



## PULPA VİTALİTE TESTLERİ: DERLEME

### PULP VITALITY TESTINGS: REVIEW

Yrd. Doç. Dr. Güldane BOZDAĞ\*

Doç. Dr. Sevgi ŞENER\*

**Makale Kodu/Article code:** 2000  
**Makale Gönderilme tarihi:** 04.12.2014  
**Kabul Tarihi:** 28.01.2015

#### ÖZET

Diş hekimliğinde bir tedavinin başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri dişin vitalitesinin doğru bir şekilde belirlenmesidir. Fakat pulpanın, kalsifiye dokularla çevrili bir alanda, tamamen kapalı durumda olmasından dolayı vitalitesinin değerlendirilmesi karmaşık bir olaydır. Bu yüzden pulpanın canlılığının değerlendirilmesinde indirekt metotlar kullanılır. Pulpa vitalite testleri pulpa kan akışını tespit eder, hassasiyet testlerinden daha güvenilir ölçüm metodu olarak görülür. Araştırmalar pulse oksimetre ve lazer doppler flowmetry gibi kan akımı ölçüm cihazlarının, pulpal vitalite değerlendirmesinde umut verici olduğunu belirtmektedir. Bu derlemenin amacı literatür bilgilerin kapsamlı olarak incelenmesi sureti ile klinisyenlere pulpa vitalite testleri hakkında güncel bilgilerin sağlanmasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** pulpa, vitalite, kan, akış

#### ABSTRACT

The vitality assessment of teeth is one of the crucial diagnostic procedures in the practice of dentistry. But it is complicated by the fact that the dental pulp is enclosed within calcified tissue. Therefore, indirect methods must be used to determine pulpal vitality. Pulp vitality tests attempt to examine the presence of pulp blood flow, as this is viewed as a better measure of true health than sensibility. Investigations have stated that diagnostic devices that examine pulpal blood flow, such as the pulse oximeter and laser doppler flowmetry, show promising results for the assessment of pulp vitality. The aim of this paper is to provide the clinician with a contemporary information about the pulp vitality testing methods by detailed investigation of recent literature.

**KeyWords:** pulp, vitality, blood, flow

#### 1. PULPA VİTALİTE TESTLERİ

Pulpa hassasiyet testleri, pulpal sinirlerin uyarılmasına dayalı metotlardır. Pulpa kan akımı ile doğrudan ilgileri olmadığından, pulpanın kanlanmasıyla ilişkili direkt bilgi vermezler. Dişlerin vitalitesinin değerlendirilmesi sırasında, pulpal vaskülarite ile ilgili bilgi edinmek önemlidir.<sup>1</sup> Bu nedenle geleneksel vitalite testlerini başlıca tanı aracı olarak kullanan diş hekimleri için, kök ucu kapanmamış ve/veya travma geçirmiş dişlerin vitalitesinin değerlendirilmesinde, pulpanın vasküler sirkülasyonu hakkında güvenilir sonuçlar verebilecek yeni test metotları geliştirilmiştir.

Doku kanlanmasını ölçen yöntemlerin bir kısmı invaziv tekniklerdir. Bazılarında radyoaktif madde kullanılmakta, devamlı dinamik bir ölçüm

yapılamamaktadır. Bazıları da deneme aşamasında oldukları, çok pahalı donanım gerektirdikleri ve bilgi işlem analizleri çok zor olduğu için, halen rutin kullanıma girememiştir. Bu nedenle pulpa kan akımı ölçümlerini gerçekleştirmek için invaziv olmayan, biyolojik dokulara zarar vermeyen, kolay uygulanabilir, tekrarlanabilir ve sonuçlarına güvenilir tanı metotlarına ihtiyaç vardır.<sup>2</sup>

##### 1.1 Kron Yüzey Sıcaklığı

Bu teknikte, canlı dişlerin daha sıcak olduğu ve soğutulduktan sonra cansız dişlere oranla daha çabuk ısındıkları hipotezine dayanılarak değerlendirme yapılır. Bu test tekniğinde termistor, termografik infrared ve sıvı kristalleri kullanılır. Kron sıcaklık değişimini ölçmek için kolisterik sıvı kristallerindeki renk değişimine bakılır. Termistor ve termografik infrared'de ısı deği-

\* Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı



şimi ölçümlenir.<sup>3</sup> Termografik değerlendirmeler non-invazivdir ve güvenilirliği yüksektir. Bu tekniğin dezavantajı rubber dam ile dişin izole edilmesinin gerekmesidir.<sup>4</sup>

### **1.2 Transmitted Light Fotopletimografi (TLP)**

Bu tekniğin temeli ışığın dıştan geçirilmesi ve kandaki hemoglobin tarafından seçici bir soğurulmaya uğradıktan sonra kalanların dalga boylarının ölçülmesi temeline dayanır.<sup>5</sup> Non-invaziv bir tekniktir ve lazer doppler flowmetrinin, dual dalga boylu spektrofotometrenin ve pulsoksimetrenin öncüsü sayılır.<sup>3</sup>

### **1.3 Xenon-133 Radyoizotopu**

Pulpa kan dolaşımını ölçmek için radyoaktif materyaller daha önceleri enjeksiyon metoduyla kullanılmıştır. Xenon-133 radyoizotopu ile dokulardaki kan akımı ölçülür. Canlı veya nekrotik pulpal dişleri ayırt etmede etkili olduğu bulunmuştur. Fakat radyoaktif izotopun kullanımı pahalıdır, insan üzerindeki kullanımı kısıtlıdır ve özel lisans gerektirir.<sup>3</sup>

### **1.4 Lazer Doppler Flowmetry**

Lazer Doppler Flowmetry (LDF), mikrovasküler sistemdeki ince kan damarlarında bile doğrudan kan akımı ölçümü yapabilen, invaziv olmayan, elektro-optik bir yöntemdir. Dokuların kanlanması, kan akımının hızı, şiddeti ve damar genişliği bu teknikle incelenebilir. LDF cihazının 4 ana yapısı vardır.<sup>2</sup>

- Lazer ışın kaynakları
- Fiber optik düzen
- Fotodedektörler
- Sinyal işlemci

LDF, doppler kaymasını temel alan bir tekniktir. Hareket halindeki bir nesneden yansıyan radyasyonun frekansında doppler etkisi ile bir değişim olur. Bu değişime doppler kayması denir. LDF yönteminin esası; yayılan lazer radyasyonunun dokulara yansıtılması ve dokulardan geri yansıyan radyasyonun kaydedilmesine dayanır. Işın, dokuların hareketsiz yapıları ve hareketli kan hücreleri üzerine dağıtılır.<sup>6</sup> Bunun için tek renkli lazer ışını taşıyan bir optik uç kullanılır. Bu uç içerisinde; ışını dokuya verici fiber ve dokudan geri saçılan ışınları fotodedektöre taşıyan toplayıcı fiber bulunur. Işın demeti prob aracılığıyla dokuya iletiildiğinde; ışın bir dokuda absorbe olurken, büyük bir kısmı dokudan yansır. Işığı yansıtan statik nesnelere dalga boyunu değiştirmezken, ışığı yansıtan hareketli kan hücreleri doppler kaymasına sebep olur. Doppler kayması ışın demeti sinyallerini oluşturur. Bu sinyallerden elde

edilen veriler 'perfüzyon' ya da 'flux' olarak tanımlanır. Dalga boyundaki bu değişimlerin büyüklüğü ve frekans dağılımı, direkt olarak kan hücrelerinin sayısı ve hızıyla ilişkilendirilir. Fakat hücrelerin hareket yönlerini göstermezler. Bunun sebebi, ışığın doku içindeki yayılımıdır. Dolayısıyla; cihazın ucundan uzakta hareket eden bir hücrenin sinyale olan katkısı, cihazın ucunun önünden geçmekte olan bir hücre ile aynıdır.<sup>7</sup> Yani, prob ucundan uzakta hareket eden bir hücrenin sinyale katkısı, prob ucunun önünden geçen hücre ile aynıdır.<sup>8</sup>

Dişlerde kullanımı ilk olarak 1986 yılında Gazelius ve ark<sup>9</sup> tarafından gerçekleştirilmiştir. LDF tekniğini yetişkin insanlarda kullanmışlardır ve sağlıklı dişlerden elde edilen pulpal kan akımına ait sinyallerin, aynı kişiye ait elektrokardiyografi kaydıyla elde edilen kalp atımına paralel seyreden, düzenli sinyaller olduğunu göstermişlerdir. Nekroze dişlerden elde ettikleri kayıtların ise kalp atımlarıyla senkronize olmayan, hareket artefaktlarından kaynaklanan düzensiz, sivri dalgalanmalar şeklinde olduğunu bildirerek, LDF'nin sağlıklı ve nekroze dişlerin vitalitesinin ayırımında kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Cihazın ölçüm derinliği 1 mm civarında olmasına rağmen daimi dişte ortalama 2-3,5 mm kalınlıkta olan mine ve dentin aşılarak, bir dişin pulpasının kan akımı ölçülebilmektedir. Cihazın pulpadaki kan akımını ölçme yeteneği, dentin tübüllerinin ışık rehberliği etkisine dayandırılmıştır.<sup>8</sup> Lazer ışını, mine prizmalarını ve dentin tübüllerini geçerek pulpaya ulaşmaktadır. Bu olay, bir in-vitro çalışmada çalışma modelinde, çekilmiş dişlerin pulpa boşluğuna yerleştirilmiş kanül vasıtasıyla, farklı hız ve yoğunlukta kan pompalanması ile gerçekleştirilen LDF ölçümleri ile kanıtlanmıştır.<sup>8</sup>

### **Endikasyonları:**

- Pulpa vitalitesinin değerlendirilmesi
- Çocuklarda pulpa vitalitenin değerlendirilmesi
- Endodontik orjinli olmayan periapikal radyolusensilerin değerlendirilmesi
- Yaşla birlikte değişen pulpa kan akımının monitörize edilmesi
- Lokal ve sistemik farmakolojik ajanların reaksiyonlarının monitörize edilmesi
- Pulpa kan akımına egzersizin etkisinin monitörize edilmesi
- Pulpanın elektriksel ve termal olarak uyarılması sonucu ulaşan reaksiyonların monitörize edilmesi
- Ortodontik tedavi sırasında pulpada oluşan reaksiyonun monitörize edilmesi



- Ortognatik cerrahi sonrası pulpa kan akımının ölçülmesi
- Travmatik yaralanmalar sonucunda pulpa kan akımının ölçülmesi
- Reimplante edilen dişlerin revaskülarizasyonunun monitörize edilmesi

#### **Sonuçları etkileyen faktörler**

Pulpa kan akımının LDF ile değerlendirilmeleri çevresel ve teknik kaynaklı faktörlere oldukça duyarlıdır.

#### **• Lazer Demetinin Karakteristiği**

Lazer demetinin karakteristiği, pulpadan alınan flux sinyallerini önemli derecede etkiler. Sinyal gürültüsünü azaltmak için kullanılan filtrenin band genişliği, lazer kaynağının dalga boyu, prob içerisindeki fiber seperasyonu ölçümü etkiler.<sup>10</sup> Band filtresinin genişliği 3 kHz ile 20 kHz arasında olmalıdır. Lazer kaynağının dalga boyu 810 nm ya da 633 nm olmalıdır.<sup>11</sup> Prob içerisindeki fiber seperasyonu 250 µm<sup>11</sup> ile 500 µm<sup>12</sup> arasında olmalıdır. Ancak araştırmalar genellikle vital olmayan, kanal tedavisi uygulanmış dişlerde yapılmıştır.<sup>11</sup> Genel bir görüşe göre ise, pulpa odası opak materyalle dolu kanal tedavili dişlerle, pulpa odası nekrotik doku ile kaplı endodontik olarak tedavi edilmeyen dişlerin cevaplarının birbirinden farklı olduğu savunulmuştur.<sup>10,13</sup>

#### **• Prob Açılması**

LDF çalışmalarında, prob açılması sadece bir çalışmada incelenmiştir. Odor ve ark'nın 1996'da yaptığı bu çalışmada prob açısının diş içinden ışık geçişini etkilemediğini belirtmiştir.<sup>11</sup>

#### **• Prob Pozisyonu**

Vital dişlerde, prob gingival marjine doğru yaklaştırıldığında, elde edilen flux değerinin yükseldiğini belirtmektedir.<sup>14,15</sup> Ancak gingival marjine çok yaklaştırılırsa da periodontal dokulardan alınan pulpa dışındaki sinyallerin de artabileceğini belirtmişlerdir. Akpinar ve ark<sup>16</sup> prob servikal üçlüye yerleştirildiğinde, dişin büyüklüğünün de dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bölgedeki dişin kalınlığı ve pulpadaki geri saçılmalardan dolayı dişten geçen lazer ışığının geri dönüşünün minimal olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Ingolfsson ve ark<sup>12</sup> da insizal bölgeden alınan sinyalleri, gingival, mesial ve distal bölgeden alınan

sinyallerden düşük bulmuştur. Buna karşılık Odor ve ark<sup>11</sup> prob pozisyonunun ışık geçişini etkilemediğini savunmuşlardır.

#### **• Prob Dizaynı**

Problar kullanımına göre değişik dizaynlarda üretilirler. Problar arası farklılıklar farklı kullanımına uygun eksternal görünümünden ve fiber seperasyonlarını etkileyen internal yapılarından kaynaklanır.<sup>10,13</sup>

#### **• Prob Tutucuların Özellikleri**

LDF sistemi lazer ışınlarının pulpa damarlarındaki hareketli hücreleri etkilemesinden dolayı anlaşılabilir bir sistemdir. Probonun dişle teması önemlidir. Artefaktlardan kaçınmak için dişle tam teması sağlamak için uygun prob tutucuları kullanılarak probun stabilizasyonu sağlanmalıdır. Birçok çalışmada akrilik, silikon, plastik, kimyasal rezin gibi materyallerden elde edilen sabit fabrikasyon splintler kullanılmıştır. Ayrıca probun, rubber dam klempiyi ve manuel teknikle sabitlenmesi araştırılmıştır. Ancak ölçümlerde birçok teknik kullanılmasına rağmen, en iyi sinyallerin probun poliüretan/rubber dam splintlerinin kombinasyonu ile desteklendiği durumlardan elde edilmiştir.<sup>10</sup>

#### **• Pulpa Dışı Sinyaller**

Pulpa dışı sinyaller esas olarak periodontal sinyal akımından kaynaklanır ve bu eksternal sinyaller pulpadan elde edilen flux sinyallerini kontamine eder. Vital olmayan dişlerden alınan sinyaller vital dişlerden alınan sinyallere göre belirgin olarak düşüktür. Ama her zaman sıfır değerde olamayacağı da akılda tutulmalıdır. Kron yeterince izole edilemezse de istenmeyen dokular sinyale katkıda bulunabilir. Bu nedenle kron iyi izole edilmelidir. İzolasyon için pamuk rulo ya da periodontal pat kullanılabilir ama en uygunu rubber dam izolasyonudur.<sup>10</sup>

#### **• Diş Tipi**

LDF üzerine yapılan araştırmalar genellikle kesici dişler üzerinde yapılmıştır. Ancak Sasano ve ark<sup>17</sup>, dişlerin kalınlığının alınan sinyaller üzerine etkili olduğunu ve vital olmayan dişlerde diş tipine göre farklılık göstermezken, vital dişlerde farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

#### **• Medikasyon Kullanımı**

Gingival ya da komşu mukozaya capsaisin



uygulanması<sup>18</sup>, antihipertansif ilaç alımı ya da nikotin kullanımının<sup>19</sup> vaskülarizasyonu etkilemesinden dolayı, pulpa kan akımı ölçümünü etkilediği belirtilmiştir.

### **Avantajları**

Non-invaziv bir tekniktir.<sup>7,13</sup>

Kullanımı kolay, devamlı veya belirli aralıklarla kayıt sağlanabilir. Ayrıca, cihaz bilgisayara bağlanarak, özel yazılımı vasıtasıyla veriler grafikler halinde izlenebilir ve istatistiksel olarak analiz elde edilebilir.<sup>20</sup>

Travmatik yaralanmalarda ve çocuklarda kullanılan en uygun ve güvenilir metottur.<sup>2,3</sup>

### **Limitasyonları / Dikkat Edilecek Hususlar**

Doku yanığı gibi kalıcı hasarlar verebileceği düşünülse de, günümüzde kullanılan tüm medikal aletlerin ışın gücü, klinik uygulamalarda izin verilen maksimum limitin çok altındadır.<sup>13,21</sup>

Semi-quantatif bir teknik olarak anılsa da cihaz kan akımını tam bir ünite olarak ölçmez. Örneğin akut pulpitiste, pulpa vaskülaritesi artmıştır ve kırmızı hücrelerin konsantrasyonu kan akımında %1'in üzerine çıkmıştır. Pulpa kan akımındaki bu artış alınan sinyallerde relatif bir düşüşe sebep olur.<sup>8</sup>

Ölçümler vibrasyon gibi gürültülü seslere, aparatın yanındaki ya da aparatın hareketi gibi çevresel faktörlere duyarlıdır. Komşu dokulardaki kan akımının kontaminasyonuna duyarlıdır. Ayrıca fiyatı kullanımını kısıtlamaktadır.<sup>8,13,16,22</sup>

En büyük limitasyonu mineralize dokuların ışığın dişe penetrasyonunu kısıtlamasıdır. Bu yüzden penetrasyon derinliği cilt dokusundan daha fazla olmalıdır. Gelen ışın koronal pulpa odasındaki hareket halindeki kırmızı kan hücrelerine ulaşabilmelidir.<sup>10</sup>Ayrıca bu sistemle mikro damarlardaki kan akımı, aktif kan akımına sahip damarların sayısı ve damar çapı belirlenemez.<sup>23,24</sup>

LDF problemleri sadece koronal pulpadaki kan akımını ölçebildiklerinden dolayı geniş restorasyonlu ve sadece apikalde vital pulpa dokusuna sahip dişlerde kullanımı kontrendikedir.<sup>25</sup>

### **1.5 Dual Dalga Boylu Spektrofotometre**

Dual Dalga Boylu Spektrofotometre (DWLS), pulsatil sirkülasyondan bağımsız bir ölçüm metodudur. Pulpada arterioller arterlerden daha azdır ve pulpa boşluğu dentin ve mine ile çevrili olduğundan nabız atımı almak zordur. Bu metotla pulsatif kan akımından bağımsız olarak kapiller yatağındaki oksijen oranı

ölçülür. PO cihazı bu sistemden temel olarak geliştirilmiştir.<sup>1,26</sup>

Pulpada kan desteğindeki oksijen doymuşluk oranını saptamak için 760 nm ve 850 nm dalga boyuna sahip çift kaynak kullanılır. Kanın oksijen oranı ve hacmi saptanabildiği için dişler üzerinde yapılan öncül testler ümit vericidir. Sadece pulpa nekrozunu tespit etmez. Aynı zamanda pulpadaki enflamasyonun durumunu belirlemede de kullanılabilir. Noninvaziv ve objektif bir ölçüm metodu olması, küçük ve taşınabilir yapısından dolayı pulpa test aracı olarak kullanılabilir.<sup>3,26</sup> En büyük avantajı, fiber optikle dişe uygulandığından dolayı hekim ve hastanın koruyucu gözlük kullanmasına gerek yoktur. Dental kullanım için özel olarak dizayn edilmemesine rağmen, kullanımını kolaydır ve pulpa test aracı olarak geliştirilebilir.<sup>1</sup>

### **1.6 Pulse Oksimetri**

Pulse oksimetri (PO), intravenöz anestezi sırasında, kanın oksijen saturasyonu (SaO<sub>2</sub>) seviyesini belirlemek amacıyla kullanılan SaO<sub>2</sub> görüntüleme cihazıdır. PO, özellikle ameliyathanelerde standart ekipmanlar arasında yer almasının yanı sıra, acil servislerde, yoğun bakım ünitelerinde, sedasyon ve analjezi uygulamalarında ve endoskopi odalarında rutin olarak kullanılan bir cihazdır.<sup>2</sup> Tıbbın birçok alanında kabul görmesinin nedeni, noninvaziv olan bu uygulamanın son derece kolay ve pratik olması, hastanın anlık durumu, vital bulguları hakkında hızlı, doğru ve net bilgiler sağlayabilme kapasitesinden kaynaklanmaktadır.<sup>1</sup>

Teknik olarak PO cihazları, 660nm (kırmızı) ve 940 nm (kırmızı ötesi) olmak üzere iki dalga boyunu kullanılır. Ledler tarafından gönderilen iki dalga boyundaki ışık, damarlar içerisindeki kan akımından etkilenir ve fotodetektör tarafından algılanan ışık miktarında modifikasyonlara sebep olur. Bu veriler atım oranının (nabız) belirlenmesinde kullanılır. SaO<sub>2</sub>'yi belirlemek için ise PO, kırmızı ötesi ışık ile kırmızı ışığın yayılma genişliklerini ölçer ve birbirlerine oranlar. Oksihemoglobine ve deoksihemoglobine ait nispi oranlardaki farklılıklar SaO<sub>2</sub>'nin belirlenmesini sağlar. Deri, kemik ve venöz kan akımını ölçmez.<sup>1,27</sup> Uygulanacak kişinin, bebek, çocuk veya erişkin olmasına ve yerleştirilen dokunun anatomik ve fizyolojik özelliklerine göre çok farklı tipte PO problemleri bulunmaktadır.<sup>28</sup>

Sistemik oksijen saturasyonu pulpa arasında ilişki ilk olarak Schnettler ve Wallace<sup>29</sup> tarafından



tanımlanmıştır. Kahan ve ark<sup>30</sup> özel olarak geliştirdikleri bir prob ile yaptıkları ölçümler sonucunda, dişten elde edilen  $\text{SaO}_2$  verileri ile parmaktan alınan sistemik  $\text{SaO}_2$  arasında ilişki olduğunu; ancak bunun devamlı olmadığını bildirmişlerdir. Diş hekimliğinde PO kullanımında öncelikli olarak dişin anatomik konturlarının, şeklinin ve büyüklüğünün göz önünde tutulması gerektiğini savunmuşlardır. Pulpa vitalite değerlendirilmesinde PO sisteminin, soğuk testi ve elektrikli pulpa testine göre dişlerin canlılığının tespitinde daha etkili ve güvenilir yöntem olduğu vurgulanmıştır.<sup>31-37</sup>

#### Limitasyonları

PO sistemi güvenilir bir method olmasına rağmen, doğru bir ölçüm için normal arterial kan basıncı gereklidir. Arterial pulsatif kan basıncı düşük olduğu hipovolemi, hipotermi ya da yoğun periferik vazokonstriksiyon durumlarında, PO ölçümü elde edilemez.<sup>31,32</sup>

Bu medikal durumlar dışında, koronal pulpada kalsifiye değişiklikler oluştuğunda da PO cihazının düşük spesifite göstereceği belirtilmektedir. Koronal kalsifikasyonlar travma, derin restorasyon ya da yaşlılık sonucu oluşabilir. Sonuç olarak koronal kısmı kalsifiye olan vital bir pulpa, yanlış negatif bir sonuç verebilir.<sup>32</sup>

Belirlenen bir başka problem de, cihazın en ufak hareketten etkilenmesidir.<sup>31,37</sup>

Dişten elde edilen sinyaller zayıftır.<sup>31</sup>

Dişlere özel uygun bir prob yoktur ve prob ile diş arasında ışığın geçişini arttıracak özel bir jelle ihtiyaç duyulur.<sup>28,33</sup>

#### 1.7 Lazer ile Isı Stimülasyonu

Sıcak testlerinde gutta perka yönteminin en önemli dezavantajı, mine ya da dentin dokusunun kalın olduğu dişlerde ısının pulpa dokusuna tam iletilmemesi ve bunun sonucunda da ısı uyarısına pulpa dokusunun verdiği cevabın farklı olmasıdır. Araştırmacılar Nd:YAG lazer ile pulpa ısı stimülasyonunun gerçekleştirilmesi ile bu dezavantajı ortadan kaldırmaya çalışmışlardır. Ayrıca bu sistemin ağrısız olduğu da ileri sürülmüştür.<sup>38-40</sup>

Normal sağlıklı pulpa dokusuna lazer ile 10 mm uzaktan 2 Watt ve saniyede 20 atış yapıldığında 20-30 sn içinde ağrının başladığı ve lazer uyarının bitmesinden 1-2 sn sonra ağrının ortadan kalktığı bildirilmektedir. Elektrik akımına direnç  $15.1 \text{ m}\Omega$ ' dan daha fazla ise pulpal durum akut seröz pulpitistir. Direnç değeri

$15.1 \text{ m}\Omega$ ' dan az ve ağrı 30 sn.den fazla devam ediyor ise akut pirulan pulpitis tanısı konulabilmektedir.  $15.1 \text{ m}\Omega$ ' dan daha az direnç çürük kavitesi ile pulpa odası arasında sağlam dentin dokusunun kalmadığının belirtisidir.<sup>38</sup> Ancak pahalı bir sistem olmasından dolayı kliniklerde rutin olarak kullanılmamaktadır.

Sonuç olarak, klinikte dişin canlılığının net olarak belirlenebilmesi doğru bir tedavi için oldukça önemlidir. Pulpa hassasiyet testleri birçok klinisyen tarafından kullanılmasına rağmen sınırlılıkları bilinmektedir. Pulpa vitalite testleri pulpanın vasküler sirkülasyonu hakkında bilgiler verir. Bahsedilen metotlar içerisinde, avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurulduğunda LDF'nin daha güvenilir ve pratik olduğu söylenebilir. Teknolojide ve bilimde hızlı ilerlemeler sayesinde, pulpa kan akışı hakkında daha objektif, kesin ve tahmin edilebilir değerler elde edilebilir. Bu cihazların maliyetlerinin düşmesiyle klinik kullanımlarında artış olacağı düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Samraj RV, Indira R, Srinivasan MR, Kumar A. Recent Advances in pulp vitality testing. *Endodontology* 2003; 15:14-9.
2. Karayılmaz H, Kırzioğlu Z. Vitalite test yöntemi olarak pulse oksimetri ve lazer doppler flowmetri: derleme. Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2009; 1:25-36.
3. Çalışkan K. Endodontide tanı ve tedaviler. İstanbul: Nobel; 2006.
4. Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. Assessment of pulp vitality: a review. *Int J Paediatr Dent* 2009; 19:3-15.
5. Chambers IG. The role and methods of pulp testing in oral diagnosis: a review. *Int Endod J* 1982; 15:1-15.
6. Ulyanov SS, LA, Lebedeva NG, Sedykh AV, Kharish NA, Osipova Y, Karpovich A. Doppler and speckle methods for diagnostics in dentistry. In Fifth International Conference on Correlation Optics; Chernivsti, Ukraine. 2002: 381-90.
7. Polat S ÖM. Diş hekimliğinde lazer doppler flowmetri. *CÜ Diş Hek Fak Derg* 1998; 1:1119-25.
8. Vongsavan N, Matthews B. Some aspects of the use of laser Doppler flow meters for recording tissue blood flow. *Exp Physiol* 1993;78:1-14.



9. Gazelius B, Olgart L, Edwall B, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2:219-21.
10. Jafarzadeh H. Laser Doppler flowmetry in endodontics: a review. *Int Endod J* 2009; 42:476-90.
11. Odor TM, Ford TR, McDonald F. Effect of probe design and bandwidth on laser Doppler readings from vital and root-filled teeth. *Med Eng Phys* 1996; 18:359-64.
12. Ingolfsson AR, Tronstad L, Hersh EV, Riva CE. Efficacy of laser Doppler flowmetry in determining pulp vitality of human teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994; 10:83-7.
13. Chen E, Abbott PV. Dental pulp testing: a review. *Int J Dent.* 2009;2009:365785.
14. Ramsay DS, Artun J, Bloomquist D. Orthognathic surgery and pulpal blood flow: a pilot study using laser Doppler flowmetry. *J Oral Maxillofac Surg* 1991; 49:564-70.
15. Hartmann A, Azerad J, Boucher Y. Environmental effects on laser Doppler pulpal blood-flow measurements in man. *Arch Oral Biol* 1996; 41:333-9.
16. Akpınar KE, Er K, Polat S, Polat NT. Effect of gingiva on laser doppler pulpal blood flow measurements. *J Endod* 2004; 30:138-40.
17. Sasano T, Onodera D, Hashimoto K, Iikubo M, Satoh-Kuriwada S, Shoji N, Miyahara T. Possible application of transmitted laser light for the assessment of human pulp vitality. Part 2. Increased laser power for enhanced detection of pulpal blood flow. *Dent Traumatol* 2005; 21:37-41.
18. Verdickt GM, Abbott PV. Blood flow changes in human dental pulps when capsaicin is applied to the adjacent gingival mucosa. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 92:561-5.
19. Musselwhite JM, Klitzman B, Maixner W, Burkes EJ, Jr. Laser Doppler flowmetry: a clinical test of pulpal vitality. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 84:411-9.
20. Evans D, Reid J, Strang R, Stirrups D. A comparison of laser Doppler flowmetry with other methods of assessing the vitality of traumatised anterior teeth. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15:284-90.
21. Berman LH HG: *Diagnosis*. St. Louis: Mosby: 2006.
22. Amess TR AD, Son H, Matthews B. The contribution of periodontal and gingival tissues to the laser doppler blood flow signal recorded from human teeth. *Journal of Physiology* 1993; 473:142.
23. Matheny JL, Abrams H, Johnson DT, Roth GI. Microcirculatory dynamics in experimental human gingivitis. *J Clin Periodontol* 1993; 20:578-83.
24. Suda H, Ikeda H: *The circulation of the pulp*. In Seltzer and Bender's *Dental Pulp*. 3 edition. Edited by In: Hargreaves KM GH. Chicago: Quintessence Pub Co; 2002: 132-44.
25. Edwall B, Gazelius B, Berg JO, Edwall L, Hellander K, Olgart L. Blood flow changes in the dental pulp of the cat and rat measured simultaneously by laser Doppler flowmetry and local 125I clearance. *Acta Physiol Scand* 1987;131:81-91.
26. Nissan R1, Trope M, Zhang CD, Chance B. Dual wavelength spectrophotometry as a diagnostic test of the pulp chamber contents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992;74:508-14.
27. Radhakrishnan S, Munshi AK, Hegde AM. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing. *J Clin Pediatr Dent* 2002;26:141-5.
28. Karayılmaz H, Kirzioglu Z. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth. *J Oral Rehabil* 2011; 38:340-7.
29. Schnettler JM, Wallace JA: Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulpal vitality. *J Endod* 1991; 17:488-90.
30. Kahan RS, Gulabivala K, Snook M, Setchell DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. *J Endod* 1996; 22:105-9.
31. Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D. Comparison of electrical, thermal, and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth. *J Endod* 2007; 33:531-5.
32. Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D. Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *J Endod* 2007; 33:411-4.



33. Ersahan S, Sabuncuoğlu AF. Ortodontik tedavi planlamasının diş pulpası ve endodontik tedavi üzerine etkilerinin derlemesi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2013; 7: 102-15.
34. Sadique M, Ravi SV, Thomas K, Dhanapal P, Simon EP, Shaheen M. Evaluation of efficacy of a pulse oximeter to assess pulp vitality. J Int Oral Health. 2014;6:70-2.
35. Calil E, Caldeira CL, Gavini G, Lemos EM. Determination of pulp vitality in vivo with pulse oximetry. Int Endod J. 2008;41:741-6.
36. Noblett WC1, Wilcox LR, Scamman F, Johnson WT, Diaz-Arnold A. Detection of pulpal circulation in vitro by pulse oximetry. J Endod. 1996;22:1-5.
37. Radhakrishnan S1, Munshi AK, Hegde AM. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing. J Clin Pediatr Dent. 2002;26:141-5.
38. Matsumoto K. Lasers in endodontics. Dent Clin North Am 2000; 44:889-906.
39. Gelskey SC, White JM, Pruthi VK. The effectiveness of the Nd:YAG laser in the treatment of dental hypersensitivity. J Can Dent Assoc. 1993;59:377-8, 383-6.
40. White JM, Goodis HE, Setcos JC, Eakle S, Hulscher BE, Rose CL. Effects of pulsed Nd:YAG laser energy on human teeth: a three-year follow-up study. J Am Dent Assoc. 1993;124:45-51.

#### **Yazışma Adresi**

Yrd. Doç. Dr. Güldane BOZDAĞ  
Necmettin Erbakan Üniversitesi  
Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı  
Karacığın Mah. Ankara Cad. No:74  
Karatay/KONYA, 42060 KONYA  
Tel: (0505) 945 61 57  
e mail: gul\_dent@hotmail.com

