

Düşük Enerji Seviyeli Lazerler ve Diş Hekimliğinde Kullanımı

Low Level Lasers and Dentistry

Anıl ÖZYURT^a

^aAğız, Diş ve Çene Cerrahisi AD,
Trakya Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Edirne

Received: 21.03.2017
Received in revised form: 07.06.2017
Accepted: 13.06.2017
Available online: 06.07.2018

Correspondence:
Anıl ÖZYURT
Trakya Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi AD, Edirne,
TÜRKİYE/TURKEY
anilozyurt@trakya.edu.tr

ÖZET Lazer terimi, "light amplification by stimulated emission of radiation" kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Anlam olarak radyasyonun stimülasyonu ile elde edilen güçlü ışığı ifade etmektedir. Foton yayılımının düzenli hâle getirilmesiyle enerji aktarımı sağlanmaktadır. Stimüle edilebilen ışık teorisi ilk kez 1917 yılında Albert Einstein tarafından ortaya atılmıştır. Günümüzde kullanılan lazer cihazının ilk prototipi 1960 yılında Theodore Maiman tarafından geliştirilmiştir. Lazer ışını tıpta, endüstriyel üretimde, mühendislik alanında, bilimsel araştırmalarda, meteorolojide, iletişimde, holografide ve savunma sanayinde kullanılmaktadır. Lazer cihazları, yüksek ve düşük enerjili olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Düşük enerji seviyeli lazerler, dokular üzerindeki terapötik etkilerinden faydalanılarak diş hekimliği alanında kullanılmaktadır. Düşük enerji seviyeli lazerler, teknolojinin gelişmesiyle birlikte klinik kullanımlar için taşınabilir cihazlar hâline getirilmiştir. Günümüzde en yaygın kullanıma sahip olanlar helyum-neon ve yarı diyot lazerler olan galyum-alüminyum-arsenid veya galyum-arsenid lazerlerdir. Yapılan çalışmalarda, kas-iskelet sistemi üzerindeki ağrı kontrolünü sağlamadaki başarısı ve yara iyileşmesi sürecine olumlu katkıda bulunması üzerinde durulmaktadır. Rutin klinik tedavi seçenekleri arasına girmiş olan düşük enerji seviyeli lazerler ile yapılan tedaviler, özellikle temporomandibüler eklem rahatsızlıkları, sinir paretezileri ve peri implantit vakalarında tercih edilmektedir. Tıp alanında kullanılan düşük enerji seviyeli lazer cihazları, teşhise yönelik özel olarak programlanmış tedavi dozu ve tedavi zamanı algoritmaları sunmaktadır. Bu çalışmada, düşük enerji seviyeli lazerler ve bu lazerlerin diş hekimliği alanında kullanımları konusunun ele alınması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lazerler; lazer terapisi, düşük-seviyeli; diş hekimliği

ABSTRACT The term "laser" originated as an acronym for "light amplification by stimulated emission of radiation." It means a strong light obtained by the stimulation of the radiation. Energy transfer is ensured by spreading photon regularly. The initial laser theory was mentioned by Albert Einstein in 1917. The first prototype of the laser device was developed by Theodore Maiman in 1960. Laser is used in medicine, industrial processes, engineering, scientific research, meteorology, communication, holographic and military. Laser devices are divided into two main groups as high level and low level. Low level lasers are used for their therapeutic effects in dentistry. Low level lasers have been developed into portable devices for clinical use with advancement of high technology. The most popular low level lasers are helium-neon and semi-diode lasers such as gallium-aluminum-arsenide or gallium-arsenide lasers. Low level laser studies focuses on the success of the pain management on the musculoskeletal system and positive contribution to wound healing process. Low level laser therapy has become one of the routine clinical treatment options which is preferred especially for temporomandibular joint disease, nerve paresthesia and periimplantitis cases. Laser devices offer specific pre-programmed dose and treatment time algorithms for various clinical cases. This review explicates low level lasers and their use in dentistry.

Düşük enerji seviyeli lazer tedavisi (DESLT)'nde kullanılan lazerlere genel olarak "terapötik lazerler" adı verilmektedir. Non-invaziv olan bu tip lazerler için; soft lazer, tıbbi lazer, biyostimülatör lazer, yumuşak lazer, soğuk lazer gibi adlandırmalar da kullanılmaktadır. DESLT'nin en önemli amacı, dokularda oluşan yaraların iyileşmesini hızlandırmaktır. Bunun yanında ödemi, inflamasyonu ve ağrıyı azaltıcı etkilere de sahiptir. DESLT, medikal tedavi olarak 40 yılı aşkın süredir başvurulan bir tekniktir.¹

Düşük enerji seviyeli lazerler (DESL), ilk kez 1960 yılında Dr. Theodore Maiman tarafından Los Angeles'ta geliştirilmiştir. Yine bu yıllarda Mester tarafından, DESL'nin karsinojenik etkileri olup olmadığı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Mester, "ruby" ve helyum-neon (He-Ne) lazerlerle fareler üzerinde çok sayıda çalışma yapmış ve herhangi bir karsinojenik etki olmadığını saptamıştır. Bu çalışmaların sonucunda, Mester'in saptadığı en önemli bulgu ise lazer ışını uygulanan yaraların uygulanmayan yaralara oranla daha hızlı iyileşme göstermesidir. Fareler üzerinde yapılan çalışmaların başarı göstermesi üzerine araştırmacı 875 hastada konvansiyonel yöntemlerle iyileşmeyen yaralara da lazer uygulamış ve %85'lik bir başarı oranı elde etmiştir. Bu çalışmalarla birlikte ortaya Arndt-Schultz Kanunu adı verilen bir terapötik dozaj formülü ortaya atılmıştır. Bu kanuna göre; uygulanan lazer ışını dozu belirli bir seviyeden düşük ise etkisiz, belirli bir seviyeden yüksek ise inhibitör etki göstermektedir. DESL terapisinde açık yaralar için önerilen optimum doz 1-2 J/cm² dir.²

DESL tedavisinin rutin klinik uygulamaları 1980'li yıllarda başlamıştır. Başlangıçta DESL tedavisi için çıkış gücü 30 mW veya daha altı cihazlar kullanılmıştır. Fakat teknolojinin gelişmesiyle 1990'lı yıllarda daha yüksek çıkış gücüne sahip cihazlar üretilmiştir. DESL cihazları farklı dalga boylarına ve farklı çıkış güçlerine sahip olabilirler. Terapötik doza ulaşılabilmesi için önerilen güç aralığı 1-500 mW arasındadır.³

Lazer ışınlarının dalga boyları lazerlerin doku üzerindeki etkinliğini değiştiren fiziki bir faktördür. Işının oluşturduğu dalga tepeciklerinin arasındaki mesafeyi ifade etmektedir. Biyostimülan

etki üzerine çalışılan ilk lazer 694 nm dalga boylundaki "ruby" lazerlerdir. Bunu takiben 632,8 nm dalga boyunda 1-5 mW gücünde He-Ne lazer geliştirilmiştir. 1980'li yılların başlarında ise 904 nm dalga boyunda 1-4 mW gücündeki GaAs diyot lazerler geliştirilmiştir. 780-890 nm dalga boyu aralıklarında olan GaAlAs (galyum-alüminyum-arsenid) ise 1980'li yılların sonlarında geliştirilmiştir. DESL cihazları insan vücudunun her bölgesinde kullanılmaktadır. Ağız bölgesinde kullanımlar için diş fırçası boyutlarında olan ve özel intraoral uçlara sahip cihazlar da üretilmiştir.^{3,4}

■ DÜŞÜK ENERJİ SEVİYELİ LAZER TEDAVİSİNDE KULLANILAN LAZER TİPLERİ

HELYUM-NEON (HE-NE) LAZER

Adını aktif ortamında bulundurduğu helyum gazı ve neon atomlarından alan lazer sistemleridir. Aktif ortamın elektrik enerjisi ile uyarılmasıyla 633 nm dalga boyunda He-Ne lazer ışınları elde edilmektedir.⁵

He-Ne lazerler en yaygın bulunan maliyeti düşük sistemlerdir. He-Ne lazerlerin birçok farklı tipi olmasına rağmen, en yaygın kullanılanları kalem boyutlarında olan ve pil yardımıyla çalışırlardır.^{5,6}

He-Ne lazerler, epitelyal büyüme ve periferik sinir sistemi yaralanmalarının iyileşmesini indüklemektedir. Uygulanacağı bölge yüzeyine temas ettirilerek ya da ettirilmeden rahatça uygulanabilmektedir.⁶

YARI İLETKEN DİYOT LAZERLER (GALYUM-ALÜMİNYUM-ARSENİD, GALYUM-ARSENİD)

Diyot lazerlerin aktif ortamlarında yarı iletken özelliğe sahip alüminyum, indiyum, galyum ve arsenid gibi katı elementler bulunmaktadır. Yarı iletken diyot lazerlerin dalga boyları kullanıldığı elementlere göre 800 nm-980 nm arasında değişkenlik göstermektedir. Bu dalga boyları kızılötesi elektromanyetik renk spektrumunun başlangıcına tekabül etmektedir. Elde edilen lazer ışınları fiberoptik kablolar yardımıyla devamlı ya da atımlı modlarda iletilebilmektedir.⁷ Yarı iletken diyot lazer sistemleri, üzerlerinde bulunan kontrol pa-

neli ile ışın parametrelerinin ayarlanabilmesine imkân verir.⁵

GaAlAs lazerler, dalga boyları 820 ile 830 nm aralığında ve 10-200 mW arasında değişen çıkış güçlerine sahip yüksek doku penetrasyonu sağlayan sistemlerdir. Oral mukoza ve kemiğin 4-8 mm altına kadar penetre olabilmesi, nervus alveolar inferior parestezilerinde ve nervus trigeminus nöropatilerinde tedavi uygulayabilmeye imkân vermektedir.⁸ GaAlAs lazerler de He-Ne lazerler gibi dokuya temas ettirilerek ya da ettirilmeden uygulanabilmektedir.⁹

GaAs lazer sistemi, 904-910 nm dalga boyuna sahip yarı iletken lazerlerdir. Subkutanöz dokulara iyi penetre olmaktadır.¹⁰

LAZERLERDE DOZAJ HESAPLANMASI

Lazer tedavilerinin doz ayarlamalarında önemli olan nokta optimum dozu uygulamaktır. Cihazın çıkış gücü ile uygulanan zamanın çarpımı, enerji miktarını vermektedir. Örneğin; cihazın çıkış gücü 100 mW ve uygulama zamanı 100 saniye ise elde edilen enerji miktarı 10.000 mJ, yani 10 J olacaktır. Dokuya uygulanacak enerjinin doz hesaplaması yapılır iken, doku yüzey alanının cm² cinsinden miktarı hesaplanmakta ve elde edilen enerjiye bölünmektedir. Örneğin; alanın ölçümü 1 cm² ise doz 10/1=10 J/cm², eğer alan 0,25 cm² ise doz 1/0,25=4 j/cm² olmaktadır. Lazer cihazının ürettiği lazer ışınının cm²'ye düşen mW cinsinden güç yoğunluğu, lazer cihazının biyostimülan etkisi açısından oldukça önemlidir. Lazer ışınının karşılaştığı dokunun türü, kalınlığı ve rengi uygulamanın etkinliğine etkiyen diğer faktörlerdir. Örneğin; lazer enerjisinin mukoza ve yağ dokusundan geçişi kas dokusuyla kıyaslandığında daha kolay olmaktadır. Hemoglobin ve diğer pigmentler lazer ışığını kuvvetli emmektedir. Bu yüzden bu gibi durumlarda dozun yükseltilmesi gerekmektedir. Lazer ışınının dokuya daha iyi penetre olmasını sağlamak için lazer dokuya yaklaştırılabilmekte, dokuya bir miktar basınç yapılabilen ya da kan dokusunun yüksek penetrasyonundan kaçınmak için dokuda kısa süreliğine lokal iskemi oluşturulabilmektedir. Bunun yanında uygulanacak dokunun melanin

pigmenti açısından da değerlendirilmesi gerekmektedir. Melanin pigmentlerinin yüksek olduğu koyu tenli kişilerde doz artırılmalıdır.¹¹

Açık yaralara yapılan lazer uygulamalarında yara ile lazer arasındaki mesafenin 2-4 mm arası olması gerekmektedir. Ağız içi uygulamalarda enerji kaybını azaltmak için lazerlerin uç aparatına jel sürülebilmektedir. Lazer cihazlarının uygulama dozları değişkenlik gösterse de dokulara göre ortalama olarak tavsiye edilen dozlar; jinjival dokularda 2-3 J/cm² olacak şekilde haftada iki veya üç seans; kas dokusunda 4-6 J/cm² olacak şekilde haftada iki veya üç seans, temporomandibüler eklem (TME) için 6-10 J/cm² olacak şekilde haftada bir veya iki seans ve diş dokuları için dişin doğruca üzerine veya apeks bölgesi kemik üzerine 2-4 J/cm² olacak şekilde uygulanmaktadır.¹

DÜŞÜK ENERJİ SEVİYELİ LAZERİN ETKİ MEKANİZMASI

Terapötik lazerlerin etkilerini ve mekanizmasını açıklayan en geçerli teori, fotokimyasal teoridir. DESL vücut hücreleri üzerine direkt olarak biyostimülan ışık enerjisi göndermektedir. Gönderilen bu enerji, hücrelerdeki sitokromofor ve anten pigmentleri gibi hücrenin fotoreseptörleri vasıtasıyla mitokondriye iletilerek adenosin trifosfat [adenosine triphosphate (ATP)] sentezi yapılmasını sağlamaktadır. Bu fotoreseptörler, ATP üretimini artıran C-oksidad gibi endojen porfirinler ve solunum zincirinde rol oynayan moleküllerdir.^{1,12}

Bütün proteinler ışığa duyarlıdır. Sadece DESL'nin etkilediği 300'e yakın fotokimyasal reaktif protein olduğu bilinmektedir. En bilinen fotokimyasal aktif reseptör proteinleri göz dokusunda bulunan rod ve kon pigmentleridir. Beyinde bulunan ensefalopsin ve epifiz bezindeki pinopsin de ışığa duyarlıdır. Tüm bu örnekler, ışığın insan hayatındaki önemini göstermektedir.^{1,5}

DESL terapisinin medikal alandaki en önemli yararlarından biri de yara iyileşmesini hızlandırmasıdır. Mester ve ark.nın, hücreler üzerinde yapmış oldukları elektron mikroskop incelemelerinde, lazer uygulanmayan taraf ile lazer uygulananlar karşılaştırılmış ve lazer uygulanan tarafta fibrob-

last hücrelerinin sitoplazmik veziküllerinde elektron yoğunluğunun daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum kollajen sentezinin artmasını sağlamaktadır. Bunun yanında, 3H-timidin molekül bağlarının kaynaşma miktarı ölçümüyle hücre çoğalmasının hızlandığı da gözlenmiştir. Lazer uygulaması yapılan tarafta prostaglandin seviyesi de artış göstermiştir. Lazer uygulanan yara bölgesinde hücrelerin stimüle olması inflamasyonu artırmaktadır. Hastalar tedavi başında kısa süreli kaşınma ve iğnelenme hissedebilmektedir. Bu durum yara iyileşmesinin kanıtı olarak ifade edilebilmektedir.^{5,6}

İnflamasyon sırasında ağrı mediyatörlerinin sentezlenmesini indükleyen lazerlerin analjezik etkiyi nasıl oluşturduğu konusu henüz aydınlatılamamıştır. Ancak DESL terapisinin, santral sinir sisteminden serotonin ve asetilkolin; periferik sinir sisteminden histamin ve prostaglandin gibi nörokimyasalların sentezlenmesini indükleyerek analjeziyi sağlamada etkin rol oynadığını düşündürmektedir. Bunun yanında, DESL terapisinin endorfin sentezini artırması, C-liflerinin aktivitesinin, bradikinin seviyesinin ve ağrı eşliğinin azalması da analjezik etkinin faktörleri olabilmektedir.¹³

DESL ışınlarının dar dalga boyu spektrumunda birbirlerine uyumlu olarak ilerlemesi tedavi etkinliğini artırmaktadır. He-Ne lazerler en dar spektrum aralığına sahiptir. Bunun yanında, diyet lazerlerin 1-100 nm arası değişen spektrum aralığı, bu tür lazer ışınlarının daha derin dokulara ulaşmasında önemli bir etkidir.^{1,12}

Lazerlerin, özellikle yara iyileşmesi üzerine olan etkileri konusunda yapılan çalışmalarda, ışığın polarizasyonunun etkili olduğu belirtilmiştir.^{13,14}

Yüksek enerji seviyeli lazerlerin dokuya uygulandığı bölgede merkezden dışa doğru; buharlaşma, koagülasyon, protein denatürasyonu ve hücre stimülasyonu görülmektedir. Hücre stimülasyonu yapan bu son katman lazerle oluşturulan yara bölgesinin bistüri ile oluşturulan yara bölgesinden niçin daha hızlı iyileştiğini açıklayabilmektedir. DESL terapisinin sağlıklı dokulara olan etkisi az olmasına rağmen, bazı araştırmacılar yapılacak cerrahi öncesi de DESL terapisi yapılmasını önermektedirler.^{12,13,15}

DESL terapisi yapılan hastalarda, lokal etkinin yanında ortaya çıkan moleküler düzeydeki metabolitler hematojen yolla sistemik etki de göstermektedirler. Örneğin; bir yanık vakasında, her iki eli yanan bir hastanın bir eline uygulanacak lazer tedavisi diğer elini de etkileyecektir, ancak ortaya çıkan etki direkt uygulanan ele oranla daha az olacaktır.¹⁵

■ DÜŞÜK ENERJİ SEVİYELİ LAZERLERİN DIŞ HEKİMLİĞİ KLİNİĞİNDEKİ UYGULAMALARI

DESL terapisi günümüz diş hekimliğinde popüler hâle gelmektedir. Genel kural olarak ağız içi uygulamalarda 1 cm²'lik alana özel ağız içi aparatlarla 2 ile 4 J'lük dozlar; ağız dışı uygulamalarda 1 cm²'lik alana 4 ile 10 J'lük dozlar uygulanmalıdır. DESL terapisi diş hekimliğinde birçok amaçla kullanılmaktadır. Bunlar;

- İnfirior alveolar ve lingual sinir parestezi tedavisi,
- Peri implantit tedavisi,
- TME rahatsızlıklarının tedavisi,
- Kemik iyileşmesini hızlandırmada (özellikle dental implant uygulamaları sonrası),
- Dentin desensitizasyonu,
- Aftöz lezyonların tedavisi,
- Lokal analjezik ve antiinflamatuvar olarak,
- Dental enfeksiyonlara destek tedavi,
- Rapid maksiller genişletmeler sonrasında,
- Yumuşak ve sert dokuya ait tüm cerrahi girişimler sonrası destekleyici.^{16,17}

■ DESL'İN KONTRENDİKASYONLARI VE KORUYUCU ÖNLEMLER

DESL tedavisi güvenilir bir tedavi seçeneğidir. Yüksek enerji seviyeli lazerler gibi dokuya destrüktif bir etkisi olmadığı için herhangi bir komplikasyon görülmemektedir. Kırk yılı aşkın geçmişi olan DESL terapisinin bugüne kadar rapor edilmiş herhangi bir zararlı etkisi bulunmamaktadır. DESL cihazları düşük risk grubunu ifade eden sınıf III medikal cihaz kategorisinde yer almaktadır. Retinanın etkilenme riski oldukça düşük olmasına rağmen, özellikle yüksek dalga boyuna sahip gözle görünemeyen lazerler kullanıldığı zaman hastanın

ve hekimin özel koruyucu gözlükler kullanarak önlem alması gerekmektedir.¹⁸

Dental uygulamalarda da herhangi bir yan etkiye rastlanmamıştır. Fakat şüpheli malignite durumları varlığında uzman kişiler haricinde tedavi uygulanmamalıdır. DESL terapisinin kesin bir kontrendikasyonu olmamasına rağmen, dikkatli olunması gereken bir durum koagülasyon bozukluğu olan hastalardır. DESL terapisi uygulanan kronik ağrılı hastalarda, kısa süreliğine yorgunluk hissinin arttığı ve ağrı süresinin geçici olarak uzadığı da rapor edilmektedir, ancak bu konu hakkındaki literatür verileri kısıtlıdır.¹⁹

SONUÇ

Kesin olarak herhangi bir kontrendikasyonu olmayan DESL terapisine başlanmadan önce hekim ile hasta kooperasyonunun iyi şekilde sağlanarak tedavi seanslarının aksaksız gerçekleştirilmesi tedavi başarısı açısından önem arz etmektedir. Tüm bu

bilgiler göz önüne alındığında, DESL terapisinin diş hekimliğinde kullanımının faydalı ve güvenli olduğu söylenebilmektedir.

Finansal Kaynak

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

Çıkar Çatışması

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

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Sun G, Tunér J. Low-level laser therapy in dentistry. *Dent Clin North Am* 2004;48(4): 1061-76.
- Uysal D, Güler Ç. [Laser in dentistry: a review of the literature]. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2012;(6):44-53.
- Kitchen SS, Partridge CJ. A review of low level laser therapy: part I: background, physiological effects and hazards. *Physiotherapy* 1991;77(3):161-8.
- Posten W, Wrone DA, Dover JS, Arndt KA, Silapunt S, Alam M. Low-level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy. *Dermatol Surg* 2005;31(3):334-40.
- Baxter CD, Waylonis GW. Therapeutic lasers: theory and practice. *Am J Phys Med Rehabil* 1995;74(4):327.
- Greguss P. Low-level laser therapy-reality or myth? *Optics & Laser Technology* 1984;16(2): 81-5.
- Coluzzi DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. *Dent Clin North Am* 2004;48(4):751-70.
- Kahraman SA. Low-level laser therapy in oral and maxillofacial surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2004;16(2):277-88.
- Herascu N, Velciu B, Calin M, Savastru D, Talianu C. Low-level laser therapy (LLLT) efficacy in post-operative wounds. *Photomed Laser Surg* 2005;23(1):70-3.
- Petroff P, Hartman RL. Defect structure introduced during operation of heterojunction GaAs lasers. *Appl Phys Lett* 1973;23(8):469-71.
- de Andrade AL, Bossini PS, Parizotto NA. Use of low level laser therapy to control neuropathic pain: a systematic review. *J Photochem Photobiol B* 2016;164(11):36-42.
- Karu T. Laser biostimulation: a photobiological phenomenon. *J Photochem Photobiol B* 1989;3(4):638-40.
- Leal-Junior EC, Vanin AA, Miranda EF, de Carvalho Pde T, Dal Corso S, Bjordal JM. 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 Med Sci* 2015;30(2):925-39.
- Ginani F, Soares DM, Barreto MP, Barboza CA. Effect of low-level laser therapy on mesenchymal stem cell proliferation: a systematic review. *Lasers Med Sci* 2015;30(8):2189-94.
- Oberoi S, Zamperlini-Netto G, Beyene J, Treister NS, Sung L. Effect of prophylactic low level laser therapy on oral mucositis: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2014;9(9):e107418.
- Prazeres LD, Muniz YV, Barros KM, Gerbi ME, Laureano Filho JR. Effect of infrared laser in the prevention and treatment of paresthesia in orthognathic surgery. *J Craniofac Surg* 2013;24(3):708-11.
- Nencheva-Sveshtarova S, Sveshtarov V, Uzunov TS, Prodanova K. Effectiveness of gaalas phototherapy according to diagnostic criteria for temporomandibular disorders. *Acta Medica Bulgarica* 2015;42(2):36-41.
- Elson N, Foran D. Low level laser therapy in modern dentistry. *Periodontics and Prosthodontics* 2015;1(2):2.
- Zecha JA, Raber-Durlacher JE, Nair RG, Epstein JB, Sonis ST, Elad S, et al. Low level laser therapy/photobiomodulation in the management of side effects of chemoradiation therapy in head and neck cancer: part 1: mechanisms of action, dosimetric, and safety considerations. *Support Care Cancer* 2016; 24(6):2781-92.