

Derleme Makalesi–Review Paper

KÖPEKLERDE DÜŞÜK YOĞUNLUKLU LAZER TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİ
EFFECTIVENESS OF LOW-LEVEL LASER THERAPY IN DOGS

Neyran ALTINKAYA¹

Özet

Fotobiyomodülasyon tedavisi olarak bilinen düşük yoğunluklu lazer tedavisi (Low Level Laser Therapy-LLLT), mitokondriyal solunum zincirini uyarır ve hücresel adenozin trifosfat veya siklik adenozin monofosfat seviyelerinde değişikliklere neden olur. Lazerler güçlerine, maksimum maruz kalma miktarına ve dalga boylarına göre sınıflandırılır. Dokuyu tedavi etmek için gereken doz; dalga boyuna, güç yoğunluğuna, doku tipine, dokunun durumuna, pigmentasyona, hedef dokunun derinliğine ve tedavi tekniğine bağlıdır. Lazerler, hem insan hem de veteriner rehabilitasyonunda yararlı bir tedavidir. Lazerin kıkırdak özelliklerinin koruduğunu, periferik sinir yaralanmalarında düzelmeye yardımcı olduğunu ve osteoartritli köpeklerde ağrı yönetimine katkı sağladığını gösteren çalışmalar veteriner rehabilitasyonunda kullanımları için umut vericidir.

Anahtar Sözcükler: Lazer, Köpek, Fizyoterapi, Terapi

Abstract

Low-Level laser therapy (LLLT), known as photobiomodulation therapy, stimulates the mitochondrial respiratory chain and causes changes in cellular adenosine triphosphate or cyclic adenosine monophosphate levels. Lasers are classified according to their power, maximum exposure, and wavelength. The dose required to treat the tissue; it depends on wavelength, power density, tissue type, tissue condition, pigmentation, depth of target tissue and treatment technique. Lasers are a useful treatment in human and veterinary rehabilitation. Studies showing that cartilage properties are preserved with treatment, improvement in peripheral nerve injuries, and that they contribute to pain management in patients with osteoarthritis are promising for their use in veterinary rehabilitation.

Keywords: Laser, Dog, Physiotherapy, Therapy

Geliş Tarihi (Received Date): 09.04.2022, Kabul Tarihi (Accepted Date): 06.08.2022, Basım Tarihi (Published Date):30.09.2022 ¹Uluslararası Final Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Girne, KKTC. **E-mail:** neyrantinkaya@gmail.com, **ORCID ID's:** N.A.; <https://orcid.org/0000-0003-0323-1536>.

1. GİRİŞ

Fotobiyomodülasyon tedavisi olarak bilinen düşük yoğunluklu lazer tedavisi (Low Level Laser Therapy-LLLT), mitokondriyal solunum zincirini uyarır ve hücrel adenzin trifosfat veya siklik adenzin monofosfat seviyelerinde değişikliklere neden olur. Lazerler, monokromatik ve paralel olan elektromanyetik radyasyon üretir. Bu nitelikler, lazer ışığının dokulara nüfuz etmesine izin verir. Fotonlar yansiyabilir (dokuya nüfuz edemez), iletilebilir (dokudan geçebilir) veya kırılabilir (değiştirilmiş bir yönde dokudan geçebilir). Işık enerjisi, bir dizi biyolojik etkiye neden olan kromofor denem dokuda bulunan ışık emici moleküller tarafından emilir. Lazerin temel etki mekanizması doku stimülasyonudur. Bu uyarı hücre, vasküler yapı, interstisyel doku ve immün sistem seviyelerindedir. Lazerin biyostimülasyonundan sorumlu etkinin polarizasyon olduğu bildirilmiştir (Yadav ve Gupta, 2016, ss. 4-13).

1.1. Lazer Tipleri

Lazerler güçlerine, maksimum maruz kalma miktarına ve dalga boylarına göre sınıflandırılır. Watt (joule/sn) cinsinden ölçülen güç, enerji üretim hızıdır. Dozaj (dokuya iletilen enerji miktarı) gücün zamanla çarpılmasıyla belirlenir. Dokuyu tedavi etmek için gereken doz; dalga boyuna, güç yoğunluğuna, doku tipine, dokunun durumuna, pigmentasyona, hedef dokunun derinliğine ve tedavi tekniğine bağlıdır.

Çok düşük dozlar etkili değildir ve çok yüksek dozlar biyosupresif olabilir. Sağlanan enerji, güç yoğunluğu (W/cm²) veya enerji yoğunluğu (J/cm²) olarak belirlenebilir. Lazer ışığının dalga boyu, penetrasyon derinliğini belirler (Chung ve ark., 2012, ss.516-533). Daha uzun dalga boyları daha derin penetrasyon sağlar (Hudson ve ark., 2013, ss. 163-168). 810-830 nm dalga boylarının deriye en etkili şekilde nüfuz ettiğine dair kanıtlar vardır (Passarella ve ark., 1984, ss. 95-99; Karu, 2014, ss. 53-74), 780-950 nm dalga boyları ise daha derin dokularda daha etkilidir (Chung ve ark., 2012, ss. 516-533).

Bazı kaynaklar yüzeysel dokuları tedavi etmek için, fotonlar daha derin dokuya geçmek yerine bu katmanda emildiğinden 600-700 nm dalga boylarının en iyi olduğunu bildirmektedir. Enerji ve penetrasyon doğrudan karşılaştırıldığında, fotonlar 808 nm dalga boyunda 980 nm'ye kıyasla %50 daha fazla penetrasyon göstermiştir (Hudson ve ark., 2013, ss. 163-168).

Lazerler ayrıca zarar verme potansiyellerine göre de sınıflandırılır. Terapatik lazerler sınıf 3R, sınıf 3B ve sınıf 4'e girer. Sınıf 3R lazerler 1-5 mW güce sahiptir. Sınıf 3B lazerler 5-500 mW güce sahiptir, rehabilitasyonda yaygın olarak kullanılır ve mat yüzeylerden yansıdığına göze zarar vermeyen görünmez ışık üretir. Bu lazerlerin yakınındayken koruyucu gözlük kullanılmalıdır. Sınıf 4 lazerler, 500 mW'den fazla güce sahiptir ve hem terapi hem de cerrahi lazerleri içerir. Cerrahi lazerler, dokuyu kesmek ve kesi hattı boyunca kan damarlarını ve sinirleri koterize ederek kanamayı ve ağrıyı kontrol etmek için ısıtmak ve buharlaştırmak amacıyla 15 ila 40W arasında değişir. Sınıf 4 terapatik lazerler, ısıtmalı ve ısıtsız lazerler olarak sınıflandırılabilir. Isıtmayan lazerlerin kullanımı, düşük yoğunluklu lazer tedavisi (LLLT) olarak bilinir. LLLT, fotobiyomodülasyon yoluyla hücrel süreçleri etkiler. Isıtıcı lazerler, bir terapi seansı sırasında sürekli hareket ettirilmediği takdirde dokuda hızla ısı oluşturan terapatik lazerlerdir.

Son çalışmalar, LLLT'nin ratlarda kronik yara iyileşmesini artırmak (Silveira ve ark., 2016, ss. 1395–1404; Gupta ve ark., 2015, ss. 489–501), köpeklerde (Looney ve ark., 2018, ss. 959–966) ve insanlarda (Takenori ve ark., 2016, ss. 980–983) ağrıyı azaltmak, ratlarda inflamasyonu azaltmak (Gupta ve ark., 2015, ss. 489–501), köpeklerde (Renwick ve ark., 2018, ss. 507–515) ve insanlarda (Langella ve ark., 2018, ss. 1933–1940) postoperatif iyileşmeyi hızlandırmak için kullanılabileceğini düşündürmektedir.

2. LLLT ETKİNLİĞİNİ DESTEKLEYEN KANITLAR

2.1. Ağrı Üzerine Etkileri

LLLT, endojen opiatların artan metabolizması veya sinirlerin iletim gecikmelerinde bir değişiklik yoluyla ağrının azaltılmasına yardımcı olabilir (Snyder-Mackler ve Bork, 1988, ss. 223–225; Lowe ve ark., 1994, ss. 40–46).

Hem akut hem de kronik ağrıda LLLT kullanımını destekleyen çok sayıda çalışma vardır. Ojea ve meslektaşları tarafından 2016 yılında yapılan bir araştırma, ameliyat sonrası LLLT alan insan hastaların placebo uygulanan bir gruba kıyasla daha az insizyon ağrısı yaşadığını buldu (Ojea ve ark., 2016, ss. 580–584); bu muhtemelen postoperatif köpek hastalar için de anlamlıdır. LLLT'nin ayrıca ankilozan spondilit (Stasinopoulos ve ark., 2016, ss. 459–469), temporomandibular eklem ağrısı (Cavalcanti ve ark., 2016, ss. 652–656) ve diz osteoartriti gibi kronik durumlarla ilişkili ağrıyı azalttığı gösterilmiştir (Assis ve ark., 2015, ss. 609–616; Bjordal ve ark., 2003, ss. 107–116). Ip (2015) tarafından yapılan bir çalışma, fizik tedaviye ek olarak LLLT alan diz osteoartritli hastaların, tek başına fizik tedavi alan hastalara kıyasla eklem replasman cerrahisi gerektirme olasılığının önemli ölçüde daha düşük olduğunu göstermiştir (Ip, 2015, ss. 2335–2339).

LLLT, nöropatik ağrının azaltılmasında da etkili olabilir (de Oliveira Martins ve ark., 2013, ss. 480–486; Janzadeh ve ark., 2016, ss. 1863–1869). Kobiela Ketz ve meslektaşları, ratlarda mekanik hipersensitivite ile değerlendirildiğinde ağrı ile sonuçlanan bir periferik sinir yaralanma modeli kullandılar. Gün aşırı LLLT ile tedavi edilen deneklerin, sadece iki seanstan sonra ağrı durumunda iyileşme gösterdiği ve 10 seansta mekanik duyarlılık seviyelerine geri döndükleri gösterilmiştir (Kobiela Ketz ve ark., 2017, ss. 932–946). 2016 tarihli bir literatür taraması, nöropatik ağrının tedavisinde LLLT'nin olumlu etkisini desteklemektedir (de Andrade ve ark., 2016, ss. 36–42).

Literatür ayrıca miyofasyal ağrının (Rayegani ve ark., 2011, ss. 381–389; Taheri ve ark., 2016, ss. 138), boyun ağrısının (Chow ve ark., 2009, ss. 1897–1908), bel ağrısının (Huang ve ark., 2015, ss. 360), osteoartritin ve romatoid artritin tedavisi için LLLT kullanımını desteklemektedir. (Youssef ve ark., 2016, ss. 112–119; Alves ve ark., 2013a ss. 529–536). Birkaç çalışma, LLLT tedavisini takiben analjezik ilaç ihtiyacının azaldığını kaydetmiştir (Cavalcanti ve ark., 2016, ss. 652–656; Khalighi ve ark., 2016, ss. 45–50). LLLT'nin akupunktur veya tetik noktalarının uyarılması yoluyla şikayetleri azalttığı da gösterilmiştir (Snyder-Mackler ve ark., 1989, ss. 336–341; Al Rashoud ve ark., 2014, ss. 242–248; Erthal ve ark., 2016, ss. 315–322).

LLLT'nin ağrıyı kesme mekanizması hala tam olarak anlaşılmamakla birlikte, LLLT uygulamasının, periferik endojen opioid üretimini artmasına, nosiseptörlerin periferik sinir

uçları tarafından aksiyon potansiyellerinin inhibisyonuna ve spinal seviyede nosiseptör aktivasyonunun azalması neden olabileceğine inanılmaktadır (Hagiwara ve ark., 2007, ss. 797–802; Cotler ve ark., 2015, ss. 188-194; Nadur-Andrade ve ark., 2016).

LLLT'nin etkileri; doz, dalga boyu, hedef doku derinliği ve tedavi sıklığı gibi birçok faktöre bağlıdır.

2.2. Doku İyileşmesi Üzerine Etkileri

Işık enerjisinin absorpsiyonu, ATP üretiminde artış ve hücre zarı geçirgenliğinde değişiklikler gibi bir dizi biyolojik etkiye neden olur (Karu, 1988, ss. 53–74; Karu ve ark., 1995, ss. 219–223). LLLT'nin, tedavi edilen yaralarda kolajen sentezini kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Ranjbar & Takhtfooladi, 2016, ss. 250–255). Büyüme faktörü salınımı artar (Saygun ve ark., 2012, ss. 149–154; Martignago ve ark., 2015, ss. 203–208), fibroblast gelişimi uyarılır (Frozanfar ve ark., 2013, ss. 1071–1074; Rathnakar ve ark., 2016, ss. 1741–1750) ve yara gerilme kuvvetinde bir artış meydana gelir (Vasilenko ve ark., 2010, ss. 281–283; Suzuki ve Takakuda, 2016, ss. 1683–1689).

LLLT anjiyogenezi de artırır (de Medeiros ve ark., 2017, ss. 35–43), yaralı dokularda yeni kılcal damarların oluşumuna yol açar (İhsan, 2005, ss. 289–294; Corazza ve ark., 2007, ss. 102–106; Wagner ve ark., 2016, ss. 665–671) ve yara iyileşmesini hızlandırır (Hopkins ve ark., 2004, ss. 223–229; da Silva ve ark., 2010, ss. 17–21; Lima ve ark., 2017, ss. 24–31). Mathur ve arkadaşları tarafından 2016 yılında yapılan bir araştırma, diyabetik ayak ülserleri gibi zorlu yaralarda bile, geleneksel tedaviye LLLT eklenmesinin 2 hafta gibi kısa bir sürede daha yüksek miktarlarda granülasyon dokusunu desteklediğini göstermiştir (Mathur ve ark., 2017, ss. 275–282). Ayrıca, LLLT, bakteri büyümesini azaltır ve enfekte olmuş yaraların tedavisinde faydalı olabilir (Ranjbar ve Takhtfooladi, 2016, ss. 250–255).

Doku tipleri göz önüne alındığında, LLLT, ligament (Fung ve ark., 2002, ss. 91–96) ve tendon (de Jesus ve ark., 2014, ss. 345–350) gibi bağ dokularının yanı sıra deri üzerinde olumlu etki göstermiştir. 2016'da yapılan bir çalışmada, LLLT'nin artan kollajen üretimiyle tendinopatinin iyileşmesini desteklediği gösterilmiştir (Marques ve ark., 2016, ss. 1915–1923). Ayrıca iskelet kası onarımını hızlandırabilir (Assis ve ark., 2016, ss. 525–534; De Marchi ve ark., 2017, ss. 429–437), yaralanmayı takiben eklem dokularının iyileşmesine yardımcı olabilir (Alves ve ark., 2014, ss. 911–919; Lemos ve ark., 2016, ss. 1051–1059), osteoartritli (OA) hastalarda kıkırdak kalınlaşmasını sağlar (S ve ark., 2016, ss. 297–303), eklem kıkırdağını korur (Bublitz ve ark., 2014, ss. 1669–1678; Assis ve ark., 2016, ss. 525–534; Tomazoni ve ark., 2017, ss. 101–108), yeni kemik oluşumunu hızlandırır (de Almeida ve ark., 2016, ss. 21–30; Tim ve ark., 2016, ss. 8–15). Spinal kord yaralanması olan hayvanlarda kemiğin (Medalha ve ark., 2016, ss. 179–185) ve sinirlerin fonksiyonel iyileşmesini destekler (Gigo-Benato ve ark., 2004, ss. 57–65; Rochkind ve ark., 2009, ss. 445–464; Takhtfooladi ve ark., 2015, ss. 1047–1052; Ziago ve ark., 2017, ss. 369–378). Bir sıçan modelinde LLLT'nin spinal kord yaralanmasını takiben inflamasyonu azalttığına ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklediğine dair kanıtlar vardır (Veronez ve ark., 2017, ss. 343–349). Köpeklerde yapılan bir çalışmada LLLT'nin, intervertebral disk hastalığında (IVDD) hemilaminektomiye takiben santral sinir sisteminde iyileşmeyi desteklediği ve ambulatuar duruma daha hızlı dönüş sağladığı gösterilmiştir (Draper ve ark., 2012, ss. 465–469).

2.3. Doku Esnekliği ve Eklem Hareket Açıklığı Üzerine Etkileri

LLLT, ağrıyı ve inflamasyonu azaltarak normal eklem hareketini (NEH) artırabilir. Youssef ve diğerleri tarafından 2016 yılında yapılan bir araştırma, egzersize ek olarak lazer tedavisi alan veya almayan diz osteoartritli hastaları karşılaştırmıştır. Tüm denekler ağrı seviyelerinde ve diz NEH'inde iyileşme gösterirken, LLLT alan denekler her iki alanda da önemli ölçüde daha fazla iyileşme göstermiştir (Youssef ve ark., 2016, ss. 112–119). LLLT tedavisini takiben el eklemlerinde OA'sı olan hastalarda ağrı, şişlik ve eklem hareketlerinde iyileşme kaydedilmiştir (Baltzer ve ark., 2016, ss. 498–504).

Nörolojik hastalarla çalışırken, LLLT, etkileri geçici olmakla beraber spastisiteyi azaltarak hareketliliği iyileştirebilir. Spastisitedeki bu azalma, terapisteye daha etkili esneme yapmak için zaman vererek daha kalıcı sonuçlar elde etmesini sağlayabilir (Santos ve ark., 2016).

2.4. Kas Kuvveti Üzerine Etkileri

Gelişmekte olan araştırmalar, LLLT'nin kas yorgunluğunu azaltmada yardımcı olabileceğini göstermektedir. Leal-Junior ve diğerleri, egzersiz öncesi uygulanan LLLT'nin, egzersizin tekrar sayısını arttırmasına bağlı olarak kas yorgunluğunun azalmasına yol açtığını göstermiştir (Leal-Junior ve ark., 2015, ss. 925–939). Yapılan bir araştırmada, aralıklı yapılan koşu egzersizlerinde, egzersizden önce LLLT kullanımının egzersiz performansını (VO₂max ve tükenme süresi) arttırırken, oksidatif stresi ve kas hasarını azalttığı görülmüştür (De Marchi ve ark., 2012, ss. 231–236).

LLLT kaslarda kuvvet artışına da neden olabilir. Vanin ve diğerleri, 12 haftalık bir eğitimde egzersiz öncesi LLLT alan sağlıklı deneklerin, LLLT almayan deneklere kıyasla, daha yüksek değerlerde maksimum istemli kasılma ve 1 maksimum tekrar elde ettiğini göstermiştir (Vanin ve ark., 2016, ss. 1555–1564). Aynı şekilde kuvvet antrenmanı ile birleştirildiğinde, LLLT'nin yaşlı kadınlarda daha fazla kuvvet kazanımı sağladığı gösterilmiştir (Toma ve ark., 2016, ss. 1219–1229).

3. KÖPEKLERDE LAZERİN KLİNİK UYGULAMASI

3.1. Kullanım Parametreleri

Bir hastaya lazer tedavisi uygulamadan önce belirlenmesi gereken iki temel özellik vardır. Öncelikle lazerin tipi ve dalga boyu bilinmelidir. Lazer tedavisi için kullanılan çoğu lazerin dalga boyları tipik olarak 600-1000 nm kızılötesi veya yakın kızılötesi aralığındadır. Yaygın olarak kullanılan düşük güçte lazerlerin dalga boyları, görünür ışık aralığında 632,8 nm (HeNe, gaz), ışık spektrumunun kızılötesi bölgesinde 810 nm (GaAlAs, diyot) ve 904 nm'dir (GaAs, diyot). Dalga boyu, doku penetrasyonunun ana belirleyicisidir. O kadar derine nüfuz etmeyen (630 ila 740 nm) lazerler, akupunktur nokta stimülasyonu ve yara iyileşmesi için uygundur, ancak derin dokular olan kas-iskelet sisteminde klinik etkinlikleri kanıtlanmamıştır. Kızılötesi lazerler (750 ila 1500 nm) daha derine nüfuz eder ve tetik noktaları, bağları, eklem kapsüllerini ve eklem içi yapıları tedavi etmek için kullanılır. Çıkış gücü (watt veya miliwatt) da bilinmelidir. Buna ve tedavi edilecek duruma göre lazer ışığının dozu (J/cm²) belirlenir.

Genellikle 1-8 J/cm²'lik bir doz uygulanır. Dozu vermek için lazerin bir alana uygulanması gereken süre hesaplanmalıdır. Örneğin, maksimum çıkış gücü 250 mW olan bir 904 nm lazer kullanılıyorsa, 1 J iletmesi 4 saniye sürecektir.

Güç yoğunluğu ve dalga boyu ne kadar uzun olursa, penetrasyon dokulardan o kadar derin olur. Ne yazık ki, optimal dalga boyları, yoğunluklar ve dozajlar köpeklerde yeterince araştırılmamıştır. Daha fazla lazer dozu daha iyi değildir, çünkü aşırı doz istenen etkiyi geciktirebilir. Lazer tedavisini, özellikle yara iyileşmesinde kullanırken yapılan yaygın bir hata, olumlu bir sonuç almak ve otomatik olarak daha fazlasının daha iyi olacağını varsaymaktır.

Lazerin modu sürekli, kesikli dalga veya kombine olabilir. Kesikli dalga daha derin dokuların tedavisinde (Keshri ve ark., 2016), yara iyileşmesinde ve inme sonrası tedavide daha faydalı olabilir. Sinir rejenerasyonunun tedavisinde sürekli dalga daha etkili olabilir. Her modun faydalarını tanımlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

3.1. Uygulama Teknikleri

LLLT'nin uygulaması için birden fazla teknik tanımlanmıştır. Lazer enerjisi, deriden yansımaya ortadan kaldıran ve ışın sapmasını en aza indiren lazer probu cilde temas edecek şekilde veya prob temas halinde tutulmadan uygulanabilir.

Noktadan-noktaya tekniğinde belirli bir doz vermek için prob belirli bir süre boyunca tek bir yerde tutulur ve ardından tedavi edilecek bir sonraki noktaya hareket ettirilir. Bu tekniğin avantajı, fotonların dokuyu doyurması ve ışının daha derine nüfuz etmesine izin vermesidir.

İkinci bir teknik olan çevreleme, özellikle yaralarda kullanılır. Yaranın çevresi, yaranın üzerindeki alandan daha yüksek dozda enerji ile tedavi edilir. Foton ışınını zayıflatacak melanin olmadığından granülasyon dokusunun enerji ihtiyacı daha azdır. Bakterilerin indirgenmesi için granülasyon dokusu alanında anjiyogenez hedeflenir. Derin penetrasyon gerekli değildir, bu da daha yüksek dozlara olan ihtiyacı azaltır.

Taramak veya probu sürekli hareket ettirmek, dokuyu tedavi etmenin başka bir yöntemidir. Termal hasarı önlemek için ısıtma lazeri kullanırken bu çok önemlidir. Isınmayan bir lazer kullanırken, dokuyu tedavi etmek için tarama da kullanılabilir. Tarama, daha büyük bir doz yerine dokuya birden çok kez daha düşük dozlarda enerji uygulanmasına izin verir. Tarama kassal yaralanmalar ve yaralar için daha iyi sonuç verirken, noktadan-noktaya tekniği derin doku, eklem ve ağrı kontrolünde daha etkilidir.

Temassız yöntemde, dalga yansımaları ve ışın sapmasını en aza indirmek için probu tedavi alanına dik tutmak gerekir. Yara tedavisi için temassız uygulama önerilir. Uygun dozaj, hesaplanan dozun her bir bölgeye ızgara şeklinde uygulanmasıyla veya enerjiyi her bölgeye eşit olarak dağıtacağından emin olarak probun tüm yüzey üzerinde yavaşça hareket ettirilmesiyle daha geniş alanlara uygulanabilir. Her durumda, prob cilde dik tutulmalıdır.

Köpeklerde LLLT'nin kullanım parametreleri Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo 1: Köpeklerde Çeşitli Kullanımlar için Doz Yönergeleri

Analjezik Etki	Kas ağrısı: Akut ağrı için 2 ila 4 J/cm ² uygulayın; kronik ağrı için 4 ila 8 J/cm ² Eklem ağrısı: Akut ağrı için 4 ila 6 J/cm ² ve kronik ağrı için 4 ila 8 J/cm ²
Antiinflamatuvar Etki	Akut ve subakut: 1 ila 6 J/cm ² Kronik: 4 ila 8 J/cm ²
Açık yaralar	Akut yaralar: 7-10 gün boyunca 2-6 J/cm ² sid Kronik yaralar: 2-8 J/cm ² sid Lazer başlığı doğrudan yaraya uygulanmamalıdır. Tedaviden önce ve sonra lazer probu temizlenmelidir.
Ameliyat Sonrası Yaralar	Mümkünse ilk 7-10 gün 1-3 J/cm ² günlük doz önerilir, ardından yara iyileşene kadar 1-2 gün ara verilir. Günlük tedavi mümkün değilse, haftada üç kez tedavi yapılabilir.
Granülomlar	1-3 J/cm ² 'yi doğrudan tüm granülom üzerine ve periferden en az 1 cm uzağa uygulanır. Granülomun boyutuna bağlı olarak yara mümkün olduğunca sık tedavi edilmelidir; Haftada birkaç kez günlük olarak faydalıdır. Granülom, yara iyileşene ve kıl büyümesi yeniden başlayana kadar tedavi edilmelidir.
Osteoartrit	8-10 J/cm ² Eklem çizgileri ve çevresindeki alan boyunca tedavi edilir

3.2. Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Lazer tedavisini köpeklerde kullanırken, kalın ve uzun tüyleri olan köpeklerde, ışığın %50 ila %99'u tüyler tarafından emilebileceğinden tüylerin kesilmesi tavsiye edilir. Daha koyu renkli köpeklerde lazer ışığının daha derin dokulara iletilmesi hakkında çok az şey bilinmektedir, ancak HeNe lazer enerjisinin pigment nedeniyle emilmesi muhtemeldir. Bu nedenle koyu pigmentasyonu olan tedavi alanlarında dozun %25 artırılması önerilmiştir. Ayrıca foton enerjisinin melanin tarafından emilmesi nedeniyle, yüksek güçlü bir lazer kullanılıyorsa, koyu renkli tüy veya cilt üzerinde tedavi yapılırken probun daha sık hareket etmesi gerekir. Dokunun aşırı ısınmadan zarar görmesini önlemek için bu enerji daha yavaş dağıtılmalıdır. Topikal ilaçlar yıkanmalı ve klinisyen, hasta ve odadaki herkes koruyucu gözlük takmalıdır.

LLLT öncesi soğuk uygulama, vazokonstriksiyon nedeniyle ek fayda sağlayabilir (Haslerud ve ark., 2017, ss. 32–42), ikincil olarak daha derin penetrasyona izin verir. Tedavi edilecek eklemler gevşek pozisyonda yerleştirilmeli ve mümkünse eklem kapsülü ve kıkırdak yüzeylerine enerji iletimini en üst düzeye çıkarmak için traksiyon uygulanmalıdır. LLLT'nin plastik, metal ve/veya çimento implantlar üzerinde kullanılması güvenli kabul edilir, ancak implantlar üzerinde bir ısı lazeri kullanılıyorsa düşük dozlar verilmelidir. Son olarak, yaraları

tedavi ederken ya probun üzerine şeffaf plastik sargı uygulayarak ya da yara yüzeyi üzerinde küçük bir boşluk bırakarak aseptik teknik kullanılmalıdır.

3.3. Önlemler ve Kontrendikasyonlar

Lazerin fotosensitivite tarafından tetiklenebilen epilepsi hastalarında kullanılması önerilmez. Dokunun ısınmasına neden olan lazerler, açık epifiz plakları üzerinde, gonadlar üzerinde veya cerrahi implantların yakınında kullanılmamalıdır. Lazer, kornea üzerinde, endokrin bezleri üzerinde, aktif kanama alanlarında, hamile uterusu üzerinde ve neoplazi üzerinde kontraendikedir.

4. SONUÇ

Lazerler, veteriner rehabilitasyonunda potansiyel olarak yararlı bir tedavidir. Tedaviyle kıkırdak özelliklerinin korunduğunu, periferik sinir yaralanmalarında düzelme olduğunu ve osteoartritli hastalarda ağrı yönetimine katkı sağladıklarını gösteren çalışmalar veteriner rehabilitasyonunda kullanımları için umut vericidir. Lazer tedavisinin erken yara iyileşmesinde fayda sağladığı görülmektedir. Lazer tedavisi invaziv değildir ve uygun şekilde kullanıldığında hiçbir yan etkisi yoktur.

5. KAYNAKLAR

Al Rashoud, A. S., Abboud, R. J., Wang, W., & Wigderowitz, C. (2014). Efficacy of low-level laser therapy applied at acupuncture points in knee osteoarthritis: a randomised double-blind comparative trial. *Physiotherapy*, 100(3), ss.242–248. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.09.007>

Alves, A. C., Albertini, R., dos Santos, S. A., Leal-Junior, E. C., Santana, E., Serra, A. J., Silva, J. A., Jr, & de Carvalho, P. (2014). Effect of low-level laser therapy on metalloproteinase MMP-2 and MMP-9 production and percentage of collagen types I and III in a papain cartilage injury model. *Lasers in medical science*, 29(3), 911–919. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1427-x>

Alves, A. C., de Carvalho, P. T., Parente, M., Xavier, M., Frigo, L., Aimbire, F., Leal Junior, E. C., & Albertini, R. (2013). Low-level laser therapy in different stages of rheumatoid arthritis: a histological study. *Lasers in medical science*, 28(2), 529–536. <https://doi.org/10.1007/s10103-012-1102-7>

Assis, L., Almeida, T., Milares, L. P., dos Passos, N., Araújo, B., Bublitz, C., Veronez, S., & Renno, A. C. (2015). Musculoskeletal Atrophy in an Experimental Model of Knee Osteoarthritis: The Effects of Exercise Training and Low-Level Laser Therapy. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 94(8), 609–616. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000219>

Assis, L., Manis, C., Fernandes, K. R., Cabral, D., Magri, A., Veronez, S., & Renno, A. C. (2016). Investigation of the Comparative Effects of Red and Infrared Laser Therapy on Skeletal Muscle Repair in Diabetic Rats. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 95(7), 525–534. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000043>

Baltzer, A. W., Ostapczuk, M. S., & Stosch, D. (2016). Positive effects of low level laser therapy (LLLT) on Bouchard's and Heberden's osteoarthritis. *Lasers in surgery and medicine*, 48(5), 498–504. <https://doi.org/10.1002/lsm.22480>

Bjordal, J. M., Couppé, C., Chow, R. T., Tunér, J., & Ljunggren, E. A. (2003). A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders. *The Australian journal of physiotherapy*, 49(2), 107–116. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(14\)60127-6](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(14)60127-6)

Bublitz, C., Medalha, C., Oliveira, P., Assis, L., Milares, L. P., Fernandes, K. R., Tim, C. R., Vasilceac, F. A., Mattiello, S. M., & Renno, A. C. (2014). Low-level laser therapy prevents degenerative morphological changes in an experimental model of anterior cruciate ligament transection in rats. *Lasers in medical science*, 29(5), 1669–1678. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1546-z>

Cavalcanti, M. F., Silva, U. H., Leal-Junior, E. C., Lopes-Martins, R. A., Marcos, R. L., Pallotta, R. C., Diomede, F., Trubiani, O., De Isla, N., & Frigo, L. (2016). Comparative Study of the Physiotherapeutic and Drug Protocol and Low-Level Laser Irradiation in the Treatment of Pain Associated with Temporomandibular Dysfunction. *Photomedicine and laser surgery*, 34(12), 652–656. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4195>

Chow, R. T., Johnson, M. I., Lopes-Martins, R. A., & Bjordal, J. M. (2009). Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *Lancet (London, England)*, 374(9705), 1897–1908. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61522-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61522-1)

Chung, H., Dai, T., Sharma, S. K., Huang, Y. Y., Carroll, J. D., & Hamblin, M. R. (2012). The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Annals of biomedical engineering*, 40(2), 516–533. <https://doi.org/10.1007/s10439-011-0454-7>

Corazza, A. V., Jorge, J., Kurachi, C., & Bagnato, V. S. (2007). Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources. *Photomedicine and laser surgery*, 25(2), 102–106. <https://doi.org/10.1089/pho.2006.2011>

Cotler, H. B., Chow, R. T., Hamblin, M. R., & Carroll, J. (2015). The Use of Low Level Laser Therapy (LLLT) For Musculoskeletal Pain. *MOJ orthopedics & rheumatology*, 2(5), 188-194. <https://doi.org/10.15406/mojor.2015.02.00068>

da Silva, J. P., da Silva, M. A., Almeida, A. P., Lombardi Junior, I., & Matos, A. P. (2010). Laser therapy in the tissue repair process: a literature review. *Photomedicine and laser surgery*, 28(1), 17–21. <https://doi.org/10.1089/pho.2008.2372>

de Almeida, J. M., de Moraes, R. O., Gusman, D. J., Faleiros, P. L., Nagata, M. J., Garcia, V. G., Theodoro, L. H., & Bosco, A. F. (2017). Influence of low-level laser therapy on the healing process of autogenous bone block grafts in the jaws of systemically nicotine-modified rats: A histomorphometric study. *Archives of oral biology*, 75, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.12.003>



de Andrade, A. L., Bossini, P. S., & Parizotto, N. A. (2016). Use of low level laser therapy to control neuropathic pain: A systematic review. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 164, 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.08.025>

de Jesus, J. F., Spadacci-Morena, D. D., Rabelo, N. D., Pinfildi, C. E., Fukuda, T. Y., & Plapler, H. (2014). Low-level laser therapy on tissue repair of partially injured achilles tendon in rats. *Photomedicine and laser surgery*, 32(6), 345–350. <https://doi.org/10.1089/pho.2013.3694>

De Marchi, T., Leal Junior, E. C., Bortoli, C., Tomazoni, S. S., Lopes-Martins, R. A., & Salvador, M. (2012). Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers in medical science*, 27(1), 231–236. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0955-5>

De Marchi, T., Schmitt, V. M., Machado, G. P., de Sene, J. S., de Col, C. D., Tairova, O., Salvador, M., & Leal-Junior, E. C. (2017). Does photobiomodulation therapy is better than cryotherapy in muscle recovery after a high-intensity exercise? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Lasers in medical science*, 32(2), 429–437. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2139-9>

de Medeiros, M. L., Araújo-Filho, I., da Silva, E. M., de Sousa Queiroz, W. S., Soares, C. D., de Carvalho, M. G., & Maciel, M. A. (2017). Effect of low-level laser therapy on angiogenesis and matrix metalloproteinase-2 immunoexpression in wound repair. *Lasers in medical science*, 32(1), 35–43. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2080-y>

de Oliveira Martins, D., Martinez dos Santos, F., Evany de Oliveira, M., de Britto, L. R., Benedito Dias Lemos, J., & Chacur, M. (2013). Laser therapy and pain-related behavior after injury of the inferior alveolar nerve: possible involvement of neurotrophins. *Journal of neurotrauma*, 30(6), 480–486. <https://doi.org/10.1089/neu.2012.2603>

Draper, W. E., Schubert, T. A., Clemmons, R. M., & Miles, S. A. (2012). Low-level laser therapy reduces time to ambulation in dogs after hemilaminectomy: a preliminary study. *The Journal of small animal practice*, 53(8), 465–469. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2012.01242.x>

Erthal, V., Maria-Ferreira, D., Werner, M. F., Baggio, C. H., & Nohama, P. (2016). Anti-inflammatory effect of laser acupuncture in ST36 (Zusanli) acupoint in mouse paw edema. *Lasers in medical science*, 31(2), 315–322. <https://doi.org/10.1007/s10103-015-1845-z>

Frozanfar, A., Ramezani, M., Rahpeyma, A., Khajehahmadi, S., & Arbab, H. R. (2013). The Effects of Low Level Laser Therapy on the Expression of Collagen Type I Gene and Proliferation of Human Gingival Fibroblasts (Hgf3-Pi 53): in vitro Study. *Iranian journal of basic medical sciences*, 16(10), 1071–1074.

Fung, D. T., Ng, G. Y., Leung, M. C., & Tay, D. K. (2002). Therapeutic low energy laser improves the mechanical strength of repairing medial collateral ligament. *Lasers in surgery and medicine*, 31(2), 91–96. <https://doi.org/10.1002/lsm.10083>

Gigo-Benato, D., Geuna, S., de Castro Rodrigues, A., Tos, P., Fornaro, M., Boux, E., Battiston, B., & Giacobini-Robecchi, M. G. (2004). Low-power laser biostimulation enhances nerve repair after end-to-side neurorrhaphy: a double-blind randomized study in the rat median nerve model. *Lasers in medical science*, 19(1), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s10103-004-0300-3>

Gupta, A., Keshri, G. K., Yadav, A., Gola, S., Chauhan, S., Salhan, A. K., & Bala Singh, S. (2015). Superpulsed (Ga-As, 904 nm) low-level laser therapy (LLLT) attenuates inflammatory response and enhances healing of burn wounds. *Journal of biophotonics*, 8(6), 489–501. <https://doi.org/10.1002/jbio.201400058>

Hagiwara, S., Iwasaka, H., Okuda, K., & Noguchi, T. (2007). GaAlAs (830 nm) low-level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats. *Lasers in surgery and medicine*, 39(10), 797–802. <https://doi.org/10.1002/lsm.20583>

Haslerud, S., Lopes-Martins, R. A., Frigo, L., Bjordal, J. M., Marcos, R. L., Naterstad, I. F., Magnussen, L. H., & Joensen, J. (2017). Low-Level Laser Therapy and Cryotherapy as Mono- and Adjunctive Therapies for Achilles Tendinopathy in Rats. *Photomedicine and laser surgery*, 35(1), 32–42. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4150>

Hopkins, J. T., McLoda, T. A., Seegmiller, J. G., & David Baxter, G. (2004). Low-Level Laser Therapy Facilitates Superficial Wound Healing in Humans: A Triple-Blind, Sham-Controlled Study. *Journal of athletic training*, 39(3), 223–229.

Huang, Z., Ma, J., Chen, J., Shen, B., Pei, F., & Kraus, V. B. (2015). The effectiveness of low-level laser therapy for nonspecific chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis research & therapy*, 17, 360. <https://doi.org/10.1186/s13075-015-0882-0>

Hudson, D. E., Hudson, D. O., Winger, J. M., & Richardson, B. D. (2013). Penetration of laser light at 808 and 980 nm in bovine tissue samples. *Photomedicine and laser surgery*, 31(4), 163–168. <https://doi.org/10.1089/pho.2012.3284>

Ihsan F. R. (2005). Low-level laser therapy accelerates collateral circulation and enhances microcirculation. *Photomedicine and laser surgery*, 23(3), 289–294. <https://doi.org/10.1089/pho.2005.23.289>

Ip D. (2015). Does addition of low-level laser therapy (LLLT) in conservative care of knee arthritis successfully postpone the need for joint replacement?. *Lasers in medical science*, 30(9), 2335–2339. <https://doi.org/10.1007/s10103-015-1814-6>

Janzadeh, A., Nasirinezhad, F., Masoumpoor, M., Jameie, S. B., & Hayat, P. (2016). Photobiomodulation therapy reduces apoptotic factors and increases glutathione levels in a neuropathic pain model. *Lasers in medical science*, 31(9), 1863–1869. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2062-0>

Karu, T. (1988). Molecular mechanism of the therapeutic effects of low intensity laser radiation. *Lasers in the Life Sciences*, 2, 53–74.

Karu, T., Pyatibrat, L., & Kalendo, G. (1995). Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 27(3), 219–223. [https://doi.org/10.1016/1011-1344\(94\)07078-3](https://doi.org/10.1016/1011-1344(94)07078-3)

Keshri, G. K., Gupta, A., Yadav, A., Sharma, S. K., & Singh, S. B. (2016). Photobiomodulation with Pulsed and Continuous Wave Near-Infrared Laser (810 nm, Al-Ga-As) Augments Dermal Wound Healing in Immunosuppressed Rats. *PloS one*, 11(11), e0166705. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166705>

Khalighi, H. R., Mortazavi, H., Mojahedi, S. M., Azari-Marhabi, S., & Moradi Abbasabadi, F. (2016). Low Level Laser Therapy Versus Pharmacotherapy in Improving Myofascial Pain Disorder Syndrome. *Journal of lasers in medical sciences*, 7(1), 45–50. <https://doi.org/10.15171/jlms.2016.10>

Kobiela Ketz, A., Byrnes, K. R., Grunberg, N. E., Kasper, C. E., Osborne, L., Pryor, B., Tosini, N. L., Wu, X., & Anders, J. J. (2017). Characterization of Macrophage/Microglial Activation and Effect of Photobiomodulation in the Spared Nerve Injury Model of Neuropathic Pain. *Pain medicine (Malden, Mass.)*, 18(5), 932–946. <https://doi.org/10.1093/pm/pnw144>

Langella, L. G., Casalechi, H. L., Tomazoni, S. S., Johnson, D. S., Albertini, R., Pallotta, R. C., Marcos, R. L., de Carvalho, P., & Leal-Junior, E. (2018). Photobiomodulation therapy (PBMT) on acute pain and inflammation in patients who underwent total hip arthroplasty-a randomized, triple-blind, placebo-controlled clinical trial. *Lasers in medical science*, 33(9), 1933–1940. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2558-x>

Leal-Junior, E. C., Vanin, A. A., Miranda, E. F., de Carvalho, P., Dal Corso, S., & Bjordal, J. M. (2015). Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers in medical science*, 30(2), 925–939. <https://doi.org/10.1007/s10103-013-1465-4>

Lemos, G. A., Rissi, R., de Souza Pires, I. L., de Oliveira, L. P., de Aro, A. A., Pimentel, E. R., & Palomari, E. T. (2016). Low-level laser therapy stimulates tissue repair and reduces the extracellular matrix degradation in rats with induced arthritis in the temporomandibular joint. *Lasers in medical science*, 31(6), 1051–1059. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-1946-3>

Lima, A. C., Fernandes, G. A., de Barros Araújo, R., Gonzaga, I. C., de Oliveira, R. A., & Nicolau, R. A. (2017). Photobiomodulation (Laser and LED) on Sternotomy Healing in Hyperglycemic and Normoglycemic Patients Who Underwent Coronary Bypass Surgery with Internal Mammary Artery Grafts: A Randomized, Double-Blind Study with Follow-Up. *Photomedicine and laser surgery*, 35(1), 24–31. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4143>

Looney, A. L., Huntingford, J. L., Blaeser, L. L., & Mann, S. (2018). A randomized blind placebo-controlled trial investigating the effects of photobiomodulation therapy (PBMT) on

canine elbow osteoarthritis. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 59(9), 959–966.

Lowe, A. S., Baxter, G. D., Walsh, D. M., & Allen, J. M. (1994). Effect of low intensity laser (830 nm) irradiation on skin temperature and antidromic conduction latencies in the human median nerve: relevance of radiant exposure. *Lasers in surgery and medicine*, 14(1), 40–46. <https://doi.org/10.1002/lsm.190014011>

Marques, A. C., Albertini, R., Serra, A. J., da Silva, E. A., de Oliveira, V. L., Silva, L. M., Leal-Junior, E. C., & de Carvalho, P. T. (2016). Photobiomodulation therapy on collagen type I and III, vascular endothelial growth factor, and metalloproteinase in experimentally induced tendinopathy in aged rats. *Lasers in medical science*, 31(9), 1915–1923. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2070-0>

Martignago, C. C., Oliveira, R. F., Pires-Oliveira, D. A., Oliveira, P. D., Pacheco Soares, C., Monzani, P. S., & Poli-Frederico, R. C. (2015). Effect of low-level laser therapy on the gene expression of collagen and vascular endothelial growth factor in a culture of fibroblast cells in mice. *Lasers in medical science*, 30(1), 203–208. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1644-y>

Mathur, R. K., Sahu, K., Saraf, S., Patheja, P., Khan, F., & Gupta, P. K. (2017). Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Lasers in medical science*, 32(2), 275–282. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2109-2>

Medalha, C. C., Santos, A. L., Veronez, S., Fernandes, K. R., Magri, A. M., & Renno, A. C. (2016). Low level laser therapy accelerates bone healing in spinal cord injured rats. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 159, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.03.04>

Nadur-Andrade, N., Dale, C. S., Oliveira, V. R., Toniolo, E. F., Feliciano, R. D., da Silva, J. A., Jr, & Zamuner, S. R. (2016). Analgesic Effect of Photobiomodulation on Bothrops Moojeni Venom-Induced Hyperalgesia: A Mechanism Dependent on Neuronal Inhibition, Cytokines and Kinin Receptors Modulation. *PLoS neglected tropical diseases*, 10(10), e0004998. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004998>

Ojea, A. R., Madi, O., Neto, R. M., Lima, S. E., de Carvalho, B. T., Ojea, M. J., Marcos, R. L., da Silva, F. S., Zamuner, S. R., & Chavantes, M. C. (2016). Beneficial Effects of Applying Low-Level Laser Therapy to Surgical Wounds After Bariatric Surgery. *Photomedicine and laser surgery*, 34(11), 580–584. <https://doi.org/10.1089/pho.2016.4149>

Passarella, S., Casamassima, E., Molinari, S., Pastore, D., Quagliariello, E., Catalano, I. M., & Cingolani, A. (1984). Increase of proton electrochemical potential and ATP synthesis in rat liver mitochondria irradiated in vitro by helium-neon laser. *FEBS letters*, 175(1), 95–99. [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(84\)80577-3](https://doi.org/10.1016/0014-5793(84)80577-3)

Ranjbar, R., & Takhtfooladi, M. A. (2016). The effects of low level laser therapy on *Staphylococcus aureus* infected third-degree burns in diabetic rats. *Acta cirurgica brasileira*, 31(4), 250–255. <https://doi.org/10.1590/S0102-865020160040000005>

Rathnakar, B., Rao, B. S., Prabhu, V., Chandra, S., Rai, S., Rao, A. C., Sharma, M., Gupta, P. K., & Mahato, K. K. (2016). Photo-biomodulatory response of low-power laser irradiation on burn tissue repair in mice. *Lasers in medical science*, 31(9), 1741–1750. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2044-2>

Rayegani, S., Bahrami, M., Samadi, B., Sedighipour, L., Mokhtarirad, M., & Eliaspoor, D. (2011). Comparison of the effects of low energy laser and ultrasound in treatment of shoulder myofascial pain syndrome: a randomized single-blinded clinical trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 47(3), 381–389.

Renwick, S. M., Renwick, A. I., Brodbelt, D. C., Ferguson, J., & Abreu, H. (2018). Influence of class IV laser therapy on the outcomes of tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Veterinary surgery: VS*, 47(4), 507–515. <https://doi.org/10.1111/vsu.12794>

Rochkind, S., Geuna, S., & Shainberg, A. (2009). Chapter 25: Phototherapy in peripheral nerve injury: effects on muscle preservation and nerve regeneration. *International review of neurobiology*, 87, 445–464. [https://doi.org/10.1016/S0074-7742\(09\)87025-6](https://doi.org/10.1016/S0074-7742(09)87025-6)

S, G. N., Kamal, W., George, J., & Manssor, E. (2017). Radiological and biochemical effects (CTX-II, MMP-3, 8, and 13) of low-level laser therapy (LLLT) in chronic osteoarthritis in Al-Kharj, Saudi Arabia. *Lasers in medical science*, 32(2), 297–303. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2114-5>

Santos, M. T., Diniz, M. B., Gouw-Soares, S. C., Lopes-Martins, R. A., Frigo, L., & Baeder, F. M. (2016). Evaluation of low-level laser therapy in the treatment of masticatory muscles spasticity in children with cerebral palsy. *Journal of biomedical optics*, 21(2), 28001. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.21.2.028001>

Saygun, I., Nizam, N., Ural, A. U., Serdar, M. A., Avcu, F., & Tözüm, T. F. (2012). Low-level laser irradiation affects the release of basic fibroblast growth factor (bFGF), insulin-like growth factor-I (IGF-I), and receptor of IGF-I (IGFBP3) from osteoblasts. *Photomedicine and laser surgery*, 30(3), 149–154. <https://doi.org/10.1089/pho.2011.3079>

Silveira, P. C., Ferreira, K. B., da Rocha, F. R., Pieri, B. L., Pedroso, G. S., De Souza, C. T., Nesi, R. T., & Pinho, R. A. (2016). Effect of Low-Power Laser (LPL) and Light-Emitting Diode (LED) on Inflammatory Response in Burn Wound Healing. *Inflammation*, 39(4), 1395–1404. <https://doi.org/10.1007/s10753-016-0371-x>

Snyder-Mackler, L., & Bork, C. E. (1988). Effect of helium-neon laser irradiation on peripheral sensory nerve latency. *Physical therapy*, 68(2), 223–225. <https://doi.org/10.1093/ptj/68.2.223>

Snyder-Mackler, L., Barry, A. J., Perkins, A. I., & Soucek, M. D. (1989). Effects of helium-neon laser irradiation on skin resistance and pain in patients with trigger points in the neck or back. *Physical therapy*, 69(5), 336–341. <https://doi.org/10.1093/ptj/69.5.336>

Stasinopoulos, D., Papadopoulos, K., Lamnisos, D., & Stergioulas, A. (2016). LLLT for the management of patients with ankylosing spondylitis. *Lasers in medical science*, 31(3), 459–469. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-1874-2>

Suzuki, R., & Takakuda, K. (2016). Wound healing efficacy of a 660-nm diode laser in a rat incisional wound model. *Lasers in medical science*, 31(8), 1683–1689. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2038-0>

Taheri, P., Vahdatpour, B., & Andalib, S. (2016). Comparative study of shock wave therapy and Laser therapy effect in elimination of symptoms among patients with myofascial pain syndrome in upper trapezius. *Advanced biomedical research*, 5, 138. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.187398>

Takenori, A., Ikuhiro, M., Shogo, U., Hiroe, K., Junji, S., Yasutaka, T., Hiroya, K., & Miki, N. (2016). Immediate pain relief effect of low level laser therapy for sports injuries: Randomized, double-blind placebo clinical trial. *Journal of science and medicine in sport*, 19(12), 980–983. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.03.006>

Takhtfooladi, M. A., Jahanbakhsh, F., Takhtfooladi, H. A., Yousefi, K., & Allahverdi, A. (2015). Effect of low-level laser therapy (685 nm, 3 J/cm²) on functional recovery of the sciatic nerve in rats following crushing lesion. *Lasers in medical science*, 30(3), 1047–1052. <https://doi.org/10.1007/s10103-015-1709-6>

Tim, C. R., Bossini, P. S., Kido, H. W., Malavazi, I., von Zeska Kress, M. R., Carazzolle, M. F., Parizotto, N. A., & Rennó, A. C. (2016). Effects of low level laser therapy on inflammatory and angiogenic gene expression during the process of bone healing: A microarray analysis. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 154, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2015.10.02>

Toma, R. L., Vassão, P. G., Assis, L., Antunes, H. K., & Renno, A. C. (2016). Low level laser therapy associated with a strength training program on muscle performance in elderly women: a randomized double blind control study. *Lasers in medical science*, 31(6), 1219–1229. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-1967-y>

Tomazoni, S. S., Leal-Junior, E. C., Pallotta, R. C., Teixeira, S., de Almeida, P., & Lopes-Martins, R. Á. (2017). Effects of photobiomodulation therapy, pharmacological therapy, and physical exercise as single and/or combined treatment on the inflammatory response induced by experimental osteoarthritis. *Lasers in medical science*, 32(1), 101–108. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2091-8>

Vanin, A. A., Miranda, E. F., Machado, C. S., de Paiva, P. R., Albuquerque-Pontes, G. M., Casalechi, H. L., de Tarso Camillo de Carvalho, P., & Leal-Junior, E. C. (2016). What is the best moment to apply phototherapy when associated to a strength training program? A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial: Phototherapy in association to strength training. *Lasers in medical science*, 31(8), 1555–1564. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2015-7>

Vasilenko, T., Slezák, M., Kovác, I., Bottková, Z., Jakubco, J., Kostelníková, M., Tomori, Z., & Gál, P. (2010). The effect of equal daily dose achieved by different power densities of low-level laser therapy at 635 and 670 nm on wound tensile strength in rats: a short report. *Photomedicine and laser surgery*, 28(2), 281–283. <https://doi.org/10.1089/pho.2009.2489>



Veronez, S., Assis, L., Del Campo, P., de Oliveira, F., de Castro, G., Renno, A. C., & Medalha, C. C. (2017). Effects of different fluences of low-level laser therapy in an experimental model of spinal cord injury in rats. *Lasers in medical science*, 32(2), 343–349. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2120-7>

Wagner, V. P., Curra, M., Webber, L. P., Nör, C., Matte, U., Meurer, L., & Martins, M. D. (2016). Photobiomodulation regulates cytokine release and new blood vessel formation during oral wound healing in rats. *Lasers in medical science*, 31(4), 665–671. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-1904-0>

Yadav, A., & Gupta, A. (2017). Noninvasive red and near-infrared wavelength-induced photobiomodulation: promoting impaired cutaneous wound healing. *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*, 33(1), 4–13. <https://doi.org/10.1111/phpp.12282>

Youssef, E. F., Muaidi, Q. I., & Shanb, A. A. (2016). Effect of Laser Therapy on Chronic Osteoarthritis of the Knee in Older Subjects. *Journal of lasers in medical sciences*, 7(2), 112–119. <https://doi.org/10.15171/jlms.2016.19>

Ziago, E. K., Fazan, V. P., Iyomasa, M. M., Sousa, L. G., Yamauchi, P. Y., da Silva, E. A., Borie, E., Fuentes, R., & Dias, F. J. (2017). Analysis of the variation in low-level laser energy density on the crushed sciatic nerves of rats: a morphological, quantitative, and morphometric study. *Lasers in medical science*, 32(2), 369–378. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2126-1>