

# Dentin Hassasiyetinin Tedavisinde Lazerlerin Etkinliği

## The Effectiveness of the Lasers in the Treatment of Dentin Hypersensitivity: Review

Tuğba AYDIN,<sup>a</sup>  
Alparslan DİLSİZ,<sup>a</sup>  
Gülhan KOCAMAN,<sup>a</sup>  
Meltem ZİHNİ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Periodontoloji AD,  
Atatürk Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi, Erzurum

Geliş Tarihi/Received: 13.02.2009  
Kabul Tarihi/Accepted: 18.05.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Alparslan DİLSİZ  
Atatürk Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Periodontoloji AD, Erzurum,  
TÜRKİYE/TURKEY  
aydilsiz@yahoo.com

**ÖZET** Dentin hassasiyeti (DH), diş hekimliğinde en ağrılı durumlardan biridir. Bu durum, etken olacak herhangi bir dental defekt veya hastalık görülmeden ısı, dokunma, ozmotik ya da kimyasal uyarılara cevap olarak açığa çıkmış dentinden kaynaklanan keskin ve kısa süreli bir ağrı ile karakterizedir. DH, dentin tübüllerinin açığa çıkması sonucunda ortaya çıkar. Bu tübülleri tıkamak için birçok yöntem ve materyal denenmektedir. Sonuçta, DH'nin giderilmesi için lazer tedavileri desteklenmektedir. Lazerler, Maiman'ın 1960 yılında ruby (yakut) lazeri geliştirmesinden günümüze kadar tıbbın bir çok dalında kullanım alanı bulmuştur. Lazerler, diş hekimliğinde ilk kez dental sert dokular üzerine uygulanmış ve Nd:YAG, Helyum-Neon (He-Ne), Diyot (GaAlAs), Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve Er:YAG gibi lazer çeşitleri geliştirildiğinden beri diş hekimliğinde kullanılmaktadır. Bu makalenin amacı, dentin aşırı duyarlılığının tedavisinde yaygın olarak kullanılan lazer uygulamalarını özetlemektir. Bu derleme, lazer güvenilirliğini ve lazerlerin klinik uygulamalarını da kısaca tanımlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dentin hassasiyeti; lazer tedavisi

**ABSTRACT** Dentin hypersensitivity (DH) is one of the most painful conditions in dentistry. This condition is characterized by short, sharp pain arising from exposed dentin in response to stimuli typically thermal, tactile, osmotic or chemical and cannot be ascribed to any other form of dental defect or disease. DH occurs as a result of exposed dentinal tubules. Various methods and materials have been tried in an attempt to occlude these tubules. Finally, laser treatments have been espoused for dentin desensitization. Since the development of the ruby laser by Maiman in 1960, lasers have been widely employed in medicine for a number of years. The first application of lasers in dentistry was the treatment of the dental hard tissues, and various lasers, including neodymium:yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG), helium-neon (He-Ne), gallium-aluminum-arsenide diode (GaAlAs), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and erbium:yttrium-aluminum-garnet (Er:YAG), have been developed since and applied in dentistry. The purpose of this paper is to summarize potential applications for lasers with special treatment of DH. This review briefly describes clinical applications of lasers and laser safety.

**Key Words:** Dentin sensitivity; laser therapy

**Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2010;16(3):236-41**

**D**entin hassasiyeti (DH), termal, fiziksel ve kimyasal uyarılara cevap olarak açığa çıkmış dentinden kaynaklanan keskin ve kısa süreli ağrı ile karakterize bir durum olarak tarif edilmektedir.<sup>1-5</sup> Bu duruma herhangi bir yaşta rastlanılabilesine rağmen 20-40'lı yaşlarda daha fazla gözleendiği, kadınlarda daha sık meydana geldiği, prevalansının %4-74 oranlarında değiştiği ve periodontitis teşhis edilen bireylerde bu prevalansın %60-98 oranlarında olduğu bildirilmiştir.<sup>1,2,6</sup> Bu durumdan en fazla etkilenen dişlerin kanin ile premolar dişler olduğu ve dişlerin vestibül yüzeyle-

rinde kole bölgelerinin en fazla etkilenen bölge olduğu da rapor edilmiştir.<sup>7</sup>

Diş eti çekilmeleri, yanlış diş fırçalama teknikleri, bireyin sahip olduğu zararlı alışkanlıklar, okluzal uyumsuzluktan kaynaklanan atrizyon, diş fırçalamaya bağlı abrazyon, çeşitli yiyecek ve içeceklerin meydana getirdiği erozyon, dental ark üzerindeki anormal diş pozisyonları, kronik periodontal hastalıklar, kök yüzeyi düzleştirme, cerrahi periodontal tedaviler, çeşitli restoratif tedaviler, diş beyazlatma ve yaşlanma gibi birçok neden DH'nin nedenleri arasında sayılabilmektedir.<sup>1-3</sup>

DH, dentin tübüllerinin ağız ortamı ile ilişkiye geçmesi ve çeşitli termal, fiziksel ve kimyasal uyarılara maruz kalması sonucu ortaya çıkmaktadır. Normal koşullar altında dentin, diş kronunda mine, diş kökünde ise sement ile çevrilidir ve bu uyarılardan etkilenmemektedir. Dentin tübüllerinin mine ve sement ile komşulukta olduğu bölgelerde, çeşitli nedenlerden dolayı mine ve sementin kaybı ile tübüllerin ağzını örten smear tabakası ve tübüler tıkaçların kaldırılması sonucu bu tübüller ağız ortamına açılmaktadır.<sup>8</sup> İn vitro çalışmalarda, DH gözlenen dişlerde gözlenmeyenlere göre açık dentin tübülleri sayısında (sekiz kat) ve çapında (iki kat, 0.9 µm) bir artış olduğu mikroskopik olarak gösterilmiştir.<sup>6,7</sup> Bunun sonucunda oluşan hassasiyet duygusu, bireyin yeme, içme, diş fırçalama ve hatta bazen nefes alma gibi günlük aktivite ve alışkanlıklarını etkilemektedir.

DH'nin mekanizmasını açıklamak için; transduser, modülasyon, vibrasyon ve hidrodinamik adı altında birçok teori ileri sürülmüştür.<sup>8</sup> Günümüzde kabul edilen teori ise hidrodinamik teoridir. Bu teoriye göre DH, dentin tübülleri içindeki sıvı hareketinden kaynaklanmaktadır. Dentin tübüllerindeki sıvı hareketi odontoblastların etrafındaki A-fibrillerin uyarılmasına neden olur. Dentinal sıvı dentinin toplam hacminin yaklaşık %22'sini oluşturur. Bu sıvı pulpadaki damarlardan ultra infiltrasyon sonucu dentin dokusuna penetre olmuş plazma yapısında bir sıvıdır. Ağrı hissine yol açan uyarıcı, basınç değişikliklerine ve dentin tübülleri içindeki sıvının hızlı bir şekilde yer değiştirmesine neden olmaktadır. Fiziksel ve kimyasal uyarıcılar sonucu bu sıvı dışarı doğru hareket ederken termal

uyarıcı sonucu sıvı hareketi içe doğru olmaktadır. Bu durum odontoblast tabakası altında yer alan reseptörler tarafından elektrik sinyallerine dönüştürülür, bu da pulpa-dentin sınırındaki sinir liflerinin uyarılmasına ve sonuçta ağrının algılanmasına neden olmaktadır.<sup>9,10</sup> Bu yüzden ya açık dentin tübüllerinin fiziksel blokajı ya da ilişkili sinir liflerinin uyarılmasının azaltılması ile DH'nin etkili olarak tedavi edebileceği görüşleri kabul edilmektedir.<sup>1-3</sup>

DH'nin tedavisi için günümüze kadar olan uygulamalar iki kategoride ele alınmaktadır. Bunlardan biri, evde bireyin kendi uyguladığı tedavi alternatifleridir ki bunlar hassasiyet giderici diş macunları ile yumuşak kıllı diş fırçaları ve ağız gargaralarıdır. Bu amaçla ilk kullanılan diş macunları içine katılan stronsiyum tuzları ve sodyum monoflorofosfat, sodyum florür ve kalay florür gibi florürlerin dentin tübüllerini tıkadığı, formaldehidin ise tübüller içindeki lifleri tahrip ettiği iddia edilmiştir.<sup>11,12</sup> Son zamanlarda ise çoğu hassasiyet giderici diş macunlarının, potasyum nitrat, potasyum klorit ve potasyum sitrat gibi potasyum tuzları, sodyum florür ve kalsiyum fosfat gibi remineralize etkisi olan madde ve bileşikler içerdiği bilinmektedir.<sup>13-16</sup> Potasyum iyonlarının dentin tübülleri boyunca yayıldığını ve sinir liflerinin membran potansiyelini değiştirerek sinir iletimini azalttığı düşünülmektedir.<sup>14</sup> Diş macunlarına katılan triklozan ve çinko sitrat gibi antiplak bileşiklerin potasyum nitrat ve potasyum sitrat içeren diş macunlarının hassasiyet giderici etkinliğini bozmadığı bildirilmiş olmasına rağmen, bu bileşiklerin birbirleri ile etkileşimi konusunda detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır.<sup>17,18</sup> Hassasiyet giderici diş macunları ile beraber yumuşak kıllı diş fırçaları kullanımı bireyin evde uygulamış olduğu ve etkili bir tedavi şeklidir. Fırçalama işlevi için bireylere yatay hareketlerden kaçınarak diş etinden dişe doğru fırçalama yapmaları konusunda bilgi verilmelidir ve bu şekilde pratik yaptırılarak fırçalama alışkanlığı kazandırılmalıdır. Hassasiyet giderici diş macunlarının, parmaklar ile hassas olan dişlere uygulanmasının etkinliği artırdığı konusunda herhangi bir kanıt bulunmamakla beraber, diş fırçalama sonrası su ile ağzın çalkalanmasının aktif ajanın seyreltilip ağızdan uzaklaştırılmasına neden olduğu ve böyle-

ce florürlü diş macunlarının çürük azaltıcı etkinliğini düşürdüğü bildirilmektedir.<sup>19</sup>

Hassas dişlere sahip bireylerin evde uyguladığı hassasiyet giderici tedavi alternatiflerinden biri de ağız gargaralarıdır. Bu amaçla potasyum nitrat, potasyum sitrat ve florürlü bileşikler içeren ağız gargaralarının dentin hassasiyetini azalttığı bildirilmiştir.<sup>20,21</sup>

Evde, 2-4 hafta süre ile devam edilen DH tedavisine rağmen, ağrı şiddetinde bir değişme meydana gelmemiş ise tedaviye klinik ortamda devam edilmesinin etkili ve başarılı olduğu bildirilmiştir.<sup>19</sup> Diş hekimleri tarafından bu amaçla birçok materyal kullanılmaktadır. Bu materyaller şu şekilde sıralanabilir;

- 1- Flor bileşikler; Sodyum florür, kalay florür, hidrojen florür ve kalsiyum florür.<sup>22-24</sup>
- 2- Potasyum nitrat içeren solüsyon ve jeller.<sup>25,26</sup>
- 3- Oksalat ürünleri; Aliminyum, potasyum ve ferrik oksalat.<sup>27,28</sup>
- 4- Kalsiyum fosfat solüsyonları.<sup>29,30</sup>
- 5- Rezin ve adezivler; florür vernikleri, bonding ajan, restoratif materyaller gibi.<sup>31-40</sup>
- 6- Florürlü macun ve solüsyonlar ile yapılan iyontoforezis.<sup>40,41</sup>

Bu materyaller ve tedavi yöntemleri kullanılırken, Grossman'ın, DH'nin ideal tedavisi için önermiş olduğu kriterler göz önüne alınmaktadır ki bu kriterler; kolay ve ağrısız uygulanmalı, hızlı etki etmeli, pulpayı tahriş etmemeli, renk değişikliğine neden olmamalı, kalıcı ve uzun süreli etki göstermeli, diye sıralanmaktadır.<sup>42</sup>

Bugüne kadar kullanılan materyaller ve tedavi şekilleri ideal bir tedavi sağlamakta yetersiz kalmıştır. Bu da araştırmacıları farklı materyal ve tedavi yöntemlerini araştırmaya yöneltmiştir.

Ruby (yakut) lazer Maiman tarafından geliştirilmesinden sonra, diş hekimliğinde lazerler kullanılmaya başlanmıştır.<sup>43</sup> Ruby lazer diş hekimliği alanında ilk defa, diş sert dokuları üzerine uygulanmış ve araştırmacılar işlem sonrası, diş minesinin demineralizasyon ve permeabilitesinin azaldığını bildirmişlerdir.<sup>44,45</sup> Günümüzde Nd:YAG, Helyum-Neon (He-Ne), Diyot (GaAlAs), karbon-

dioksit (CO<sub>2</sub>) ve Er:YAG gibi birçok lazer diş hekimliğinde kullanılmaktadır.

DH'nin tedavisinde lazer kullanılabileceğini ilk defa bildiren araştırmacılar Matsumoto ve ark.<sup>46-49</sup> Bu araştırmacılar Nd:YAG lazer kullanarak DH'yi tedavi etmişler ve Nd:YAG lazerin başarılı olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>46</sup> Bunun üzerine Nd:YAG lazer, farklı güç ve frekanslarda birçok araştırmacı tarafından kullanılmış ve %51 ile %100 oranlarında etkili olduğu bildirilmiştir.<sup>50-59</sup> Bu araştırmalarda DH tedavisinde en yaygın kullanılan Nd:YAG lazer çıkış gücünün, 1W ile 2W arasında olduğu dikkati çekmektedir. Kobayashi ve ark., Nd:YAG lazer ışınlarının emilimini artıran ve ışınların daha iç bölgelere penetrasyonunu önleyerek pulpanın korunmasını sağlayan siyah mürekkep kullanımının DH tedavisinde başarıyı arttırdığı bildirmişlerdir.<sup>55</sup> Nd:YAG lazerin direkt sinir analjezi ile dentin tübüllerinin ağzını daraltması ve tıkanmasına sebep olarak hassasiyetin giderilmesi üzerine etkili olduğu düşünülmektedir.<sup>53,55,60,61</sup> Bu lazerin analjezik etkiyi nasıl sağladığı konusunda birkaç teori ileri sürülmüştür. Myers ve McDaniel, lazer enerjisinin sinir hücresi aksonlarının sonlanmalarında geçici bozulmalara, hücre membran permeabilitesinde değişikliklere ve sodyum pompa mekanizmasında engellemelere neden olarak analjezik etki yaptığını ileri sürmüşlerdir.<sup>62</sup> Orchardson ve ark. ise, Nd:YAG lazerin, duyu iletiminin hızlı olduğu Aβ-lifleri ile duyu iletiminin yavaş olduğu C-liflerinin depolarizasyonunu engellediğini ve böylece sinir iletiminin bozulması sonucu analjezik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>63</sup>

DH'nin tedavisinde ilk defa He-Ne lazer ışınlarından faydalanan diğer bir grup ise Senda ve ark.<sup>64</sup> Bu araştırmacılar, He-Ne lazerin tedavi etkinliğinin %84 oranında olduğunu rapor etmişlerdir. Daha sonraları birçok araştırmacı He-Ne lazeri, DH'nin tedavisi için kullanmış ve tedavi etkinliğinin %5.2 ile %100 arasında olduğunu bildirmişlerdir.<sup>65-69</sup> He-Ne lazerin, DH üzerine nasıl bir etki gösterdiği tam anlaşılacakla beraber, Aβ-lifleri ile C-lifleri reseptörleri üzerine etki etmediği, fakat bu liflerde aksiyon potansiyelini değiştirdiğini ve bu etkinin sekiz ay gibi uzun bir süre sürdüğü bildirilmiştir.<sup>70,71</sup>

DH'nin tedavisinde kullanılan diğer bir lazer türü de GaAlAs (diyet) lazerlerdir. Diyet lazerin 780 nm, 830 nm ve 900 nm dalga boylarına sahip olanları DH tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Dalga boyları 780 nm ve 830 nm olan diyet lazerleri ilk kullanan araştırmacılar Matsumoto ve ark. dir.<sup>47,72</sup> GaAlAs lazerler birçok araştırmacı tarafından da DH'nin tedavisi için kullanılmış ve tedavi etkinliğinin %30 ile %100 oranlarında olduğu bildirilmiştir.<sup>36,37,47,48,72-79</sup> Bu lazerlerin sinir iletimini engelleyerek analjezik etki gösterdiği iddia edilmektedir. 830 nm GaAlAs lazerin C-liflerdeki depolarizasyonu bloke ettiği bildirilmiştir.<sup>80</sup>

CO<sub>2</sub> lazer de DH tedavisinde kullanılmaktadır. CO<sub>2</sub> lazeri DH tedavisinde ilk defa Moritz ve ark. kullanmışlardır.<sup>81,82</sup> Birçok araştırmacı, CO<sub>2</sub> lazerin DH tedavisinde %59.8 ile %100 oranında etkili olduğunu rapor etmiştir.<sup>81-84</sup> DH tedavisi üzerine CO<sub>2</sub> lazerin etki mekanizması, dentinin erimesi ile dentin kanallarının tıkanması ve daralması şeklinde açıklanmıştır.<sup>81</sup> CO<sub>2</sub> lazer dentin permeabilitesini azaltması yanında dentinde kurumaya da neden olduğu ve DH geçici rahatlama sebebi olduğu bildirilmiştir.<sup>85</sup>

Nd:YAG ve CO<sub>2</sub> lazerlerin termal yan etkilerine rastlanması araştırmacıları, farklı lazer tiplerinin kullanılması için çalışmalara yöneltmiştir. Bu amaçla kullanılan lazerlerden biri de Er:YAG lazerdir. Er:YAG lazer de ışın dalga boyunun su tarafından yüksek emilimi ve termomekanik emme mekanizmasına sahip olması tercih edilmesine sebep olmuştur. Bu amaçla DH tedavisinde Er:YAG lazeri ilk defa Schwarz ve ark. kullanmışlar ve başarılı olduğunu bildirmişlerdir.<sup>38</sup> DH tedavisinde Er:YAG lazer kullanan diğer araştırmacılar da bu lazerin tedavide etkili olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>86,87</sup> DH tedavisi üzerine Er:YAG lazerin etki mekanizması tam açıklanamamakla beraber, dentinal sıvının buharlaşmasına neden olduğu, hidroksiapatitdeki su moleküllerini absorbe etmesi, antimikrobiyal etkilerinin olduğu ve direkt pulpa siniri üzerine etki edebileceği düşünülmektedir.<sup>38,86,88</sup>

Son yıllarda farklı lazer tiplerinin karşılaştırılıp DH tedavisinde etkinliğini inceleyen araştırmalar dikkati çekmektedir. Şöyle ki; Dilsiz ve ark., DH gözlenen 56 diş üzerinde Nd:YAG (1064 nm, 1 W,

10 Hz, 60 sn) ve Diyet (685 nm, 25 mW, 9 Hz, 100 sn) lazer parametrelerinin etkinliğini değerlendirdikleri çalışma da, her iki lazer tipinin DH tedavisinde kullanılabileceğini, fakat Nd:YAG lazerin daha etkin olduğunu bildirmişlerdir.<sup>89</sup> Yine Birang ve ark., 63 hassasiyet gözlenen diş üzerinde Nd:YAG (1064 nm, 1 W, 15 Hz, 60 sn, iki defa) ve Er:YAG (2940 nm, 100 mJ, 3 Hz, 60 sn, iki kez, hava soğutmalı) lazer parametrelerinin etkinliğini değerlendirdikleri çalışma da, Nd:YAG lazerin daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>86</sup> Aranha ve ark., in vitro olarak Nd:YAG (1064 nm, 1 W, 10 Hz, 100 mJ, 90 sn ve 1.5 W, 15 Hz, 100 mJ, 90 sn, hava soğutmalı) ve Er:YAG (2940 nm, 2 Hz, 60 mJ, 20 sn, hava soğutmalı, dört defa) lazer parametrelerini uyguladıkları 30 premolar diş üzerinde dentin permeabilitesini değerlendirmişler ve Er:YAG ile 1.5 W, 15 Hz, 100 mJ parametrelili Nd:YAG lazerin daha etkili olduğunu göstermişlerdir.<sup>90</sup>

DH tedavisinde, lazerler ile çeşitli hassasiyet giderici materyallerin etkinliğinin karşılaştırıldığı hem klinik hem de mikroskobik çalışmalar da, lazerlerin daha başarılı ve etkili olduğu ve bu etkilerinin daha uzun bir süre devam ettirdikleri dikkati çekmektedir.<sup>36,37,75,82,87</sup>

Dentin hassasiyetinin giderilmesi için kullanılan materyaller ile lazerlerin birlikte kullanılabileceği ve daha etkili bir tedavi metodu olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.<sup>39,59,78,87</sup> Omae ve ark., in-vitro olarak Er:YAG (2940 nm, 100 mJ, 10 Hz, su soğutmalı) lazer parametrelerini uyguladıkları molar diş dentini üzerine, GLUMA hassasiyet giderici uygulamasının bu ajanın bağlantısının gücü ve süresini arttırdığını bildirmişlerdir.<sup>91</sup> Lee ve ark., in vitro olarak, DP-bioglass ile %30'luk fosforik asit karışımını dentin yüzeyine uygulamasını *takiben* CO<sub>2</sub> lazer uygulamasının, bu karışımın açık dentin tübülleri içine daha fazla penetre olduğunu (60 µm) ve tübülleri daha iyi tıkadığını göstermişlerdir.<sup>92</sup>

Dentin hassasiyet tedavisi için uygulanan lazer tedavisi etkinliği ile yaşın ilişkili olduğunu ile ilgili çalışmalar da mevcuttur.<sup>89,93</sup> Ladalardo ve ark., 660 nm ve 830 nm diyet lazer uyguladıkları, 25-35 yaş ve 36-45 yaş aralığındaki 2 grup, toplam 20 hastada her iki lazerin 25-35 yaş grubunda daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.<sup>93</sup> Bunun aksine Dil-

siz ve ark., yaş arttıkça tedavinin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.<sup>89</sup>

Sonuç olarak, etiyojik ajanın tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması DH tedavisi için en önemli aşamadır. Bu amaçla evde bireyin kendi yaptığı tedavi alternatifleri ilk tercih olmalıdır. Eğer bireyin ağrı şiddetinde bir değişim meydana gelmemiş

ise klinikte yapılan tedaviler ile problem giderilmelidir. Hassasiyet giderme işlevinde lazerlerin başarılı oldukları ve güvenilirlikleri ispat edilmiştir. Her ne kadar lazer cihazları kliniğe bir maliyet getirir de günümüzde hekimler doğru parametrelerde lazerleri bir tedavi alternatifi olarak güvenli bir şekilde kullanabilirler.

## KAYNAKLAR

- Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc* 2006;137 (7):990-8.
- Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review. *Aust Dent J* 2006;51(3):212-8.
- Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. *J Clin Periodontol* 2000; 27(10):715-21.
- Holland GR, Narhi MN, Addy M, Gangarosa L, Orchardson S. Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol* 1997;24(11): 808-13.
- Walsh LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 2. Hard tissue applications. *Aust Dent J* 1997;42(5):302-6.
- Rees JS, Addy M. A cross-sectional study of dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol* 2002;29(11):997-1003.
- Addy M, Mostafa P, Newcombe RG. Dentine hypersensitivity: the distribution of recession, sensitivity and plaque. *J Dent* 1987;15(6):242-8.
- Branstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endodont* 1986;12(10):453-7.
- Gysi A. An attempt to explain the sensitiveness of dentine. *Br J Dent Res* 1900;43:865-8.
- Branstrom M. Dentin sensitivity and aspiration of odontoblasts. *J Am Dent Assoc* 1963;66: 366-70.
- Uchida A, Wakano Y, Fukuyama O, Miki T, Iwayama Y, Okada H. Controlled clinical evaluation of a 10% strontium chloride dentifrice in treatment of dentin hypersensitivity following periodontal surgery. *J Periodontol* 1980;51 (10):578-81.
- Hazen SP, Volpe AR, King WJ. Comparative desensitizing effect of dentifrices containing sodium monofluorophosphate, stannous fluoride, and formalin. *Periodontics* 1968;6(5):230-2.
- Tarbet WJ, Silverman G, Stolman JM, Fratarcangelo PA. Clinical evaluation of a new treatment for dentinal hypersensitivity. *J Periodontol* 1980;51(9): 535-40.
- Orchardson R, Gillam DG. The efficacy of potassium salts as agents for treating dentin hypersensitivity. *J Orofac Pain* 2000;14(1):9-19.
- Ajcharanukul O, Kraivaphan P, Wanachantararak S, Vongsavan N, Matthews B. Effects of potassium ions on dentine sensitivity in man. *Arch Oral Biol* 2007;52(7):632-9.
- Kaufman HW, Wolff MS, Winston AE, Triol CW. Clinical evaluation of the effect of a remineralizing toothpaste on dentinal sensitivity. *J Clin Dent* 1999;10(1): 50-4.
- Wara-aswapati N, Krongnawakul D, Jiraviboon D, Adulyanon S, Karimbux N, Pitiphat W. The effect of a new toothpaste containing potassium nitrate and triclosan on gingival health, plaque formation and dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol* 2005;32 (1):53-8.
- Yates R, Ferro R, Newcombe RG, Addy M. A comparison of a reformulated potassium citrate desensitizing toothpaste with the original proprietary product. *J Dent* 2005;33(1):19-25.
- Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *J Can Dent Assoc* 2003;69(4):221-6.
- Pereira R, Chava VK. Efficacy of a 3% potassium nitrate desensitizing mouthwash in the treatment of dentinal hypersensitivity. *J Periodontol* 2001;72(12): 1720-5.
- Gillam DG, Bulman JS, Jackson RJ, Newman HN. Efficacy of a potassium nitrate mouthwash in alleviating cervical dentine sensitivity (CDS). *J Clin Periodontol* 1996;23(11):993-7.
- Lukomsky EH. Fluoride therapy for exposed dentine and alveolar therapy. *J Dent Res* 1941;20(6):649-59.
- Morris MF, Davis RD, Richardson BW. Clinical efficacy of two dentin desensitizing agents. *Am J Dent* 1999;12(2):72-6.
- Pashley DH, Leibach JG, Horner JA. The effects of burnishing NaF/kaolin/glycerin paste on dentin permeability. *J Periodontol* 1987;58 (1):19-23.
- Hodosh M. A superior desensitizer-potassium nitrate. *J Am Dent Assoc* 1974;88(4):831-2.
- Frechoso SC, Menéndez M, Guisasaola C, Arregui I, Tejerina JM, Sicilia A. Evaluation of the efficacy of two potassium nitrate bioadhesive gels (5% and 10%) in the treatment of dentine hypersensitivity. A randomised clinical trial. *J Clin Periodontol* 2003;30 (4):315-20.
- Pillon FL, Romani IG, Schmidt ER. Effect of a 3% potassium oxalate topical application on dentinal hypersensitivity after subgingival scaling and root planing. *J Periodontol* 2004;75 (11):1461-4.
- Gillam DG, Newman HN, Davies EH, Bulman JS, Troullos ES, Curro FA. Clinical evaluation of ferric oxalate in relieving dentine hypersensitivity. *J Oral Rehabil* 2004;31(3): 245-50.
- Cherng AM, Chow LC, Takagi S. Reduction in dentin permeability using mildly supersaturated calcium phosphate solutions. *Arch Oral Biol* 2004;49(2):91-8.
- Geiger S, Matalon S, Blasbalg J, Tung M, Eichmiller FC. The clinical effect of amorphous calcium phosphate (ACP) on root surface hypersensitivity. *Oper Dent* 2003;28(5):496-500.
- Branstrom M, Johnson G, Nordenvall KJ. Transmission and control of dentinal pain: Resin impregnation for the desensitization of dentine. *J Am Dent Assoc* 1979;99(4):612-18.
- Duran I, Sengun A. The long-term effectiveness of five current desensitizing products on cervical dentine sensitivity. *J Oral Rehabil* 2004;31(4):351-6.
- Prati C, Cervellati F, Sanasi V, Montebugnoli L. Treatment of cervical dentin hypersensitivity with resin adhesives: 4-week evaluation. *Am J Dent* 2001; 14(6):378-82.
- Baysan A, Lynch E. Treatment of cervical sensitivity with a root sealant. *Am J Dent* 2003;16 (2):135-8.
- Dondi dall'Orologio G, Lone A, Finger WJ. Clinical evaluation of the role of glutaraldehyde in a one-bottle adhesive. *Am J Dent* 2002;15 (5):330-4.
- Tengrungsun T, Sangkla W. Comparative study in desensitizing efficacy using the GaAlAs laser and dentin bonding agent. *J Dent* 2008;36(6):392-5.
- Corona SA, Nascimento TN, Catirse AB, Lizarelli RF, Dinelli W, Palma-Dibb RG. Clinical evaluation of low-level laser therapy and fluoride varnish for treating cervical dentinal hypersensitivity. *J Oral Rehabil* 2003;30(12): 1183-9.
- Schwarz F, Arweiler N, Georg T, Reich E. Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine. *J Clin Periodontol* 2002; 29(2):211-5.
- Lan WH, Liu HC, Lin CP. The combined occluding effect of sodium fluoride varnish and Nd:YAG laser irradiation on human dentinal tubules. *J Endodont* 1999;25(6):424-6.
- Singal P, Gupta R, Pandit N. 2% sodium fluoride-iontophoresis compared to a commercially available desensitizing agent. *J Periodontol* 2005;76(3):351-7.
- Orbak R, Canakçi V, Tezel A. Clinical evaluation of an electron-ionizing toothbrush with a tooth paste containing stannous fluoride in treatment of dentine hypersensitivity following periodontal surgery. *Dent Mater J* 2001;20(2): 164-71.
- Grossman LE. The treatment of hypersensitive dentine. *J Am Dent Assoc* 1935;22(1):592-602.
- Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 1960;187(1):493-4.
- Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B. Impact of the laser on dental caries. *Nature* 1964;203:417.
- Stern RH, Sognmaes RF. Laser beam effect on dental hard tissues. *J Dent Res* 1964;43: 873.

46. Matsumoto K, Funai H, Shirasuka T, Wakabayashi H. Effects of Nd:YAG laser in treatment of cervical hypersensitive dentine. *Jpn J Conserv Dent* 1985;28(1):760-5.
47. Matsumoto K, Funai H, Wakabayashi H, Oyama T. Study on the treatment of hypersensitive dentine by GaAlAs laser diode. *Jpn J Conserv Dent* 1985;28(1):766-71.
48. Matsumoto K, Tomonari H, Wakabayashi H. Study on the treatment of hypersensitive dentine by laser. Place of laser irradiation. *Jpn J Conserv Dent* 1985;28(1):1366-71.
49. Matsumoto K, Wakabayashi H, Funato A, Shirasuka T. Histopathological findings of dental pulp irradiated by GaAlAs laser diode. *J Jpn Conserv Dent* 1985;28(1):1361-5.
50. Renton-Harper P, Midda M. NdYAG laser treatment of dental hypersensitivity. *Br Dent J* 1992;172(1):13-6.
51. Gelskey SC, White JM, Pruthi VK. The effectiveness of the Nd:YAG laser in the treatment of dental hypersensitivity. *J Can Dent Assoc* 1993;59(4):377-8.
52. Kawada K, Otsuka H, Ichimura K, Shimojima T, Ikeda K. The effect of the Nd:YAG laser irradiation on dentine hypersensitivity with adult periodontitis. *Jpn J Conserv Dent* 1996;39(1): 989-95.
53. Lan WH, Liu HC. Treatment of dentin hypersensitivity by Nd:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14(2): 89-92.
54. Gutknecht N, Moritz A, Dercks HW, Lampert F. Treatment of hypersensitive teeth using neodymium:yttrium-aluminum-garnet lasers: a comparison of the use of various settings in an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1997;15(4):171-4.
55. Yonaga K, Kimura Y, Matsumoto K. Treatment of cervical dentin hypersensitivity by various methods using pulsed Nd:YAG laser. *J Clin Laser Med Surg* 1999;17(5):205-10.
56. Kobayashi K, Yamaguchi H, Kumai A, Tanaka M, Sakuraba E, Nomura T, et al. Pain relief effects of Nd:YAG laser irradiation on dentin hypersensitivity during periodontal treatment. *J Jpn Soc Periodontol* 1999;41(1): 180-7.
57. Lier BB, Rösing CK, Aass AM, Gjermo P. Treatment of dentin hypersensitivity by Nd:YAG laser. *J Clin Periodontol* 2002;29(6): 501-6.
58. Ciaramicoli MT, Carvalho RC, Eduardo CP. Treatment of cervical dentin hypersensitivity using neodymium: Yttrium-aluminum-garnet laser. *Clinical evaluation. Lasers Surg Med* 2003;33(5):358-62.
59. Kumar NG, Mehta DS. Short-term assessment of the Nd:YAG laser with and without sodium fluoride varnish in the treatment of dentin hypersensitivity--a clinical and scanning electron microscopy study. *J Periodontol* 2005;76(7):1140-7.
60. Liu HC, Lin CP, Lan WH. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. *J Endod* 1997;23(11):691-3.
61. Whitters CJ, Hall A, Creanor SL, Moseley H, Gilmore WH, Strang R, et al. A clinical study of pulsed Nd: YAG laser-induced pulpal analgesia. *J Dent* 1995;23(3):145-50.
62. Myers TD, McDaniel JD. The pulsed Nd:YAG dental laser: review of clinical applications. *J Calif Dent Assoc* 1991;19(11):25-30.
63. Orchardson R, Peacock JM, Whitters CJ. Effect of pulsed Nd:YAG laser radiation on action potential conduction in isolated mammalian spinal nerves. *Lasers Surg Med* 1997;21(2): 142-8.
64. Senda A, Gomi A, Tani T, Yoshino H, Hara G. [A clinical study on "soft laser 632", a He-Ne low energy medical laser. 1: Pain relief immediately after irradiation]. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi* 1985;23(4):773-80.
65. Matsumoto K, Nakamura G, Tomonari H. Study on the treatment of hypersensitive dentine by He-Ne laser irradiation. *Jpn J Conserv Dent* 1986;29(1):312-7.
66. Gomi A, Kamiya K, Yamashita H, Ban Y, Senda A, Hara G, et al. [A clinical study on the "soft laser 632", a He-Ne low energy medical laser. 2: The effect in relieving the pain of hypersensitive dentin and pain during seating an inlay]. *Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi* 1986;24(3):390-9.
67. Wilder-Smith P. The soft laser: therapeutic tool or popular placebo? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1988;66(6):654-8.
68. Matsumoto K, Nishihama R, Onodera A, Wakabayashi H. [Study on treatment of hypersensitive dentine by He-Ne laser]. *Showa Shigakkai Zasshi* 1988;8(2):108-4.
69. Mezawa S, Shiono M, Sato K, Mikami T, Hayashi M, Maeda K, et al. The effect of low-power laser irradiation on hypersensitive dentine differing effect according to the irradiated area. *J Jpn Soc Laser Dent* 1992;3(1):87-91.
70. Rochkind S, Nissan M, Razon N, Schwartz M, Bartal A. Electrophysiological effect of HeNe laser on normal and injured sciatic nerve in the rat. *Acta Neurochirurgica* 1986;83(3-4):125-30.
71. Rochkind S, Nissan M, Barr-Nea L, Razon N, Schwartz M, Bartal A. Response of peripheral nerve to He-Ne laser: experimental studies. *Lasers Surg Med* 1987;7(5):441-3.
72. Matsumoto K, Nakamura Y, Wakabayashi H. A clinical study on the hypersensitive dentine by 60 mW GaAlAs semiconductor laser. *Journal of Showa University Dental Society* 1990;10(1):446-9.
73. Ebihara A, Takeda A, Araki K, Suda H, Sunada I. Clinical evaluation of GaAlAs-semiconductor laser in the treatment of hypersensitive dentin. *Jpn J Conserv Dent* 1988;31(1):1782-7.
74. Kawakami T, Ibaraki Y, Haraguchi K, Odachi H, Kawamura H, Kubota M, et al. [The effectiveness of GaAlAs semiconductor laser treatment to pain decrease after irradiation]. *Higashi Nippon Shigaku Zasshi* 1989;8(1):57-62.
75. Setoguchi T, Mastunaga M, Chinjyu N, Yokota M, Sueda T. The effects of soft laser irradiation and strontium chloride application on dentine hypersensitivity induced by periodontal treatment. *Jpn J Conserv Dent* 1990;33(1): 620-7.
76. Hamachi T, Iwamoto Y, Hirofujii T, Kabashima H, Maeda K. Clinical evaluation of GaAlAs-semiconductor laser in the treatment of cervical hypersensitive dentin. *Jpn J Conserv Dent* 1992;35(1):12-7.
77. Gerschman JA, Ruben J, Gebart-Eaglemon J. Low level laser therapy for dentinal tooth hypersensitivity. *Aust Dent J* 1994;39(6):353-7.
78. Liu HC, Lan WH. The combined effectiveness of the semiconductor laser with Duraphat in the treatment of dentin hypersensitivity. *J Clin Laser Med Surg* 1994;12(6):315-9.
79. Iida M, Ando Y, Watanabe H, Ishikawa I. Effect of GaAlAs-semiconductor laser irradiation on dentin hypersensitivity of exposed root surface and influence to micro-flora in dento-gingival region. *J Jpn Soc Laser Dent* 1993;4(1):3-7.
80. Wakabayashi H, Hamba M, Matsumoto K, Tachibana H. Effect of irradiation by semiconductor laser on responses evoked in trigeminal caudal neurons by tooth pulp stimulation. *Lasers Surg Med* 1993;13(6): 605-10.
81. Moritz A, Gutknecht N, Schoop U, Goharkhay K, Ebrahim D, Wernisch J, et al. The advantage of CO2-treated dental necks, in comparison with a standard method: results of an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14(1): 27-32.
82. Moritz A, Gutknecht N, Schoop U, Goharkhay K, Ebrahim D, Wernisch J, et al. The advantage of CO2-treated dental necks, in comparison with a standard method: results of an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1996;14(1): 27-32.
83. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Aoid M, Reichenbach P, Lothaller MA, et al. Long-term effects of CO2 laser irradiation on treatment of hypersensitive dental necks: results of an in vivo study. *J Clin Laser Med Surg* 1998;16(4):211-5.
84. Zhang C, Matsumoto K, Kimura Y, Harashima T, Takeda FH, Zhou H. Effects of CO2 laser in treatment of cervical dentinal hypersensitivity. *J Endod* 1998;24(9):595-7.
85. Fayad MI, Carter JM, Liebow C. Transient effects of low-energy CO2 laser irradiation on dentinal impedance: implications for treatment of hypersensitive teeth. *J Endod* 1996;22(10): 526-31.
86. Birang R, Poursamimi J, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG and Er:YAG laser in dentin hypersensitivity treatment. *Lasers Med Sci* 2007;22(1):21-4.
87. Ipci SD, Cakar G, Kuru B, Yilmaz S. Clinical evaluation of lasers and sodium fluoride gel in the treatment of dentine hypersensitivity. *Photomed Laser Surg* 2009;27(11):85-91.
88. Özcanlı Ç, Başak PY. [Laser and use in dermatology]. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2002; 22(6):620-9.
89. Dilsiz A, Canakci V, Ozdemir A, Kaya Y. Clinical evaluation of Nd:YAG and 685-nm diode laser therapy for desensitization of teeth with gingival recession. *Photomed Laser Surg* 2009;27(6):843-8.
90. Aranha AC, Domingues FB, Franco VO, Gutknecht N, Eduardo Cde P. Effects of Er:YAG and Nd:YAG lasers on dentin permeability in root surfaces: a preliminary in vitro study. *Photomed Laser Surg* 2005;23(5):504-8.
91. Omae M, Inoue M, Itota T, Finger WJ, Inoue M, Tanaka K, et al. Effect of a desensitizing agent containing glutaraldehyde and HEMA on bond strength to Er:YAG laser-irradiated dentine. *J Dent* 2007;35(5): 398-402.
92. Lee BS, Tsai HY, Tsai YL, Lan WH, Lin CP. In vitro study of DP-bioglass paste for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J* 2005;24(4):562-9.
93. Ladalardo TC, Pinheiro A, Campos RA, Brugnera Júnior A, Zanin F, Albernaz PL, et al. Laser therapy in the treatment of dentine hypersensitivity. *Braz Dent J* 2004;15(2):144-50.