

# Okluzal Yüz Çürüklerinin Tanı Yöntemleri

## Detection Methods of Occlusal Caries: Review

Zuhal KIRZIOĞLU,<sup>a</sup>  
Özge ERKEN GÜNGÖR<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pedodonti AD,  
Süleyman Demirel Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi, Isparta

Geliş Tarihi/Received: 27.03.2008  
Kabul Tarihi/Accepted: 21.10.2008

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Zuhal KIRZIOĞLU  
Süleyman Demirel Üniversitesi,  
Diş Hekimliği Fakültesi,  
Pedodonti AD, Isparta  
TÜRKİYE/TURKEY  
zuhal@med.sdu.edu.tr

**ÖZET** Süt ve genç daimi dişlerde, koruyucu ve önleyici tedavilerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, yüzeyle herhangi bir değişiklik olmadan, sağlam fissürler altında ilerleyen gizli çürüklerin tanısı önemlidir. Bu lezyonların erken tanısı, hekimleri doğru koruyucu tedavilere yönlendirir ve dişte meydana gelebilecek aşırı madde kayıplarını önler. Böyle bir yaklaşım, zaman, emek ve maddi kayıpların engellenmesi açısından önemlidir. Diş hekimlerinin büyük bir kısmı çürük teşhisinde geleneksel yöntemler olan görsel, dokunsal, radyografik muayene ve boyama yöntemlerini kullanmaktadır. Ancak bu yöntemler, kavitasyon gösteren okluzal çürükleri yeterli bir şekilde teşhis ederken, kavitasyon göstermeyen lezyonların belirlenmesinde zayıf kalmaktadır. Bu nedenle, geleneksel çürük belirleme yöntemlerine ilaveten hassasiyet ve seçiciliği yüksek olan yeni araç ve yöntemler geliştirilmiştir. Okluzal çürüklerin tanısında kullanılan yöntemler, tek başına yüksek hassasiyet ve seçiciliğe sahip değildir. Yeni yöntemlerin, geleneksel yöntemlerin yerini tam olarak alamadığı görülmüştür. Geleneksel yöntemlere yardımcı olarak kullanılmaları uygundur. Bu nedenle en doğru tanı için, birçok yöntemin bir arada kullanılması önerilmektedir. Bu derlemenin amacı, çürük tanısında kullanılan yeni yöntemler hakkında genel bir bilgi vermek ve bu yöntemlerin geleneksel yöntemlerle birlikte kullanıldığındaki yararlarından söz etmektir.

**Anahtar Kelimeler:** Diş çürüğü; tanı; fissür; metot; floresans

**ABSTRACT** Diagnosis of hidden caries which progress under the sound fissures without showing any variation on the tooth surface is important for applying successful preventive treatments for primary and young permanent teeth. Early detection of those lesions would direct clinicians to apply necessary preventive treatments as well as prevent excessive tissue loss. This approach is also important to prevent the loss of time, work and expenses. Dentists usually prefer to use conventional methods such as visual, tactile, radiographic and dye methods for caries diagnosis. Although these methods are adequate for detecting carious lesions that show clear cavitation, they are considered as inadequate for detecting carious lesions without any cavitation. Therefore, in addition to conventional caries detection methods, new tools and methods which have high sensitivity and specificity have been developed. In the studies new methods and devices that are used for detection of occlusal caries have not been found to be highly sensitive and specific when used alone and therefore they can not replace the conventional methods completely. This paper reviews the general information about new caries detection methods and discusses the benefits when used in addition to conventional methods.

**Key Words:** Diagnosis; dental caries; dental fissures; methods; fluorescence

**Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2009;15(1):30-9**

**G**enç daimi dişlerde geç tespit edilen fissür çürükleri, tedavinin şeklini değiştirmektedir. Bu nedenle, özellikle çocuklarda klinik olarak çürük riskinin değerlendirilmesi, çürüklerin doğru bir şekilde erken teşhis edilmesi ve buna bağlı olarak koruyucu ve/veya restoratif tedavilerin uygulanması; diş yapısının korunması, zaman ve maddi kayıpların önlenmesi açısından çok önemlidir.<sup>1</sup>

Okluzal yüzeylerdeki fissürler, diş çürüklerinin sık görüldüğü, ancak başlangıçta teşhisinin zor olduğu bölgelerdir. Bunun nedeni, fissür çürüklerinin sağlam mine tarafından maskelenmesidir. Bu durum, diş hekimlerinin en büyük sıkıntılarından biridir.<sup>2</sup> Diş hekimlerinin büyük bir kısmı çürük teşhisinde geleneksel yöntemler olan görsel, dokunsal, radyografik muayene ve boyama yöntemlerini kullanmaktadır. Ancak, bu yöntemler kavitasyon gösteren okluzal çürüklerin teşhisinde yeterli olunca, kavitasyon göstermeyen lezyonların belirlenmesinde yetersiz kalmaktadır.<sup>1-3</sup> Bu nedenle, geleneksel yöntemlere ilaveten, okluzal bölgelerdeki çürüğün teşhisinde doğruluk payı yüksek olan yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalar sonucunda, okluzal yüzdeki diş çürüklerinin tanısını kolaylaştıracak bazı yöntemler ortaya konulmuştur.<sup>4-9</sup> Bunlar:

1. Dijital radyografi,
2. Lazer floresans sistemi (DIAGNOdent=DD),
3. Fiber Optik Transilüminasyon (FOTİ),
4. Elektrik İletkenliğinin Ölçümü “Electrical Conductivity Measurement (ECM)”,
5. Nicel ışık/lazer floresans (QLF) “Quantified Light-induced Fluorescence”,
6. Sonografi (ultrasonik görüntüleme sistemi) dir.

Okluzal yüzdeki diş çürüklerinin tanısında kullanılan yöntemlerde olması gereken özellikler aşağıda bildirilmiştir:

1. Diş dokusunda yıkıma neden olmamalı,
2. Çocuk hastalarda kolaylıkla uygulanabilirli,
3. Basit işlemlerle ve kısa sürede, güvenilir ve hassas sonuçlar sağlamalı,
4. Çürük lezyonunun derinliğini doğru olarak ölçebilmeli,
5. Çürük lezyonunun ilerleme hızını gösterebilmeli,
6. Maliyeti ebeveyn ve hekim tarafından kabul edilebilir miktarlarda olmalı,
7. Erken çürük teşhisi sağlayarak koruyucu tedavilerin uygulanmasına ve böylece ağız sağlığının korunmasına katkıda bulunmalıdır.<sup>10</sup>

Çürük teşhisinde sıklıkla kullanılan iki terim, “sensitivite” ve “spesifite”dir. Hassasiyet (sensitivite), bir metodun belirlediği doğru çürük oranı ve seçicilik (spesifite), bir metodun belirlediği çürük olmayan alanların doğruluk oranıdır.<sup>11,12</sup>

## OKLUZAL ÇÜRÜKLERİN TANISINDA KULLANILAN GELENEKSEL YÖNTEMLER

### GÖRSEL VE DOKUNSAK MUAYENE

Okluzal çürüklerin teşhisi için klinikte kullanılan ilk yöntem ayna, sond ve ışık yardımı ile yapılan görsel ve dokunsal muayenedir.<sup>11,13</sup> Düşük ve orta düzeyde çürük prevalansı gösteren gruplarda en iyi çürük teşhis yönteminin görsel/dokunsal yöntem olduğu bildirilmiştir.<sup>14</sup> Bu yöntemin sensitivitesi düşük, ancak spesifitesi yüksektir.

Çürük tanısında sond kullanımı uygun bir yöntem olarak görülmekteyken, günümüzde tek başına sondun tanı amaçlı kullanımı yeterli bulunmamaktadır. Bunun nedenleri:

1. Sondun remineralize olma ihtimali olan mine çürüklerinde geri dönüşümsüz hasar meydana getirmesi,
2. Karyojenik mikroorganizmaların sond aracılığı ile enfekte bölgeden enfekte olmayan bölgeye taşınması ve
3. Sond ile kesin tanının konamamasıdır.<sup>10,13,15</sup>

Dişin iyice kurutulmasıyla opasite açığa çıkarılarak, gözle muayenede daha iyi sonuç elde edilebilir. Gözle muayenede, dentin çürüğü seviyesindeki hassasiyetin %12-82 arasında değiştiği bildirilmektedir.<sup>13</sup> Geniş çürük lezyonlarında gözle muayenede daha hassas sonuçlar elde edilmektedir.<sup>16</sup> Görsel muayene ile sağlam bir okluzal yüzeye sahip olduğu düşünülen, ancak histolojik değerlendirilmede dentin çürüğü bulunan dişlerde, çürüğün görsel ve dokunsal muayene ile saptanabilme hassasiyeti çok düşüktür. Bu tür çürükler “gizli çürük” olarak adlandırılmaktadır.<sup>13</sup>

Mine yüzeyinde kavitasyon oluşmuş dişlerin büyük bir kısmında, çürük lezyonunun dentine kadar ilerlediği bildirilmiştir. Mine yüzeyinde küçük, ancak görülebilir kavitasyonu olan 60 adet büyük ağız dişinin incelendiği çalışmada; dişlerdeki çürük lez-

yonlarının %25'inin mine-dentin bileşimine ulaştığı, %75'inin ise dentin içine uzandığı gösterilmiştir.<sup>16</sup>

## RADYOGRAFİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çürük bir dişte mine ve dentinin mineral içeriği azalır ve X ışını geçirgenlikleri artar. X ışınının daha fazla geçtiği bölgeler radyografi üzerinde daha koyu alanlar olarak görülür. Bu koyu alanların, çürük lezyonunun belirtisi olduğu düşünülmektedir.<sup>17,18</sup>

Okluzal yüzdeki dentin çürüklerini tespit etmede, ısırtma radyografilerinden elde edilen bulgular büyük önem taşır.<sup>19</sup> Ancak, okluzal yüzdeki mine çürüklerinin teşhisinde yetersizdir. Çürük lezyonu dentinin orta üçlüsüne kadar ilerlediğinde, radyografide açıkça görülebildiği bildirilmiştir.<sup>16</sup>

Radyografik değerlendirme, görsel ve dokunsal muayenenin hassasiyetini arttırabilir.<sup>16</sup> Yapılan bir çalışmada, geleneksel radyografinin hassasiyetinin 0.18-0.75, seçiciliğinin 0.66-0.97 aralığında olduğu gösterilmiştir.<sup>12</sup> Ayrıca, radyografide görülen lezyon boyutunun, gerçek lezyon boyutundan daha küçük olduğu gösterilmiştir.<sup>11</sup>

Görsel ve dokunsal muayene ve radyografik değerlendirmenin bir arada kullanılması ile yapılan klinik muayenede, çürük lezyonlarının ve çevresindeki sağlam dokunun tanısı daha doğru bir şekilde sağlanır.<sup>16,17</sup> Bu yöntemlerin birlikte kullanılması ile %75 oranında hassasiyetin ve %90 oranında ise seçiciliğin sağlandığı gösterilmiştir.<sup>16</sup>

Okluzal çürüklerin teşhisinde radyografilerin bazı sınırlamaları vardır. Bunlar:

1. Çocuk hastalarda kooperasyon kurmanın zor olması,
2. Başlangıç aşamasındaki mine çürüklerini göstermede yetersiz kalması,
3. Aynı hastadan takip amaçlı alınan radyografilerde; ışının verililiş açısının, süresinin ve banyo işlemlerinin belirli standartta olamaması,
4. Radyografi üzerinde, okluzal çürük lezyonunun ilk belirtisi olan, mine-dentin sınırının altındaki ince gri çizginin, mine ve dentindeki yoğunluk farkı nedeni ile oluşan optik illüzyonla karışması,
5. Bukkal ve lingual tüberküllerin birbiri üzerine süperpoze olması ve okluzal bölgedeki çürük lezyonunun görülememesi,

6. Radyografi yorumunun subjektif olması veya aynı kişinin farklı zamanlardaki incelemelerinde farklılıklar göstermesidir.<sup>2,17,18,20</sup>

## BOYAMA YÖNTEMLERİ İLE ÇÜRÜK TEŞHİSİ

Dentin çürüğü, iki farklı kimyasal tabakadan oluşur:

**1. Dış tabaka:** Bakteri ile enfekte olmuştur. Organik kısım azalmıştır. Geri dönüşümsüz bir yıkım vardır. Remineralize olamaz.

**2. İç tabaka:** Bu kısım kısmen demineralizedir. Bakteri ile kontamine değildir. Meydana gelen değişiklikler geri dönüşümlüdür. Odontoblastik aktivite vardır. Sadece sınırlı bir şekilde kollajen yıkımı vardır. Bu tabaka tekrar remineralize olabilir, bu nedenle korunmalıdır. Bu tabakanın uzaklaştırılması pulpa açılmasına neden olabilir.<sup>21</sup>

Çürük uzaklaştırılırken tüm enfekte ve nekrotik dentin kaldırılmalıdır. Fakat bazı durumlarda demineralize, ancak enfekte olmamış dentin bırakılabilmektedir. Çürük tespit edici boyalar, enfekte olmamış iç tabaka ile enfekte dış tabakayı ayırt etmeyi sağlayarak, kavitenin hazırlanması sırasında dentin dokusunda aşırı madde kaybı olmasını önlemekte kullanılmaktadır.<sup>22</sup>

Çürük tespitinde kullanılan boyaların, çürük dentinden daha çok mineral kaybı olan bölgeleri tespit etme özellikleri vardır.<sup>22,23</sup> Bu amaçla kullanılan ilk boya, %0.5'lik bazik fuksin solüsyonudur. Ancak, bu solüsyonun karsinojenik olduğu ile ilgili kesinlik kazanmamış bazı bilgiler nedeni ile, alkol (propilen glikol ya da polipropilen glikol) içinde çözülmüş %1'lik asit red (Rhodamine B) kullanılmaya başlanmıştır.<sup>24</sup> Çürük tespit edici boyaların, pulpanın çevresindeki dentin ve mine-dentin sınırındaki daha az mineralize olmuş ve sağlam dentin bölgelerinde etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>25</sup>

Günümüzde çürük tespitinde kullanılan boyalardan, Caries Detector (CD) Kuraray Medical, Tokyo, Japonya), propilen glikol içinde %1'lik asit red içerir. 10 saniye uygulanan bu boya ile, kavite tabanında açık pembe boyanan bölgeye kadar çürüğün uzaklaştırılması önerilmektedir.<sup>23-25</sup>

Bu yöntemde kullanılan diğer bir boya olan Caries Check (CC) Nippon Shika Yakuhin, Shimonoeki, Japonya), daha etkili bir çürük uzaklaştırma sağlamak için geliştirilmiştir. Propilen glikol

yerine polipropilen glikol içinde %1'lik asit red içerir. Bu sayede, aşırı boyanma ve buna bağlı olarak çürükten etkilenmiş veya sağlıklı dentinin aşırı uzaklaştırılması önlenir. CC'nin daha etkili olmasının nedeni, içerdiği glikol bileşenine bağlı olarak molekül ağırlığının daha fazla olmasına bağlanmıştır (CD molekül ağırlığı= 76 ve CC molekül ağırlığı= 300).<sup>23</sup> Bu boyaların kullanımı ile çürüğün tamamen uzaklaştırılması sağlanamaz. Bu boyalar, bakterileri boyamak yerine demineralize kollajen matriksi boyadıkları için, kullanımları sonucunda dentin içinde bakteriyel enfeksiyon alanları kalabilir veya aşırı miktarda dentin uzaklaştırılabilir.<sup>23, 25</sup>

Hosoya ve ark., süt dişlerinde çürük dentinin tamamen uzaklaştırılabilmesi için hem DIAGNODENT (DD) cihazının hem de çürük belirleyici boyaların kullanılmasını önermişlerdir.<sup>23</sup> Araştırmacılar, çürükle enfekte dentinin DD verileri ile renk ve sertlik gibi klinik parametreler arasındaki korelasyon katsayısının genç daimi dişlerde düşük, süt dişlerinde ise daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

## OKLUZAL ÇÜRÜKLERİN TANISINDA KULLANILAN YENİ YÖNTEMLER

### DİJİTAL RADYOGRAFI

Dijital, yani filmsiz ağız içi radyografi tekniği, 25 yılı aşkın bir süredir kullanılmaktadır. Dijital görüntüleme bugün iki temel yöntem vardır.<sup>11,17,20,26,27</sup>

1. Doğrudan sensör sistemleri-Charge-coupled device (CCD),
2. Digora görüntü plak sistemi.

CCD sisteminde, bir büyük azı veya iki küçük azı dişi ve az miktarda periapikal kemik aynı ekran üzerinde görüntülenebilir.<sup>11</sup> Sistem, bilgisayar, sensör ve aralarındaki bağlantıyı sağlayan bir kablo ile oluşmaktadır.<sup>20</sup>

Digora sistemde ise, radyografik görüntü fosfor depolanmış bir ekran ya da görüntü plağı üzerine aktarılır. Bu sistemde, görüntü plağı ve tarayıcı bir bilgisayara bağlıdır.<sup>11</sup>

Dijital radyografinin geleneksel radyografiden üstünlükleri, çeşitli araştırmacılar tarafından aşağıdaki şekilde bildirilmiştir:<sup>11,17, 26-28</sup>

a. Geleneksel radyografi ile kıyaslandığında, hastanın aldığı radyasyon dozu, %60-90 oranında azalmıştır. Bu da, çocuk hastalar için önemlidir.

b. Görüntü kalitesi arttırılabilir.

c. Görüntünün elde edilmesinde kullanılan plakların esnek olması, kullanımını kolaylaştırır.

d. Görüntünün boyutlarında ve kontrast ayarlarında değişiklik yapılabilir.

e. Görüntünün aktarıldığı düz yüzeyler defalarca kullanılabilir.

f. Geleneksel radyografide olduğu gibi, kimyasal banyo solüsyonları hazırlanmadığı için, çevreyi koruyan bir uygulamadır.

g. Zaman kaybına yol açmaz, kısa sürede görüntü elde eder.

1. Görüntü, bilgisayarlar aracılığı ile oluşturulduğundan, görüntünün saklanması ve bir başka yere taşınması mümkündür.

i. Çapraz kontaminasyon riski geleneksel radyografiye göre daha azdır.

Dijital radyografinin dezavantajları ise şöyle sıralanabilir:<sup>11, 26</sup>

a. Çözünürlük, geleneksel radyografilere göre daha düşüktür.

b. Periapikal radyografilerle kıyaslandığında, kullanılan sensörlere bağlı olarak görüntü daha dar olabilir.

c. Maliyeti yüksektir.

### LAZER FLORESANS SİSTEMİ (DIAGNODENT-DD)

Diş hekimliğinde lazer yaklaşık olarak 50 yıldır bilinmekte olup, 25 yıldır klinik olarak kullanılmaktadır.

Floresans, doku tarafından soğurulan herhangi dalga boyundaki bir ışığın daha uzun bir dalga boyu ile yayılmasıdır.<sup>10</sup> Lazer floresansın çürük tanısındaki kullanımı ise, sağlam ve çürük mine arasındaki floresans farkının ölçümü yoluyla olur.<sup>29</sup>

Bjelkhaugen ve ark. ilk olarak, 1982 yılında minedeki erken çürük lezyonlarının tanısında lazer floresans yöntemini kullanmışlardır.<sup>30</sup> Ando ve ark., 448 nm'lik mavi-yeşil argon-iyon lazer kullanarak, çürük mine dokusunda mineral kaybına bağlı olarak oluşan floresans farkını gözlemlemiş ve monitorize etmişlerdir.<sup>31</sup>

Hibst ve Gall, 655 nm dalga boyundaki lazer ışınını kullanarak yüksek dalga boylarında floresans sinyalleri elde etmişlerdir.<sup>32</sup> Ayrıca, çürük diş dokusunun yüksek floresans değeri verdiğini de bildirmişlerdir. Konuyla ilgili devam eden araştırmaları, DD (KaVo, Biberach, Almanya) isimli lazer floresans cihazının temelini oluşturmuştur.

Cihaz, özel olarak tasarlanmış bir uç, bir fiber optik kablo, lazer diode ve elektronik bağlantıları içeren bir birimden oluşmakta ve 655 nm dalga boyunda lazer ışığı üretmektedir. Okluzal yüzeyler için koni şekilde ve düz yüzeyler için düz şekilde tasarlanmış iki farklı ucu vardır ve sağlam mine referans alınarak kalibre edilir.<sup>5,33</sup>

Diş yüzeyine uygulanan lazer ışını, dişin yapısındaki organik ve inorganik maddeler tarafından emilir. Bu ışığın bir kısmı ise, ışığın dalga boyu ve diş sert dokularının yoğunluğuna bağlı olarak diş yapısından cihaza doğru geri yansır. Yansıyan bu floresans sinyalleri filtre edilerek cihazın dedektörü tarafından toplanır. Toplanan sinyaller, 0-99 arasında sayısal bir değer olarak cihazın göstergesinde izlenir. Dişte çürük lezyonu varsa floresans artar ve buna bağlı olarak dijital gösterge üzerindeki sayısal değer de artar.<sup>10</sup>

Plak, diş taşı ve renklenme yanlış değer alınmasına neden olabileceğinden, cihazı kullanmadan önce diş yüzeyinin temizlenmesi tavsiye edilmektedir.<sup>5,6</sup> Lazer probu, diş yüzeyinde süpürme hareketi ile dolaştırılmalıdır. Dijital ekran üzerinde iki değer bulunmaktadır; probun bulunduğu yerdeki anlık değer ve tüm yüzeyin incelenmesiyle elde edilen en yüksek değer.

- 5-25 arasındaki değerler, minedeki başlangıç çürük lezyonu,
- 25-35 arası değerler, erken dentin çürükleri ve
- 35'ten büyük değerle, ileri dentin çürüğü olarak tanımlanmaktadır.<sup>5</sup>

Bazı faktörlerin bu değerlerin doğru okunmasını değiştirebildiği belirtilmiştir. Francescut ve ark., çekilmiş arka grup dişleri çalışma öncesi sodyum hipoklorid, timol veya formalin solüsyonunda bekletmiş ve kullanılan bu solüsyonlara bağlı olarak, dişlerden organik madde kaybı olduğunu ve DD değerinin sayıca arttığını göstermişlerdir.<sup>34</sup>

Farklı araştırmacıların çalışmalarında da çürük derinliğine bağlı olarak cihazda izlenen sayısal değer arttığı, bu artışın özellikle dentin çürüklerinde daha belirgin olduğu bildirilmiştir.<sup>6,10,35</sup> Shi ve ark., tarafından yapılan çalışmalarda, DD'in dentin çürüklerini belirlemede mine çürüklerini belirlemeden daha başarılı olduğu ve cihazın, lezyonun derinliğinden çok hacmine duyarlı olduğu bildirilmiştir.<sup>6,36</sup> Lussi ve ark ise, DD sonuçları ile histolojik çalışma sonuçlarını karşılaştırmış ve DD sonuçlarının mine çürüklerinde histolojik sonuçlarla uyumlu olmadığını, ancak dentin çürüklerinde uyumlu olduğunu bildirmişlerdir.<sup>35</sup> Yapılan başka bir çalışmada ise, DD cihazının, mine çürüğü ve yüzeyel dentin çürüğü için 7-100 ve derin dentin çürüğü için 12-100 arasında değişen değerler aldığı ve bu sonuca göre DD cihazının derin dentin çürüğü ve yüzeyel dentin çürüğü ile mine çürüğü arasındaki ayırımı yapmada yeterince hassas olmadığı gösterilmiştir.<sup>37</sup> Araştırmacılar, DD değerlerinin diş yapısındaki organik materyal değişikliklerini, inorganik materyal değişikliklerinden daha fazla yansıttığını bildirmişlerdir.<sup>32</sup>

Sheehy ve ark. 4.4-8.2 yaş aralığında olan 170 çocuğun 132 alt ve 38 üst daimi birinci büyük azı dişini okluzal çürük tanısı için görsel çürük skorlama sistemi ve DD ile değerlendirmişlerdir.<sup>38</sup> Sonuçta, DD'in çürük durumunda olduğu gibi hipomineralizasyon ve renklenme durumunda da yüksek değer gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durumun ise, hekimin yanlış tedavi kararı vermesine yol açabileceğini ve bunu önlemek için DD'in daima görsel muayene ile birlikte kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Süt dişlerindeki okluzal çürüklerin belirlenmesinde DD ile görsel muayene ve radyografik muayenenin karşılaştırıldığı bir çalışmanın sonucunda, 30 adet 1. ve 2. süt azı dişi değerlendirilmiş ve görsel muayenenin hassasiyeti daha iyi bulunmasına rağmen, DD'in görsel muayene ve radyografik muayene benzer performans gösterdiği bildirilmiştir.<sup>39</sup> Elli sekiz adet süt azı dişinin okluzal yüzeyinin DD, görsel ve radyografik muayene ile değerlendirildiği bir başka çalışmada, DD'in okluzal yüzdeki dentin çürüklerinin tanısında en doğru sistem olduğu, ancak kaviteyi göstermeyen dişlerde görsel yöntemle arasında farklılık olmadığı bildirilmiştir.<sup>40</sup>

Finlandiya’da, 2004 yılında 7-8 ve 13-14 yaşlarındaki 81 çocukta, DD’in rutin klinik kullanımda uygunluğunu değerlendirmek ve DD sonuçları ile görsel ve radyografik muayene ile elde edilen sonuçları karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, 423 daimi ve 315 süt azı dişinin okluzal yüzü değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, çocukların rutin kontrollerinde radyografinin sadece dentin çürüklerinde yüksek hassasiyet gösterdiği ve DD’in rutin kontrollerde görsel muayeneye yardımcı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.<sup>41</sup>

Mendes ve ark., süt azı dişlerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, DD’in dentinin dış tabakasına ulaşmış olan çürükleri belirlemede en iyi performansı gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>42</sup>

DD cihazının eksik yönleri olduğu bazı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Buna göre:<sup>5,6,10,35,42,43</sup>

1. DD cihazı ile ilgili bilgiler daha çok in vitro çalışmalardan elde edilmiştir ve yeterli bilgi mevcut değildir.

2. Kalibrasyon farklılıkları, farklı klinik sonuçlara neden olur. Standart olarak kalibre edilmiş lazer floresans sistemiyle sağlanan ortalama lazer floresans değerinin, bireysel kalibrasyonla elde edilen değerden yaklaşık olarak 5 birim daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

3. Dişten elde edilen yüksek floresans sinyalinin nedeni çürük olabileceği gibi, diş gelişimi veya mineralizasyonundaki bir bozukluk ve diş üzerinde biriken diş taşı ya da organik artıklar nedeni ile olabilir.

4. Cihaz, dişin demineralizasyon derecesi hakkında bilgi vermez.

5. Dişin nemli veya kuru olması sonuçları etkileyebilir. Dişler nemli iken yapılan ölçümlerin histolojik değerlendirme ölçümleri ile daha uyumlu olduğu ve dişler kurutulduktan sonra yapılan ölçümlerin ise sayısal değer olarak daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

6. Küçük çürük lezyonlarının teşhisinde yetersizdir.

Üretici firma, 2005 yılında klasik DD’ten daha küçük olan ve el aleti olarak tasarlanan DDPen’i piyasaya sürmüştür. Yapılan bir in vitro çalışmada,

DDPen ile ölçülen değer aralığının DD’ten daha yüksek olduğu ve DD için yayınlanan kesme limitinin (cihaza ait değerler) DDPen için kullanılmayacağı gösterilmiştir.<sup>44</sup> Krause ve ark.’nın 2007 yılında yaptığı bir in vivo çalışmada, DDPen kullanılarak elde edilen floresans değerleri, geleneksel sistem kullanılarak elde edilen değerlerden anlamlı bir biçimde daha düşük bulunmuştur.<sup>43</sup> Bunun sebebinin, farklı çapta uçlara, eksitasyon ışığı ve yayılan floresans ışığının farklı optik yollar izlemesine bağlı olabileceği bildirilmiştir.

Braga ve ark., süt ve daimi dişlerin okluzal yüzlerindeki çürükleri belirlenmesinde, kesme limitinin lazer floresans cihazının performansına etkisini incelemişlerdir.<sup>45</sup> Mine ve dentindeki kesme limitlerinin süt ve daimi dişler için benzer olduğunu, ancak daimi dişlerin kesme limiti değişikliklerinden daha fazla etkilendiğini göstermişlerdir.

Araştırmacılar, bu cihazın çürük teşhisinde görsel, dokunsal ve radyografik muayeneye yardımcı bir yöntem olarak kullanılmasını, tedavi kararını vermede tek başına kullanılmamasını tavsiye etmektedir.<sup>5,10,35,43,44</sup>

## FİBER OPTİK TRANSİLÜMİNASYON (FOTİ)

Sağlam diş minesine göre çürük diş minesine ışığı daha güçlü kırdığı için, daha düşük ışık geçirime indeksine sahiptir. FOTİ, bu prensibe dayanılarak yaklaşık 30 yıl önce geliştirilmiştir. Kesici ve küçük azı diş bölgelerinde, klinik muayene ve ısırtma radyografilerine yardımcı olarak kullanılmaktadır.<sup>11,17,46</sup> FOTİ, genellikle ara yüz çürüklerinin teşhisinde kullanılmakla birlikte, yüzeysel dentinde bulunan okluzal çürüklerin teşhisinde radyografiden daha başarılı bulunmuştur.<sup>5</sup> FOTİ ile incelenen dişlerde demineralize alanların sağlam alanlardan daha koyu görüldüğü bildirilmiştir.<sup>46</sup>

Okluzal yüzlerinde çürük olan dişlerin FOTİ ile değerlendirildiği çalışmada, çürük lezyonunun olduğu bölgede dentin tübülleri boyunca siyah bir bölge görülmektedir.<sup>7</sup>

FOTİ’nin ara yüzdeki mine lezyonlarını belirlemede, ısırtma radyografilerinden daha başarılı olduğu gösterilmiştir.<sup>11</sup> Vaarkamp ve ark., dalga uzunluğuna bağlı FOTİ kullanımı ile ara yüzdeki mine çürüklerinin erken teşhisinin sağlandığını

göstermişlerdir.<sup>8</sup> Aynı araştırmacılar, gözle muayene ve FOTİ kullanımının, radyografik muayeneden daha düşük hassasiyet gösterdiğini, ancak seçiciliğinin daha yüksek olduğunu da bildirmişlerdir.

Dijital Fiber Optik Transilüminasyon (DİFO-Tİ), FOTİ'nin eksik yönlerini tamamlamak için yaklaşık 10 yıl önce geliştirilmiş yeni bir yöntemdir. Bu yöntem, FOTİ ve görüntünün izlendiği bir dijital kameranın birleştirilmesiyle oluşturulmuştur.<sup>26</sup> Sistem bilgisayar destekli olduğu için, görüntülerin saklanması ile daha sonraki kıyaslamalara olanak sağlar.

### ELEKTRİK İLETKENLİĞİNİN ÖLÇÜMÜ (ELECTRONIC CARIES MONITOR (ECM))

Okluzal çürük tanısında, elektriksel iletkenlik ölçümlerinin kullanılması yaklaşık 60 yıl öncesine dayanmaktadır. Sağlam mine yüzeyi iyi bir yalıtkan iken, demineralize ya da çürük diş yüzeyi belirgin bir iletkenliğe sahiptir ve bu iletkenlik demineralizasyonun artması ile artar.<sup>5,11,17,26,47</sup> Diş dokusunun elektriksel iletkenliği, yüzeyde belirgin bir madde kaybı olmadan, sadece demineralizasyon durumunda değişir. Böylece, elektriksel iletkenlik ölçülerek, lezyonların zaman içerisinde remineralize olup olmadığı belirlenebilir.<sup>13,17,29</sup>

Okluzal yüzeylerdeki mine çürüklerinin elektrik iletkenliğindeki artış ölçülerek, çürük tanısı yapılmaktadır.<sup>5,11,35,47,48</sup> İletkenle kaplanan okluzal yüzeye yerleştirilen bir elektrod ile iletkenlik ölçülmektedir. Minedeki demineralize gözeneklerin tükürükle dolması nedeni ile elektriksel iletkenlik artmaktadır. Elektrik iletkenliğindeki değişikliğin, demineralizasyon mine-dentin bileşimi seviyesine ulaştığında, daha kolay ölçülebildiği gösterilmiştir.<sup>5,35,47</sup>

Electronic Caries Detector (ECD) ve Caries Meter L (CML) 1980'li yıllarda geliştirilmiş, çürük ve sağlam minedeki elektriksel iletkenlik değişikliklerini ölçen cihazlardır. Elektriksel iletkenliği, okluzal bölgeye yerleştirilmiş bir sond ve diş eti veya deri gibi yüksek iletkenliğe sahip olan bir bölgeye bağlanmış aracı ile ölçerler. ECD'de iletkenlik skalası 0'dan 9'a kadar olan rakamlarla oluşturulmuştur. Bu sistemde, nem ve tükürük uzaklaştırılarak, ölçüm yapılmaktadır. CML'de ise farklı renkler kullanılarak

bir iletkenlik skalası oluşturulmuştur. Bu skalaya göre, çürüğün olmadığı bölgeler yeşil, mine çürüğü sarı, dentin çürüğü turuncu ve pulpaya ulaşmış çürük kırmızı renk ile gösterilmektedir. Sistemde, tükürüğün etkisini en aza indirmek ve elektriksel teması daha iyi sağlamak için, okluzal yüzeye salin solüsyonu uygulanmaktadır.<sup>26</sup>

ECM ise, yeni geliştirilen bir cihazdır. ECM'nin yüksek hassasiyet ve seçiciliğe sahip olduğu bildirilmektedir.<sup>11</sup> ECM'nin okluzal çürüklerin tanısında çocuk hastalarda FOTİ'den daha başarılı olduğu bildirilmiştir.<sup>20</sup>

Huysmans ve ark., okluzal çürük teşhisinde ECM ve CML ile görsel ve radyografik teşhis yöntemlerini karşılaştırmışlardır.<sup>9</sup> Görsel muayenenin değişken olmasına ve hassas olmamasına rağmen, özellikle çürük prevalansı düşük bireylerde ve toplumlarda hala değerli bir yöntem olduğunu, bir elektriksel yöntem olan ECM'nin en iyi teşhis performansına sahip olduğunu ve benzer bir teknik olan CML'nin ise sabit olmayan kesme değerinden dolayı teşhis performansının daha düşük olduğunu göstermişlerdir.

Ashley ve ark., arka grup dişlerde kavitasyon göstermeyen okluzal çürük lezyonlarının teşhisinde ECM'nin, görsel muayene, geleneksel ve dijital ısırtma radyografileri ve FOTİ'den daha iyi olduğunu göstermişlerdir.<sup>47</sup>

Bamzahim ve ark.,<sup>49</sup> okluzalde kavitasyon göstermeyen küçük azı dişlerini DD ve ECM ile değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, DD'in ECM'den daha iyi sonuçlar gösterdiğini bildirmişler ve DD'i ECM'den daha güvenilir bulmuşlardır.

Elektriksel ölçümleri etkileyen faktörlerin; dokunun porozitesi, kalınlığı, hidrasyonu elektriksel temasın olduğu yüzey alanı, diş dokusunun sıcaklığı ve diş dokusu sıvılarının iyon konsantrasyonu olduğu bildirilmektedir.<sup>50</sup>

### NİCEL IŞIK/LAZER FLORESANS (QLF)

QLF sisteminde, 488 nm dalga boyunda argon lazer ışığı kullanılarak dişte floresans meydana getirilir ve bu değer ölçülür. Mineral içeriğinin azaldığı bölgelerde diş dokusunun daha düşük floresans yaydığı bildirilmiştir.<sup>5</sup>

Ulaşılması kolay, düz yüzey mine lezyonlarının tanısında ve takibinde QLF'in uygun bir yöntem olduğu ve başlangıç beyaz nokta lezyonlarının görülmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir.<sup>5,11</sup>

Vander der Veen ve ark., 2002 yılındaki çalışmalarında minedeki yapısal farklılık, ışığı kırma katsayısı ve mine kalınlığının, beyaz nokta lezyonlarının floresans görüntüsü üzerine olan etkisini incelemişlerdir.<sup>51</sup> Minenin ışığı kırma katsayısının etkili olduğunu ve mine kalınlığının 20/mm'den fazla olduğunda etkisi olmadığını ve beyaz nokta lezyonlarının ışığı kırma katsayıları fazla olduğu için daha koyu göründüklerini göstermişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, QLF'in performansını, süt dişlerindeki beyaz nokta lezyonlarının uzun süreli takibinde, daimi dişlere eşit veya daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Okluzal yüzeyde yeni başlamış bir demineralizasyon, ısırtma radyografisinden önce QLF yöntemi ile gözlenebilir.<sup>26</sup>

QLF, okluzal bölgedeki fissür çürüklerinin tanısında tek başına yapılan görsel ve radyografik muayeneden daha iyi duyarlılığa sahiptir, ancak seçiciliği daha düşüktür. Diş yüzeyinin nemli ya da kuru olması, diş yüzeyindeki renklemeler ve fissürlerin morfolojisi sonucu etkileyebilmektedir. Muayeneden önce diş yüzeyi üzerindeki plak vb.lerinin uzaklaştırılması önerilmektedir.<sup>5</sup> Banerjee ve Boyde, dentinden elde edilen floresansın demineralizasyonla ilişkili olmadığını, bu yöntemin dentin demineralizasyonunun ölçümü için uygun olmadığını göstermişlerdir.<sup>52</sup> Ando ve ark. süt ve daimi dişlerin düz yüzey lezyonlarının erken dönem teşhisinde QLF'yi kullanmış ve QLF'in süt dişlerinde daimi dişlerden daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir.<sup>31</sup>

## SONOGRAFİ (ULTRASONİK GÖRÜNTÜLEME SİSTEMİ)

Ultrasonografide (USG), elektriksel impulslar (1-20mhz) bir prob tarafından yüksek frekanslı ses

dalgalarına çevrilir ve dokuya iletilir. Dokudan geri dönen ses dalgaları prob tarafından emilerek tekrar elektrik impulslarına çevrilir ve bilgisayar ekranına aktarılır.<sup>26,53</sup>

Dokuların kendilerine özgü ses engelleme özellikleri vardır.<sup>25</sup> Diş sert dokularının özellikle de minenin dış tabakasının ultrasonik özellikleri bireyler ve dişler arasında farklılık göstermektedir.<sup>(54)</sup> Sağlam ve demineralize mine dokularında, ses dalgalarının dokuyu kat etme zamanları farklıdır. USG, bu farklılıktan yararlanarak kavite oluşmamış mine çürüklerinin tanısında kullanılabilir. Dokudaki değişikliklerin daha kolay saptanabilmesi için, USG probunun dokuya dik bir şekilde uygulanması gerektiği bildirilmiştir.<sup>54</sup> Ultrason Çürük Belirleyici [Ultrasound Caries Detector (UCD)], İsrail'de geliştirilmiş ve özellikle ara yüz çürüklerinin belirlenmesinde kullanılan yeni bir cihazdır. Cihazın ısırtma radyografisine benzer sonuçlar verdiği gösterilmiştir.<sup>55</sup>

Bu yöntemin, hastanın aldığı iyonize radyasyon dozunu azalttığı ve çürüklerin erken teşhisinde başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.<sup>54</sup>

## SONUÇ

Doğru bir tedavi için, doğru tanı gereklidir. Özellikle, süt ve genç daimi dişlerde koruyucu ve önleyici tedavilerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, yüzeyde herhangi bir değişiklik olmadan, sağlam fissürler altında ilerleyen gizli çürüklerin tanısı önemlidir.

Teşhiste yeni yöntemlerin, geleneksel yöntemlerin yerini alamayacağı görülmektedir. Geleneksel yöntemlere yardımcı olarak kullanılmaları uygundur. Okluzal çürüklerin tanısında kullanılan yöntemlerin, tek başına yüksek hassasiyet ve seçiciliğe sahip olmadığı görülmektedir. Bu nedenle en doğru tanı için, birçok yöntemin bir arada kullanılmasının uygun olacağı kanaatindeyiz.

## KAYNAKLAR

1. Ashley P. Diagnosis of Oclusal Caries in Primary Teeth, Int J Pediatr Dent 2000;10: 166-71.
2. Toraman Alkurt M, Bala O. Okluzal Çürük Teşhisinde Gözle Muayene, Geleneksel Radyografi ve Dijital Radyografinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi, GÜ Diş Hek Fak Derg 2007;24(2): 101-7.
3. Selwitz RH, İsmail AI, Pitts NB. Dental Caries, Lancet 2007;369:51-9.
4. Iwami Y, Shimizu A, Yamamoto H, Hayashi M, Takeshige F, Ebisu S. In vitro Study of Caries Detection Through Sound Dentin Using a Laser Fluorescence Device, DIAGNOdent, Eur J Oral Sci 2003;111:7-11.



5. Tam LE, McComb D: Diagnosis of Occlusal Caries: Part II. Recent Diagnostic Technologies, *J Can Dent Assoc* 2001;67(8):459-63.
6. Shi XQ, Welander U, Angmar-Mansson B. Occlusal Caries Detection with KaVo DIAGNODent and Radiography: An in vitro Comparison, *Caries Res* 2000;34:151-8.
7. Cortes DF, Ellwood RP, Ekstrand KR. An in vitro Comparison of a Combined FOTI/Visual Examination of Occlusal Caries with Other Caries Diagnostic Methods and the Effect of Stain on Their Diagnostic Performance, *Caries Res* 2003;37:8-16.
8. Vaarkamp L, Bosch JJT, Verdonschot EH, Tranaeus S. Quantitative Diagnosis of Small Approximal Caries Lesions Utilizing Wavelength-Dependent Fiber-Optic Transillumination, *J Dent Res* 1997;76(4):875-82.
9. Huysmans M, Longbottom C, Pitts NB. Electrical Methods in Occlusal Caries Diagnosis: An in vitro Comparison with Visual Inspection and Bite-Wing Radiography, *Caries Res* 1998;32:324-9.
10. Toraman Alkurt M, Bala O. Çürük Teşhisinde Lazer Enerjisi Kullanılması, *GÜ Diş Hek Fak Derg* 2007;24(2):125-30.
11. Axelsson P. Development and Diagnosis of Carious Lesions. In: Wiedenbeck CA. eds. *Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries* 1st ed. Germany, Quint Pub; 2000. p.179-245.
12. Zandona FAG, Analoui M, Schemehorn BR, Eckert GJ, Stookey GK: Laser Fluorescence Detection of Demineralization in Artificial Occlusal Fissures, *Caries Res* 1998;32:31-40.
13. Türkün Ş, Türkün M. Çürük teşhis Yöntemleri: Türkün Ş. ed. *Operatif Diş Hekimliğinde Gelişmeler Cilt 2* 1. baskı, İstanbul, Erdem Matbaacılık; 2006. s.43-61.
14. Assaf AV, Meneghim MC, Zanin L, Mialhe FL, Pereira AC. Assessment of Different Methods for Diagnosing Dental Caries in Epidemiological Surveys, *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32: 418-25.
15. Ismail AI. Clinical Diagnosis of Precavitated Carious Lesions, *Community Dent Oral Epidemiol* 1997;25:13-23.
16. McComb D, Tam LE. Diagnosis of Occlusal Caries: Part I. Conventional Methods, *J Can Dent Assoc* 2001;67(8):454-7.
17. Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM, Qvist V, Schou S. Detection, Diagnosing, Monitoring and Logical Treatment of Occlusal Caries in Relation to Lesion Activity and Severity: An in vivo Examination with Histological Validation, *Caries Res* 1998;32:247-54.
18. Nyvad B, Machiulskienec V, Baelumb V: Reliability of a New Caries Diagnostic System Differentiating between Active and Inactive Caries Lesions, *Caries Res* 1999;33:252-60.
19. Kırzioğlu Z, Çelenk P: Endodontik Tanıda Transillüminasyondan Yararlanılması, *Ankara Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg* 1990;17(3):441-5.
20. White SC, Pharoah MJ: Digital Imaging. Rudolph P. eds. In: *Oral Radiology*. 5th.ed. China, Mosby; 2004. p.225-45.
21. Fusayama T. A New Concepts in the Pathology and Treatment of Dental Caries. Wieseltier AS. In: *Simple Pain-Free Adhesive Restorative System by Minimal Reduction and Total Etching*, Japan, Ishiyaku EuroAmerica; 1993. p.1-12.
22. Bulucu B, Ertaş E, Sevilmiş H, Yoldaş O. Kavite Preparasyonlarında %5'lik Bazik Fuksin Propilen Glukol Solüsyon Kullanımının Klinik Değerlendirilmesi, *Cumhuriyet Ü. Diş Hek Fak Derg* 1999;2(2):83-6.
23. Hosoya Y, Taguchi T, Tay FR. Evaluation of a new caries detecting dye for primary and permanent carious dentin, *J Dent* 2007;35:137-43.
24. Tassery H, Dejou J, Chafaia A, Camps J. In vivo Diagnostic Assessment of Dentinal Caries by Junior and Senior Students Using Red Acid Dye, *Eur J Dent Educ* 2001;5:38-41.
25. Iwami Y, Hayashi N, Yamamoto H, Hayashi M, Takeshige F, Ebisu S. Evaluating the Objectivity of Caries Removal with a Caries Detector Dye Using Color Evaluation and PCR, *J Dent* 2007;35:749-54.
26. Gündüz K, Çelenk P. Çürük Tanısında Kullanılan Yeni Yöntemler, *Cumhuriyet Ü. Diş Hek Fak Derg* 2003;6(1):43-9.
27. Soğur E, Akdeniz GB: Diş Hekimleri ve Diş Hekimliği Öğrencilerinin Dijital Radyografi Hakkındaki Bilgi, Tutum ve Davranışlarının Değerlendirilmesi, *A.Ü. Diş. Hek. Fak. Derg* 2005;32(3):207-13.
28. Kidd EAM, Fejerskov O. What Constitutes Dental Caries? Histopathology of Carious Enamel and Dentin Related to the Action of Cariogenic Biofilms, *J Dent Res* 2004;83:35-8.
29. Güray Efes B: Konservatif Diş Tedavisinde Diagnostik yöntemler, *İst Ü. Diş Hek Fak Derg* 2005; 39:44-9.
30. Bjelkhagen H, Sunderstrom F, Angmar-Mansson B, Ryden H. Early Detection of Enamel Caries by Luminescence Excited by Visible Laser Light, *Swed Dent J* 1982;6:1-7.
31. Ando M, Van der Veen MH, Schemehorn BR, Stookey GK. Comparative Study to Quantify Demineralized Enamel in Deciduous and Permanent Teeth Using Laser- and Light-Induced Fluorescence Techniques, *Caries Res* 2001; 35:464-70.
32. Hibst R, Gall R. Development of a Diode Laser-Based Fluorescence Caries Detector, *Caries Res* 1998;32:267-317.
33. El-Housseiny AA, Jamjoum H. Evaluation of Visual, Explorer, and a Laser Device for Detection of Early Occlusal Caries, *J Clin Pediatr Dent* 2001;26(1):41-8.
34. Francescut P, Lussi A. Impact on DIAGNODent Values of Formalin and Chloramine Storage Solutions, *Caries Res* 2000;34:308-60.
35. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts NB, Longbottom C, Reich E. Performance and Reproducibility of a Laser Fluorescence System for Detection of Occlusal Caries in vitro, *Caries Res* 1999; 33:261-6.
36. Shi XQ, Tranæus S, Angmar-Mansson B. Comparison of QLF and DIAGNODent for Quantification of Smooth Surface Caries, *Caries Res* 2001;35:21-6.
37. Lussi A, Megert B, Longbottom B, Reich C, Francescut P: Clinical Performance of a Laser Fluorescence Device for Detection of Occlusal Caries Lesions, *Eur J Oral Sci* 2001;109: 14-9.
38. Sheehy EC, Brailsford SR, Kidd EAM, Beighton D, Zoitopoulos L. Comparison between Visual Examination and a Laser Fluorescence System for in vivo Diagnosis of Occlusal Caries, *Caries Res* 2001;35:421-6.
39. Rocha RO, Ardengh TM, Oliveira LB, Rodrigues CRMD, Ciamponi AL. In vivo Effectiveness of Laser Fluorescence Compared to Visual Inspection and Radiography for the Detection of Occlusal Caries in Primary Teeth, *Caries Res* 2003;37:437-41.
40. Attrill DC, Ashley PF. Occlusal Caries Detection in Primary Teeth: A Comparison of DIAGNODent with Conventional Methods, *Br Dent J* 2001;190(8):440-3.
41. Anttonen V, Seppä L, Hausen H. A follow-up study of the use of DIAGNODent for monitoring fissure caries in children, *Community Dent Oral Epidemiol* 2004;32:312-8.
42. Mendes FM, Hissadomi M, Imparato JCP. Effects of Drying Time and the Presence of Plaque on the in vitro Performance of Laser Fluorescence in Occlusal Caries of Primary Teeth, *Caries Res* 2004;38:104-8.
43. Krause F, Jepsen S, Braun A. Comparison of Two Laser Fluorescence Devices for the Detection of Occlusal Caries in vivo, *Eur J Oral Sci* 2007;115:252-6.
44. Kühnisch J, Bücher K, Henschel V, Hickel R. Reproducibility of Diagnodent 2095 and Diagnodent Pen Measurements: Results from an In Vitro Study on Occlusal Sites, *Eur J Oral Sci* 2007;115:206-11.
45. Braga MM, Mendes FM, Imparato JCP, Rodrigues CRMD: Effect of Cut-Off Points on Performance of Laser Fluorescence for Detecting Occlusal Caries, *J Clin Pediatr Dent* 2007; 32(1):33-6.
46. Tranaeus S, Shi XQ, Angmar-Mansson B. Caries Risk Assessment: Methods Available to Clinicians for Caries Detection, *Community Dent Oral Epidemiol* 2005;33:265-73.

47. Ashley PF, Blinkhorn AS, Davies RM. Occlusal Caries Diagnosis: An In Vitro Histological Validation of the Electronic Caries Monitor (ECM) and Other Methods, *J Dent* 1998;26 (2):83-8.
48. Huysmans M, Longbottom C, Pitts NB, Los P, Bruce PG. Impedance Spectroscopy of Teeth with and without Approximal Caries Lesions An in vitro Study, *J Dent Res* 1996;75(11): 1871-8.
49. Bamzahim M, Shi QX, Angmar Mansson B. Occlusal caries detection and quantification by DIAGNOdent and Electronic Caries Monitor: in vitro comparison, *Acta Odontol Scand* 2002;60:360-4.
50. Longbottom C, Husymans M. Electrical Measurements for Use in Caries Clinical Trials, *J Dent Res* 2004;83:76-9.
51. Van der Veen MH, Ando M, Stookey GK, Josselin JE. A Monte Carlo Simulation of the Influence of Sound Enamel Scattering Coefficient on Lesion Visibility in Light-Induced Fluorescence, *Caries Res* 2002;36:10-8.
52. Banerjee A, Boyde A. Autofluorescence and Mineral Content of Carious Dentine: Scanning Optical and Backscattered Electron Microscopic Studies, *Caries Res* 1998;32: 219-26.
53. Yanıkoğlu ÇF, Öztürk F, Hayran O, Stookey GK. Detection of Natural White Spot Caries Lesions by an Ultrasonic System, *Caries Res* 2000;34:225-32.
54. Matalon S, Feuerstein O, Calderon S, Mittleman A, Kaffe I. Detection of Cavitated Carious Lesions in Approximal Tooth Surfaces by Ultrasonic Caries Detector, *Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103: 109-13.
55. Matalon S, Feuerstein O, Kaffe I. Diagnosis of Approximal Caries: Bite-wing Radiology Versus the Ultrasound Caries Detector. An In vitro Study, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2003;5: 626-31.