



Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni
Bulletin of Veterinary Pharmacology and Toxicology Association
ISSN: 1309-4769, e-ISSN 2667-8381, 10(2): 60-70, 2019

VETERİNER HEKİMLİKTE LAZERLERİN KULLANIMI

Zekeriya ÖCAL¹ Ali KUMANDAŞ^{2*}

¹ Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Cerrahi Anabilim Dalı, Kırıkkale, ² Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı, Kırıkkale

ORCID¹: 0000-0002-4566-1043 ORCID²: 0000-0002-7679-2126

*Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi Ali KUMANDAŞ
E-Posta: alikumandas@gmail.com

Geliş Tarihi: 06.07.2019
Kabul Tarihi: 16.07.2019

ÖZET

Son yıllarda Veteriner hekimlikte tıbbi lazerlerin kullanılmasında bir artış söz konusudur. İlk zamanlarda lazer cihazlarının çok pahalı olması, özellikle ülkemizde kullanımını sınırlandıran bir faktör olmuştur. Yaklaşık yirmi yıllık bir süreç içinde hem kullanımı ile ilgili kolaylıklar ve ön yargıların aşılması hem de pek çok çalışmanın yapılması ve avantajlarının ortaya konulması, lazerlerin kullanımında artış sağlamıştır. Veteriner hekimlikte lazer kullanımı öncelikli olarak güçlü karbondioksit lazerlerin lazer cerrahi amaçlı kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır. Bu amaçla pek çok açık ameliyatların yanında kapalı yöntemler ile minimal invaziv cerrahi amacıyla çok başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Nd: YAG (1064 nm), diyot (805/980 nm) ve Ho: YAG (2100 nm) lazerleri içeren lazerler hem temaslı hem de temassız olarak ameliyatlarda kullanılmıştır. Düşük seviyeli lazer terapisi (LLLT) veya lazer biyostimülasyonu veteriner hekimlikte belirli durumlar için uygulamasında son yıllarda artış görülmektedir. Sınıf 2, 3R, 3B ve 4 lazerler artık LLLT cihazları olarak kullanılmaktadır. Veteriner hekimler LLLT cihazları ilk olarak ağrı yönetimi ve gelişmiş yara iyileşmesi (kronik ve akut) dahil olmak üzere çeşitli durumların tedavisi için kullanılmıştır. Bu teknoloji hakkında hala öğrenilecek çok şey var, ancak şimdi giderek daha fazla veteriner hekim tarafından faydalı bir tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir. Yine de, bu konuda bilgi birikimini artırmak için daha kontrollü klinik çalışmalar yapılmalıdır. Bu derlemede ülkemizde Veteriner hekimlikte kullanılan lazer çeşitleri hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lazer, lazer cerrahi, lazer fototerapi, Veteriner hekimlik.

USE OF LASERS IN VETERINARY MEDICINE

ABSTRACT

In recent years there has been an increase in the use of medical lasers in veterinary medicine. The fact that laser devices are very expensive in the early times has been a limiting factor, especially in our country. Over the course of nearly twenty years, both the ease of use and prejudice related to its use, as well as the fact that many studies and advantages have been demonstrated, have led to an increase in the use of lasers. In recent years, the use of high-power lasers is also in question. The use of lasers in veterinary medicine has focused primarily on the use of strong carbon dioxide lasers for laser surgery. For this purpose, they have been used very successfully with minimally invasive surgery with closed methods as well as many open surgeries. Lasers containing Nd: YAG (1064 nm), the diode (805/980 nm) and Ho: YAG (2100 nm) lasers were used in both contact and non-contact processes. There has been an increase in the application of low-level laser therapy (LLLT) or laser biostimulation for certain conditions in veterinary medicine in recent years. Class 2, 3R, 3B and 4 lasers are now used as LLLT devices. Veterinarians have first used LLLT devices for the treatment of various conditions, including pain management and improved wound healing (chronic and acute). There is still much to learn about this technology, but it is now increasingly recognized by veterinarians as a useful treatment. Nevertheless, more controlled clinical studies should be performed to increase knowledge on this subject. In this review, it is aimed to give information about laser types used in veterinary medicine in Turkey.

Keywords: Laser, Laser surgery, Laser fototerapi, Veterinary medicine.

GİRİŞ

Lazer atomların uyarılmaları sonucu elde edilen radyasyondan kaynaklanan ışığın kuvvetlendirilmesi anlamını taşımaktadır. LASER (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) tanımının baş harflerinden oluşmuştur (Calin ve Coman, 2010; Pekiner, 2013). Lazerler, uyarılmış salınımla, mikrodalga alanında elde edilen kuvvetlendirmenin spektrum optik bölgesinde elde edilmesi prensibine dayanmakta olup atomların enerji seviyelerine, taşıdığı enerjiye ve yüksek enerji seviyesindeki atom sayılarına bağlıdır. Lazer cihazları dalga boyu, genlik ve faz bakımından uyumlu ışık veren kaynaklar ya da en uç, mor ötesi ışıklardan kızıl ötesi ışıklara kadar değişen bir optik spektrumda yer alarak kararlı elektromanyetik ışın ve dolayısıyla enerji yayan bir aygıt olarak ta tanımlanabilirler (Tate ve ark., 1986; Hecht, 1999; Tekeli, 2009; Pekiner, 2013).

Lazerin gerçek babası 1917 yılında radyasyonun stimule edilmiş emisyon teorisini geliştiren Einstein olarak kabul edilmektedir. Albert Einstein'ın teorileri 1953 yılında C. H. Townes ve James Gordon tarafından "Microwave Amplification of the Stimulated Emission of Radiation (MASER)"lerin gelişmesine öncülük etmiştir. Nihayet 1960'ların başlarında Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation kelimesinin ilk harflerinin bir araya getirilmesiyle tarif edilen lazer ışını üreten ilk Yakut lazer cihazı Amerikalı fizikçi Dr. Theodore Maiman tarafından yapılmıştır. Bunu takiben 1961 yılında He-Ne ve Nd:Yag lazerler, 1962 yılında argon lazerler ve 1964'te CO2 lazerler ortaya konulmuştur (Tekeli 2009). İlk başlarda amaçsız bir teknoloji ürünü olarak görülen lazer, kısa zamanda farklı amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Maiman ve arkadaşları, silahlar için lazer görüntü sistemlerini geliştirmişlerdir (Tekeli, 2009).

Farklı hastalıkların tedavisi için, non-invaziv, toksik ve çevre için kirletici olmayan yöntemlerin geliştirilmesi, dünya çapında tıp alanında bilim adamlarının sürekli uğraştıkları konulardan biridir. Son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde lazer ışığının tek renkte olması, devamlı ya da kesikli uygulanabilmesi, yoğunluğunun ve yönünün kontrol edilebilmesi, lazerin başarılı bir şekilde, insan ve veteriner hekimliğinde uygulanabilmesine imkan tanımıştır (Calin ve Coman, 2010).

Diğer geleneksel yöntemlere göre lazer uygulaması, lazer ışınının kolaylıkla yönlendirilebilmesi ve yüksek miktarda enerjinin küçük noktalara odaklanabilmesi nedeniyle oldukça gelişmiş bir tedavi yöntemidir (Hernandez-Divers, 2002; Uysal ve Güler, 2012; Pekiner, 2013).

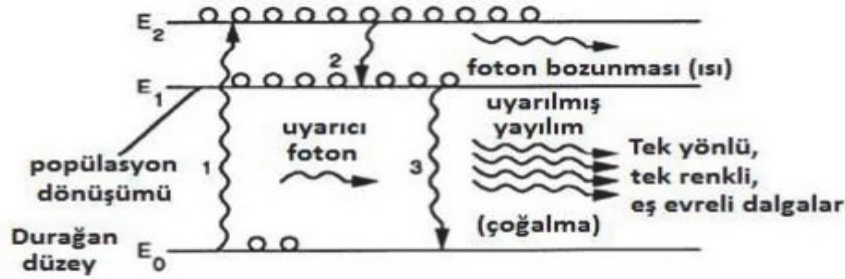
Lazer Işınının Oluşumu

Bir atomun çevresindeki elektronlar, birden fazla enerji seviyesinde veya yörüngede bulunabilir. Normal koşullarda elektronlar en düşük enerji seviyelerinde veya durağan durumdadırlar. Eğer bir elektron bir fotonun enerjisini absorbe ederse bir iç yörüngeden dış yörüngeye doğru yer değiştirir ve bu şekilde daha yüksek bir enerji seviyesine yükselir (uyarılmış durum). Bu uyarılmış durum ancak stabil olmayan elektron, enerjisini başlangıçta absorbe ettiğine benzer bir foton yayarak geri verebilir. Buna "spontan yayılım" adı verilir. Eğer uygun dalga boyundaki bir başka foton uyarılmış fazdaki bir elektrona eşlik ederse bu elektron durağan haline iki foton yayarak geçecek ve bu iki foton aynı zaman ve yerde senkronize olmuş olup, aynı enerjilere sahip olacaktır. Bu duruma ışığın "uyarılmış yayılımı" adı verilir (Şekil 1). Bu uyarılmış fotonlar aynı tipte uyarılmış atomlar ile daha fazla yayılımı uyaracaktır. Normalde elektronların büyük çoğunluğu dinlenme-durağan halinde olup uyarılmış yayılım nadir bir

durumdur. Uyarılmış yayılım olasılığının artabilmesi için ortamdaki uyarılmış elektron oranının daha büyük bir oranda olması gerekmektedir. Bu duruma “populasyon dönüşümü” adı verilir. Bir populasyon değişimi ortaya çıktığında uyarılmış elektron sayısı da bunların uyardığı aynı enerjili foton yayılım olasılığı da artmaktadır (Tekeli, 2009; Pekiner 2013; Dinç ve Or, 2014).

Dışarıdan kullanılacak bir enerji kaynağı ile (elektriksel, kimyasal veya ışık kaynağı) bu uyarılmışlık durumu artırılabilir. Bu uygulamaya pompalama adı verilir. Güç kaynağından gelen enerji

aktif ortamdaki atomları uyarır. Atomların uyarılmış durumundan metastabil durumlara geçişleri esnasında ortaya çıkan enerji ısı formunda dışarıya verilir. Atomlar metastabil durumdan stabil enerji seviyesine geçtiklerinde ışık fotonları oluşur. Fotonlar diğer atomları uyarırlar ve elektronların çoğu logaritmik olarak kısa sürede hareketli faza geçtiğinden ışığın yayılımı ve çoğalması (amplifikasyon) daha belirgin hale gelmektedir (Stratigos ve Dover, 2000). Atomların aktifleştirilmesi ile ışığın spontan ve uyarılmış yayılımı şekil 1. de gösterilmiştir.



1. Hareketlendirme, 2. Populasyon dönüşümü, 3. Uyarılmış yayılım

Şekil 1. Atomun uyarılma sonrası foton yayılımı (Stratigos ve Dover, 2000).

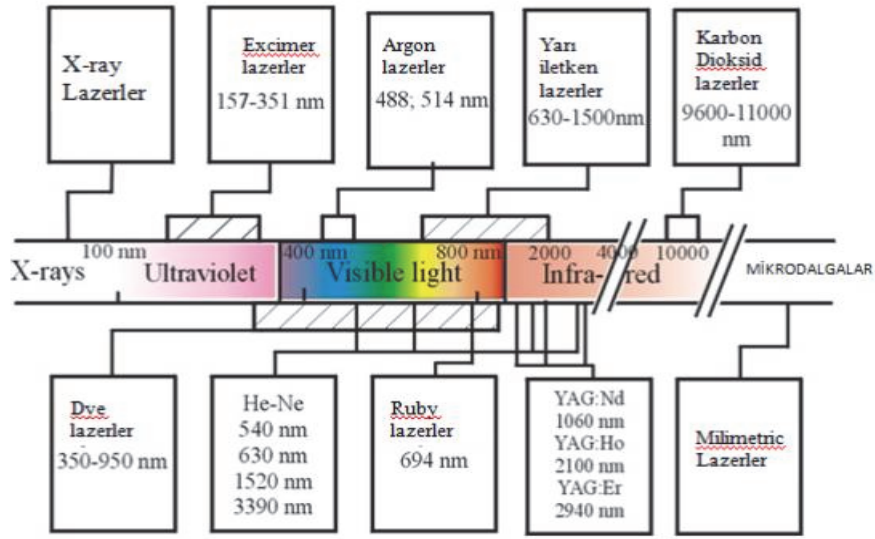
Lazer ışığı aşırı parlaklığının yanı sıra sahip olduğu birtakım karakteristik özellikleri ile diğer konvansiyonel ışık kaynaklarından ayrılmaktadır. Ana lazer grupları ve tipleri dalga boyu skalasına göre Şekil 2 de gösterilmiştir. Lazer ışığı üç temel özelliğe sahiptir (Stratigos ve Dover, 2000; Pekiner, 2013);

1. Monokromatisite (Tek renk): Lazer sisteminde diğer ışık kaynaklarının aksine aynı dalga boyunda ve tek renkte ışık elde edilir. Yansıtılan ışığın dalga boyu optik kavitedeki lazer ortamı tarafından belirlenmektedir. Argon lazer bir istisna olarak bu özelliği taşımamakta ve iki farklı dalga boyunda ışık yaymaktadır. Lazer ışığının monokromatisite özelliğine sahip olmasının önemi melanin ve hemoglobin gibi spesifik kromoforlar tarafından

absorbe edilmelerini sağlamasıdır (Stratigos ve Dover, 2000; Pekiner, 2013).

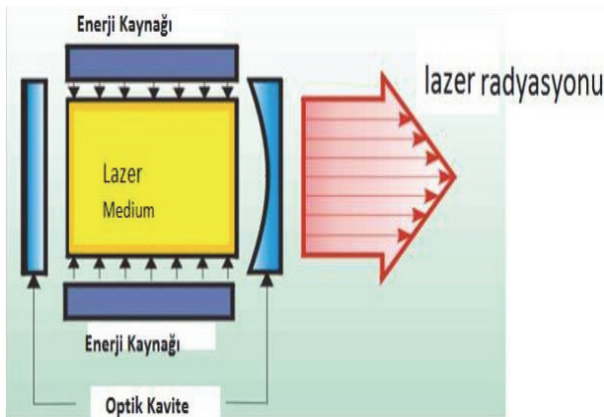
2. Koherens (Eş evreli): Lazerden yayılan tüm ışık demetleri her şartta birbirleriyle aynı fazda, aynı frekansta hareket ederek birbirlerinden ayrılmadan yol alır. Diğer ışık kaynakları ise birbirinden önemli ölçüde uzaklaşarak yayılırlar (Stratigos ve Dover, 2000; Pekiner, 2013).

3. Kollimasyon: (Tek yön): Koherens özelliğinin doğal bir sonucu olarak lazer ışık demetleri dağılmadan, birbirlerine paralel şekilde ve tek yönde hareket eder. Böylece uzun mesafeler boyunca sahip olduğu enerjini koruyarak hedefe ulaşır (Stratigos ve Dover, 2000; Pekiner, 2013).



Şekil 2. Ana lazer grupları ve tiplerini dalga boyu skalasında gösteren diyagram (Karu ve ark.,1984).

Şekil 3'te görülen aktif ortamın bulunduğu optik kavitenin sol tarafında tamamen yansıtıcı bir ayna bulunurken sağ tarafta belirli bir enerjiye ulaşmış fotonların geçmesine izin veren kısmi geçirgen bir ayna vardır. Aktif ortamı enerji ile besleyen, bir enerji kaynağı bulunmaktadır. Bir soğutucu sistem, odaklayıcı lensler ve diğer parçalarıyla bir lazer cihazı oluşur. Lazer materyali, elektrik akımı veya bir flash lambasının ışığı gibi dış kaynaklarla uyarılabilir. Ayrıca diğer bir lazer, diğer birini pompalamak için kullanılabilir (Karu ve ark., 1984; Keskin, 2006).



Şekil 3. Lazer oluşum mekanizması (Keskin, 2006)

Lazerlerin Veteriner Hekimlikte Kullanımı

Veteriner hekimlikte özellikle cerrahi alanında yüksek güçlü lazer uygulamaları cerrahi ensizyon, eksizyon uygulamaları ve ekstirpasyon amacıyla kullanılırken düşük yoğunluktaki lazerler ise yara iyileşmesi yangının giderilmesi, nörolojik rahatsızlıkların düzeltilmesi, fotodinamik terapi ve fizik tedavinin parçası olarak kullanılabilir. Yüksek güçlü lazerler CO₂ lazerler, Yakut, Neodim ve YAG lazerler, Ar iyon lazerler, Ho: YAG lazerler olarak sıralanabilir. Düşük yoğunluktaki lazerler ise Ga-As lazerler, He-Ne kökenli lazerler, CO₂ veya CO₂-He-Ne kökenli lazerler olarak gruplandırılmaktadır (Tate ve ark., 1986; Palmer, 1989; Tullners, 1990; Palmer, 1992; Gable ve Tuner, 2003; Yanık, 2012).

Yüksek Güçlü Lazerlerin Veteriner Hekimlikte Kullanım Alanları

Yüksek güçlü lazerler değişik cerrahi amaçlarla kullanılabilirler. Geleneksel cerrahi yöntemlerin uygulanması sırasında görülen kanama, enfeksiyon, ya da skar oluşumu gibi durumlar lazer

uygulamaları sonrasında çok daha az sıklıkla görülmektedir. Veteriner cerrahide yüksek güçlü lazerler hem yumuşak hem de sert dokularda kullanılabilir. Yumuşak dokularda deri problemlerinde, ürogenital sistem rahatsızlıklarında, solunum sistemi ve larinks hastalıklarında, göz hastalıklarında, safra taşı veya böbrek taşı gibi hastalıkların tedavisinde geniş kullanım alanı bulmaktadır (Tate ve ark., 1986; Tullners, 1990; Nixon ve ark., 1991; Palmer ve McGill, 1992). Yüksek güçlü lazerlerin sert dokularda kullanımı daha sınırlı olmakla birlikte kemik ve kırık dokularda başarılı kullanımlarının olduğu bildirilmektedir (Nixon ve ark., 1991; Collier ve ark., 1993; Dickey ve ark., 1996; Gable ve Tuner, 2003).

CO₂ Lazerler

Veteriner cerrahide en sık olarak kullanılan lazerler CO₂ lazerlerdir. Yükseltgenme ortamında CO₂ gazının kullanılması ile üretilen CO₂ lazerler, 10600 nm dalga boyundadır ve kızılötesi ışın yayarlar. CO₂ lazerler hem fotobozunma hem de fotoablasyon gerçekleştirmektedir. Cerrahi uygulamalarda ve büyük lezyonların fotoablasyonunda oldukça faydalı oldukları bildirilmektedir (İlman, 2005; Dinç ve Or, 2014).

CO₂ lazerler su tarafından yüksek miktarda emilirler ve dokulara girinliği yaklaşık olarak 0,3 mm'dir. CO₂ lazerler hayvanlarda dermatolojide, geleneksel cerrahi ile tedavisi zor olan bazı girişimlerde, idrar kesesindeki ve ağız içindeki tümörlerin buharlaştırılması amacıyla, ayrıca pek çok kanser çeşidinin tedavisinde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Viral papillomların, kedi ve köpeklerde gelişen viral plakların, gingival hiperplazi ve pododermatitlerin tedavisinde, kedilerde tırnak çıkarmada, patolojik yumuşak dokuların çıkarılmasında veya buharlaştırılmasında

kullanılmaktadır (İlman, 2005; Duclos, 2006; Dinç ve Or, 2014; Kenneth, 2019).

CO₂ lazerler, veteriner dermatolojik lezyonlarda onlarca yıldır yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle kapatılması mümkün olmayan doku kayıplı deri lezyonlarında oldukça faydalı olduğu bildirilmektedir (Duclos, 2006; Dinç ve Or, 2014). Aynı zamanda ulaşılması zor yerlerdeki kistik dokuların buharlaştırılmasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu lazerler ilk olarak köpeklerde larenks cerrahisinde kullanılmıştır (Jako, 1972). Atlarda larenks cerrahisinde ilk defa Tate ve ark. (1986) tarafından kullanılmıştır.

Brian ve Darry (2005)'da yapmış oldukları çalışmada bir köpekte CO₂ lazer kullanarak kulak kanalındaki kitleleri bir video otoskop yardımıyla minimal invaziv olarak yok edilebilmiştir. Köpeklerde gerçekleştirilen lazer cerrahi uygulamalarının sayısı oldukça fazladır. Solares ve Strome (2007), CO₂ lazer kullanarak 80 kg ağırlığındaki bir köpekte, fiber optik sistemin Da Vinci Robotik Cerrahi sistemle birleştirilerek ilk kez, intra oral olarak, glottis üstündeki bir tümörü çıkarmışlardır. Açık cerrahi yöntemle kıyasla, daha hassas bir kesi, 0,5 mm ve altındaki damarlarda daha etkili bir hemostazis, daha az termal hasar, daha az kanama ve operasyon sonrası daha az ödem oluştuğunu bildirmişlerdir.

Köpeklerde biyopsi yapılması amacıyla da CO₂ lazer kullanılmaktadır. Silverman ve ark. (2007), farklı biyopsi yöntemlerinin karşılaştırmalarını yaptıkları bir çalışmada deriden cerrahi ensizyon, punch biyopsi, elektrik akımı (elektrocerrahi), radyo dalgaları ve CO₂ lazer kullanılarak gerçekleştirilen biyopsi işlemlerini, numunelerin kenarları ve kesi çevresi derinliği ve dokudaki kömürleşmeler bakımından karşılaştırmıştır. 4 yetişkin köpekten bu 5 yöntemle, 6 mm çapında 20 adet numune alınmıştır.

Elektrik akımı, radyo dalgaları ve CO₂ lazer ile yapılan kesilerde, doku çevrelerinde kömürleşmeler, termal hasar oranlarına bakıldığında radyo cerrahinin diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğu ve bu yöntemlerin bıçak ve delgi ile gerçekleştirilen geleneksel yöntemlere göre kanama olmadan gerçekleştirilmesinin daha iyi bir homeostazis sağladığı sonucuna varılmıştır. Elektro cerrahi ile yapılan kesilerde ortalama derinliğin CO₂ lazer ve radyo cerrahiye kıyasla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Hawkins ve arkadaşlarının (2014) gerçekleştirdiği bir çalışmada, yedi ata laringoplasti sırasında kıkırdağın alınma işleminde oluşabilecek abdüksiyon kaybı CO₂ lazer kullanımı ile engellenebileceği bildirilmiştir.

CO₂ lazer ile atlarda gerçekleştirilen bir diğer uygulama ise, altı ata ön ayak medial yüzündeki sinirlerin geleneksel nörektomisi işlemidir. 10 W'lık sürekli lazer ışını ile kesme işlemi yapılmıştır. Geleneksel yöntemlere belirgin bir üstünlük sağlamamakla birlikte, uygulanabilir bir seçenek olarak sunulmuştur. Çevresel dokularda daha az kanama gerçekleştiği bildirilmiştir (Dabareiner ve ark., 1997).

CO₂ lazer su tarafından yüksek emilimli olması ve korneadan geçmemesi nedeniyle oftalmolojik uygulamalarda da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Yüzeysel olarak fotoablasyon ya da ensizyon yapılabilir. Bu nedenle kornea yüzeyinde, konjunktivada, sklerada ve göz çevresindeki lezyonların tedavisinde oldukça yararlı olabilmektedir. Kanama ve operasyon sonrası acının az olması ve geleneksel cerrahi yöntemlere göre daha iyi bir hemostazi sağlanması, göz dokusunda yapılan uygulamalarda avantaj sağlamaktadır. Geleneksel cerrahi yöntemlere kıyasla enfeksiyon olmaması, kanama kontrolü ve uygulandığı dokunun

sterilizasyonunu sağlaması avantajları öne çıkmıştır. Çevresel dokulardaki termal hasara dair bir yan etki bildirilmemiştir (Gilmour, 2003; Natasha ve Rayner, 2010).

Diyot Lazerler

Veteriner hekimlikte yaygın olarak kullanılan bir diğer lazer türü 810-980 nm arası dalga boyuna sahip diyot lazerlerdir. Diyot lazerler CO₂ lazerlerden daha fazla termal hasara yol açabilirler, ancak maliyetinin daha az ve endoskoplara uyumu daha iyi olması avantaj sağlamaktadır. CO₂ lazerler hücre içi suya karşı seçicidir, hücre içi suyu buharlaştırır ve çevre dokulara minimal hasar verirler. Diyot lazerlerin ise özellikle melanin ve hemoglobinin için seçici olduğu bilinmektedir. Bu nedenle soluk ve avasküler dokularda, dokuya girinliği ve çevre doku hasarı CO₂ lazere göre oldukça fazla olduğu bildirilmektedir (Hernandez-Divers, 2002).

Diyot lazerler geniş dalga boyu aralığı sayesinde 2 mm altındaki kan damarları ve mesane gibi; vücut içi bazı bölgelerde CO₂ lazerlerden üstünlük sağlamaktadır. Bu nedenle, diyot lazerler ile çeşitli deneysel uygulamalar ve tedaviler denenmiştir. Hernandez-Divers (2002), hayvanat bahçesinde çok sayıda ekzotik hayvan üzerinde farklı uygulamalar gerçekleştirmiştir. Yemen bukalemununda kuyruğun kesilmesi, farklı sürüngen türlerinde kas kesilmesinde, kaplumbağalarda ovariohisterektomi ve kastrasyon işlemleri, kurbağalarda laparotomi, kuşlarda deri tümörlerinin ekstirpasyonu ve kloakal papillomların fotokoagülasyonunda, tavşan gibi küçük memelilerde, ovaryum ve uterusun çıkarılması işlemlerinde kullanılmıştır.

Diyot lazerler glokom tedavisinde silier cismin fotokoagülasyonu için kullanılmaktadırlar. Diyot lazer ile siklokoagülasyon, invaziv olmayan ve düşük komplikasyon oranı sağlayan bir işlem olarak

bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada 18 köpekte glokom tedavisi için diyet lazer kullanılarak 14 köpeğin görme keskinliği artırılmış ve göz içi basıncı kontrolü %92 oranında başarıyla sağlanmış, ayrıca hastaların %50'sinde görme yeteneği yeniden kazanılmıştır (Hardman ve Stanley, 2001). Glokom tedavisine yönelik bir başka çalışmada, 48 köpeğin 45'inin tek gözünde, 3 tanesinin ise her iki gözünde de yapılan glokom tedavisinde % 82 oranında başarı sağlandığı bildirilmektedir. Hastalar bir seneden uzun süre takip edilmiş, vakaların çoğunda görme keskinliği korunduğu ve başarılı bir göz içi basıncı kontrolü sağlandığı bildirilmiştir (Sapienza ve ark., 2005).

Lazerin veteriner cerrahi alanında kullanımındaki en büyük avantajlarını şöyle sıralayabiliriz (Watanabe, 1996a; Petersen ve ark., 1999; Calin ve Coman, 2011);

- Lazerde kesilen yerdeki sinir uçları koagülasyonla kapanır. Bu nedenle hasta daha az acı duyar. Konvansiyonel yöntemlerde ağrı daha fazla olduğu için günümüzde lazer cerrahisi ile ağrısız ve güvenli bir cerrahi müdahale mümkün olabilmektedir. Lazer cerrahisi ağrı kontrolünde veteriner hekimler için büyük bir avantaj sağlamaktadır.
- Operasyon sırasında lazerle kan damarlarının uçları yapışarak kapanmaktadır. Böylelikle operasyon daha çabuk ve kansız bitmektedir kan pıhtılaşma bozukluğu olan veya yaşlı kimselerde bu artı bir kazanımdır.
- Operasyon sırasında lazer ışını dışında dokulara fiziksel bir temas yoktur, dokular hasar görmez. Bu sebeple de kızarıklık, yanma, şişkinlik gibi olumsuz sonuçlar ortadan kalkmaktadır.
- Kesilen dokularda suyun buharlaşması aynı zamanda bakteri ve virüs gibi

mikroorganizmaların da yok olmasını sağlar. Bu da enfeksiyon riskini azaltmaktadır.

- Operasyon bölgesinde daha az kanama ve yangı olması iyileşmeyi çabuklaştırmaktadır.
- Lazerin yönünün ve gücünün tespit edilebilmesi sorunlu bölgeye nüfuz etme açısından önem arz etmektedir.

Düşük Güçlü Lazerlerin Veteriner Hekimlikte Kullanım Alanları

Düşük yoğunluktaki lazerler biyolojik olarak dokularda çoğunlukla fotokimyasal uyarımlarla etki göstermektedirler. Veteriner hekimlikte bu tür uygulamalar genellikle fotodinamik terapi ve lazer fototerapi olarak isimlendirilmektedir (Overholt ve ark., 1993; Petersen ve ark., 1999; Jacobs ve Rosen, 2000).

Fotodinamik terapi özellikle kanser vakalarında ve tümörde selektif olarak tutulan fotohassas maddelerin yönetimine dayanmaktadır. Işıma sonrasında moleküler oksijen varlığında tümör dokusunun parçalanmasına yol açar. Veteriner alanda fotodinamik tedaviye ilişkin çalışmalar sınırlı olmakla birlikte başarılı olduğu bildirilen çalışmalar mevcuttur (Overholt ve ark., 1993; Jacobs ve Rosen, 2000).

Lazer fototerapi yöntemi, lazer ışınlarının hücre zarı ve mitokondride, sitokromlar ve porfirinler tarafından emilmesine dayanır. Bu durumda serbest halden uyarılmış forma dönüşürler ki bu form oksijen üretimini ve hücrenin enerji seviyesini artırır. Hücresel ve hücreler arası düzeyde düşük güçlü lazer ışınlarının neden olduğu bu metabolik değişiklikler yumuşak ve sert dokulardaki bazı rahatsızlıkların giderilmesinde katkılar sağladığı bildirilmektedir. Bunlar yaralar, burkulmalar, kas iskelet disfonksiyonları, nöropatiler ve özellikle atlarda bazı spor yaralanmaları şeklinde sıralanabilir (Watanabe,

1996a; Watanabe, 1996b; Boord, 2006; Calin ve Coman, 2011).

Farnworth ve ark. (2013) yaptığı bir çalışmada düşük güçte (165 mW) CO₂ lazerle, ortalama yaşları 4,2 olan 8 erkek ve 8 dişi evcil kedide, aynı ortam koşulları oluşturularak lazerin ortamda yansıma yapması engellenmiş, aynı mama ile istedikleri kadar beslenmeleri sağlanarak ve birbirlerini gördükleri ancak tek tutuldukları kafeslerde derilerine 2 metre mesafeden 15 dakikalık aralıklarla uyarılar vermiştir. Verdikleri istemsiz refleksler ve gösterdikleri davranışlar gözlemlenmiş ve ısıya karşı sinirsel eşik değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. 5 mm çapında CO₂ lazer ile termal eşik değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Lazer uygulaması kediler refleks ya da davranışsal bir tepki verene kadar gerçekleştirilmiştir. 192 uygulamanın 186'sında istemsiz refleksler gözlemlenmiştir. Diğer türlerde yapılan çalışmalarla (Guesgen ve ark., 2011) kıyaslandığında, düşük güçte uyarının, termal uyarının olumsuz etkilerini minimize ettiği ve kaçma ya da uyarının verildiği yeri kaşıma gibi tepkilere neden olmadığı gözlemlenmiştir.

Fotodinamik tedavi yöntemi veteriner hekimlikte kanser vakalarının tedavisinde kullanılmaktadır. Fotodinamik tedavide diyot lazerler ile birlikte, fotoaktif ilaçlarda kullanılarak çeşitli lezyonların tedavisi gerçekleştirilmektedir (Knudsen ve ark., 2010). Deneysel olarak tavşan ve farelerde yapılan çalışmalarda, diyot lazerler ve foto aktif ilaçların kullanılmasıyla tümörlü dokuyu, çevresindeki dokulara minimal hasar vererek tedavi etmek mümkündür. Kedilerde skuamöz hücreli karsinomun fotodinamik tedavisine ilişkin yapılan bir çalışmada tedaviye ilişkin olumlu sonuçlar olduğu bildirilmektedir (Buchholz ve Waltb, 2013).

Lazer Tedavisinin Biyolojik Etkileri

Veteriner hekimlikte tedavi amaçlı kullanılmakta olan düşük yoğunluklu lazerlerin biyolojik etkileri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Stratigos ve Dover, 2000; İlman, 2005; Calin ve Coman, 2011);

- ✓ Hızlandırılmış doku onarımı ve hücre büyümesi; Lazer ışığındaki fotonlar dokunun derinlerine penetre olarak hücre çoğalması ve büyümesini hızlandırır. Lazer ışığı, hücrenin kullanabileceği enerji miktarını artırarak hücrenin besin maddeleri alınımını ve metabolik atıklardan kurtulmasını hızlandırır. Sonuç olarak lazer ışığına maruz kalan dokular daha çabuk iyileşir.
- ✓ Daha hızlı yara iyileşmesi; Lazer ışığı, hasarlı dokulardaki fibroblast gelişimini uyarılmaktadır. Fibroblastlar kollojenin yapıtaşları olduğu için, doku yenilenmesinde önemli rol oynarlar. Böylece lazer tedavisi açık yara, skar dokusu ve yanıklarda etkili bir iyileşme sağlar.
- ✓ Fibröz doku formasyonunu azaltır. Lazer tedavisi, kesiklerden, yanıklardan, tırmalama gibi travmalardan veya operasyon sonrası doku hasarına bağlı skar dokusu oluşumunu azalttığı için kronik ağrının önüne geçer.
- ✓ Lazer ışığı vazodilatasyona sebep olarak anti-ödemik etki oluşturur. Aynı zamanda bu etki lenf drenajını aktive etmesiyle de görülür. Böylece travma ve yangı yüzünden oluşan şişlik azalır.
- ✓ Lazer ışığı hasarlı bölgede anjiyogenezisi belirgin bir şekilde uyararak iyileşme sürecini hızlandırır.
- ✓ Lazer ışığı hasarlı dokulardaki hücrelerin tekrar birleşmesi sürecini hızlandırarak sinir onarımını aktive eder. Hareket genişliğini

artırarak kas hareketini optimize eder. Nörolojik ağrıyı azaltır.

- ✓ Lazer tedavisi, kaslardaki tetik noktaları ve akupunktur noktalarını non-invaziv bir şekilde uyarak kas-iskelet sistemi ağrılarının giderilmesine yardımcı olur.

Lazerlerin Güvenli Kullanılması İçin Alınması Gereken Önlemler

Lazer teknolojisinin sağladığı yararların yanı sıra birtakım zararları da bulunmaktadır. Bu zararlardan korunmak için önlemler alınmalıdır. Lazer kullanımı sırasında hasta, hekim ve sağlık ekibinde oluşabilecek zararları minimuma indirilebilmek için alınması gereken önlemler şu şekilde özetlenebilir (Uysal ve Güler, 2012; Pekiner, 2013):

1. Sağlık personeli lazerin kullanımı ile ilgili gerekli eğitimi almış olmalıdır.
2. Lazer uygulama odasında bulunan sağlık personeli ve hasta direk veya yansıyan ışınların sebep olduğu göz yaralanmalarından korunmak için lazerin çeşidine uygun olan (Nd: YAG lazer için yeşil, Argon lazer için amber, CO₂ lazer için açık renkli) gözlüğü takmalıdır.
3. Önceden zarar görmüş gözlükler kesinlikle kullanılmamalıdır.
4. Hastada termal hasar meydana gelmesini önlemek için tüm deri kurutulmalıdır.
5. Uygulama için tavsiye edilen en küçük güç birimleri kullanılmalıdır.
6. Ortamda lazer ışını yansıtacak tüm yüzeyler elimine edilmelidir.
7. Lazerlerle çalışırken en az 13 cm'lik bakış uzaklığı ve 10 sn'lik çalışma periyodu uygulanmalıdır.
8. Lazer cihazını aktive eden ayak pedalı sadece cerrahın ulaşabileceği yerde bulunmalıdır.
9. Derinin zarar görmemesi için lazer ışığının önünden geçilmemelidir.

10. Lazer uygulamaları yapılan ortamın havalanması çok iyi olmalıdır.

11. Lazer uygulama odasının kapısına uyarıcı levhalar asılmalıdır.

Veteriner hekimlikte ilk olarak cerrahi amaçla kullanılmaya başlanan, sonraları insanlardaki kullanımına benzer uygulamalarda kullanım alanı oldukça genişleyen lazerlerin, uygulama alanlarına uygun çeşitlerinin oluşu, kolay kullanılabilen ve küçük boyutlarda olması nedeniyle maliyeti azalmış, tüm dünyada veteriner hekimlikte rahatlıkla kullanılabilir hale gelmiştir. Ülkemizde de son 5 yıl içinde özel veteriner kliniklerinde kendine yer edinmeye başlamıştır. Tıpta özellikle oftalmolojide, gastroenteroloji, tümör cerrahisi üroloji ve jinekoloji gibi pek çok alanda kullanılan lazer uygulamalarının veteriner hekimlikte ve özellikle cerrahi uygulamalarda kullanımının daha da yaygınlaşmasıyla konuyla ilgili bilgi birikiminin oldukça artmasının yanı sıra, veteriner cerrahide non-invaziv yöntemler arasında yerini alacağı düşünülmektedir (Lucroy ve ark., 1999; Brian ve Darry, 2005; Calin ve Coman, 2011).

KAYNAKLAR

- Boord, M. (2006). Laser in dermatology. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 21, 145-149.
- Brian, P., Darry, L.M., (2005). Therapeutic Laser in Veterinary Medicine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 45(1), 45-56.
- Buchholz, J., Waltb, H. (2013). Veterinary photodynamic therapy. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 10(4), 342-347.
- Calin, M.A., Coman, T. (2011). The laser in Veterinary Medicine. *Türk. J. Anim. Sci.* 35(5), 351-357.
- Dabareiner, R.M., White, N.A, Sullins, K.E. (1997). Comparison of Current Techniques of Palmar Digital Neurectomy in Horses, *American Association of Equine Practitioners*, 43, 231-232.
- Dinç, B., Or, E. (2014). Farklı Tipte Lazerlerin Veteriner Hekimlikte Kullanımı. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 7(3), 1-10.
- Duclos, D. (2006). Lasers in veterinary dermatology. *Vet Clin Small Anim*, 36, 15-37.
- Farnworth, M.J., Beausoleil, N.J., Adams, N.J., Barrett, L.A., Stevenson M., Thomas, D.G., Waterland, M.R., Waran, N.K., Stafford, K.J. (2013).

- Validating the use of a carbon dioxide laser for assessing nociceptive thresholds in adult domestic cats (*Felis catus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 143 (2-4), 104-109.
- Gable, P., Tuner, J. (2003). Bone stimulation by low level laser - a theoretical model for the effects. *Laser Partner, Clinicexperience-All Volumes*, Chapter 67, ISSN 1213-3027.
- Gilmour, M.A. (2003). Laser applications for corneal disease. *Clinical techniques in small animal practice*, 18,3, 199-202.
- Guesgen, M.J., Beausoleil, N.J., Minot, E.O., Stewart, M., Jones, G., Stafford, K.J. (2011). The effects of age and sex on pain sensitivity in young lambs. *Applied Animal Behaviour Science*, 135, 12, 51-56.
- Hardman, C., Stanley, R.G. (2001). Diode laser transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of primary glaucoma in 18 dogs: a retrospective study. *Veterinary Ophthalmology*, 4(3), 209-215.
- Hawkins, J.F., Couetil, L., Miller, M.A. (2014). Maintenance of arytenoid abduction following carbon dioxide laser debridement of the articular cartilage and joint capsule of the cricoarytenoid joint combined with prosthetic laryngoplasty in horses: An in vivo and in vitro study. *The Veterinary Journal*, 199 (2), 275-280.
- Hecht, J. (1999). *The Laser Guidebook*, 2nd ed, McGraw-Hill Professional, USA p: 8-10.
- Hernandez-Divers, S.J. (2002). Diode laser surgery: Principles and application in exotic animals, *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 11(4),208-220.
- İlman, A. (2005). Tavşanlarda Kırık İyileşmesinde Helyum-Neon (He-Ne) Ve Galyum-Alüminyum-Arsenit (Ga-Al-As) Lazerin Kallus Formasyonu Ve Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkilerinin Deneysel Araştırılması. Bursa, Turkey, Thesis of PhD, UU, diss.
- Jako, G.J. (1972). Laser surgery of the vocal cords. An experimental study with carbon dioxide lasers on dogs. *Laryngoscope*, 197 (82); 2204-2216.
- Jacobs, T.M., Rosen, G.M. (2000). Photodynamic therapy as a treatment for esophageal squamous cell carcinoma in a dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 36(3), 257-261.
- Karu, T.I., Tiphova, O.A., Fedoseyeva, G.E. (1984). Biostimulating action of lowintensity monochromatic visible light: is it possible? *Laser Chem*, 5, 19-25.
- Kenneth, B.E. (2019). Use of Lasers in Veterinary Medicine. Erişim: [http://www.laserstoday.com/2013/02/use-of-lasers-in-veterinary-medicine/], Erişim tarihi: 15.06.2019.
- Keskin, R.T. (2006). Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Düşük Enerjili Lazer Tedavisinin Etkinliği, Diyarbakır, Turkey, Thesis of Master, DU, diss.
- Knudsen, B.E., Chew, B.H., Tan, A.H., Beiko, D.T., Destedt, J.D., Pautler, S.E. (2010). Assessment of hydrodissection ,Holmium:YAG laser vaporization of renal tissue , and both combinade to facilitate laparoscopic partial nephrectomy in porcine model. *Urology*, 75, 1209-1212.
- Lucroy, M.D., Edwards, B.F., Madewell, B.R. (1999). Low-intensity laser light-induced closure of a chronic wound in a dog. *Veterinary Surgery*, 28, 292-295.
- Natasha, Z., Rayner, S.G. (2010). Carbon dioxide laser keratectomy as a treatment option for equine corneal stromal abscessation: A comparison to lamellar keratectomy and penetrating keratoplasty. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (11), 657-665.
- Nixon, A.J., Roth, J.E., Krook, L. (1991). Pulsed CO₂ laser for intraarticular vaporization and subchondral bone perforation in horses. *Progress in biomedical optics. Proceeding of lasers in orthopedic, dental, and veterinary medicine*, 1424, 198-208.
- Overholt, B.F., DeNovo, R.C., Panjehpour, M., Petersen, M.G. (1993). A centering balon fort photodynamic therapy of esophageal cancer tested in a canine model. *Gastrointestinal Endoscopy*, 39,782-787.
- Palmer, S.E. (1989). carbondioxide laser removal of a verrucous sarcoid from the ear of a horse. *J.Am. Vet.Med.Assoc.* 195, 1125-1127.
- Palmer, S.E., McGill, L.S. (1992). Thermal injury by invitro incision of equine skin with electrosurgery, radiosurgery and carbondioxide laser. *Veterinary Surgery*, 21, 348-350.
- Pekiner, T. (2013). Lazerin Endüstriyel Uygulamalarında İş Sağlığı ve Güvenliği. Erişim: [http://www.csgeb.gov.tr/csgebPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/issgm/dosyalar/27hafta22]. Erişim tarihi: 03.11.2018.
- Petersen, S.L., Botes, C., Oliveru, A., Guthrie, A.J. (1999). The effect of low level laser therapy (LLLT) on wound healing in horses. *Equine Vet. J.*, 31, 228-231.
- Sapienza, J.S, Woerdt, A. (2005). Combined transscleral diode laser cyclophotocoagulation an Ahmed gonioimplantation in dogs with primary glaucoma :52 cases 1996-20043) *Veterinary Ophthalmology* , 8 (2), 121-127.
- Silverman, E.B., Read, R.W., Boyle, C.R., Cooper, R., Miller, W.W., Mclaughlin, R.M. (2007). Histologic comparasion of canine skin biopsies collected using monopolar electrosurgery, CO₂ laser radiowave radiosurgery, skin biopsy punch, and scalpel. *Veterinary Surgery*, 36, 50-56.
- Solares, C.A., Strome, M. (2007). Transoral robot-assisted CO₂ laser supraglottic laryngectomy: Experimental and clinical data, *Laryngoscope*, 117 (5), 817-820.
- Stratigos, AJ, Dover, J.S. (2000). Overview of lasers and their properties. *Dermatologic therapy*, 13(1), 2-16.
- Tate, L.P., Newman, H.C., Cullen, J.M., Sweeney, C. (1986). Neodymium (Nd): YAG laser surgery in the equine larynx: a pilot study. *Lasers Surg. Med.*, 6, 473-476.
- Tekeli, P.Ö. (2009). Yüz Telanjektazilerinde Nd:Yag Ve Ktp Lazer Tedavilerinin Etkinliği. İstanbul, Turkey, Thesis of Master, T.C. S.B. diss.
- Tullners, E.P. (1990). Transendoscopic contact neodymium:yttrium aluminum garnet laser correction of epiglottic entrapment in standing horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*,144, 1971-1980.
- Uysal, D., Güler, Ç. (2012). Dış hekimliğinde lazer: Bir literatür derlemesi laser in dentistry: A literature

- review. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 6, 44-53.
- Watanabe, M. (1996a). Laser treatment in small animals. 5. Lasers wounds and inflammation.part 1. Journal of Veterinary Medicine, 49, 417-419.
- Watanabe, M. (1996b). Laser treatment in small animals. 6. Lasers wounds and inflammation.part 2. Journal of Veterinary Medicine, 49, 513-516.
- Yanık, K. Veteriner Genel Cerrahi. 1st ed. Malatya, Turkey: Medipres yayıncılık; 2012. p: 161-176.