anjou MA. Atlas of Small Animal Ultrasonography. First Edition. New Jersey: Blackwell Publishing, 2008; pp. 49-90.
- Ramos de Carvalho EJ, Verbraak FD, Aalders MC, van Noorden CJ. Recent advances in ophthalmic molecular imaging. Surv Ophthalmol 2014; 59(4): 393-413.
- Seeliger MW, Beck SC, Pereyra-Munoz N, Dangel S, Tsai JY, Luhmann UF, van de Pavert SA, Wijnholds J, Samardzija M, Wenzel A, Zrenner E, Narfström K, Fahl E, Tanimoto N, Acar N, Tonagel F. In vivo confocal imaging of the retina in animal models using scanning laser ophthalmoscopy. Vision Res 2005; 45: 3512-19.
- Sharp PF, Manivannan A, Xu H, Forrester JV. The scanning laser ophthalmoscope- a review of its role in bioscience and medicine. Phys Med Biol 2004; 49: 1085-96.
- Smith K. Clinical examination and diseases of the fundus in dogs. In Practice 2014; 36: 315-33.
- Sönmez A, Arı S, Ardagil A, Candemir B, Dolar A, Mesci C, Erbil HH. Retina arter dal tıkanıklığında optik koherens tomografi bulguları. Ret-Vit 2008; 16: 63-7.
- Sussadee M, Phavaphutanon J, Kornkaewrat K, Thayanaphat A. Normal clinical electroretinography parameters for poodle, Labrador retriever, Thai ridgeback, and Thai Bangkaew. J Vet Sci 2015; 16 (1): 67-74.
- Tekin S, Yaşar T. Optik sinir başının stereofotometrik ve scanning laser oftalmoskopik karşılaştırılması. J Clin Anal Med 2015; 6(4): 438-42.
- Theelen T, Hoyng CB, Klevering BJ. Near-infrared subretinal imaging in choroidal neovascularization. Holtz FG, Spaide RF, eds. In: Medical Retina: Focus on Retinal Imaging. Heidelberg: Springer, 2010; pp. 77-91.
- Ting DS, Cheung GC, Lim LS, Yeo IY. Comparison of swept source optical coherence tomography and spectral domain optical coherence tomography in polypoidal choroidal vasculopathy. Clin Exp Ophthalmol 2015; 43(9): 815-9.
- Turner A. Funduscopic examination: What to look for. World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, June, 2-5, 2010; Victoria-Australia.
- Zangwill LM, Weinreb RN, Berry CC, Smith AR, Dirkes KA, Coleman AL, Piltz-Seymour JR, Liebmann JM, Cioffi GA, Trick G, Brandt JD, Gordon MO, Kass MA. Racial differences in optic disc topography. Baseline results from the confocal scanning laser ophthalmoscopy ancillary study to the ocular hypertension treatment study. Arch Ophthalmol 2004; 122: 22-8.