

DİREKT DİJİTAL RADYOGRAFİ (DDR) VE LİTERATÜR TARAMASI

Yrd.Doç.Dr.Kahraman GÜNGÖR*

Dt.İlkay ÇELİK**

DIRECT DIGITAL RADIOGRAPHY (DDR) AND LITERATURES REVIEW

SUMMARY

ÖZET

Tıpta olduğu gibi diş hekimliğinde de teşhis amacıyla radyografik değerlendirme kullanılmaktadır. Radyografik görüntü elde edilmesinde X-ışınlarını yanısıra röntgen filmleri ve banyo solüsyonlarına da gereksinim vardır. Geleneksel radyografi tekniklerinin avantajları yanında birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Günümüzde bu dezavantajları ortadan kaldırmak için dijital görüntüleme teknikleri geliştirilmiştir. Bu teknikte görüntü, anında bilgisayar ekranı üzerinde oluşturulmakta ve banyo işlemine gerek kalmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, direkt dijital radyografi tekniğiyle geleneksel radyografi tekniklerinin avantaj ve dezavantajları ortaya koyarak konuyla ilgili literatürleri incelemektir.

Anahtar Kelimeler: Dental radyografi, Teşhis, Direkt dijital görüntüleme.

Radiographic examination is essential for diagnostic purposes in dentistry as it is in medicine. For radiographic image interpretation not only X-rays but also films and processing solutions are required. Besides the advantages of conventional radiographic techniques there are also some disadvantages. Nowadays, digital imaging techniques are developed for the elimination of these disadvantages. In this technique the image is spontaneously on the computer monitor and requires no processing procedures. The purpose of this paper is to review the direct digital imaging techniques and conventional radiographic techniques, explain their advantages and disadvantages by examining the associated literatures.

Key Words: Dental radiography, Diagnosis, Direct digital imaging.

Intraoral ve ekstraoral radyografiler dento-maksillofasiyal bölgeyi kapsayan patolojilerin tanımlanması için kullanılan başlıca yöntemlerdir. Intraoral periapikal radyografiler, daha ekonomik ve daha pratik olmaları nedeniyle bu yöntemler arasında en çok tercih edilendir. Bu radyografilerle kök uzunluğu ve morfolojisi, korun/kök oranı, periodontal aralık, lamina dura, alveol kemiği ve dişlerin destek dokularını etkileyen ilerlemiş ve yıkıcı lezyonlar hakkında çok önemli bilgiler alınabilir.

Intraoral radyografi yöntemi gelişen çağın gereklerine uygun olarak yerini elektronik alıcıların kullanıldığı donanımlara bırakmaktadır. Son yıllarda bu alanda yapılan en büyük gelişmelerden birisi direkt dijital radyografi (DDR) tekniğinin diş hekimliği alanında kullanılmaya başlanmasıdır.

Dijital görüntüleme sistemi ilk olarak Dr.Francis Mouyen (Trophy Radiologie, Oincennes, Fransa) tarafından tanımlanmıştır. 1989 yılında radyovizyografi intraoral radyografik bir sistem olarak FDA tarafından kabul edilmiştir.^{10,16,28}

DDR'nin Bölümleri

Radyovizyografi esas olarak 4 bölüme ayrılır.^{10,16}

1. Klasik röntgen cihazı (X-ışını seti):

Direkt dijital radyografi (DDR) yöntemlerinin tümünde ışın kaynağı olarak klasik röntgen cihazı kullanılır. Röntgen cihazı 50-90 kVp(al) arasındadır. Direkt dijital radyografide kullanılan alıcılar x ışımına karşı daha hassas oldukları için, kullanılan röntgen cihazı içerisinde kısa ışınlama süresi için ayarlanabilen, mükemmel bir kontrol sistemine sahip özel bir elektronik zaman ayarlayıcısı bulunur. Bu cihazla geleneksel radyografiler de çekilebilir.^{10,16,30}

2. Ağız içi alıcısı:

Alıcı, geleneksel radyografi tekniklerindeki film yerine kullanılan, sert plastik bir kılıfla kaplı bir parçadır. Alıcı, değişik sistemlerde farklı boyutlardadır. Günümüzde dijital görüntüleme sistemi 4 farklı şirket tarafından pazarlanmaktadır. "Radyovizyografi, Trophy Radiologie (Paris, Fransa), "Sens-A-Ray Regam Medikal Sistem AB (Sundsvall, İsveç "Flash DENT", Villa Medikal Sistem (Bucsinaso, İtalya), "Visualix", Gendex Dental

*G.Ü.Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı, Öğretim Üyesi

**G.Ü.Dişhekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı, Arş.Gör.

Sistem (Monza, İtalya) tarafından üretilmekte ve "VIXA" adıyla pazarlanmaktadır. Alıcı boyutları RVG'de 40.6 x 22.8 x 14 mm, Visualix'de 41 x 25 x 5.5 mm, Sens-A-Ray'da 40 x 27 x 7 mm'dir. Kullanılmakta olan 3 standart boy alıcı vardır; Boyut 2 alıcılar periapikal veya bitewing için, boyut 1 alıcılar anterior periapikal ve pediatrik bitewing için, Boyut 0 alıcılar ise pediatrik periapikal görüntüler için kullanılır. Fakat alıcıdaki X-ışımına duyarlı olan kısım (intensifying screen) bu boyutlardan daha küçüktür. (RVG'de 25x16, Visualix'de 18.1x24, Sens-A-Ray'da 17.3x25.9). Bu nedenle izlenebilen bölge geleneksel periapikal filmden daha küçüktür ve seri film çekimlerinde daha fazla görüntü alınmasını gerektireceği için dijital radyografinin en önemli avantajlarından biri olan radyasyon dozundaki azalma, bir miktar ortadan kalkabilir.^{7,10,23,29}

Alıcı ışınlandığında, ilk olarak floresan ekranı ışına maruz kalır ve birincil görüntü alıcısı olarak rol oynar. Bunun altında üzeri X-ışımına hassas fosforla kaplanmış metal oksit kısmı, bu kısmın arkasında da fiber optik lifler bulunur. X-ışınların floresan ekran çarptığı anda içinden geçtiği dokunun özelliklerine bağlı olarak floresan meydana gelir. Meydana gelen ışık RVG'de fiber optik lifler, Flashdent'e ise 7 adet küçük lensden oluşan geleneksel optiklerle taşınarak şarj bağlama cihazına (charged-coupled device-CCD) ulaşır ve burada ışık, elektrik sinyallerine çevrildikten sonra elastik bir kablo yardımıyla görüntü üretme ünitesine (display processing unit-DPU) gönderilir. Sens-A-Ray ve Visualix'de ise radyasyonla sertleştirilen CCD kullanılır ve X-ışınları doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülür. Her iki sistemde de karşılaşılan en büyük soru CCD'nin sürekli X-ışınlarına maruz kalması değişikliğe uğramasıdır. Mouyon, bunu önlemek için floresan ekranla CCD'nin arasına kurşunlu camla kaplanmış fiber optik bir blok yerleştirmiştir. Bu şekilde CCD X-ışınlarından korunması sağlanmaktadır.

Alıcı, ya doğrudan hasta tarafından tutulur ya da bir tutucu aparat aracılığıyla ağız içine yerleştirilir. Alıcı yalnızca kimyasal yöntemlerle steril edilebilir. Ancak yine de sterilizasyonun bozulmaması için tek kullanımlık plastik kılıflarla kullanılması önerilir.^{10,13,15,23}

Görüntü üretme ünitesi (GÜÜ): Bu bölümde CCD'den alınan elektrik sinyallerini işleyen, dijitalize eden ve depolayan elektronik sistem ve görüntünün izlendiği televizyon ekranı vardır. Işınlama yapıldığında ekranda, alıcıda oluşan ilk ışımın 4 katı büyüğünde bir görüntü

oluşur. İkinci bir ışınlama yapıldığı zaman ise birinci görüntü kaybolmadan ekranın sağ tarafında ikinci bir görüntü oluşur. Böylece elde edilen görüntüler korunarak çok sayıda görüntü alınabilir.

GÜÜ, alınan görüntüler üzerinde parlaklık ve kontrast ayarlamaları yapılmasını sağlar. Elde edilen görüntüde siyah kısımlar beyaz; beyaz kısımlar siyah renge dönüştürülebilir. Ayrıca kontrast artırılarak görüntünün kalitesi değiştirilebilir. Kullanıcı istediğinde orijinal görüntü tekrar ekrana getirilebilir. "Zoom" modu sayesinde görüntü büyütülebilir. Orijinal sistemde "zoom" modu için ayrı bir ışınlama gerekirken, yeni sistemde ek bir ışınlamaya gerek kalmadan görüntünün dokuz ayrı bölgesinden istenileni seçilip büyütülebilir. Yine bu sistemde 20'nin üzerinde görüntü aynı anda ekranda izlenebilir. Ayrıca DDR'de rotasyon, renklendirme, keskinleştirme, yumuşatma, ölçüm yapma fonksiyonları vardır.^{7,10,16,24,25,29,30}

Yazıcı: Televizyon ekranındaki görüntülerin kalıcı kayıtları ile elde edilebilir. GÜÜ'ne bir yazıcı bağlanarak ekrandaki radyografinin tarih ve zaman kaydı üzerinde bulunan bir kopyası alınabilir. Alınan ilk görüntü kaydedilip istenildiğinde tekrar ekrana getirilebilir. Yeni sistemler 30.000'nin üzerinde görüntü saklama kapasitesine sahiptir. Tedavisi yarım kalan hastalarda, hastanın gittiği yerdeki hekimini yapılan işlemler açısından bilgilendirmek ve hastanın tekrar radyasyon almasını önlemek için alınan görüntüler bir diske kaydedilerek hastaya verilebilir.^{1,10,16,25}

RGV'nin Kullanım Alanları ve Geleneksel Radyografilerle Karşılaştırılması

Günümüze kadar kullanılan geleneksel radyografi yöntemlerinin yerini alacak yeni sistemlerin arayışları her zaman sürmüştür. Ancak geleneksel radyografilerin pratik, ucuz ve güvenilir olmaları yeni sistemlerin üstünlük sağlanmalarını güçleştirmektedir. Bu yüzden geleneksel radyografilere alternatif olabilecek bir sistemin en az radyografiler kadar başarılı olması, yani geleneksel radyografilerle en azından karşılaştırılabilir olması gerekmektedir.

RVG sisteminin sahip olduğu avantajlar, geleneksel tekniklerle aynı diagnostik kalitede olduğu zaman önem kazanacaktır. Bu nedenle, RVG'nin kimlik uygulamalarındaki başarısını değerlendirmeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmaktadır.

Mouyen ve arkadaşları¹⁷ 1991 yılında yaptıkları bir araştırmada, dişlerin oklüzal yüzeylerdeki dentin çürüklerinin teşhisinde geleneksel film ve radyovizyografiyi karşılaştırmışlar ve oklüzal çürük teşhisi için RVG sisteminin sensitivite ve doğruluğunun geleneksel radyografilerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çürük lezyonlarının mine yüzeyinde makroskopik olarak görülebilecek bir belirti göstermeden dentine ilerleyebilmesi ve dolayısıyla yüzeyin gözle muayenesinin oklüzal çürük teşhisi için yetersiz olması nedeniyle radyografik olarak analiz edildiğinde % 50'den fazla dentin çürüğünün tespit edilmemiş olduğunu bildirmişlerdir.

Russel ve Pitts²² 1993 yılında yaptıkları benzer bir çalışma çürüğün teşhisinde radyovizyografi ile bitewing radyografiyi karşılaştırmışlar ve RVG'nin oklüzal çürüklerin tespitinde sensitivite ve keskinlik açısından bitewing filmlerden sayıca çok az oranda geride kaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar D ve E hızlı filmler arasında her üç sistem arasında anlamlı fark bulamamışlardır. Bundan dolayı RVG'nin azalan radyasyon dozu görüntünün manipülasyonu ve anlık görüntü avantajları ile çürük lezyonlarının teşhisinde geleneksel radyografilerle karşılaştırabileceğini bildirmişlerdir.

Hintze ve arkadaşları²⁵ 1994'te yaptıkları bir araştırmada aproksimal mine ve oklüzal dentin çürüklerinin teşhisinde D ve E hızlı filmlerle RVG ve Visualix dijital radyografileri karşılaştırmışlar ve aralarında anlamlı fark bulamamışlardır.

Shearer ve arkadaşları²⁶ 1990 yılında tek köklü ve çok köklü dişlerin kök kanallarının saptanması için yaptıkları bir in vitro çalışmada RVG ile klasik film arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Aynı çalışmada araştırmacılar geliştirilmiş RVG ile orijinal RVG görüntüleri arasında anlamlı fark bulmuşlar ve RVG'nin geliştirilmiş fonksiyonunun daha faydalı sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

Leddy ve arkadaşları¹³ 1994 yılında kök kanallarına yerleştirilen endodontik eğelerin boylarının ölçümü için yaptıkları bir çalışmada RVG ile geleneksel tekniklerin arasında anlamlı fark bulamamışlardır. Araştırmacılar sonuç olarak her iki yöntemin de kullanılabilceği durumlarda düşük radyasyon dozu ve banyo gerektirmemesi sebebiyle RVG'nin tercih edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Hedrick ve arkadaşları⁷ 1994 yılında yumuşak dokulardan temizlenmiş insan kadavra çenesinde kök kanal boylarının saptanması için yaptıkları bir çalışmada geleneksel radyogra-

filerden RVG görüntüleri Sens-A-ray görüntüleri karşılaştırmışlar ve teknikler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır.

Sanderink ve arkadaşları²³ ise 1994 yılında kök kanal uzunluğunu tespit etmek için yaptıkları bir çalışmada çeşitli direkt dijital radyografik teknikler (RVG Visualix Sens-A-Ray, Flashdent) ile E grubu filmleri karşılaştırmışlardır bu çalışmada E grubu filmlerle RVG arasında anlamlı fark olmamasına rağmen diğer tüm tekniklerle E grubu filmler arasında anlamlı fark bulunduğunu saptamışlardır.

Ong ve Ford¹⁹ 1995'te kök kanal boylarının saptanması için hem invitro hemde kliniksel olarak yaptıkları bir çalışmada RVG görüntüleri ile D grubu filmler arasında anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Shearer ve arkadaşları²⁶ 1991 yılında yine aynı doğrultuda yaptıkları bir başka çalışmada radyovizyografi ile geleneksel filmi kök kanal uzunluğu hesaplanmasında karşılaştırmışlar ve 15 nolu eğeleri ile yapılan çalışmanın sonucunda geleneksel filmlerin RVG den daha fazla eğe uzunluğu görüntülediğini saptamışlardır ancak değiştirilmiş moddaki RVG ile geleneksel radyografiler arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Geleneksel radyografi ile RVG arasındaki fark ise yaklaşık % 2 dir. Araştırmacılar 20 mm uzunluğundaki bir kanalda bu farkın 0,4 mm olduğunu ve bunun klinik olarak çok önemli olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar RVG'nin kök kanal uzunluğu tespitinde yeterli görüldüğünü ve geliştirilmiş modunda daha başarılı sonuçlar alındığını bildirmişlerdir.

Ellinksen ve arkadaşları³ 1995 yılında küçük boyutlu endodontik kanal aletlerinin tespitinde invitro olarak RVG ile geleneksel filmi karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonunda zoom moduyla desteklenmiş tersine etkili RVG (reverse function) sistemini D hızlı filmlerle eşit diagnostik değerlerde bulmuşlardır. Araştırmacılar tersine etkili RVG ile standart zoom modundaki RVG'nin ise E hızlı filmlerden üstün olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacıların yaptığı invivo çalışmada 22 hastanın molar dişlerinde 8 ve 10 nolu eğelerin tespitinde D hızlı filmler % 95 E hızlı filmler % 70 zoom modunda tersine etkili RVG % 95 standart zoom modundaki RVG % 82 geliştirilmiş moddaki RVG % 86 tersine etkili RVG ise % 77 oranında başarı göstermişlerdir. 3

Furkart ve arkadaşları⁵ 1992 yılında deneysel olarak oluşturdukları 1=3 mm derinlikteki periodontal kemik lezyonlarının tespit edilmesi için yaptıkları araştırmada Sens-A-Ray sistemic

D ve E hızlı filmler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamadıklarını bildirmişlerdir.

Pass ve arkadaşları²¹ kuru mandibularda bukkal portikal tabakada deneysel olarak oluşturdukları periodontal lezyonların teşhisinde de D grubu filmlerle Sens-A-Ray görüntüleri karşılaştırmışlar ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır.

Kullendorf ve arkadaşları¹² bir test objesindeki küçük deliklerin gösterilmesi için klasik filmlerle karşılaştırmalı olarak yaptıkları çalışmada flashdent ile Sens-A-Ray sistemlerini daha yetersiz bulmuşlardır. Yine aynı araştırmada periapikal cerrahi uygulanan hastalarda lezyon boyutunun ölçümde Visualix VIXA-2 görüntü klasik filmlerden daha üstün olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

Yokota ve arkadaşları³¹ 1994 yılında yaptıkları çalışmada periapikal lezyonların saptanmasında RVG ile E grubu filmleri karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonunda hiçbir lezyon yokken geleneksel filmlerin RVG den istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha diagnostik olduğunu lezyon lamine dura ve medullar kemiği etkilediğinde ise RVG'nin anlamlı bir şekilde şekilde daha üstün bulunduğunu kortikal kemiği etkilediğinde de RVG ile geleneksel radyografi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Her iki sistem karşılaştırıldığında periapikal yıkımın erken dönemlerinde örneğin, lamina dura perforasyonu medullar kemik tutulumu gibi durumlarda RVG'yi daha kesin ve diagnostik bulmuşlardır. Sağlıklı örneklerin doğru tespitinde ise geleneksel filmleri daha üstün bulmuşlardır. Yokota ve arkadaşları bu bulgulara göre RVG'nin periapikal patolojilerin daha erken saptanmasını sağlayan bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Meler ve arkadaşları¹⁴ yaptıkları diğer bir çalışmada bir çok araştırmacının aksine mekanik olarak oluşturulan periodontal lezyonların yerine % 70'lik perklorik asit solüsyonu ile kimyasal olarak oluşturdukları periodontal lezyonlar üzerinde çalışmışlardır. Böylece deneysel olarak hazırlanan periodontal lezyonların sınırlarının keskin değil gerçekte olduğu gibi düzensiz olması sağlanmıştır.

Tirrell ve arkadaşları²⁸ yaptıkları çalışmada, henüz lezyon yokken erken teşhiste RVG ile geleneksel radyografi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulamamışlardır. Asit uygulamasından 12 ve 24 saat sonra, dijital görüntülerin konvansiyonel radyografiden anlamlı bir şekilde lezyonları daha erken gösterdini ve 36 saat ile sonrasında ise teknikler arasında istatistiksel

olarak anlamlı farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir.

Hildebolt ve arkadaşları⁸ da yaptıkları bir çalışmada vertikal kemik kayıplarının gösterilmesine bite-wing radyografiler ile geliştirilmiş ve geliştirilmemiş dijital görüntüler arasında fark bulamadıklarını bildirmişlerdir.

DDR'nin Avantajları

1) Direkt dijital radyografi (DDR) alıcısı, X- ışınına konvansiyonel filmlerden daha hassas olduğu için verilen doz miktarı RVG'de D tipi filmlerin % 23'ü, E tipi filmlerin % 41'i kadarken Visualix'te ise D tipi filmlerde yaklaşık 6 kat E tipi filmde 3 kat daha azdır.²¹⁻²⁷

2) DDR alıcısı sert olduğundan geleneksel filmlerde oluşan görüntü bozulması DDR'de görülmez.

3) DDR ile alınan görüntülerin kontrastını, parlaklığını değiştirmek alınan görüntüler üzerinde ölçüm yapmak görüntüyü renklendirmek negatifini aşağı yukarı ve sağa sola oynatmak mümkündür. Ayrıca zoom modu sayesinde görüntünün istenilen bölgesi büyütülebilir.

4) Banyo işlemleri ortadan kalktığı ve çekim sırasında oluşabilecek hatalar anında düzeltilebildiği için hasta ve hekimin daha az zamanını alır.

5) Banyo işlemine gerek olmadığından hekim için zararlı olabilecek çeşitli banyo solüsyonlarına negatoskopa özellikle muayenehanelerde temini zor olan karanlık odaya duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır.

6) Banyo solüsyonlarının konsantrasyonunu bozulmasına bağlı olarak meydana gelen değişiklikler DDR'de görülmez. Böylece görüntü kalitesi sabit kalır.

7) Banyo işleminin ortadan kalkması sonucunda herhangi bir kimyasal atık oluşmaz. Çapraz kontaminasyon riski de önelli ölçüde ortadan kalkar.

8) Standardizasyon sağlanarak elde edilen görüntülerden hastanın tedavi öncesi ve sonrası durum aynı anda ekranda izlenebilir. Görüntülerin bilgisayara kaydedip hasta adında saklanabilmesi hastanın tedavi öncesi ve sonrası durumu aynı anda ekranda izlenebilir. Görüntüleri bilgisayar kaydedip hasta adında saklanabilmesi hastanın aynı bölgeden film aldırmasını ortadan kaldırarak yeniden radyasyona maruz kalmasını engeller.

9) Görüntüler ekrana getirilerek yapılan işlemler hakkında hasta bilgilendirilebilir. Bu şekilde hekimle hasta arasında iyi bir

kooperasyon sağlanmış olur ve hastanın güveni artar.

DDR'nin Dezavantajları

1) Ekonomik değildir.
2) DDR'nin çözünürlüğü geleneksel filmlerden daha düşüktür. Çözünürlük birbirine daha yakın cisimlerin ayırt edilmesidir ve mm'deki çizgi çifti (lp) olarak ifade edilir. Klasik filmlerin çözünürlüğü yaklaşık¹²⁻¹⁶ lp/m iken CCD alıcısının çözünürlüğü⁵⁻¹⁰ lp/mm arasındadır. İnsan gözü 4-6 lp/mm arasında çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle CCD alıcılarının dental işlemler için çözünürlüğe sebep olduğu söylenebilir.^{1,10,29}

3) Damak derinliği az veya alveol ve kavsi dar olanlarda rubberdam (plastik örtü) kullanılan hastalarda alıcının yerleştirilmesi zor olabilir.

4) Alıcının duyarlı alanı küçük olduğundan geniş bölgelerden çok sayıda görüntü alınması gerekebilir. Bu nedenle tüm ağız periapikal film çekimlerinde daha fazla ışılama gereklidir.

SONUÇ

DDR sistemi yeni bir yöntem olmasına karşın hem klinik hemde bilimsel platforma uygun nitelikte diagnostik olarak yeterli ve etkili bir yöntemdir. Bununla birlikte diğer tüm tekniklerde olduğu gibi gelişen teknolojiye paralel olarak geliştirilmesi ve diagnostik potansiyelinin daha da artırılması gereklidir. DDR sistemini doğru tanı ve buna bağlı olarak başarılı tedavi planlaması ile hastayı radyasyondan koruma gibi temel avantajları bulunmaktadır. Dolayısı ile filmsiz radyografik sistemlerin üniversitelere, hastanelere ve muayenehanelere yayılması yazılımlara ait eğitimlerin verilmesi ve bilgisayar yardımı ile tanı konmasının yaygınlaşması sayesinde dişhekimlerinin sağlık hizmeti standartlarını yükseltmeleri mümkün olacaktır, kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Benz C, Mouyen F: Evaluation of the new system radiovisiography image quality. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1991; 72: 637-631.

2. Ellingsen MA, Harrington GW, Hollender LG: Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. Part 1. In-vitro evaluation. J Endodont. 1995;21:326-331.

3. Ellingsen MA, Harrington GW, Hollender LG: Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. Part 2. In-vivo evaluation. J Endodont. 1995;21:516-520.

4. Goaz PW, White SJ: Oral Radiology Principles and Interpretation Third Ed. Mosby, St.Louis, 1994;273.

5. Furkart AJ, Dove SB, Mc David WD, Nummikoski P, Mattesan S: Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions. Oral Med. Oral Pathol. 1992; 74:652-660.

6. Giffiths Bm, Brown JE, Hyatt AT, Linney AD: Comparison of three imaging techniques for assessing endodontic working length. Int Endodont J 1992;25: 279-287.

7. Hedrick RT, Dove SB, Peters DD, Mc David WD: Radiographic determination of canal length: Direct digital radiography versus conventional radiography. J Endodont. 1994;20:320-332.

8. Hiltbold CF, Vannier MW, Shroot MK, Piagram TK, Province M, Vahey EP, Rietz DW: Periodontal disease morbidity quantification 2. Validation of alveolar bone loss measurements and vertical defect diagnosis from digital bitewing images. J Periodontol. 1990; 61: 523-532.

9. Hintze H, Wenzel A, Jones C: In-vitro comparison of D- and F- speed film radiography, RGV and Visualix digital radiography for the detection of enamel approximal and dentinal occlusal caries lesions. Caries Research 1994;28: 363-367.

10. Homer K, Shearer AC, Walker A, Wilson NHF: Radiovisiography: An initial evaluation. Brit. Dent.J 1990; 168:244.

11. Jones GA, Schuman NJ, Woods MA: Estimated skin exposure as an indicator for comparing RVG versus conventional Fktaspeed Plus dental radiography. J Clin. Pediatr. Dent. 1998;22(2): 121-123.

12. Kullendorf B, Nilsson M, Rohlin M: Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Radiol. Endodont. 1996;82: 344-350.

13. Leddy BJ, Miles DA, Neuton CW, Brown CE: Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography. J Endodont. 1994;20:542-545.

14. Meier AW, Brown CF, Miles DA: Interpretation of chemically created periapical lesions using digital imaging. J Endodont. 1996;22: 516-520.

15. Molten R: Direct digital x- ray imaging with Visualix/Vixa. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1993; 76: 235-243.

16. Mouyen F, Bez C, Sonnabend F, Lodter JP: Presentation and physical evaluation of Radiovisiography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1989, 68: 238-242.

17. Mouyen F, Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen J: Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1991; 72:621-626.
18. Nelvig P, Wing K, Welander: Sens-A-Ray: A new system for direct digital intraoral radiography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1992;74: 818-823.
19. Ong EY, Ford TRP: Comparison of radiovisiography with radiographic film in root length determination. *Int Endodont. Endodont. J* 1995; 28:25.
20. Parks HT, Miles DA, Van Dis MI, Williamson GF, Razmus TF, Bricker Sc: Effects of filtration, collimation and target-receptor distance on artificial approximal enamel lesion detection with the use of radiovisiography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1994;77: 419-426.
21. Pass B, Furkart AJ, Dove SB, Mc David WD, Gregson PH: 6- bit and 8- bit digital radiography for detecting simulated periodontal lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1994;77: 406-411.
22. Russel M, Pitts NB: Radiographic diagnosis dental caries: initial comparison of basic mode videoprints with bitewing radiography. *Caries Res.* 1993;27: 65-70.
23. Sanderink GCH, Huiskens R, Stelt VD, Welander US, Stheeman SE: Image quality of direct digital intraoral x- ray sensors in assessing root canal length. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1994; 78: 125-132.
24. Scarface WC, Fana CR, Farman AG: Radiographic detection of accessory/lateral canals: Use of radiovisiography and hypaque. *J Endodont.* 1995; 2: 185-190.
25. Shearer Ac, Horner K, Wilson NHF: Radiographic detection of accessory/lateral canals: an in-vitro comparison with conventional radiography. *Quintessence Int.* 1990;21: 789-794.
26. Shearer AC, Horner K, Wilson NHF: Radiographic for length estimation in root canal treatment: an in-vitro comparison with conventional radiography. *Int Endodont. J* 1991;24: 233-239.
27. Soh G, Loh FC, Chong YH: Radiation dosage of a dental imaging system. *Quintessence Int.* 1993; 24: 189-191.
28. Tirrel BC, Miles DA, Brown CA, Legan JJ: Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. *J Endodont.* 1996; 22: 74-78.
29. Walker A, Horner K, Czajka J, Shearer AC, Wilson NHF: Quantitative assesment of a new dental imaging system. *Br J Radiol.* 1991;64: 529-536.
30. Welander U, Nelvig P, Tronje G, Mc David Wd, Dove SB, M'rmer AC, Cederlund T: Basic technical properties of a system for direct acquisition of digital intraoral radiographs. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1993; 75: 506-516.
31. Yokota EI, Miles DA, Newton CW, Brown CE: Interpretation of periapical lesions using radiovisiography. *J Endodont.* 1994; 20: 490-494.