

Fenestrasyon Tipi Periodontal Defektlerin Tespitinde Farklı Voksel Çözünürlüklerinin Etkisinin Değerlendirilmesi: İn Vitro Çalışma

Evaluation of the Effect of Different Voxel Resolutions in Determination of the Fenestration Type Periodontal Defects: An In Vitro Study

Hayriye ÇETMİLİ,^a
Melek TAŞSÖKER,^a
Sevgi ÖZCAN ŞENER^a

^aAğız, Diş ve Çene Radyolojisi AD,
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Konya

Received: 04.03.2018
Received in revised form: 02.04.2018
Accepted: 18.04.2018
Available online: 18.10.2018

Correspondence:
Melek TAŞSÖKER
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Konya,
TÜRKİYE/TURKEY
dishemek@gmail.com

ÖZET Amaç: Periodontal defektlerin saptanmasında konik ışınli bilgisayarlı tomografinin (KIBT) tanimsal doğruluğu ve iki farklı voksel çözünürlüğünün in vitro periodontal defektlerin saptanmasına etkisini değerlendirmek. **Gereç ve Yöntemler:** Necmettin Erbakan Üniversitesi Anatomi Ana Bilim Dalı bünyesinde yer alan 10 kuru kafanın alveolar kemik bölgelerinde yer alan fenestrasyon tipi defekt varlığı incelenmiştir. Daha sonra kuru kafalardan 0,160 mm ile 0,250 mm voksel çözünürlükte iki farklı KIBT taraması elde edilmiştir. Kuru kafalar üzerinden elde edilen verilerle iki farklı voksel çözünürlüğündeki KIBT taramalarından elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. **Bulgular:** Analiz sonucuna göre fenestrasyon tipi defektlerin saptanmasında KIBT'nin her iki voksel çözünürlüğünde de %100'e yakın duyarlılığa sahip olduğu belirlenmiştir. **Sonuç:** KIBT taramalarında kullanılan ışınlama parametreleri hastanın alacağı radyasyon dozu ve tarama zamanını etkileyeceğinden, çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ışığında yapacağımız taramalarda öncelikli olarak voksel boyutunu baz almak yerine radyasyon dozunu azaltmak için olabildiğince küçük görüntüleme alanı seçimi yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: KIBT; voksel; periodontal defekt; fenestrasyon

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to evaluate the diagnostic accuracy of cone beam computed tomography (CBCT) and the effect of two different voxel resolutions on the detection of in vitro periodontal defects. **Material and Methods:** The fenestration type defects located in the alveolar bone regions of 10 dry skulls which provided in The Department of Anatomy of Necmettin Erbakan University were investigated. Then, two different CBCT scans were obtained from the dry skulls in the resolution of 0.160 mm and 0.250 mm. The data obtained from the CBCT scans at two different voxel resolutions given through the dry skulls were statistically compared. **Results:** According to the results of analysis, it was determined that CBCT has sensitivity close to 100% in both voxel resolutions in detection of fenestration type defects. **Conclusion:** Since the irradiation parameters used in CBCT scans affect the patient's radiation dose and screening duration, it is recommended to use the smallest possible field of view firstly to reduce the radiation dose, rather than voxel size.

Keywords: KIBT; voxel; periodontal defect; fenestration

Periodontal hastalık, diş eti ve alveolar kemiği etkileyen kronik bakteriyel bir enfeksiyondur. Periodontal hastalıkların teşhis, tedavi planlaması ve prognozunda bulunan kemiğin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, yapılacak tedaviyi direkt etkileyen önemli bir parametredir.

Sağlıklı bir ağızda intraoral muayene ile peridonsiyuma ait yapılardan sadece diş eti gözlemlenebilir iken, diğer anatomik yapılar radyografiler ile gösterilebilmektedir.¹ Diagnostik görüntüler, periodontal sond ile elde edilen alveolar kemik yüksekliği ve vertikal defektlerin saptanması rehberlik sağlamaktadır.²

Periodontal patolojiler içerisinde kritik bir yere sahip olan furkasyon tutulumları ya da fenestrasyon tipi defektlerin saptanması tedavi ve prognoz açısından oldukça önemlidir. Fenestrasyon kemikten yoksun kök bölgeleridir. Bu bölgeler kemik yerine sadece periost ve diş eti ile örtülüdür. Eğer kemikten yoksun alanlar alveolar kemik margininden itibaren başlamış ise bu tablo “dehisens” olarak adlandırılmaktadır.³ Radyolojik incelemelerde bu tip defektler üzerine süperpoze olacak muhtemel bukkal ya da lingual sağlam kemik duvarları bu patolojilerin teşhisini zorlaştırmaktadır. İki boyutlu radyografilerde süperpozisyon nedeni ile saptanamayan anatomik oluşumlar ya da defektlerin görüntülenmesi gerektiğinde, üçüncü boyutu gösterebilen bir üst diagnostik yöntem olan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) tercih edilmelidir.²

Periodontal hastalıkların tanı ve seyrinde KIBT görüntülerinin kullanımı veya yorumlanması için klinisyenler, görüntü kalitesini ve dolayısıyla dentoalveolar yapıların yorumlanmasını etkileyen teknik faktörleri iyi anlamalıdır.

Bu çalışmada, periodontal defektlerin saptanmasında KIBT ünitesinin etkinliğinin ve iki farklı voksel çözünürlüğünün bu defektlerin tanısı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

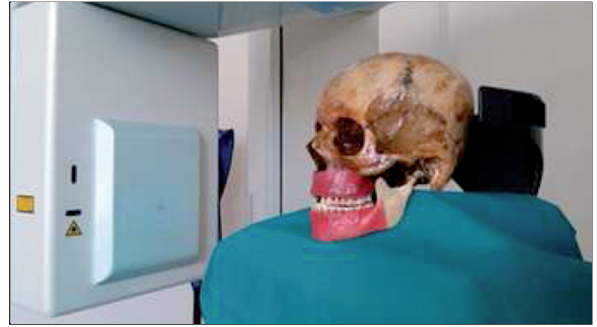
GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmamızda, Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anatomi Ana Bilim Dalından temin edilen 4 adet maksillar kemik ve 6 adet mandibuler kemik kullanılmış ve bu kapsamda kuru kafalar üzerinde yer alan fenestrasyon tipi periodontal defektlerin varlığı incelenmiştir. 171924004 proje no.lu çalışmamız, Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Bilimsel Araştırmalar De-

ğerlendirme Etik Kurulu tarafından, 09 Ağustos 2017 tarihinde 2017/08 sayılı toplantı ile değerlendirilmiş ve etik olarak uygunluğu onaylanmıştır.

Kuru kafalar üzerindeki fenestrasyon tipi defektler “var”-“yok” olarak kodlanmıştır. Ardından kuru kafalar farklı voksel boyutlarının etkisini incelemek amacıyla iki ayrı görüntüleme parametresi kullanılarak 3D Accuitomo 170 (J Morita, Kyoto, Japonya) cihazında taranmıştır. Tarama sırasında kuru kafalar, ahşap bir zemin üzerine sabitlenerek Frankfurt düzlemi yere paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır (Resim 1).

Taramaların hasta üzerinde yapılan taramaları taklit edebilmesi açısından yumuşak doku simülasyonu sağlayabilmesi için inceleme yapılacak çenelerdeki alveolar kemik iki kat pembe modelaj mumuyla kaplanmıştır (Resim 2). Kuru kafalar ilk olarak 170x120 mm, görüntüleme alanı [field of view (FOV)]’nda 90,0 kVp ve 5,0 mA, 0,250 mm voksellik görüntüleme parametreleri



RESİM 1: Kuru kafaların CBCT tarama düzeneği.



RESİM 2: Yumuşak doku simülasyonu hazırlanmış mandibula.

kullanılarak 17,5 saniye taranmıştır. Ardından 80x80 mm'lik FOV'da 90,0 kVp, 5,0 mA 0,160 mm voksel boyutunda 17,5 saniyede ikinci tarama görüntüleri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler 27 inç'lik ekranda 0,960 mm'lik kesitlerde kaydedilmiştir. İncelenecek her bir diş için aksiyel, sagittal ve "cross-sectional (kesitsel)" imajlar ayrı ayrı rekonstrükte edilmiş ve 0,5 mm'lik kesitlerde kaydedilmiştir. Görüntülerde 3,25 Gb RAM, Windows XP™ Professional işletim sistemi ve 2,560x1,600 piksel çözünürlüğe sahip 27 inç'lik flat panel renkli ekranı (Dell U2711H™) olan 2,66 GHz Intel Xeon PC kullanılmıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz taramalar i- Dixel™ 2,0 3D görüntüleme yazılımı (J Morita Europa GmbH) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Hem kuru kafalar üzerinde hem de KIBT görüntüleri üzerinde yapılan incelemeler iki gözlemci tarafından yapılmıştır. Gözlemcilerin bulguları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadığından ilk gözlemcinin tespitleri çalışmamızda kullanılmıştır. Kuru kafalar üzerinde yapılan incelemeler altın standart olarak kabul edilmiş ve her iki voksel çözünürlüğünde elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda yer alan istatistiksel yöntemler şunlardır:

i. Veriler SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL, ABD) programı ile değerlendirildi.

ii. Tanımlayıcı istatistikler hesaplandı. Kategorik veriler frekans ve yüzde oranı tablo yardımıyla sunuldu.

iii. Kategorik ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması için McNemar testi kullanıldı ve gözlemciler arası uyum Kappa istatistiği ile hesaplandı.

iv. Analizlerin tamamında tip-I hata değeri %5 alınarak $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Kafa kemikleri üzerindeki fenestrasyon defektlerinin saptanması için yapılan incelemede, 0,160 mm voksel çözünürlükte fenestrasyon varlığının tespitinde gözlemciler arasında yalnızca 1 (%2) dişte uyumsuzluk saptanmıştır. Kappa uyum katsayısı 0,946 ($p < 0,001$) olduğundan uyumun tam olduğu anlaşılmıştır. Bununla birlikte, 0,250 mm voksel çözünürlüğünde yapılan inceleme sonucunda da gözlemciler arasında hiçbir fark bulunamamıştır. Kappa değeri 1,0 ($p < 0,001$) olduğundan gözlemciler arası uyumun üst düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle her iki parametre için de birinci gözlemcinin tespitleri altın standart olarak kabul edilmiştir.

Kuru kafalar üzerinde yapılan direkt incelemeler sonucunda; 49 dişte "defekt yok", 11 dişte ise "defekt var" sonucuna ulaşılmıştır. 0,160 mm voksel çözünürlükte fenestrasyon defektinin tespit edilebilirliğine göre duyarlılık oranı %100, özgüllük oranı ise %97,9 olarak hesaplanmıştır. Yanlış negatif 0 iken, yanlış pozitif %2,04 olarak bulunmuştur. 0,250 mm voksel çözünürlükte ise fenestrasyon defektlerinin tespit edilebilirliğine göre duyarlılık ve özgüllük oranları %100 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

TARTIŞMA

Oral kavite hastalıkları içinde en yaygın görülen patoloji periodontit olduğundan, çalışmamızda periodontal defektlerin tanısına yönelik çeşitli ışın-

TABLO 1: 0,160 mm ve 0,250 mm voksel çözünürlüklü KIBT görüntülerinde saptanan fenestrasyon tipi defekt varlığı ve uyum katsayıları.

		Gözlemci fenestrasyon, n (%)		Kappa	p
		Yok	Var		
0,160 mm voksel çözünürlüklü KIBT görüntüleri	Yok	49 (100)	0 (0)	1,000	<0,001*
	Var	0 (0)	11 (100)	McNemar	1,00
0,250 mm voksel çözünürlüklü KIBT görüntüleri	Yok	48 (98)	0 (0)	0,946	<0,001*
	Var	1 (2)	11 (100)	McNemar	1,000

KIBT: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi.

lama parametrelerinin karşılaştırılması planlanmıştır.^{3,4} Son zamanlarda baş-boyun yapılarını değerlendirmek için KIBT, düzlem radyografilerin dezavantajları nedeni ile periodontologlar da dâhil olmak üzere diş hekimliğinde alternatif bir metot olarak kullanılmaya başlamıştır.^{5,6} KIBT aksiyel, sagittal ve frontal düzlemlerde multiplanar görüntüleme imkânı sağlamaktadır. Ayrıca, distorsiyon ve magnifikasyon oluşmaksızın yeniden yapılandırılmış panoramik görüntüler elde edilebilmektedir.⁷ Bu yöntem, konvansiyonel tomografiye kıyasla yüksek doğruluk, yüksek çözünürlük ve düşük maliyet avantajı ile incelenmek istenen alanı üç boyutlu olarak değerlendirme imkânı sunmaktadır.⁸

KIBT'nin periodontal tanıda kullanımına dair birçok çalışma mevcuttur. Bois ve ark., periodontal defektlerin değerlendirilmesi, furkasyon tutulumlarının saptanması ve periodontal rejenerasyonun izleminde KIBT kullanımını tartışmışlar ve "eğer klinik bir endikasyon yoksa, KIBT periodontal problemlerin değerlendirilmesi için rutin olarak kullanılmamalıdır" sonucuna varmışlardır.⁹ Acar ve Kamburoglu, furkasyon tutulumunun teşhisi, periodontal ligament aralığının değerlendirilmesi, alveolar kemik defektlerinin saptanması, yumuşak doku değerlendirmesi ve rejeneratif periodontal tedavi sonuçlarının izleminde KIBT'nin rolünü inceleyen çalışmalarında;⁷ kemik içi defektlerin saptanması, furkasyon tutulumları ve bukkal/lingual kemik yıkımları gibi süperpozisyon nedeni ile teşhis için üçüncü boyuta dair bilgi gereken patolojilerde KIBT'nin iki boyutlu görüntülemeye göre belirgin avantaj sağladığını bildirmişlerdir. Öte yandan, KIBT'nin yüksek radyasyon dozuna sahip olması gibi durumlar göz önünde bulundurularak yalnızca doğru endikasyon varlığında kullanılması gerektiği vurgulanmıştır. Aljehani ve ark., krater varlığı ve furkasyon tutulumu gibi patolojilerin saptanmasında KIBT'nin intraoral radyografilere göre üstün olduğunu, ancak kemik kalitesi ve periodontal ligament alanının en iyi konvansiyonel intraoral radyografide görüntülenebildiğini bildirmişlerdir.¹⁰

Dijital volumetrik bilginin en küçük ünitesi olan voksel boyutu, uzaysal çözünürlük ve buna

bağlı oluşan görüntü detayının belirlenmesinde önemli bir parametredir.² Uzaysal çözünürlük, öncelikle dedektörün nominal piksel boyutuna bağlıdır. Bununla birlikte; ışın demetinin projeksiyon geometrisi, hasta skatteri, dedektör ve hasta hareketine bağlı oluşan bulanıklık, x-ışını jeneratörünün fokal spot büyüklüğü, elde edilen temel görüntü sayısı ve yeniden yapılandırma algoritması gibi birçok faktör de çözünürlüğe katkıda bulunmaktadır.¹¹ KIBT'lerde her üç boyutta da eşit uzunlukta üretilen küboidal vokseller sayesinde yapılan ölçümler farklı düzlemlerde aynı sonuçları vermektedir.¹²

Teorik olarak voksel boyutu küçüldükçe uzaysal çözünürlük artmakta; ancak küçük pikselli dedektörler her bir voksel başına daha az x-ışını fotonu yakalamakta ve bu durum gürültünün artmasına neden olmaktadır.^{2,13,14} Yüksek çözünürlüklü taramalardaki yüksek sinyal/gürültü oranının eldesi için radyasyon dozu ve projeksiyon sayısının artırılması gerekmektedir;² ancak "mümkün olan en düşük doz" ilkesi gereğince kullanılan radyasyon dozunun artırılması pratik olarak uygun değildir.¹⁵ KIBT üniteleri için yeni bir teknoloji olan hassas flat panel dedektör (FPD)'ler sayesinde daha küçük FOV'larda daha az iyonize radyasyon ile görüntü elde edilebilmektedir.¹⁶ Görüntüdeki gürültünün artması alveol kemiği üzerinde yapılan ölçümlerin doğruluğunu ve bukkal kortikal kusurların saptanabilmesini olumsuz etkilediğinden, hassas FPD'lerin geliştirilmesi periodontal ligament boşluğu gibi 0,2 mm'den küçük yapıları görüntüleyebilmek için gerekli olan yüksek çözünürlüklü görüntülerin elde edilmesinde önemli katkı sağlamıştır.^{14,17,18}

Özer, iki boyutlu radyografilerle saptanması zor olan vertikal kök kırıklarının teşhisi üzerine yaptığı bir çalışmada, farklı voksel boyutlarının etkisini araştırmış ve bu parametrelerin değişiminin eksternal kök rezorpsiyonunun teşhisine etkisi açısından anlamlı bir fark bulamamıştır.¹⁹ Uzun ve ark., 74 dişte oluşturdukları yapay vertikal kök kırıklarını iki farklı tomografi cihazı kullanarak 4 farklı voksel boyutunda değerlendirmişler ve fraktür hatlarının saptanmasında hem cihazlar hem de voksel çözünürlükleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır.¹⁵

Kamburoğlu ve ark., 0,076, 0,100 ve 0,200 mm voksel çözünürlüklerindeki KIBT görüntülerini kullanarak furkasyon tutulumlarını incelemiştir.²⁰ Kolsuz ve ark., 0,080, 0,100, 0,125, 0,150, 0,160 ve 0,200 mm voksel çözünürlüklerini kullanarak kuru kafalar üzerinde yer alan fenestrasyon ve tünel tipi periodontal defektleri incelemiştir.²¹ Her iki çalışma sonucunda da elde ettiğimiz verilere benzer olarak defektlerin saptanmasında voksel boyutları arasında fark gözlenmemiştir.

Sakhdari ve ark. ise koyun mandibulasında oluşturdukları yapay defektleri paralel teknikte alınan periapikal radyografiler ile 0,200, 0,250 ve 0,300 mm çözünürlükteki tomografi görüntüleri üzerinde incelemişler ve bu görüntüleme tekniklerini karşılaştırmışlardır.²² Yapılan analiz sonucunda, 0,200 mm ve 0,250 mm voksel çözünürlüklerindeki görüntülerin 0,300 mm voksel çözünürlüğündeki görüntülerden daha yüksek duyarlılık ve özgüllük değerine sahip olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, dijital fosfor plak sistemlerinin de 0,300 mm'lük görüntülerle eş değer duyarlılığa sahip olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızın sonuçları ile çelişen Sakhdari ve ark.'nın koyun mandibulasında yaptıkları araştırmada, KIBT'nin duyarlılık değerini bu konuda yapılan birçok çalışmadan daha düşük hesaplamışlar (%91) ve bu farkın ortaya çıkmasında koyun mandibulasının insan mandibulasına oranla daha fazla laküner boşluk içermesi ve yapılan diğer çalışmalarda kendi çalışmalarına göre daha büyük defektlerin incelenmesinin etkili olduğunu savunmuşlardır.²² Ancak, çalışmada bu konuda eşik sınır kabul edilebilecek defekt boyutuna dair bir bilgi mevcut değildir. Buradan yola çıkarak defekt büyüklüğünün tanıya etkinliğinin önemli bir konu olduğu akla gelmektedir. Pek çok çalışma, periodontal defektlerin saptanmasında KIBT ile intraoral radyografi görüntüleri arasındaki farkı araştırır iken, lezyonun derinliğinin ya da büyüklüğünün tanıya olan etkisini araştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır.²⁰⁻²⁸ Çalışmamızın limitasyonu olarak belirtebileceğimiz bu faktörün incelenmesine yönelik yeni araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

Çalışmamızda, 0,250 mm voksel çözünürlükte fenestrasyon defektlerinin tespit edilebilirliğine

göre duyarlılık ve özgüllük oranları %100 olarak hesaplanmıştır. 0,160 mm voksel çözünürlükte ise duyarlılık %100, özgüllük %97,9 olarak bulunmuştur. Bulgularımızla uyumlu olarak Patel ve ark., insan mandibulası üzerinde yaptıkları incelemede, periodontal defektlerin saptanmasında KIBT'nin duyarlılık ve özgüllüğünü %100 olarak bildirmişlerdir.²³ Leung ve ark.'nın kuru kafalar üzerinde yaptığı bir çalışmada, KIBT'nin fenestrasyon defektlerinin tayinindeki duyarlılık ve özgüllük oranı %80 olarak bulunmuştur.²⁴ Farklı zamanlarda yapılan birçok çalışma sonucuna göre de elde ettiğimiz sonuca benzer olarak, KIBT'nin fenestrasyon tipi defektlerin saptanmasında oldukça güvenilir bir yöntem olduğu belirtilmiştir.^{25,29-33}

SONUÇ

Periodontal defektlerin incelenmesi amacıyla iki farklı voksel büyüklüğüne sahip KIBT taramalarının %100'e yakın doğruluğa sahip olduğu sonucuna dayanarak, yapılacak KIBT taramalarında öncelikli olarak voksel büyüklüğü yerine radyasyon dozunu azaltmak için olabildiğince küçük FOV seçimi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 171924004 proje numarası ile desteklenmiştir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Sevgi Özcan Şener; **Tasarım:** Sevgi Özcan Şener; **Denetleme/Danışmanlık:** Melek Taşşöker, Sevgi Özcan Şener;

Veri Toplama ve/veya İşleme: Hayriye Çetmili, Melek Taşşöker; **Analiz ve/veya Yorum:** Hayriye Çetmili, Sevgi Özcan Şener; **Kaynak Taraması:** Hayriye Çetmili; **Makalenin Yazımı:** Hayriye Çetmili, Melek Taşşöker, Sevgi Özcan Şener; **Eleştirel**

İnceleme: Sevgi Özcan Şener; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü; **Malzemeler:** Necmettin Erbakan Üniversitesi Tıp ve Diş Hekimliği Fakültesi.

KAYNAKLAR

- Scheid RC, Woelfel JB. Oral Examination: Normal Anatomy of the Oral Cavity. Woelfel's Dental Anatomy: Its Relevance to Dentistry. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. p.103-5.
- White SC, Pharoah MJ. Periodontal Diseases. Perschbacher S, Cone-Beam Computed Tomography: Volume Preparation. William C. Scarfe and Farman AG, Inflammatory Disease. Lee L. Oral Radiology: Principles and Interpretation. 7th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Cop; 2014. p.300, 210, 207, 326.
- Newman M, Takei H, Klokkevd P, Carranza F. Resective Osseous Surgery, Terminology. Sims TN. Carranza's Clinical Periodontology. 11th ed. St. Louis, MO: Elsevier Health Sciences; 2012. p.574.
- Scaf G, Morihisa O, Loffredo Lde C. Comparison between inverted and unprocessed digitized radiographic imaging in periodontal bone loss measurements. J Applied Oral Sci 2007;15(6): 492-4.
- Miracle AC, Mukherji SK. Cone beam CT of the head and neck, part 2: clinical applications. AJNR Am J Neuroradiol 2009;30(7):1285-92.
- Naitoh M, Yamada S, Noguchi T, Arij E, Nagao J, Mori K, et al. Three-dimensional display with quantitative analysis in alveolar bone resorption using cone-beam computerized tomography for dental use: a preliminary study. Int J Periodontics Restorative Dent 2006;26(6):607-12.
- Acar B, Kamburoğlu K. Use of cone beam computed tomography in periodontology. World J Radiol 2014;6(5):139-47.
- Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. J Periodontol 2006;77(7):1261-6.
- du Bois AH, Kardachi B, Bartold PM. Is there a role for the use of volumetric cone beam computed tomography in periodontics? Aust Dent J 2012;57 Suppl 1:103-8.
- AlJehani YA. Diagnostic applications of cone-beam CT for periodontal diseases. Int J Dent 2014;2014:865079.
- Scarfe WC, Azevedo B, Pinheiro LR, Priaminiarti M, Sales MAO. The emerging role of maxillofacial radiology in the diagnosis and management of patients with complex periodontitis. Periodontol 2000 2017;74(1):116-39.
- Harorli A. [Oral and maxillofacial radiology]. Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2014. p.222.
- Skundberg PA. Radiologic science for technologists: physics, biology and protection. Radiology 1998;207(2):310.
- de-Azevedo-Vaz SL, Vasconcelos Kde F, Neves FS, Melo SL, Campos PS, Haiter-Neto F. Detection of periimplant fenestration and dehiscence with the use of two scan modes and the smallest voxel sizes of a cone-beam computed tomography device. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2013;115(1):121-7.
- Uzun I, Gunduz K, Celenk P, Avsever H, Orhan K, Canitez G, et al. Comparing the effect of different voxel resolutions for assessment of vertical root-fracture of permanent teeth. Iran J Radiol 2015;12(3):e18290.
- Tanimoto H, Arai Y. The effect of voxel size on image reconstruction in cone-beam computed tomography. Oral Radiol 2009;25(2):149-53.
- Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139(2):e117-27.
- Liang X, Jacobs R, Hassan B, Li L, Pauwels R, Corpas L, et al. A comparative evaluation of cone beam computed tomography (CBCT) and multislice CT (MSCT) part I. On subjective image quality. Eur J Radiol 2010;75(2):265-9.
- Özer SY. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. J Endod 2011;37(1):75-9.
- Kamburoğlu K, Ereş G, Akgün C, Yeta EN, Gülen O, Karacaoğlu F. Effect of voxel size on accuracy of cone beam computed tomography-aided assessment of periodontal furcation involvement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol 2015;120(5):644-50.
- Kolsuz ME, Bagis N, Orhan K, Avsever H, Demiralp KÖ. Comparison of the influence of FOV sizes and different voxel resolutions for the assessment of periodontal defects. Dentomaxillofac Radiol 2015;44(7):20150070.
- Sakhdari S, Taleipour AR, Taleipour M, Pazhutan M, Tehrani SH, Kharazifard MJ. Diagnostic accuracy of CBCT with different voxel sizes and ,ntrooral digital radiography for detection of periapical bone lesions: an ex-vivo study. J Dent (Tehran) 2016;13(2):77-84.
- Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. Int Endod J 2009;42(6):507-15.
- Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(4 Suppl):S109-19.
- Bagis N, Kolsuz ME, Kursun S, Orhan K. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of periodontal defects: an in vitro study. BMC Oral Health 2015;15:64.
- Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. J Endod 2009;35(2):233-5.
- Kamburoğlu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. Int Endod J 2010;43(9):798-807.
- Almeida VC, Pinheiro LR, Salineiro FCS, Mendes FM, Neto JBC, Cavalcanti MGP, et al. Performance of cone beam computed tomography and conventional intraoral radiographs in detecting interproximal alveolar bone lesions: a study in pig mandibles. BMC Oral Health 2017;17(1):100.
- Braun X, Ritter L, Jervøe-Storm PM, Frentzen M. Diagnostic accuracy of CBCT for periodontal lesions. Clin Oral Investig 2014;18(4):1229-36.
- Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles. J Periodontol 2005;76(5):665-73.
- Bayat S, Taleipour AR, Sarlati F. Detection of simulated periodontal defects using cone-beam CT and digital intraoral radiography. Dentomaxillofac Radiol 2016;45(6):20160030.
- Mohan R, Mark R, Sing I, Jain A. Diagnostic accuracy of CBCT for aggressive periodontitis. J Clin Imaging Sci 2014;4 (Suppl 2):2.
- Vandenbergh B, Jacobs R, Yang J. Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT-images for assessing periodontal breakdown. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;104(3):395-401.