

# VİTAL PULPA TEDAVİLERİNDE LAZER UYGULAMASI

## THE APPLICATION OF LASER IN VITAL PULP THERAPY

Mesut Enes ODABAŞ<sup>1</sup>

### ÖZET

Lazer, vital pulpa tedavilerinde hemoraji kontrolü ve sterilizasyon gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Aynı zamanda lazer, pulpa dokusunu atraumatik olarak uzaklaştırabilmekte; hemostaz sağlayıp minimal oranda pıhtı formasyonu oluşturmakta ve bakterilerin eliminasyonunu sağlamaktadır. Bu derlemenin amacı pulpa teşhisi, pulpa kaplaması ve amputasyon yöntemi içeren vital pulpa tedavilerinde lazer kullanımını özetlemektir.

**Anahtar Kelimeler:** Lazer, pulpa, amputasyon, pulpa kaplamaları, pulpa teşhisi

### SUMMARY

Laser application has advantages with respect to control of hemorrhage and sterilization in vital pulp treatment. In addition, laser can remove the pulp tissue atraumatic, providing hemostasis and clot formation to creat minimal extent and provides the elimination of bacteria. The purpose of this review is to summarise laser applications in pulp therapy, including their use in pulp diagnosis, pulp capping and pulpotomy.

**Key Words:** Laser, pulp, pulpotomy, pulp capping, pulp diagnosis

**Makale Gönderiliş Tarihi** : 08.12.2009

**Yayına Kabul Tarihi** : 19.01.2010

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı, Dr.

Lazer (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) radyasyonun uyarılmış yayılımı ile ışık şiddetinin artırılması anlamına gelen sözcüklerin ilk harflerinden oluşmuş bir terimdir. Günümüzde diş hekimliğinde kullanılan lazerin geçmişi 1900 yılların başlarında Danimarkalı fizikçi Bohr'un kuantum mekanizması alanındaki teorilerine dayanmaktadır<sup>4,24,25,36</sup>.

Lazer cihazı temel olarak bir ışık güçlendiricisidir. Bu sistemde dışarıdan yapılan bir uyarı ile aynı dalga boyu, aynı faz ile aynı yönde foton akımı oluşmaktadır. Lazer cihazlarında aktif madde bulunan bir oda mevcuttur. Lazere adını veren bu aktif madde gaz, sıvı veya katı halde bulunabilir.

### **Lazer Işığının Özellikleri**

**1) Eş fazlı olması (Coherent):** Lazer ışığında fotonlar eş hareket etmektedir. Pik seviyeye çıkış ve inişleri (amplitüd) aynı zamanda olmaktadır. Bu eş değerli hareketler sonucu hedef nokta üzerindeki etkiler daha güçlü olmaktadır.

**2) Parelel (Collimated) :** Bu özelliği ile lazer ışığı dağılmadan yol alabilmekte, oldukça küçük noktalara odaklanabilmekte ve gerektiğinde odak çapı ayarlanabilmektedir.

**3) Tek Renkli (Monochromatic) :** Lazer ışığı tek bir dalga boyundaki ışık dalgalarından oluşmaktadır. Aynı aktif maddeye ait elektronlar aynı enerji düzeyinde uyarılarak üst seviyeye atlama yapmakta ve bunun sonucunda aynı enerji düzeyine sahip yeni eş fotonlar oluşmaktadır. Böylece homojen ve etkileri bilinen sabit kalitede ışık hüzmeleri elde edilebilmektedir.<sup>36</sup>

### **Lazerin Doku Üzerindeki Etkileri**

Lazer enerjisinin oluşturduğu ışık hedeflenen dokuda 4 farklı etkileşime neden olmaktadır. Bu reaksiyonlar dokunun optik özelliklerine ve lazerin dalga boylarına bağlıdır<sup>4,36</sup>.

Oluşan ilk etkileşim yansımadır. Bu tanım daha basit olarak, ışığın hedeflenen doku yüzeyinde hiçbir etkisi olmadan yayılmasıdır. Yansıyan ışık demeti dar bir yapıda veya diffüz olabilir. Bu yansıyan enerji istenmeyen bölgelere özellikle göze geldiği zaman çok tehlikeli olmaktadır. Bu durum özellikle lazer operasyonlarında dikkat edilmesi gereken en önemli husustur.

İkinci oluşan etkileşim ise hedeflenen bölgelerin lazer enerjisini absorbe etme özelliğidir. Bu etkileşim genellikle istenen bir durum olmakla beraber; dokunun absorpsiyon kapasitesine, dokunun pigmentasyonuna, içerdiği su miktarı gibi doku karakterine, lazerin emisyon modu ve dalga boyuna bağlıdır. Genel olarak kısa olan dalga boyları, yaklaşık 500 ile 1000 nm arasında olanlar, pigmente doku tarafından absorbe edilebilirler.

Üçüncü etkileşim ise transmisyonudur. Lazer enerjisinin dokudan hiçbir etki yapmadan geçmesidir. Bu etkileşim aynı zamanda lazer ışığının dalga boyuna bağlıdır. Örneğin; su, Nd:YAG lazer için şeffaf bir yapı oluştururken, doku içerisindeki sıvı CO<sub>2</sub> lazer ışığını absorbe etmektedir. Nd:YAG lazer ile ortamın kuru tutulmasının zor olduğu durumlarda çalınmak daha kolay iken, tükürük, doku sıvısı ve su, CO<sub>2</sub> lazerin etkisini absorpsiyon özelliği nedeniyle azaltmaktadır.

Lazer ışığının bir diğer etkileşimi ise saçılmadır. Bu etkileşim lazer enerjisini yayıflatmakta ve yararlı biyolojik etki üretmesini engellemektedir. Lazerin saçılma etkisi cerrahi işlem yapılan bölgelere komşu yapılarda ısı transferine neden olmakta ve istenmeyen termal hasar oluşturmaktadır. Bununla birlikte lazer ışığının farklı yönlerde yayılması ışık ile polimerize olan kompozit rezinler için yararlı bir etki ortaya çıkarmaktadır.

Lazer ışığının dikkat edilmesi gereken etkisi hedeflenen dokuda oluşturduğu ısıdır. Lazerin ısı etkisi temel olarak dokuların su içeriği üzerinde olmakta ve ısıyı artırmaktadır. Doku ısısı yaklaşık 60 °C kadar yükseldiğinde dokuların alt katmanlarında buharlaşma olmadan proteinler bozulmaktadır. Bu durum granülasyon dokularının cerrahi olarak uzaklaştırılmasında sağlıklı dokuların korunması açısından yararlı olmaktadır. Su içeren hedef doku ısısı 100 °C yükseltildiği zaman doku içerisindeki su buharlaşmakta ve "ablation" adı verilen bir olay gerçekleşmektedir. Yüksek oranda su içerdikleri için yumuşak dokuların eksizyonu bu ısıda gerçekleşmektedir. Isı 200 °C seviyesine yükseldiği zaman ise dokular dehidrate olup daha sonra yanmaktadır. Bu işlem ile karbonizasyon ortaya çıkmaktadır. Son ürün olarak ortaya çıkan karbon bütün dalga boylarındaki ışığı oldukça iyi absorbe eder ve daha fazla ısı artar. Bu şe-

kilde meydana gelen ısı artışı komşu dokularda yaygın termal hasara neden olmaktadır.<sup>4,5,6,8,12,14,31,36,38,39</sup>.

1960'lı yılların başlarında diş hekimliğinde lazer ile ilgili çalışmalar başlamıştır. Goldman ve arkadaşları<sup>9</sup> ilk olarak mine ve dentin üzerinde kullanılan Ruby lazer ile insanlarda vital dişlerde 2 atım lazer uygulaması sonucu hastanın ağrı hissetmediğini sadece diş kuronunda yüzeysel hasar olduğunu bildirmişlerdir. Taylor ve arkadaşları<sup>37</sup> Ruby lazerin diş pulpası üzerine histolojik etkisini ilk olarak inceledikleri araştırmalarında fare keser dişlerini 3-milisaneye atım aralığında 35 J ile 55 J değerinde lazer ile ekspoz etmişler ve büyük oranda hemorojik nekroz ve odontoblastik tabakada düzensizlikler ve lazer ışınının saçılmasına bağlı olarak çevre dokularda ve komşu dişlerde hasar oluştuğunu rapor etmişlerdir. Adrian ve arkadaşları<sup>1</sup> ise Ruby lazerin düşük enerji seviyelerinde bile pulpa hasarına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar diş hekimliğinde Ruby lazer yerine daha farklı lazerlerin diş hekimliğinde kullanılmasına neden olmuştur.

1988'de Paghdwala<sup>27</sup>, ilk kez düşük enerjili Er:YAG lazer ile diş sert dokularını kaldırmıştır. Bu işlemi su soğutması kullanmadan gerçekleştirirken, mine yüzeyinde herhangi bir çatlak oluşmadığı ve pulpa kavitesinde sadece 4,3 °C ısı artışı olduğunu bildirmiştir. Hibst ve arkadaşları<sup>10</sup>, Keller ve arkadaşları<sup>17</sup>, Er:YAG lazerin çevre yumuşak ve sert dokulara etki etmeden çürüğü uzaklaştırabildiğini göstermişlerdir.

Lazer uygulanımı esnasında oluşan ısı; lazerin gücü, dalga boyu, uygulama süresi ve enerjinin uygulanacağı alana bağlıdır. Pulpada oluşan minimal 5,5 °C'lik ısı artışı, bazı dişlerde vitalite kaybına neden olmaktadır. 16,7 °C'lik ısı artışlarında ise diş pulpasında nekrotik değişiklikler görülmüştür.<sup>22,24,25</sup>.

#### ***Diş Hekimliğinde Lazer Kullanımının Avantajları***

Diş hekimliğinde ilk olarak maksillo-fasial ve oral cerrahide kullanıma giren lazer; cerrahi işlem sırasında ve sonrasında hemostaz sağlanması, post operatif ağrının, ödem ve yara yeri izini azaltılması, sütür işlemini elimine etmesiyle operasyon süresinin kısaltılması, dokuda meydana gelen travmanın azaltılması ve aynı zamanda bakterisidal etki göstermesi gibi birçok avantajlar sağlamaktadır<sup>3</sup>. Aynı zamanda

lazer pulpa dokusunu travmatik olarak uzaklaştırabilmekte, hemostaz sağlayıp minimal oranda pıhtı formasyonu oluşturmakta ve bakterilerin eliminasyonunu sağlamaktadır. Geleneksel metotlardan farklı olarak lazer ışını ile ileten optik uçların doku ile temas etmemesi ile mekanik temas kurulmaması geride kalan dokuda herhangi bir travmaya neden olmamakta ve bu sayede lazer ışının dokuya penetrasyonu az oranda ve yüzeysel olmaktadır.

Lazerin yüzeyleri sterilize ettiği özelliğinden yola çıkarak, Adrian ve Groos<sup>2</sup>, CO<sub>2</sub> lazerin sporlar ile kontamine olmuş cerrahi bisturiyi sterilize ettiğini göstermişlerdir. Bununla beraber CO<sub>2</sub> ve Argon lazerin endodontik reamerlarında steril ettiği gösterilmiştir<sup>11,29</sup>. Rooney ve arkadaşları<sup>33</sup> ısıya karşı dirençli bakterileri Nd:YAG lazerin düşük enerji düzeylerinde bile etkili bir şekilde yok ettiğini göstermişlerdir.

#### ***Dişlerin Vitalitesini Değerlendirmede Lazer***

Diş pulpasının canlılığının değerlendirilmesinde de lazer kullanılabilir. Bu yöntemde kullanılan cihaz "Laser Doppler Flowmetry"<sup>34</sup>dir. "Laser Doppler Flowmetry" cihazında kullanılan lazer tipi 1 veya 2 mW düşük güçte Helium Neon (HeNe) ve GaAlAs Diode lazerlerdir. HeNe lazerin dalga boyu 632,8 nm iken Diode lazerin dalga boyu 780 ile 820 nm arasındadır. Diş pulpasının "lazer doppler flowmetry" ile vital veya devital teşhisinin konabilmesindeki ana prensip pulpa dokusundaki kırmızı kan hücrelerinin akış hızındaki değişikliğin saptanmasıdır. Özellikle çocuklarda dişlerin damarsal açıdan doğru değerlendirilmesi için kullanılan nöral stimülasyonların sıklıkla çocuklarda ağrı oluşturduğu bilinmektedir. Dişlerin vitalitesinin pulpa vaskülerite açısından değerlendirilmesi özellikle travma veya çürük lezyonlar nedeniyle gerekmektedir. Diş pulpasını değerlendiren en iyi teknik; non-invasiv, objektif, ağrısız, ucuz, gerçekçi ve standardize olmak zorundadır<sup>30</sup>. Bu teşhis yönteminin ağrısız olması özellik immatur ve travmatize dişleri değerlendirilirken daha rahat kullanımını sağlamaktadır<sup>7</sup>.

Dişlerin vitalitesini değerlendirmede bir başka yöntem sıcak guta-perka uygulamasıdır. Bu metot ağrı semptomuna dayalı olduğu için kalın mine ve dentinde ve hatta kişinin ağrı eşiği seviyesine göre hatalı sonuçlara neden olabilmektedir. Bu tekniğe al-

ternatif olarak Nd: YAG lazerin pulse modu kullanılmıştır. Nd: YAG lazer ile stimule edilen ağrı, diğer geleneksel elektrik pulpa testlere nazaran daha tolere edilebilir olmuştur<sup>7,21,41</sup>.

Randi ve arkadaşları<sup>30</sup> yaptıkları çalışmada “laser doppler flowmetry” ile süt dişlerinin pulpal kan akış hızlarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada “laser doppler flowmetry” ile değerlendirilen dişler aynı zamanda elektrokardiogram (EKG) ile değerlendirilerek sonuçlar kıyaslanmıştır. Sonuç olarak çekilen süt dişleri veya pulpası ekstripe edilen süt dişlerin “laser doppler flowmetry” ile değerlendirildiğinde vital süt dişlerine göre belirgin oranda farklı sonuçlar verdiği saptanmıştır. EKG ile “laser doppler flowmetry” arasında yapılan kıyaslamada ise istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada “laser doppler flowmetry”nin süt dişlerin intra pulpal kan akımını ölçmek için ağrısız, objektif ve non invaziv bir metod olduğunu bildirmişlerdir.

Aynı zamanda pulpanın değişik patolojik safhaları da lazer ile teşhis edilebilmektedir. Sağlıklı pulpa Nd: YAG lazer ile 2 W ve saniyede 20 atım üretecek şekilde ve lazerin ucu dişe yaklaşık 10 mm uzaktan uyarıldığında lazer uygulamasından sonra dişte 20-30 saniyede ağrı oluşmakta ve lazer uyarımı kesildikten sonra ağrı birkaç saniyede kaybolmaktadır. Akut pulpitis durumunda ise lazer uygulaması yapılmaz ağrı başlamakta ve lazer uyarımı durduktan sonra ağrı ortalama 30 saniye kadar devam etmektedir. Akut seröz pulpitis ve akut süpüratif pulpitis teşhisinde çürüklerin elektrik akım direnci ile lazer uyarımının oluşturduğu ağrı beraber kullanılmaktadır. Elektrik akım direnci 15,1 mΩ’ dan fazla ve lazer uyarımından sonra hastanın ağrısı 30 saniyeden uzun sürüyorsa teşhis akut seröz pulpitisdir. Elektrik akım direnci 15,0 mΩ’ dan az ise ve ağrı süresi 30 saniyeden uzun sürüyorsa akut süpüratif pulpitisdir. Çürük elektrik direncinin 15,0 mΩ’ dan az olması çürük ile pulpa odası arasında herhangi bir sert sağlıklı dentin dokusu olmadığını göstermektedir<sup>21</sup>.

### **Direkt ve İndirekt Pulpa Kaplamalarında Lazer**

Lazer tedavisinin hemoraji kontrolünde, atravmatik cerrahide ve sterilizasyonda önemli bir avantajının olması diş hekimliğinde direkt ve indirekt pulpa kaplama alanında kullanımını gündeme getir-

miştir. İndirekt pulpa tedavisinde 2 W, 20 pps ve 1 saniyeden az olan Nd: YAG lazer kullanırken diş pulpasını korumak amacıyla siyah mürekkep ve hava soğutma spreyi birlikte kullanılmalıdır. Bu tedavinin mekanizması birçok çalışmada belirtildiği gibi lazer uygulanımı sonrası dentin tübüllerinin kapanmasına bağlı olarak dentine penetre olan boya miktarındaki azalma ile açıklanmaktadır. CO<sub>2</sub> lazer ile yapılan indirekt pulpa kaplamaların da ise bu lazer tipinin yüksek enerji seviyesine sahip olmasından dolayı % 38 gümüş amonyum solüsyonu ile yapılması tavsiye edilmiştir<sup>21,24,25</sup>.

Direkt pulpa kaplamasında, CO<sub>2</sub> lazer kullanımından önce, perforasyon bölgesindeki kanama kontrol altına alınmalı ve bölge % 8 sodyum hipoklorit ve %3 hidrojen peroksit ile 5 dakika yıkanmalıdır. Kullanılan lazer enerjisi 1 W veya 2 W olmalıdır. Ekspoz pulpa lazer ile tedavi edildikten sonra kalsiyum hidroksit ile örtülmeli ve üzeri karboksilat siman gibi bir materyal ile kapatılmalıdır<sup>21,24,25</sup>.

Moritz ve arkadaşları<sup>24</sup>, yaptıkları *in vivo* çalışmada mekaniksel olarak perfore olan toplam 200 dişte, CO<sub>2</sub> lazer tekniği ve klasik kalsiyum hidroksit metodu ile direkt pulpa kaplamasını karşılaştırmışlardır. 12 aylık takip sonucunda direkt pulpa kaplaması yapılan her iki gruptaki dişlerin vitalitesini “laser doppler flowmetry” ile değerlendirilmişlerdir. CO<sub>2</sub> lazer ile yapılan direkt pulpa kaplamalarında % 89 başarı sağlamışlarken, kalsiyum hidroksit ile pulpa kaplaması yapılan dişlerde % 68 oranında başarı elde etmişlerdir. Bu yüksek başarı oranını, hemorajinin kontrolüne, dezenfeksiyona, sterilizasyona ve diş pulpa dokularının stimülasyonuna bağlamaktadırlar.

Moritz ve arkadaşları<sup>25</sup>, yaptıkları bir başka *in vivo* çalışmada 260 hastada CO<sub>2</sub> lazer tekniği ve klasik kalsiyum hidroksit metodu ile direkt pulpa kaplaması karşılaştırmışlardır. 2. yıl sonunda toplam 200 hasta ile ilgili bulguları bildirmişlerdir. Lazer grubunda perfore olan pulpaya 1 W ve 0.1 saniye atımlarla lazer uygulandıktan sonra Ca(OH)<sub>2</sub> ile kapatmışlardır. Kontrol grubunda ise lazer uygulamadan perfore pulpa Ca(OH)<sub>2</sub> ile kapatmışlardır. Lazer grubunda dişlerin vitalitesi “laser doppler flowmetry” ile değerlendirilerek % 93 oranında vital bulgularken kontrol grubunda bu oran diğer yaptıkları çalışmaya<sup>23</sup> benzer olarak % 68 olarak bildirmişlerdir.

Wilder-Smith ve arkadaşları<sup>40</sup>, köpekler üzerinde CO<sub>2</sub> lazerin direkt pulpa kaplamasında kullanımını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak CO<sub>2</sub> lazerin 17 köpek dişinin 15'inde başarılı olduğunu bulmuşlardır.

Jayewardena ve arkadaşları<sup>13</sup>, yaptıkları çalışmada fare dişlerinin pulpalarının ekspoz edildikten sonra Er:YAG lazer uygulaması ve daha sonra Ca(OH)<sub>2</sub> ile kaplamaları sonucu pulpa cevabını incelemişlerdir. Bu çalışmada lazer grubunda perforasyon bölgesine 10 Hz, 150 µJ enerji seviyesinde lazer uygulamışlar ve pulpa yüzeyini Ca(OH)<sub>2</sub> ile kapatmışlardır. Kontrol grubunda ise sadece Ca(OH)<sub>2</sub> kullanmışlardır. Daha sonra dişler 0. gün, 3. gün, 1. hafta ve 2. hafta olarak histopatolojik olarak değerlendirilmişlerdir. 0. gün değerlendirmesinde kontrol grubunda 8 örneğin 6'sında hemoraji, az sayıda örnekte ise pulpada dentin parçalarına rastlamışlardır. Kontrol grubunun bütün örneklerde pulpaların histolojik olarak normal görünümde olduğunu bildirmişlerdir. Lazer grubunda ise 0. gün değerlendirmesinde sadece bir örnekte hemorajiye bulgulamışlardır. Perforasyon bölgesindekiler hariç diğer odontoblastların sıralanmasında devamlılığın kaybolmadığını bildirmişlerdir. Pulpanın bağ dokusu hücrelerindeki artış dışında pulpanın histolojik olarak normal görünümde olduğunu bildirmişlerdir. 3. gün değerlendirmesinde kontrol grubunda Ca(OH)<sub>2</sub> hemen altındaki hücrelerde disorganizasyon ile birlikte polimorf nükleer lökosit hücre infiltrasyonu olduğunu ve konjese kan damarlarının izlendiğini bulgulamışlardır. Lazer grubunda ise Ca(OH)<sub>2</sub> hemen altında yüzeysel bir nekrotik alan ile birlikte polimorf nükleer lökosit hücre infiltrasyonu ve makrofaj sayısında artış bulgulamışlardır. 1. hafta değerlendirmesinde kontrol grubunda perforasyonun her iki duvarında ince bir reperatif dentin tabakası izlemişlerdir. Lazer grubunda ise reperatif dentin tabakası ile birlikte dentin köprüsü başlangıç oluşumunu izlemişlerdir. 2. hafta değerlendirmesinde kontrol grubunda dentin köprüsü odakları izlendiğini bulgulamışlardır. Lazer grubunda ise perforasyon bölgesinde iyi organize olmuş dentin köprüsü ve normal pulpa histolojisi bulgulamışlardır. Sonuç olarak, Er:YAG lazer kullanımı ve takiben ekspoz pulpa yüzeyinin Ca(OH)<sub>2</sub> ile kaplanması sonrası pulpanın dentin köprüsü oluşturarak patolojik cevap oluşmasını iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

### Vital Pulpa Amputasyonunda Lazer

Pulpa amputasyonunda lazer enerjisinden kınanmayı kontrol altına alınmasında ve hücre stimulasyonunun sağlanmasında faydalanılmaktadır. Vital pulpa amputasyonunda kullanılan Nd: YAG ve CO<sub>2</sub> lazerin kuvveti 1 ile 4 W arasında değişmektedir. CO<sub>2</sub> lazer, amputasyon işlemi sırasında tek başına uygulanabilmesine rağmen bu işlem belirgin bir zaman alması pulpa dokusunun zarar görmesine neden olabilmektedir. Nd: YAG ve CO<sub>2</sub> lazer, pulpa amputasyonunun ekskavatör veya tur ile kaldırıldıktan sonra pulpal hemostazı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.<sup>19,32</sup> HeNe lazer ve düşük kuvvetli yeni kondüktör lazerler ise pulpa amputasyonunda alternatif olarak kullanılabilirlerdir<sup>21</sup>.

Robert ve arkadaşları<sup>32</sup>, yaptıkları çalışmada 15 sağlıklı çocukta toplam 30 süt dişinde formokrezol ve ortalama 7,2-21 J enerji seviyesinde CO<sub>2</sub> lazer ile vital pulpa amputasyonu sonrası pulpa cevabını 28. gün ve 90. gün klinik radyolojik ve histolojik olarak karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada CO<sub>2</sub> lazer ile tedavi edilen süt dişlerinin ikisinde internal rezorbsiyon oluşurken formokrezol ile tedavi edilen süt dişlerin bir tanesinde internal rezorbsiyon izlemişlerdir. 28. gün histolojik değerlendirmede formokrezol grubunda orta derecede inflamatuvar hücre infiltrasyonu özellikle çinko oksit öjenol'e (ZOE) komşu bölgelerde ise akut yoğun inflamatuvar hücre infiltrasyonu bulgulamışlardır. Lazer grubunda ise fiksasyon ve nekroz odakları ile inflamatuvar hücre infiltrasyonu bulgulamışlardır. 90. gün değerlendirmelerinde formokrezol grubunda özellikle ZOE komşu bölgelerde nekroz odakları ve yoğun akut ve kronik inflamatuvar hücre infiltrasyonu bulgulamışlardır. Lazer grubunda ise daha az oranda akut ve kronik inflamatuvar hücre infiltrasyonu bulgulamışlardır. Bu çalışma sonucunda CO<sub>2</sub> lazer ile tedavi edilen süt dişlerinde daha az oranda inflamasyon hücrelerine rastlamışlardır. Ancak klinik, semptomatik ve radyografik bulgular sonucunda istatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı fark olmadığını saptamışlardır.

Jeng-Fen Liu<sup>19</sup> yaptığı çalışmada 64 adet süt büyük azı dişi Nd: YAG lazer ile 51 süt büyük azı dişi ise 1:5 oranında dilue edilmiş formokrezol ile amputasyon tedavisi uygulamıştır. Hastalar her 3 ayda bir klinik her 6 ayda bir ise radyolojik olarak takip al-

tında tutmuştur. Takip süresi 6–48 ay arasında olmuştur. Lazer ile tedavi edilen süt dişlerinin klinik başarısı % 96,9, radyolojik başarısı ise % 90,6 iken formokrezol ile tedavi edilen dişlerde klinik başarı % 88,2, radyolojik başarısı ise % 82,3 olmuştur. Daimi dişlerin erüpsiyonundan sonra dişlerde herhangi bir defekte rastlamamıştır. Sonuç olarak Nd: YAG lazer amputasyonunun klinik kullanımına girebileceğini rapor etmiştir.

Shoji ve arkadaşları<sup>35</sup>, CO<sub>2</sub> lazerin köpek dişleri üzerinde histopatolojik etkilerini değerlendirmişlerdir. Amputasyon işlemi sonrası pulpa yüzeyine CO<sub>2</sub> lazer 3, 10, 30 ve 60 W enerji seviyelerinde olmak üzere 0,1, 0,5, 1,0 saniye sürelerle uygulanmıştır. Dişler takiben histopatolojik olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak lazerin düşük enerji seviyesinin daha az oranda koagülasyon nekrozuna neden olduğunu bildirmişler ve özellikle kliniğe yönelik daha fazla çalışma yapılmasının gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Jukic ve arkadaşları<sup>14</sup>, CO<sub>2</sub> ve Nd:YAG lazerlerin amputasyon tedavisinde pulpa üzerine histolojik etkilerini değerlendirmişlerdir. Köpek büyük azı ve küçük azı dişlerinde amputasyon giriş kaviteleri açıldıktan sonra kanal ağızlarına her iki lazer tipini uygulamışlardır. Kullandıkları lazer parametreleri ise Nd: YAG lazer için 2 W, 10 ms ve saniyede 5 atım olmak üzere 1, 2 ve 3 saniye, CO<sub>2</sub> lazer için ise 2 W, 20 atım ve saniyede 20 atım olmak üzere 1, 2 ve 3 saniye olarak uygulamışlardır. Değerlendirmeler 30. ve 45. gün olarak yapmışlardır. Nd: YAG lazer grubunda yüzeyel pulpada koagülasyon, daha derin pulpa dokusunda ise karbonizasyon ve nekroz saptamışlardır. Her iki lazer grubunda çok az örnekte pulpa polipi bulgulamışlardır. CO<sub>2</sub> ve Nd: YAG lazer gruplarında yüzeyel pulpa tabakasına komşu odontoblastlarda değişiklik ile birlikte büyük oranda vazodilatasyon ve inflamatuvar hücre infiltrasyonu saptamışlardır. CO<sub>2</sub> lazer grubunda daha fazla oranda hemoraji ve ödem bulgulamışlardır. 30. gün ve 45. gün lazer uygulamalarında her iki grupta da kanal ağızlarında yeni dentin yapımına rastlamamışlardır.

Kimura ve arkadaşları<sup>18</sup> Er:YAG lazerin amputasyon tedavisinde pulpa ve periodontal dokular üzerine histopatolojik değişiklikleri değerlendirmişlerdir. Fare dişlerinde amputasyon giriş kaviteleri açıldıktan

sonra 34 µJ, 68 µJ ve 102 µJ 3 farklı enerji seviyelerinde lazer uygulamışlardır. Bu çalışmada kontrol grubu olarak Ca(OH)<sub>2</sub> amputasyonu yapılmış, lazer grubunda ise lazer uygulamasından sonra kontrol grubunda olduğu gibi pulpa yüzeyi Ca(OH)<sub>2</sub> ile kapatılmıştır. Daha sonra dişlerin 0. gün, 2. gün ve 1. hafta histopatolojik değerlendirmeleri yapılmıştır. 0. gün değerlendirmelerinde bütün gruplarda hafif düzeyde hemoraji ve kesilen pulpa yüzeyine yakın bölgelerde kan damarlarında genişleme olduğunu bildirmişlerdir. 68 µJ ve 102 µJ lazer uygulanan gruplarda karbonizasyon ve yanık yüzeyleri tespit etmişlerdir. 2. gün değerlendirmelerinde farklı enerji seviyelerinde lazer uygulanan 3 grupta kök pulpasında hafif derecede inflamasyon, kesilen pulpa yüzeyine yakın bölgelerde ise hafif ve orta derecede inflamasyon izlemişlerdir. 1. hafta değerlendirmesinde kontrol grubunda ve 34 µJ lazer uygulanan grupta kesilen pulpa yüzeyine yakın bölgelerde inflamasyon izlememişler, 68 µJ ve 102 µJ lazer uygulanan gruplarda çok az oranda kök pulpasında hafif derecede inflamasyon gözlemlemişlerdir. 102 µJ lazer uygulanan grupta sadece tek bir örnekte kesilen pulpa yüzeyine yakın bölgede şiddetli seviyede inflamasyon bulgulamışlardır. Periodontal dokularda herhangi bir histopatolojik değişiklik rapor etmemişlerdir.

Huth ve arkadaşları<sup>12</sup> yaptıkları klinik çalışmada ferrik sülfat, CA(OH)<sub>2</sub>, Er:YAG lazer ve 1:5 dilue formokrezol amputasyon tekniklerini 107 çocuk hastada toplam 200 süt büyük azı dişe uygulayarak başarılarını klinik ve radyolojik olarak kıyaslamışlardır. Bu çalışmada kullanılan Er:YAG lazer kanal ağızlarına 2 Hz ve 180 mJ/atım olarak uygulanmışlar ve diğer 3 yöntemde de olduğu gibi kanal ağızları çinko oksit öjenol ile kapatılarak final restorasyonları paslanmaz çelik kron veya kompozit rezin restorasyon ile yapmışlardır. Takip periyotları 6, 12, 18 ve 24 ay (± 2 hafta) olarak yapmışlardır. 12 aylık takip periyodu sonucunda formokrezol (n=96) % 100, lazer (n=93) % 98, CA(OH)<sub>2</sub> (n=86) % 95 ve ferrik sülfat (n=86) % 100 oranlarında, 24 aylık takip periyodunda ise formokrezol (n=85) % 96, lazer (n=78) % 93, CA(OH)<sub>2</sub> (n=53) % 87 ve ferrik sülfat (n=86) % 100 oranlarında başarılı bulmuşlardır. Altın standart olarak kullanılan formokrezol ile kıyasladıkları zaman

sadece CA(OH)<sub>2</sub> grubu ile formokrezol arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulgulamışlardır.

Saltzman ve arkadaşları<sup>34</sup>, geleneksel yöntem olan formokrezol uygulamasından sonra çinko oksit öjenol ile kanal ağızlarının kapatılmasına (FC-ZOE grup) kanal ağızlarına 3 W güçteki diode lazer amputasyon uygulamasından sonra kanal ağızlarının MTA (L-MTA grup) ile kapatılmasının alternatif olup olmayacağını araştırmışlardır. Çalışmalarında yaşları 3 ile 8 yaş arasında değişen 16 çocuğun 26 çift süt büyük azı dişlerine her iki yöntem ile amputasyon tedavisi uygulamışlardır. Klinik ve radyolojik olmak üzere 1, 3, 6, 12 ve 24 ay olarak takip etmişlerdir. Klinik takip sürelerinde her iki gruptaki tüm dişler sağlıklı olarak bulgulamışlardır. Sonuç olarak radyolojik olarak L-MTA grubunda daha fazla başarısızlık tespit ederlerken bu sonucun istatistiksel olarak bir fark oluşturmadığını, L-MTA amputasyonunun alternatif olarak kullanılabilmesi için daha fazla hasta grubunda ve daha uzun dönem takiplerinin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Odabaş ve arkadaşları<sup>26</sup>, Nd:YAG lazer ve formokrezol amputasyonunun insan süt dişlerinde klinik, radyolojik ve histopatolojik etkilerinin karşılaştırılması olarak değerlendirilmişlerdir. Yaptıkları çalışmada klinik ve radyolojik takipler 1., 3., 6., 9. ve 12. aylarda yapmışlardır. Lazer ve formokrezol gruplarında toplam 21'er diş tedavi etmişlerdir. Lazer grubunda % 85,71 klinik başarı ve % 71,42 radyolojik başarı elde ederlerken, formokrezol grubunda % 90,47 oranında klinik ve radyolojik başarı elde etmişlerdir.

Sonuç olarak lazer, pulpa tedavilerinde geleneksel yöntemlerle birlikte veya alternatif olarak kullanılabilir. Bununla beraber lazerin pulpa tedavilerinde tam olarak kullanıma girebilmesi ve buna bağlı olarak en uygun lazer parametrelerinin belirlenmesi için daha çok sayıda uzun dönem klinik çalışmalara ihtiyaç olduğunu bildirilmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Adrian JC, Bernier JL, Sprague WG. Laser and the dental pulp. J Am Dent Assoc 83: 113-117, 1971.
- Blankenau RJ, Kelsey WP, Powell GL, Shearer GO, Barkmeier WW, Cavel WT. Degree of composite resin polymerization with visible light and argon laser. Am J Dent. 1991 4: 40-42, 1991.
- Bradley PF. A review of the use of the neodymium YAG laser in oral and maxillofacial surgery. Br J Oral Maxillofac Surg 35: 26-35, 1997.
- Coluzzi JD. An overview of laser wavelenghts used in dentistry. Dent Clin North Am 44 : 753-769, 2000.
- Fox JL, Yu D, Otsuka M, Higuchi WI, Wong J, Powell G. Combined effects of laser irradiation and chemical inhibitors on the dissolution of dental enamel. Caries Res 26: 333-339, 1992.
- Frentzen M, Koart HJ. Lasers in dentistry: new possibilities with advencing laser technology. Int Dent J 40: 323-332, 1990.
- Gazelius B, Olgart L, Edwall B, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. Endod Dent Traumatol 2: 219-221, 1986.
- Gimbel BC. Hard tissue laser procedures. Dent Clin North Am 44: 931-954, 2000.
- Goldman L, Gray JA, Goldman J, Goldman B, Meyer R. Effects of laser impacts on teeth. J Am Dent Assoc 70: 601-606, 1965.
- Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. Laser Med Surg 9: 338-344, 1989.
- Hooks TW, Adrian JC, Gross A, Bernier WE. Use of carbon dioxide laser in the sterilization of endodontic reamers. Oral Surg 49: 263-265, 1980.
- Huth KC, Paschos E, Hajek-Al-Khatat N, Hollweck R, Crispin A, Hickel R, Folwaczny M. Effectiveness of 4 pulpotomy techniques--randomized controlled trial. J Dent Res 84: 1144-1148, 2005.
- Jayawardena JA, Kato J, Moriya K, Takagi Y. Pulpal response to exposure with Er:YAG Laser. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 91: 222-229, 2001.
- Jukic S, Anic I, Koba K, Najzar-Fleger D, Matsumoto K. The effect of pulpotomy using CO2 and Nd:YAG lasers on dental pulp tissue. Int Endod J 30: 175-180, 1997.
- Kaplan I, Giler S. Carbon dioxide laser surgery. In. CO2 Laser Surgery. Berlin: Springer-Verlag, 1984, 1-13.
- Keller U, Hibst R, Geurtsen W. Er:YAG laser application in caries therapy: Evaluation of patient perception and acceptance. J Dent 26: 649-656, 1998.
- Keller U, Hibst R, Steiner R. Experimental studies on the application of the Er:YAG laser on dental hard substances. Laser Med Surg 9: 338-344, 1989.
- Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, Watanabe H, Wang X, Matsumoto K. Histopathological changes in dental pulp irradiated by Er:YAG laser: a preliminary report on laser pulpotomy. J Clin Laser Med Surg 21: 345-350, 2003.
- Liu J. Nd:YAG laser pulpotomy of human primary teeth. International Congress Series 1248: 251-256, 2003.
- Mathewson RJ, Primosch RE. Pulp treatment. In. Fundamentals of Pediatric Dentistry, 3 rd eds. Mathewson RJ, Primosch RE. Chicago: Quintessence, 1995, 257-280.
- Matsumoto K, Wakabayashi H, Funato A, et al. Pathohistological study on the pulp tissue reactions of monkey's teeth irradiated with GaAlAs semiconductor laser. Jpn J Conserv Dent 28: 1361-1365, 1985.
- Matsumoto K. Lasers in Endodontics. Dent Clin North Am 44: 889-907, 2000.

23. Misserendino LJ, Neiburgerr EJ, Waila H, Luebke N, Brantley W. Thermal effects on continuous wave CO2 laser exposure on human teeth: an in vitro study. *J Endod* 15: 302-305, 1989.
24. Moritz A, Schoop U, Goherkhay K, Sperr W. The CO2 Laser as An Aid in Direct Pulp Capping. *J Endod* 24: 248-251, 1998.
25. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Sperr W. Advantages of a pulsed CO2 laser in direct pulp capping: a long-term in vivo study. *Lasers Surg Med* 22: 288-293, 1998.
26. Odabaş ME, Bodur H, Bariş E, Demir C. Clinical, radiographic, and histopathologic evaluation of Nd:YAG laser pulpotomy on human primary teeth. *J Endod* 33: 415-421, 2007.
27. Paghdiwala A. Application of the erbium:YAG laser on hard tissues: Measurement of the temperature changes and depths of cut. *Laser Res Med Surg Dent ICALEO* 64: 192-201, 1988.
28. Pogrel MA, Yen CK, Hansen LS. A comparison of carbon dioxide laser, liquid nitrogen cryosurgery and scapel wounds in healing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 69: 2269-2273, 1990.
29. Powell GL, Whisenant BK. Comparison of three lasers for dental sterilization. *Lasers Surg Med* 11: 69-71, 1991.
30. Randi DF, David JK, Douglas HJ. Evaluation of a laser doppler flowmeter to asses blood flow in human primary incisor teeth. *Pediatr Dent* 21: 53-56, 1999.
31. Rizoiu IM, Eversole LR, Kimmel AI. Effects of an erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium, garnet laser on mucocutaneous soft tissues. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 82: 386-395, 1996.
32. Robert Elliott D, Roberts MW, Burkes J, Phillips C. Evaluation of the carbondioxide laser on vital human primary pulp tissue. *Pediatr Dent* 21: 327-331, 1999.
33. Rooney J, Midda M, Leeming J. A laboratory investigation of the bactericidal effect of a Nd-YAG laser. *Br Dent J* 176: 61-64, 1994.
34. Saltzman B, Sigal M, Clokie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni GV. Assessment of a novel alternative to conventional formocresol-zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: diode laser-mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Int J Paediatr Dent* 15: 437-447, 2005.
35. Shoji S, Nakamura M, Horiuchi H. Histopathological changes in dental pulps irradiated by CO2 laser: a preliminary report on laser pulpotomy. *J Endod* 11: 379-384, 1985.
36. Solewsky GJ. Historical survey of laser dentistry. *Dent Clin North Am* 44: 717-753, 2000.
37. Taylor R, Shkar G, Roeber F. The effects of laser radiation on teeth, dental pulp and oral mucosa of animals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 19: 786-795, 1965.
38. White MJ, Goodis HE, Setcos CJ, Eakle S W, Hulscher BE, Rase LC. Effects of pulsed Nd:Yag laser energy on human teeth. A three-year follow-up study. *J Am Dent Assoc* 124: 45-51, 1993.
39. Wilder-Smith P, Arrastia AM, Liaw LH, Berns M. Incision properties and thermal effects of three CO2 lasers in soft tissue. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 79: 685-691, 1995.
40. Wilder-Smith P, Peavy GM, Nielsen D, Arrastia-Jitosho AM. CO2 treatment of traumatic pulpal exposures in dogs. *Lasers Surg Med* 21: 432-437, 1997.
41. Yonaga K, Kimura Y, Matsumoto K. Treatment of cervical dentin hypersensitivity by various methods using pulsed Nd:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg* 17: 205-210, 1999.

#### Yazışma Adresi

Gazi üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Pedodonti Anabilim Dalı, Ankara  
e-posta: mesut@gazi.edu.tr