

DERLEME

RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİ VE ENDODONTİDE LAZER KULLANIMI

LASER USAGE IN RESTORATIVE DENTISTRY AND ENDODONTICS

Hacer DENİZ ARISU¹

ÖZET

Lazerler 20 yılı aşkın süredir diş hekimliğinde pek çok farklı alanda kullanılmaktadır. Dişin canlılığının değerlendirilmesi, çürük teşhisi, kök kanallarının sterilizasyonu, çürük lezyonlarının oluşumunun önlenmesi ve tedavisi gibi pek çok restoratif ve endodontik işlem lazer kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu derlemenin amacı restoratif diş hekimliği ve endodontik uygulamalarda lazerlerin kullanım alanlarının ve bu güne kadar yapılan çalışmaların özetlenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Çürük önleme, çürük teşhisi, dentin hassasiyeti, kök kanal sterilizasyonu, lazer.

SUMMARY

Lasers have been used in different fields of dentistry for more than 20 years. A lot of restorative and endodontic procedures can be performed with lasers like diagnosis of pulp vitality, diagnosis of caries, sterilization of the root canals, treatment of dentinal hypersensitivity, prevention and treatment of carious lesions. The aim of this review was to summarize the useage of lasers in restorative dentistry and in endodontic procedures and summarize the studies had been carried out in this field.

Key words: Caries prevention, caries diagnosis, dentin hypersensitivity, root canal sterilization, laser.

Makale Gönderiliş Tarihi : 12.01.2009

Yayına Kabul Tarihi : 13.04.2009

¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Öğretim Görevlisi, Dr.

GİRİŞ

Radyasyonun spontan ve uyarılmış salınımı fikrinin ilk kez 1916 yılında Einstein'ın "Zur Quantum Theorie Der Stralung" (Quantum Teorisi) ile ortaya atıldığı kabul edilmektedir⁴⁴. Lazer, radyasyonun uyarılmasıyla ışık şiddetinin artırılması anlamına gelmektedir ve "Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation" tanımının baş harflerinden oluşmaktadır⁵¹. İlk lazer ya da o zamanki adıyla 'Maser' Theodore H. Mainman tarafından 1960 yılında geliştirilen 694 nm dalga boyunda ruby (yakut) lazerdir⁵¹. Bundan bir yıl sonra, 1961 yılında Snitzer, Neodymium lazeri geliştirmiştir. Diş hekimliğinde lazer kullanımıyla ilgili ilk çalışma Stern ve Sognaes'un ruby lazerin mine ve dentin gibi diş sert dokuları üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmadır⁶¹. Bu çalışmanın sonuçlarına göre araştırmacılar mine ve dentinde karbonizasyon oluştuğunu ve sonuç olarak lazerlerin diş hekimliğinde kullanımının uygun olmadığını bildirmişlerdir. Ruby lazerle yapılan başlangıç deneylerinden sonra argon, karbon dioksit (CO₂) neodmiyum – yttrium aliminyum garnet (Nd:YAG) ve erbium YAG (Er:YAG) lazerler gibi değişik lazerler de diş hekimliği araştırmalarında ve pratiğinde kullanılmıştır.

Günümüzde lazerler restoratif diş hekimliği ve endodontik uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

LAZERLERİN RESTORATİF DİŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANIMLARI

Çürük Teşhisi

Çürüğün klinik teşhisinde, uzun yıllardır dental ayna ve ışık ile yapılan gözle muayene, sond ve bite-wing radyografiler kullanılmaktadır. Gözle muayene yönteminin en önemli eksikliği ara yüzelerde ya da okluzal yüzeyde kavitasyon oluşturmadan ilerlemiş lezyonların teşhisinde yetersiz kalmasıdır^{38,39}.

Son yıllarda çürük teşhisinde sond kullanımı tartışmalı bir uygulama olarak değerlendirilmektedir. Başlangıç lezyonlarda bulunan çürük bakterilerinin sond kullanımıyla daha derin dokulara ilerletilebildiği düşüncesi yaygınlık kazanmaktadır. Bite-wing radyografilerin ise ar yüz çürüğünün teşhisinde kullanımının avantajları kabul

edilmiş olmasına rağmen, erken mine çürüğü teşhisinde tüberküllerdeki sağlam minenin süperpoze olması sonucu yetersiz kalabileceği bildirilmiştir^{65,70}.

1990'lı yıllarda yapılan çalışmalar kırmızı ışığın yakın infrared alanda bir floresans meydana getirdiğini ortaya çıkarmıştır⁵¹. Hibst ve Gall³⁰ 665 nm dalga boyunda lazer ışığını uyarıcı olarak kullanmış ve 680 nm'de filtreler kullanıldığında daha yüksek dalga boylarında sinyaller elde edilebildiğini göstermişlerdir. Bu verilere dayanılarak KaVo firması çürük teşhisinde kullanılmak üzere Diagnost isimli bir cihaz geliştirmiştir.

Günümüze kadar Diagnost cihazının geleneksel yöntemlerle karşılaştırılarak hassasiyetinin değerlendirildiği pek çok çalışma yapılmıştır^{4,25,62,77}. Bu cihazla yapılan çalışmaların sonuçları ışığında yüksek oranda yanlış pozitif sonuçlar vermesi ve yüzeyin rengi, ıslaklığı gibi birçok faktörden etkilenmesi nedeniyle cihazın çürük teşhisi için hekimin doğru karar vermesinde tek başına yeterli olmayacağı ancak diğer klinik teşhis yöntemleri ile birlikte yardımcı olarak kullanılabileceği söylenebilir^{2,10,31,62-64}.

Çürüğün Önlenmesi ve Uzaklaştırılmasında Lazer Kullanımı

Lazerle yapılan ilk çalışmalar lazer uygulamasıyla diş minesinin asit direncinin artırılabilceğini göstermektedir. Yamamoto ve arkadaşları^{74,75} Nd:YAG lazer kullanılarak minenin asit direncinin artırılabilceğini ancak bunun için çok yüksek güç (1GW/cm²) kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Featherstone ve arkadaşları 20 yılı aşkın bir süredir lazerlerin diş sert dokuları üzerindeki etkilerini inceleyen bir seri çalışma gerçekleştirmişlerdir^{13,21,23,33,40}. Bu çalışmalar geçiş, yansıma, saçılma ve emilimi de içerisine alan temel lazer-doku etkileşimlerini içermektedir. Bu çalışmaların sonuçları, labratuar çalışmalarında mine ve dentinde çürük oluşumunun önlenmesinde özel dalga boylarının kullanılmasına neden olmuştur. Çalışmaların tamamının amacı, klinik olarak çürük lezyonlarının oluşumunun önlenmesi, çürüğün uzaklaştırılması ve tedavisi için lazer uygulamalarının seçiminde bilimsel bir temel oluşturmaktır. Lazer uygulamalarıyla çürük oluşumunun engellenmesinin iki basamaklı olarak gerçekleşebileceği kabul edilmektedir:

1- Diş sert dokularında yeterli ve etkin bir şekilde kullanılabilir özel lazer dalga boyları ve güç ayarlarının kullanımı,

2- Lazer ışını sert dokular tarafından emildiğinde ışığın yeterli oranda ısıya dönüşümüyle diş minerallerinin asit dirençlerinin artırılması.

Son yıllarda bu konuyla ilgili yapılan çalışmaların büyük bölümünde lazer uygulamalarının ve florür uygulamalarıyla birlikte lazer kullanılmasının minenin asit direncini artırdığı bildirilmektedir^{7,9,66}.

Food and Drug Administration (FDA) 1997 yılında 1700 diş üzerinde gerçekleştirilen ve klinik, histolojik, radyografik ve boya sızıntı deneylerini kapsayan geniş bir araştırma sonucunda, Er:YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma ve kavite hazırlanması için kullanılabilirliğine onay vermiştir²⁴. Bu çalışmanın sonucunda pulpa canlılığında azalma meydana gelmediği, lazer uygulanan gruplar ve kontrol grubu arasında diş yapılarının farklılık göstermediği, uygulama alanı dışında yüzey morfolojisinde değişiklik oluşmadığı, lazerin çürüğü tamamen ve etkin olarak uzaklaştırabildiği, kavite hazırlanmasında etkin olarak kullanılabildiği bildirilmiştir. FDA onayından sonra da Er:YAG lazerlerin çürük uzaklaştırma etkinliği ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Matsumoto ve arkadaşları⁴², Krause ve arkadaşları³⁶, Dommisch ve arkadaşları¹⁷ çürük uzaklaştırılmasında Er:YAG lazer kullanımının etkin ve güvenli bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Çürük uzaklaştırma işleminde Er:YAG ve Er,Cr:YSGG lazerlerin kullanılması, temassız kullanımdan dolayı vibrasyonun olumsuz etkilerini ortadan kaldırmakta ve daha az ağrı oluşumuna neden olmaktadır. Lazer uygulanan yüzeylerde smear tabaka olmaması özellikle adeziv restorasyonların daha sık uygulandığı günümüz diş hekimliğinde bağlantı için uygun yüzeyler oluşmasını sağlamaktadır. Bu avantajlarının yanısıra çürük uzaklaştırma işlemi esnasında lazer uygulanmasıyla restoratif yüzeyler aynı zamanda steril edilebilmektedir.

Lazerlerle çürük uzaklaştırılması konusunda farklı dalga boylarının da kullanımı ile ilgili *in vitro* çalışmalar devam etmektedir.

LAZERLERİN ENDODONTİDE KULLANIMLARI

Pulpadaki Kan Akışının Tespiti

Lazer Doppler Flowmeter (LDF), retina, renal korteks ve deri gibi mikrovasküler sistemlerin kan akışını değerlendirmek üzere geliştirilmiştir. Tekniğin orijinali 632.8 nm dalga boyunda bir HeNe (Helium-Neon) lazer cihazından çıkan ışının alyuvarların hareketiyle saçılmasına ve bunun Doppler prensibiyle oluşturduğu frekansın ölçülmesine dayanır yani ışınlanan alandan geri yansıyan ışınların frekansı ölçülür. Bu yöntem hayvanların ve insanların sağlıklı dişlerindeki kan akışını gözlemek üzere adapte edilmiştir^{50,72}. Bu işlem için yarı iletken lazerlerin 780 nm⁶⁹ ve 780-820 nm^{28,67} dalga boyları da kullanılmıştır. Odor ve arkadaşları⁴⁸ 810 nm dalga boyunun hassasiyetinin çok iyi olduğunu ancak seçiciliğinin zayıf olduğunu, 633 nm dalga boyunun seçiciliğinin iyi olmasına karşılık hassasiyetinin zayıf olduğunu bildirmişlerdir. Bu tekniğin başlıca avantajı elektriksel pulpa testleri ya da diğer vitalite testleri gibi dişin vital olduğunun belirlenmesi için hastada ağrı verici bir hissin oluşmasına gerek duyulmamasıdır. LDF tekniği pulpanın sinir cevapları yerine vasküler durumu hakkında bilgi verdiğinden, özellikle ortognatik cerrahi operasyonlar ya da travma geçirmiş hastalarda pulpa vitalitesi hakkında elektriksel pulpa testlerinden daha değerli bilgiler vermektedir. Aanderud-Larsen ve arkadaşları¹ LDF kullanarak diş vitalitesini değerlendirdikleri çalışmalarında Le Fort I operasyonlarından sonra hastaların elektriksel pulpa testlerine cevap vermeyen dişlerinin % 21'inde kan akışının normal olduğunu bildirmişlerdir. Bu yöntem iletişim problemleri olan hastalarda ya da tepkileri çok da güvenilir olmayan küçük çocuklarda değerli bir teşhis aracıdır. Roy ve arkadaşları⁵⁴ LDF ve standart diagnostik testleri karşılaştırdıkları çalışmalarında LDF'nin standart diagnostik testlere göre özellikle lükse dişlerde tedavi planlaması yapılırken daha doğru cevaplar verdiğini bildirmişlerdir.

LDF için kullanılan lazerler genellikle düşük güç seviyesinde olduklarından (1 veya 2 mW), bu yöntemle pulpada hasar meydana geldiğine dair bir bilgi yoktur. Ancak genellikle mine ve dentinin ince olduğu ön grup dişlerde teknik başarıyla daha kalın bir mine ve dentin tabakasına sahip olan büyük azı dişlerde ölçümler daha zordur.

Dentinin Aşırı Duyarlılığı

Dentinin aşırı duyarlılığı, abfraksiyon, yanlış diş fırçalama, diş eti çekilmeleri, uygun olmayan diyet gibi faktörlerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Hastaların % 3-57'sinde çeşitli derecelerde hassasiyet olduğu ve bu durumu gidermek için çeşitli tedavi yöntemlerine başvurulduğu bildirilmiştir¹¹. Grossman²⁷ dentin hassasiyetinin tedavisinde uygulanan yöntemin pulpayı irrite edici olmaması, uygulama sırasında ağrısız olması, kolay uygulanması, hızlı etki göstermesi, uzun süre etkinliğini koruması, boyama etkisi olmaması gerektiğini bildirmiştir. Bugüne kadar uygulanan tedavi yöntemleri bu kriterlerin tamamını sağlamakta yeterli etkinliği gösterememiştir. Diş hassasiyeti tedavisinde kullanılan lazerler iki ana grupta toplanabilir:

1. Düşük enerji çıkışlı He-Ne (Helyum-Neon) ve Ga-Al-As (Galyum-Aliminyum-Arsenid) lazerler
2. Orta enerji çıkışlı Nd:YAG, CO₂, Er:YAG ve Er, Cr:YSGG lazerler.

Lazer kullanımının dentin aşırı duyarlılığının giderilmesindeki tedavi etkinliği, kullanılan dalga boyuna ve güç ayarlarına bağlı olarak % 5 ila % 100 arasında bildirilmiştir³³.

Matsumoto ve arkadaşları⁴¹ dentin aşırı duyarlılığının giderilmesinde 0.5 ila 3 dakika süreyle 30 mW Ga-Al-As uygulamasının % 85 - % 100 oranında başarılı sonuçlar verdiğini bildirmiş ve bu sonucun C-fibril uzantılarının polarizasyonunun bloke edilmesine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir. Renton-Harper ve Midda⁵² 30 hasta üzerinde 0.5 ila 2.5 saniye boyunca 10 W Nd:YAG lazer uyguladıkları çalışmalarında tedavi etkinliğini % 90 olarak bildirmiş ancak lazer kullanımının ısısal etkilerine değinmemişlerdir.

Aşırı duyarlılıkta azalmaya neden olan mekanizma tam olarak bilinmemektedir ancak her lazer için mekanizmanın farklı olduğu düşünülmektedir. Düşük güçteki lazerlerde (He-Ne ve GaAl As), lazer enerjisinin küçük bir bölümü mine ve dentinden iletilerek pulpa dokusuna ulaşmaktadır. He-Ne lazer uygulamasının elektrik aktivitesini (aksiyon potansiyelini) etkilediği ve periferik Ad veya C fibrilleri reseptörlerini etkilemediği düşünülmektedir⁵³.

GaAlAs lazer emisyonununun 904 nm'de kedilerin dilinde analjezik etki gösterdiği bildirilmesine rağmen mekanizması açık değildir⁴³. 1064 nm'deki (Nd:YAG lazer) lazer enerjisi dentine iletilir, termal olarak etki gösterir ve pulpal analjezi oluşturur⁷¹. CO₂ lazerin orta seviyelerdeki güçlerde kullanımıyla termal olarak dentin tübüllerinin tıkanması ve permeabilitenin azalması sağlanır⁸. CO₂ lazer uygulaması dentinal tıkanma sağlayarak dentin hassasiyetine geçici bir klinik çözüm oluşturur^{20,51}. Nd-YAG lazer uygulamasıyla sağlanan tıkama derinliğinin 4 µm'den küçük olduğu bildirilmiştir⁷⁷.

Pulpa Kaplaması ve Amputasyonu

Pulpa kaplaması travma ya da çürük sonucu açılmış pulpa dokusunun biyoyumlu bir materyalle kapatılmasıdır. Direkt ya da indirekt pulpa kapaklamasının başarısı önceden tahmin edilemez ve 2 ila 6 yıllık uzun dönem takip çalışmalarında başarı oranının % 74 ila 90 arasında olduğu bildirilmiştir⁴⁶.

Direkt pulpa kapaklamasında lazer kullanılması, lazerin doku buharlaştırması ve küçük kan damarlarını koagüle edip tıkanmasıyla kansız bir alan elde edilmesini ve tedavi edilen yara yüzeyinin sterilizasyonuna yardımcı olacaktır. Lazerle ilk pulpa kapaklaması 1985 yılında Shoji tarafından köpeklerde CO₂ lazer ile gerçekleştirilmiş⁵⁹, 1997'de Jukic³², 1997'de Wilder-Smith⁷³ ve 1998'de Dang¹² benzer çalışmalar yapmışlardır. CO₂ lazer uygulanan pulparların, kök bölümlerinde göze çarpan bir hasar gözlenmemiştir⁵⁹. Nd:YAG lazer uygulanan pulpalardaki yara iyileşmesinin 1. haftada kontrol grubuna göre iyi olduğu ve lazer uygulanan pulpalarda dentin köprüsü oluşümünün 4 ila 12 hafta içinde olduğu bildirilmiştir. CO₂ lazerin köpeklerde^{12,73}, pulpadaki direkt etkileri incelenmiş ve lazer uygulanan dokunun altındaki dokularda hiçbir lazer hasarı olmadığı, tersiyer dentin oluşumu ve muntazam bir odontoblast tabakası olduğu bildirilmiştir. Wilder-Smith ve arkadaşları⁷³, Dang ve arkadaşları¹² CO₂ lazer pulpatomisinin birkaç gün boyunca bakteri kontaminasyonuna uğramış geniş perforasyonlu dişlerde bile çok başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Moritz ve arkadaşları⁴⁷ açılmış pulpa dokusu üzerine 0.1 saniye 1W güç çıkışı ile CO₂ lazer uygulayıp ve daha

sonra yara yüzeyini kalsiyum hidroksit ile kapattıkları çalışmalarında 1 yıllık takip süreci sonunda yalnızca kalsiyum hidroksitin kullanıldığı kontrol grubunun % 69'unda, lazer kullanılan deney grubunun ise % 89'unda hiçbir semptom olmadığını ve vitalite testlerine normal cevap verdiklerini bildirmişlerdir. Santucci⁵⁵ ise 83 hastanın direkt pulpa kapaklaması gerektiren 93 dişinden 29'una Dycal, 64'üne Nd:YAG lazer ve Vitrebond uygulamış, 54 aylık gözlem sonucunda başarı oranının kontrol grubunda % 43.6 ve deney grubunda % 90.3 olduğunu bildirmiştir.

Hasheminia ve arkadaşları²⁹ kedilerin kanin dişlerinde yaptıkları çalışmalarında 200 mJ, 3 Hz, 15 saniye Er:YAG lazer uygulayıp Mineral Trioksit Agregat (MTA) ile kapattıkları pulpalardaki sert doku oluşumunun yalnızca MTA ya da yalnızca kalsiyum hidroksit ile kapatılan pulpalara oranla daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Pulpa kapaklamasında lazer uygulanmasında uygun parametreler seçilmelidir. Eğer lazer enerjisi gereğinden güçlü olursa, tedavi başarısız olacaktır.

Kök Kanal Sisteminin Temizlenmesi ve Şekillendirilmesi

Dişin vitalitesinin kaybı ve periapikal lezyonların başlıca sebebinin bakteriyel kontaminasyon olduğu kabul edilmektedir. Başarılı bir endodontik tedavi bu mikroorganizmaların biyomekanik preparasyonla kök kanal sisteminden uzaklaştırılması esasına dayanır.

Schonenberger ve arkadaşları⁵⁶ nikel titanyum enstrümantasyonla kök kanal şekillendirilmesinden sonra kanalların yüzey alanlarının % 35'inin değişmeden kaldığını bildirmişlerdir. Oguntebi⁴⁹ ise pek çok kanal içi medikamanın sınırlı bir antibakteriyel etkiye sahip olduğunu ve dentin tübüllerinin içerisinde diffüzyonlarının sınırlı olduğunu bildirmiştir.

Günümüzde kök kanallarının sterilizasyonunda farklı dalga boylarında lazerler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmaların sonuçlarına göre endodontik uygulamalarda, potansiyel bakterisidal etkileri nedeniyle biyomekanik enstrümantasyondan sonra kök kanallarının ilave sterilizasyonları amacıyla lazerlerin kullanılması daha iyi sonuçlar elde edilmesine yardımcı olacaktır^{5,14,18,26,57,60,68}.

Pek çok çalışmada Nd:YAG, diyod ve Er:YAG lazerlerin özellikle standart endodontik işlemler ile birlikte kullanıldıklarında kök kanallarının sterilizasyonunda etkin araçlar oldukları bildirilmiştir^{22,58}.

Berkiten ve arkadaşları⁶ *Streptococcus sanguis* ve *Prevotella intermedia* ile enfekte ettikleri kök kanallarında Nd:YAG lazer uygulamasının etkisini inceledikleri çalışmalarında 2.4 W lazer uygulamasının *P.intermedia* üzerinde % 100 etkili olduğunu, *S. sanguis* suşlarında ise % 98.5 düzeyinde başarılı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Kök kanallarında lazer kullanılmasının kanalların sterilizasyonu yanında kök kanallarının preparasyonu sırasında kök kanal duvarlarında oluşan organik ve mineral debris ve smear tabakanın uzaklaştırılmasında etkili olduğunu bildiren birçok çalışma mevcuttur. Arısu ve arkadaşları¹⁵ Nd:YAG lazer uygulamasının smear tabakanın ve debrisin uzaklaştırılmasındaki etkinliğini bildirdikleri çalışmalarında dentin yüzeylerinde rekristalizasyon ve erimeler oluştuğunu gözlemişlerdir.

Yamazaki ve arkadaşları⁷⁶ Er,Cr:YSGG lazerlerin su soğutması ile birlikte kullanıldığında smear tabaka ve debrisin uzaklaştırılmasında etkin bir cihaz olduğunu bildirmişlerdir. Faria ve arkadaşları¹⁹ ise Nd:YAG lazer kullanılmasıyla smear tabakanın uzaklaştırıldığını ve dentin tübüllerinin bir kısmının tıklandığını bildirmişlerdir. Arısu ve arkadaşları¹⁶ kök uçlarının rezeksiyonu için lazer kullandıkları çalışmalarında geleneksel yöntemle ve lazer ile kesilmiş kök yüzeyleri arasında morfolojik farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Ancak lazerlerin kök kanallarında kullanımlarına dair bazı kısıtlamalar söz konusudur. Bunlardan en önemlisi kök kanalları içerisinde meydana gelebilecek ısı artışının çevre dokularda meydana getirebileceği potansiyel hasardır. Kök kanalı içerisinde etkin lazer ayarları seçilirken, klinisyen kök kanalı içerisinde meydana gelebilecek ısı artışlarını mutlaka göz önünde bulundurmalıdır.

Endodontik Cerrahi

Apikal rezeksiyon, kök apeksinin komşu periodontal dokularla birlikte uzaklaştırılması ve kürete edilmesini içeren cerrahi bir işlemdir. Bu işlem için lazer kullanılması,

lazerlerin doku buharlaştırması ve küçük kan damarlarını tıkayıcı etkisi sonucunda, daha rahat görülebilen, kansız bir cerrahi yüzey elde edilmesini sağlayacaktır. Kesi alanına lazer uygulaması aynı zamanda bu alanın steril edilmesini sağlar⁴⁵. Erbiyum grubu lazerlerin sert dental dokuları termal veya yapısal hasara neden olmadan kesebilmesi, mekanik frezlere olan ihtiyacı ortadan kaldırdığı gibi temassız olarak çalıştığından alana daha rahat ulaşılmasını sağlar³⁵.

Miserendino⁴⁵ lazerin apikal rezeksiyonda kullanılmasının enfekte kök apeksi uzaklaştırılırken, alanın steril edilmesinin yanında, kanama kontrolünü sağlamanın da bir avantaj olduğunu, Bader ve arkadaşları³ apikal rezeksiyon işleminde lazer kullanılmasının iyileşme sürecini hızlandırdığını bildirmişlerdir. Komori ve arkadaşları³⁵ Er:YAG lazerlerin apikal rezeksiyon için kullanılmasyla postoperatif ağrının azaldığını ve iyileşmenin hızlandığını bildirmişlerdir. Deniz Arısu ve arkadaşları¹⁵ Nd:YAG lazerin retro kavite yüzeylerinde smear tabaka ve debris eriterek ortadan kaldırdığı ve rekristalizasyon sağladığını ve rezeke kök yüzeylerinden apikal sızıntıyı azaltarak olumlu sonuçlar meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

Diş hekimliğinde lazer kullanımı her geçen gün artmaktadır. Farklı alanlarda lazer uygulamalarıyla ilgili yapılan *in vitro* çalışmaların olumlu sonuçları lazerlerin klinik kullanımının da giderek yaygınlaşacağını göstermektedir. Lazerler doğru ve etiğe uygun olarak kullanıldıklarında diş hekimlerine ve hastalara pek çok avantajlar sağlayan, geleneksel yöntemlerle birlikte kullanıldığında başarı oranını belirgin şekilde artıran cihazlardır.

KAYNAKLAR

- Aanderud-Larsen K, Brodin P, Aars H, Skjelbred P. Laser Doppler flowmetry in the assessment of tooth vitality after Le Fort I osteotomy. *J Craniofacial Surg* 23: 391-394, 1995.
- Alencar CJ, Braga MM, de Oliveira E, Nicolau J, Mendes FM. Dye-enhanced laser fluorescence detection of caries lesions around brackets. *Lasers Med Sci* Epub ahead of print, 2008.
- Bader G, Lejeune S. Prospective study of two retrograde endodontic apical preparations with and without the use of CO₂ laser. *Endod Dent Traumatol* 14: 75-78, 1998.
- Başeren NM, Gokalp S. Validity of a laser fluorescence system (DI-AGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an *in vitro* study. *J Oral Rehabil* 30: 1190-1194, 2003.
- Bergmans L, Moisiadis P, Huybrechts B, Van Meerbeek B, Quirynen M, Lambrechts P. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens *ex vivo*. *Int Endod J* 41: 227-239, 2008.
- Berkiten M, Berkiten R, Okar I. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod* 26: 268-270, 2000.
- Bevilacqua FM, Zezell DM, Magnani R, da Ana PA, Eduardo Cde P. Fluoride uptake and acid resistance of enamel irradiated with Er:YAG laser. *Lasers Med Sci* 23: 141-147, 2008.
- Bonin P, Boivin R, Poulard J. Dentinal permeability of the dog canine after exposure of a cervical cavity to the beam of a CO₂ laser. *J Endodon* 17: 116-118, 1991.
- Castellan CS, Luiz AC, Bezinelli LM, Lopes RM, Mendes FM, De P Eduardo C, De Freitas PM. *In vitro* evaluation of enamel demineralization after Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation on primary teeth. *Photomed Laser Surg* 25: 85-90, 2007 .
- Costa AM, Paula LM, Bezerra AC. Use of diagenodent for diagnosis of non-cavitated occlusal dentin caries. *J Appl Oral Sci* 16: 18-23, 2008.
- Dababneh R, Khouri A, Addy M. Dentine hypersensitivity—an enigma? A review of terminology, mechanisms, aetiology and management. *Br Dent J* 187: 606-611, 1999.
- Dang J, Wilder-Smith P, Peavy GM. Clinical preconditions and treatment modality: effects on pulp surgery outcome. *Laser Surg Med* 22: 25-29, 1998.
- de Freitas PM, Rapozo-Hilo M, Eduardo CD, Featherstone JD. *In vitro* evaluation of erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser-treated enamel demineralization. *Lasers Med Sci* Epub ahead of print, 2008.
- de Souza EB, Cai S, Simionato MR, Lage-Marques JL. High-power diode laser in the disinfection in depth of the root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 68-72, 2008.
- Deniz Arısu H, Bala O, Alimzhanova G, Türköz E. Assessment of morphological changes and permeability of apical dentin surfaces induced by Nd:YAG laser irradiation through retrograde cavity surfaces. *J Contemp Dent Pract* 5: 102-111, 2004.
- Deniz Arısu H, Sadik B, Bala O, Türköz E. Computer assisted evaluation of microleakage after apical resection with laser and conventional techniques. *Lasers Med Sci* 23: 415-420, 2008.
- Dommisch H, Peus K, Kneist S, Krause F, Braun A, Hedderich J, Jepsen S, Eberhard J. Fluorescence-controlled Er:YAG laser for caries removal in permanent teeth: a randomized clinical trial. *Eur J Oral Sci* 116: 170-176, 2008.
- Eldeniz AU, Ozer F, Hadimli HH, Erganis O. Bactericidal efficacy of Er,Cr:YSGG laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with NaOCl irrigation: an *ex vivo* pilot study. *Int Endod J* 40: 112-119, 2007.
- Faria MI, Souza-Gabriel AE, Marchesan MA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT. Ultrastructural evaluation of radicular dentin after Nd:YAG laser irradiation combined with different chemical substances. *Gen Dent* 56: 641-646, 2008.

20. Fayad MI, Carter JM, Liebow C. Transient effects of low-energy CO₂ laser irradiation on dentinal impedance: implications for treatment of hypersensitive teeth. *J Endodon* 22: 526-531, 1996.
21. Featherstone JD, Nelson DG. Laser effects on dental hard tissues. *Adv Dent Res* 1: 21-26, 1987.
22. Folwaczyn M, Mehl A, Jordan C, Hickel R. Antibacterial effects of pulsed Nd:YAG laser radiation at different energy settings in root canals. *J Endod* 28: 24-29, 2002.
23. Fried D, Glens RE, Featherstone JD, Seka W. Permanent and transient changes in the reflectance of CO₂ laser-irradiated dental hard tissues at lambda = 9.3, 9.6, 10.3, and 10.6 microns and at fluences of 1-20 J/cm². *Lasers Surg Med* 20: 22-31, 1997.
24. Gimbel CB. Hard tissue laser procedures. *Dent Clin North Am* 44: 931-953, 2000.
25. Gokalp S, Başeren M. Use of laser fluorescence in monitoring the durability and cariostatic effects of fluoride and chlorhexidine varnishes on occlusal caries: a clinical study. *Quintessence Int* 36: 183-189, 2005.
26. Gordon W, Atabakhsh VA, Meza F, Doms A, Nissan R, Rizoio I, Stevens RH. The antimicrobial efficacy of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser with radial emitting tips on root canal dentin walls infected with *Enterococcus faecalis*. *J Am Dent Assoc* 138: 992-1002, 2007.
27. Grossman LI. A systematic method for the treatment of hypersensitive dentin. *J Am Dent Assoc* 22: 592-598, 1935.
28. Hartmann A, Azerad J, Boucher Y. Environmental effects on laser Doppler pulpal blood flow measurements in man. *Arch Oral Biol* 41: 333-339, 1996.
29. Hasheminia SM, Feizi G, Razavi SM, Feizianfard M, Gutknecht N, Mir M. A comparative study of three treatment methods of direct pulp capping in canine teeth of cats: a histologic evaluation. *Lasers Med Sci Epub ahead of print*, 2008.
30. Hibst R, Gall R. Development of a diode laser-based fluorescence caries detector. *Caries Res* 32: 294, Abstract no: 80, 1998.
31. Huth KC, Neuhaus KW, Gygax M, Bücher K, Crispin A, Paschos E, Hickel R, Lussi A. Clinical performance of a new laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions in permanent molars. *J Dent* 36: 1033-1040, 2008.
32. Jukic S, Anic I, Koba K, Najzar-Fleger D, Matsumoto K. The effects of pulpotomy using CO₂ and Nd:YAG lasers on dental pulp tissue. *Int End J* 30: 175-180, 1997.
33. Kantorowitz Z, Featherstone JD, Fried D. Caries prevention by CO₂ laser treatment: dependency on the number of pulses used. *J Am Dent Assoc* 129: 585-591, 1998.
34. Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. *J Clin Periodontol* 27: 715-721, 2000.
35. Komori T, Yokoyama K, Takato T, Matsumoto K. Clinical application of the erbium:YAG laser for apicoectomy. *J Endod* 23: 748-750, 1997.
36. Krause F, Braun A, Lotz G, Kneist S, Jepsen S, Eberhard J. Evaluation of selective caries removal in deciduous teeth by a fluorescence feedback-controlled Er:YAG laser in vivo. *Clin Oral Investig* 12: 209-215, 2008.
37. Liu HC, Lin CP, Lan WH. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. *J Endodon* 23: 691-693, 1997.
38. Lussi A. Validity of diagnostic and treatment decisions of fissure caries. *Caries Res* 25: 296-303, 1991.
39. Lussi A. Comparison of different methods for the diagnosis of fissure caries without cavitation. *Caries Res* 27: 409-416, 1993.
40. Malmström HS, McCormack SM, Fried D, Featherstone JD. Effect of CO₂ laser on pulpal temperature and surface morphology: an in vitro study. *J Dent* 29: 521-529, 2001.
41. Matsumoto K, Funai H, Wakabayashi H, Oyama T. Study on the treatment of hypersensitive dentin by GaAlAs laser diode. *Japanese J Conserv Dent* 28: 776-781, 1987.
42. Matsumoto K, Wang X, Zhang C, Kinoshita J. Effect of a novel Er:YAG laser in caries removal and cavity preparation: a clinical observation. *Photomed Laser Surg* 25: 8-13, 2007.
43. Mezawa S, Iwata K, Naito K, Kamogawa H. The possible analgesic effect of soft-laser irradiation on heat nociceptors in the cat tongue. *Arch Oral Biol* 33: 693-694, 1988.
44. Midda M, Renton-Harper P. Lasers in dentistry. *Br Dent J* 168: 343-346, 1991.
45. Miserendino LJ. The laser apicoectomy: endodontic application of the CO₂ laser for periapical surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 66: 615-619, 1988.
46. Miyashita H, Worthington HV, Qualtrough A, Plasschaert A. Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality. *Cochrane Database Syst Rev* 18: CD004484, 2007.
47. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K. The CO₂ laser as an aid in direct pulp capping. *J Endod* 24: 248-251, 1998.
48. Odor TM, Pitt Ford TR, McDonald F. Effect of wavelength and bandwidth on the clinical reliability of laser Doppler recordings. *Endod Dent Traumatol* 12: 9-15, 1996.
49. Oguntebi BR. Dentin tubule infection and endodontic therapy implications. *Int Endod J* 27: 218-222, 1994.
50. Olgart L, Gazelius B, Lindh-Stromberg U. Laser Doppler Flowmetry in assessing vitality in luxated permanent teeth. *Int End J* 21: 300-306, 1988.
51. Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. *JADA* 124: 37-47, 1993.
52. Renton-Harper P, Midda M. Nd:YAG laser treatment of dentinal hypersensitivity. *Br Dent J* 172: 13-16, 1992.
53. Rochkind S, Nissan M, Barr-Nea L, Razon N, Shwartz M, Bartal A. Response of peripheral nerve to He-Ne laser: experimental studies. *Laser Surg Med* 7: 441-443, 1987.
54. Roy E, Alliot-Licht B, Dajean-Trutaud S, Fraysse C, Jean A, Armengol V. Evaluation of the ability of laser Doppler flowmetry for the assessment of pulp vitality in general dental practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 615-620, 2008.
55. Santucci PJ. Dycal versus Nd:YAG laser and Vitrebond for direct pulp capping in permanent teeth. *J Clin Laser Med Surg* 17: 69-75, 1999.
56. Schonenberger K, Peters A, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by microcomputed tomography. *Int Endod J* 34: 221-230, 2001.
57. Schoop U, Goharkhay K, Klimscha J, Zagler M, Wernisch J, Georgopoulos A, Sperr W, Moritz A. The use of the erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser in endodontic treatment: the results of an in vitro study. *J Am Dent Assoc*. 2007 138: 949-55.

58. Schoop U, Moritz A, Kluger W, Patruta S, Goharkhay K, Sperr W, Wernish J, Gattringer R, MrassP,GeorgopoulosA.The Er:YAG laser in endodontics: Results of an in vitro study. *Lasers Surg Med* 30: 360-364, 2002.
59. Shoji S, Nakamura M, Horiuchi H. Histopathological changes in dental puls irradiated by CO₂ laser : a preliminary report on laser pulpotomy. *J Endodon* 11: 379-384, 1985.
60. Soukos NS, Chen PS, Morris JT, Ruggiero K, Abernethy AD, Som S, Foschi F, Doucette S, Bammann LL, Fontana CR, Doukas AG, Stashenko PP. Photodynamic therapy for endodontic disinfection. *J Endod* 32: 979-984, 2006.
61. Stern RH, Sognaes RF. Laser effect on dental hard tissues. A preliminary report. *J South Calif Dent Assoc* 33: 17-19, 1965.
62. Tagtekin DA, Ozyoney G, Baseren M, Ando M, Hayran O, Alpar R, Gokalp S, Yanikoglu FC, Stookey GK. Caries detection with DI-AGNOdent and ultrasound. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 729-735, 2008.
63. Toraman Alkurt M, Peker I, Deniz Arısu H, Bala O, Altunkaynak B. In vivo comparison of laser fluorescence measurements with conventional methods for occlusal caries detection. *Lasers Med Sci* 23: 307-312, 2008.
64. Valera FB, Pessan JP, Valera RC, Mondelli J, Percinoto C. Comparison of visual inspection, radiographic examination, laser fluorescence and their combinations on treatment decisions for occlusal surfaces. *Am J Dent* 21: 25-29, 2008.
65. Verdonshot EH, Bronkhorst EM, Burgersdijk RCW, Konig KG, Schaeken MJM, Truin GJ. Performance of some diagnostic systems in examinations for small occlusal carious lesions. *Caries Res* 26: 59-64, 1992.
66. Vlacic J, Meyers IA, Kim J, Walsh LJ. Laser-activated fluoride treatment of enamel against an artificial caries challenge: comparison of five wavelengths. *Aust Dent J* 52: 101-105, 2007.
67. Vongsavan N, Matthews B. Experiments in pigs on the sources of laser Doppler blood-flow signals recorded from teeth. *Arch Oral Biol* 41: 97-103, 1996.
68. Wang QQ, Zhang CF, Yin XZ. Evaluation of the bactericidal effect of Er,Cr:YSGG, and Nd:YAG lasers in experimentally infected root canals. *J Endod* 33: 830-832, 2007.
69. Watson ADM, Pitt Ford TR, McDonald F. Blood flow changes in the dental pulp during limited exercise measured by laser Doppler flowmetry. *Int End J* 25: 82-87, 1992.
70. Weerheijm KI, Van Amerong WE, Eggink CO. The clinical diagnosis of occlusal caries: a problem. *J Dent Child* 56: 196-200, 1989.
71. Whitters CJ, Hall A, Creanor SL. A clinical study of pulsed Nd:YAG laser induced pulpal analgesia. *J Dent* 23: 145-150, 1995.
72. Wilder-Smith P. A new method for the non-invasive measurement of pulpal blood flow. *Int End J* 21: 307-312, 1988.
73. Wilder-Smith P, Peavy GM, Nielsen D, Arrastia-Jitosho AM. CO₂ laser treatment of pulpal exposures in dogs. *Lasers Surg Med* 21: 432-437, 1997.
74. Yamamoto H, Ooya K. Potential of yttrium-aluminum-garnet laser in caries prevention. *J Oral Pathol* 3: 7-15, 1974.
75. Yamamoto H, Sato K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser irradiation. *J Dent Res* 59: 137, 1980.
76. Yamazaki R, Goya C, Yu DG, Kimura Y, Matsumoto K. Effect of erbium, chromium: YSGG laser irradiation on root canal walls: a scanning electron microscopic and thermographic study. *J Endod* 27: 9-12, 2001.
77. Yazici AR, Baseren M, Gokalp S. The in vitro performance of laser fluorescence and caries-detector dye for detecting residual carious dentin during tooth preparation. *Quintessence Int* 36: 417-422, 2005.

Yazışma Adresi

Hacer DENİZ ARISU

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Diş Hastalıkları ve Tedavisi

Anabilim Dalı,

ANKARA

e- posta: hacer@gazi.edu.tr