

Dental İmplant Planlamasında Kullanılan Radyografik Yöntemlerin Değerlendirilmesi

EVALUATION OF RADIOGRAPHIC METHODS FOR DENTAL IMPLANT PLANNING: REVIEW

Dr. İlkay ÇELİK,^a Dr. Meryem TORAMAN,^a
Prof.Dr. Tansev MIHÇIOĞLU,^b Yrd.Doç.Dr. Dilşat CERİTOĞLU^a

^aOral Diağnoz ve Radyoloji BD, ^bDiş Hastahkları ve Tedavisi AD, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, ANKARA

Özet

Dental implant protezleri, eksik veya çekilmiş dişlerin rehabilitasyonu için 30 yıldan fazla süredir geniş ölçüde kullanılmaktadır. Dental implant tedavisi öncesi dikkatli ve ayrıntılı tedavi planlaması, implant prognozunu olumlu yönde etkiler. İmplant yerleştirilecek bölgedeki kemik miktarı, morfolojisi ve özellikle maksiler sinüs ve mandibular kanal gibi anatomik yapılara olan komşuluğu değerlendirmek için radyografiye ihtiyaç vardır. İmplant yerleştirme öncesi ve tedavi sonrası implantı çevreleyen dokuların değerlendirilmesinde değişik radyografi teknikleri kullanılmaktadır. Kullanılan görüntüleme yöntemlerinin hiçbiri mükemmel değildir, her yöntemin avantaj ve dezavantajları vardır. Başarılı implant görüntülemesi, her hastanın özel gereksinimlerine göre belirlenmelidir. Bu makalede, cerrahi öncesi implant planlamasında kullanılan görüntüleme yöntemleri ve bunların avantaj ve dezavantajlarını özetlemek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dental implant; diağnostik görüntüleme; dental radyografi

Abstract

Dental implant prostheses are being used for more than 30 years to rehabilitate missing teeth. Careful and detailed preoperative planning improves the prognosis of the implant treatment. Radiographic images have a necessity to evaluate bone mass, morphology and the adjacent anatomic structures especially maxillar sinuses and inferior alveolar canal. Different radiographic methods are used for preoperative and postoperative assessment of the tissues surrounding the implant. None of the imaging techniques used for implant planning is perfect, each has different advantage and disadvantages. Successful implant imaging should be considered according to special needs of every patient. The aim of this article is to summarize, the imaging methods for preoperative implant planning and their advantage and disadvantages.

Key Words: Dental implants; diağnostic imaging; radiography, dental

Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2007, 13:21-28

İmplant tedavisi; son yıllarda tüm dünyada total ve parsiyel dişsizlik, maksillofasiyal protezler ve ortodontik tedavi ankracı için diş hekimliği pratiğinin önemli bir parçası ve alternatif bir tedavi olarak kabul edilmektedir.¹ Eksik dişler ve diğer oral yapılar için dental implantların kullanılması, 5 yıllık süreçte %90'dan fazla başarı elde edilebilmesi nedeniyle hızlı bir artış göstermektedir.²

İmplant tedavisinin iki önemli avantajı, hareketli protezlerin kullanımından kaçınılması ve hastanın kalan dentisyonunun korunmasıdır. Standardize ve gelişmiş cerrahi teknikler, yeni mikro ve makro implant yüzey yapıları, dikkatli tedavi planlaması ve implant yüklemesi sonrası iyi bir iyileşme ile klinik fonksiyon, yıllar boyu devam ettirilebilmektedir. İmplant protezini oluşturan parçaların maliyetinin azalması, implant tedavisi yapan diş hekimi sayısının ve medyanın oral implantolojiye gösterdiği ilginin artması sonucu bu tedavi, sosyoekonomik düzeyi yüksek hastalar için özel bir tedavi şekli olmaktan çıkmış, geniş bir hasta grubu için ulaşılabilir bir tedavi haline gelmiştir.³

Geliş Tarihi/Received: 18.08.2006 Kabul Tarihi/Accepted: 17.10.2006

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. İlkay ÇELİK
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Oral Diağnoz ve Radyoloji BD, ANKARA
dililkay@yahoo.com

Copyright © 2007 by Türkiye Klinikleri

Klinik diş hekimliğinin diğer tüm branşlarında olduğu gibi implant uygulamasının en önemli aşaması teşhis ve planlamadır. İmplantın uzun dönem başarısı için, anatomik, protetik ve mekanik etkenlerin dikkate alınması gerekir.⁴

Oral implantolojide cerrahi öncesi tedavi planlamasının amacı, yeterli çiğneme, konuşma fonksiyonu ve estetiği sağlamak için en doğru pozisyon- da, optimum sayı ve boyutta implant yerleştirmektir. Bu nedenle klinik bulgulara ek olarak mevcut kemik yapılarının radyografik olarak değerlendirilmesi, implant öncesi incelemenin önemli bir aşamasıdır.¹

Oral implantolojide radyografi önemli bir rol oynar.^{5,6} İmplant yerleştirme öncesi bölgedeki kemiğin kalite ve miktarının belirlenmesi gerekir.^{5,7,8} İmplantların istenilen şekilde yerleştirilmesi için hekimin, çene kemiklerinin şeklini, rezorpsiyon durumunu, kemiğin yapısını, kemiğin yükseklik, genişlik, uzunluk ve açısını bilmesi, mandibula ve maksilladaki mandibular kanal, foramen mentale, burun tabanı, maksiller sinüs gibi anatomik yapıları çok iyi görmesi ve değerlendirmesi gerekir. Bunlar da radyografik yöntemlerle saptanır.^{6,9}

Preoperatif implant görüntülemesinin amacı, implant bölgesi hakkında bilgi sağlamaktır. İmplant yerleştirilecek bölgedeki herhangi bir patoloji ve maksiller sinüs, nazopalatin kanal, inferior alveoler kanal, mental kanal ve foramen gibi implant yerleştirmeyi engelleyecek anatomik yapıların değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca keskin kenarlı bölgeler, gelişimsel varyasyonlar, çekim sonrası düzensizlikler, genişlemiş kemik iliği aralığı, kortikal kalınlık, trabeküler kemik dansitesi, mevcut kemik miktarı ve alveoler kemiğin oryantasyonu da incelenmelidir.^{2,10}

İmplant yerleştirme öncesi ve tedavi sonrası implantı çevreleyen dokuların değerlendirilmesinde değişik radyografi teknikleri kullanılmaktadır. Son yıllarda kullanılan görüntüleme tekniklerinin hiçbiri, araştırmacılar arasında fikir birliği sağlamak için yeterli değildir.⁸ Başarılı implant görüntülemesi, her hastanın özel gereksinimlerine göre

kişiselleştirilmelidir. Hiçbir görüntüleme yöntemi mükemmel değildir. Her bir işlem, yalancı-negatif veya yalancı-pozitif sonuç risklerini taşır.¹¹

Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi, dental implant planlamasında kemik boyutları ve patolojilerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynar.¹² Minimum radyasyon dozu ile maksilla ve mandibula tek bir film üzerinde izlenebilmektedir.^{5,13} Bu görüntü, implant cerrahisi için önemli olan maksiller sinüs, nazal kavite, inferior alveoler kanal ve mental foramen gibi anatomik yapıların yeri ve boyutları hakkında bilgi edinmeyi sağlar.^{9,14} Ancak tam dişsiz hastalarda, maksilla ve mandibula pozisyonunu belirlemek zordur. Görüntülerin özellikle anterior bölgede, büyütme (magnifikasyon) ve distorsiyona uğraması kaçınılmazdır.⁹

Literatürler incelendiğinde, panoramik radyografi görüntülerinin değişen oranlarda büyütme gösterdiği izlenmektedir. Panoramik radyografi görüntülerinin, Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Akademisi (AAOMR) tarafından yayınlanan bir raporda¹⁵ %20-25, başka bir çalışmada¹⁶ %25'ten fazla büyütme gösterdiği bildirilmektedir. Dikey düzlemdeki büyütme nisbeten sabit olmasına rağmen, horizontal düzlemdeki büyütme, arkadaki mesafe, fokal spot-obje mesafesi ve hasta konumlandırmasına göre yüksek oranda değişebilmektedir. Ayrıca projeksiyon geometrisi, lingual yapıları fasiyal yapılar üzerine yerleşmiş gibi göstererek objelerin dikey düzlemde distorsiyona uğramalarına neden olur.^{8,17}

Panoramik radyografi görüntüleri kullanılarak yapılan ölçümler görüntü distorsiyonu nedeniyle sınırlı olmasına rağmen, diş boyutu, dikey yükseklik ve temporomandibuler eklem (TME) boyut ölçümleri gibi ölçümler tam olarak yapılmaktadır.⁶ Panoramik radyografi görüntülerinde dikey düzlemde meydana gelen büyütme, görece olarak görüntülenen obje ile tutarlı olduğu için, implant boyutunun belirlenmesinde güvenle kullanılabilir.⁸

Panoramik radyografide son yıllarda hassas screen-film kombinasyonları ve nadir toprak filtre

tekniklerinin kullanılması sonucu, kemik yoğunluğu değerlendirilmeleri güvenilir olarak yapılabilmektedir.^{18,19} Ancak panoramik radyografi, çene kemiklerinin buko-lingual genişliği hakkında herhangi bir bilgi verememektedir. Bunun için kesitsel (cross-sectional) görüntüleme gereklidir.^{2,8,20}

Çeşitli dezavantajlarına rağmen panoramik görüntüler; kolay ulaşılabilirlik, maksilla ve mandibulanın tek bir film üzerinde birçok anatomik yapı ile ilişkilerinin görülebilmesi, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozu nedeniyle günümüzde implant tedavi planlamasında en yaygın kullanılan radyografik incelemedir.^{2,5,14} AAOMR, implant cerrahisi öncesi, özellikle ilk diagnostik değerlendirme için panoramik radyografiyi önermektedir.²

Periapikal Radyografi

Periapikal radyografi görüntüleri, panoramik radyografi görüntülerinden daha detaylı görüntüleme gereken bölgelerin incelenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Horizontal yönde, özellikle komşu dişlerin köklerine yakın olarak doğru ölçümler yapmaya olanak sağlar.⁹

Dental implantlara komşu kemiğin incelenmesinde, standardize periapikal radyografi görüntüleri önerilmektedir. Standart görüntü geometrisi elde etmek ve distorsiyonu en aza indirmek için paralel teknik ve film tutucu aparatlar kullanılmaktadır.^{11,21} Kemik seviyesi ölçümleri için cetveller, kumpaslar, bilgisayar destekli teknikler ve çapı bilinen objeler yerleştirilerek yapılan hesaplamalar kullanılmaktadır.¹¹ Oral implantolojide periapikal radyografi, daha çok implant tedavisinin takibi ve kontrolü için önerilmektedir.²²

Periapikal görüntülerin avantajları, yüksek kalite, kolay ulaşılabilirlik, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozudur. Ayrıca paralel teknik kullanılmasıyla görüntü distorsiyonu engellenir ve dikey ve yatay yönde doğru ölçümler yapılabilir. Dezavantajları ise, her bir görüntüde çenenin sınırlı bir bölümünün görülebilmesi ve kesit bilgi olmasıdır.^{2,9,11}

Oklüzal Radyografi

Oklüzal radyografi görüntüleri, özellikle dışsız mandibulada buko-lingual genişlik ve konturlarla ilgili bilgi edinmek için kullanılabilir. Ancak düzensiz dış konturlar nedeniyle, buko-lingual genişlik net olarak belirlenemez. Ayrıca, kemiğin dikey boyutuyla ilgili hiçbir bilgi veremez.^{9,11}

Oklüzal radyografi görüntüleri, bazen mandibuladaki bilgisayarlı tomografi işlemleri öncesi ayarlama yapmak için kullanılır. Bu görüntüler, maksilla ve mandibuladaki çeşitli patolojilerin belirlenmesinde teşhise yardımcı olur. Öte yandan, kemik boyutlarının belirlenmesinde güvenilir bir teknik değildir.¹¹

Sefalometrik Radyografi

Sefalometrik radyografi sayesinde, çenelerin, lateral, postero-anterior ve oblik görünümüleri en az distorsiyonla elde edilebilir. İmplant yerleşimi için anterior maksilla ve mandibulanın değerlendirilmesinde lateral görünümüleri önerilir. Maksilla ve mandibulanın anterior bölgelerindeki kemik yüksekliği ve genişliği lateral ve postero-anterior sefalogramların kombine kullanılmasıyla doğru olarak ölçülebilir. Posterior bölgedeki kemik yüksekliği ve genişliği ise, süperpozisyonlar nedeniyle görülemez. Bu görüntülerle, orta çizgideki dikey kemik yüksekliği, açılma, iskeletsel ilişkiler ve yumuşak doku profiliyle ilgili bilgiler elde edilir. Lateral sefalometrik veya profil radyografi görüntüleri, implant tedavi planlamasında kemik kalitesinin belirlenmesinde yararlı bir diagnostik yardımcıdır.^{2,11}

İmplant tedavi planlamasında lateral sefalometrik radyografi görüntülerinin avantajları, düşük maliyet ve düşük radyasyon dozudur. Dezavantajları ise, çoğu hastane, muayenehane ve fakültelerde bulunmaması ve elde edilen kesit anatomik bilginin sınırlı olmasıdır.^{2,9}

Geleneksel Tomografi

Tomografi sayesinde, X ışını ve filmin eş zamanlı hareket etmesi ile, fokal düzlemde üst üste konumlanmış yapıların bir kesit görüntüsü elde edilebilir.^{23,24} Tomografi görüntüleri, çenelerin

posterior bölgesindeki maksiller sinüs, submandibular fossa ve mandibular kanal gibi komşu anatomik yapılarla ilişkideki kemik genişliği ve derinliği hakkında değerlendirme yapma olanağı sağlar. Bu görüntüler ile, alveoler kret ve mandibular kanal arasındaki mesafe, panoramik radyografi görüntülerine kıyasla daha doğru ölçülebilir.^{9,25}

Panoramik radyografi görüntüleri, mandibula ve maksillanın 2 boyutlu görünümünü gösterirken, geleneksel tomografi görüntüleri kesit görüntüsünü verir. Geleneksel tomografi endikasyonları, implant planlamasının cerrahi öncesi aşaması, gömülü 3. molar dişlerin çekimi öncesi mandibular kanalın yerinin belirlenmesi, osteolitik lezyonların izlenmesi ve ortodontik tedavi öncesi gömülü dişlerin yerinin belirlenmesini kapsar. Ayrıca implant aksının lingual veya bukkal yönde değiştirilmesini gerektiren konkaviteler, dar alveoler proses, mandibular kanal ve ek kanalların lokalizasyonu, maksiller sinüs tabanı veya dişin cerrahi uzaklaştırması sonucu oluşan tünel defektleri gibi panoramik radyografi görüntülerinde görülemeyen durumların saptanmasında da yararlıdır.^{10,26}

Geleneksel tomografinin implant cerrahisinde ve implant boyutunu belirlemede panoramik ve periapikal görüntülere oranla daha fazla diagnostik değeri vardır. Tomografi, fonksiyonel ve estetik olarak kabul edilebilir uygun implant boyutunu belirleyebilmektedir. Tomografi kullanılarak veya kullanılmadan implant boyutu belirlenmiş, ancak tomografi kullanıldığı durumlarda, anlamlı düzeyde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.²⁷

Çenelerin bukko-lingual yöndeki kesit görüntüleri, implantların cerrahi işlemleri öncesinde ek bilgi sağlar. Bu görüntüler genellikle bilgisayarlı veya geleneksel tomografiyle elde edilir.^{28,29} Bazı diş kliniklerinde kesit görüntüler elde etmek amacıyla, çeşitli panoramik makinelerin tomografik fonksiyonu kullanılabilir. Bu tomografilerdeki kesit açılar, çene yapılarının özellikle mandibulanın gözle muayenesinin doğrulanmasında önem taşır. Çünkü görüntüler, açılara göre büyütme ve distorsiyon yönünden dikkate değer ölçüde farklıdır.³⁰ Bununla birlikte objektif düzlemlerin açıla-

rı, çoğu makinelerde otomatik olarak bilinir ve hastalar için ayarlanamaz. Bu problemi çözmek için, panoramik cihazın lineer tomografi fonksiyonu kullanılarak, DLP (Direct Laser Positioning, Asahi Roentgen, Kyoto, Japonya) sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemin objektif tomografik açıları, hasta için manuel olarak ayarlanabilmektedir.³¹ Bu tip tomografik görüntüler, Morita, Siemens, Trophy, Gendex, Soredex gibi firmalar tarafından üretilmekte ve iyi sonuçlar vermektedir.²⁶

Geleneksel tomografinin maliyeti ve hastanın maruz kaldığı radyasyon dozu bilgisayarlı tomografiden daha düşüktür.^{9,28,31} ALARA prensibine göre AAOMR, kesit görüntüleme 1-7 adet implant için geleneksel tomografiyi, 8 veya daha fazla sayıda implant bölgesi için ise CT'yi önermektedir.² Ayrıca, bilgisayarlı tomografi cihazları genellikle sadece hastanelerde bulunmaktadır. Diş kliniklerinde kullanımı son derece sınırlıdır. Ancak, özellikle panoramik film makinelerinin lineer tomografi fonksiyonu kullanılarak elde edilen kesit tomografi, çoğu dental radyografi görüntüleme merkezinde mevcuttur.^{9,31}

Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi (CT); ince radyografik kesitler ve bu kesitlerin bilgisayarda sentez edilmesiyle elde edilen görüntüleme yöntemini anlatan radyodiagnostik bir yöntemdir. Bu görüntülerde organ ve dokular, kesit olmaları nedeniyle süperpozisyonlardan kurtulmuştur. Kesit yapması, ödem ve hemoraji gibi radyografılarda ayrılamayan yumuşak doku yoğunluklarını ayırması yanında, bütün organ ve dokuları ayırma yapmadan görüntüleyebilmesi yöntemin üstünlüğüdür.³²

Görüntülerin kontrastı, X ışını kalitesi, doku dansitesi ve yayılan enerjiyi ölçmek için kullanılan dedektörlerin özelliklerine bağlıdır. CT görüntüleri 200'den fazla gri seviyeyi içerir. 1 mm'den küçük yapıları görmek mümkündür.^{8,11}

CT, implant değerlendirmesinde kortikal kemikten bağımsız olarak kansellöz kemiğin mineral içeriğini değerlendiren bir tekniktir. Kemiğin 1 mm transvers kesitini analiz eder ve lineer zayıflama katsayısını kullanarak mineral içeriğini hesaplar.⁸

Uygulama sırasında bilgisayar ile basit görüntü düzenlemesi yapılır. Aksiyel görüntüleri hemen elde etmek mümkündür. Diğer düzlemlerde yeniden düzenlenmiş (reformat) görüntüler için, CT masasında yapılan ek işlemler gereklidir. İmplant planlamasında, genellikle dental arkın çevresinde her 1-2 mm'lik aralıklarla kesit ve panoramik görüntüler kullanılır. Bu görüntüler dental CT programı sayesinde, ek bir ışınlama yapılmadan otomatik olarak elde edilebilir. Bilgisayar çok sayıda kesit görüntü olduğu zaman, depolanan verilerden özel bir bilgiyi seçerek istenen düzlemde görüntüleri yeniden düzenleyebilir.¹¹ Yeniden düzenlenmiş görüntüler, hasta kaydı için film, manyetik teyp, optik disk veya fotoğraf kağıdına aktarılabilir.⁸

Aksiyel CT tarama verilerinin dental amaçla kullanılması için bazı özel yazılım programları geliştirilmiştir. (3D/Dental, Columbia Scientific Inc, Columbia MD, ABD; DentaScan, General Electric Medical Systems, Slough, Berks, İngiltere, Dental CT, Sierex Dental Equipment Ltd., Walsall, İngiltere).³³

Büyük tükürük bezleri gibi radyasyona duyarlı organların CT'den aldığı doz değerlendirilmiş ve geleneksel tomografiden 10 kat fazla radyasyon dozu gerektirdiği bulunmuştur.³⁴

Optimum implant yerleştirmek için cerrahi işlemler öncesi ve tedavi planlaması amacıyla yapılan radyografik değerlendirmede, bir stente başvurulmaktadır. Guta perka, metal bilyeler, pinler, tüpler ve baryum sülfatlı dişler gibi radyopak belirleyiciler içeren radyografik stentler, kemik, vital yapılar ve protez planlaması için değişmez rehberlerdir.⁵ İmplant cerrahisi öncesi yapılan görüntü elde etme işlemleri için hastaya radyopak belirleyici içeren bir stent hazırlanması, hekimin karşılaşacağı bir çok güçlüğü engeller.^{16,35}

Görüntü rehberliği için cerrahi plakların kullanılması, modifiye geleneksel tomografi, CT ve 3 boyutlu bilgisayar destekli planlama gibi yöntemlerin, implant cerrahisi öncesi planlama amacıyla kullanılması yararlıdır, ancak cerrahi öncesi aşamada hastadan elde edilen verilerin doğru olarak değerlendirilmesi için yeterli değildir. 3 boyutlu bilgisayar destekli interaktif implant planlaması,

linik kullanım için doğru ve güvenilir sonuçlar vermektedir. CT'de implant cerrahisi öncesi değerlendirme amacıyla geliştirilmiş farklı yazılım programları kullanılabilir. Procera yazılımı, (Nobelbiocare, Göteborg, İsveç) yerleştirilecek implant protezlerinin kemik dokular ile ilişkisini değerlendirmede diş hekimine yardımcı olan bir programdır. Vimplant, (CyberMed, Inc, Kore) hekimin tüm görüntüleri hızlı ve kolaylıkla göreyerek, 2 ve 3 boyutlu interaktif planlama yapabilmesine olanak sağlayan diğer bir yazılımdır. Farklı firmalar tarafından üretilen interaktif planlama amacıyla kullanılacak birçok yazılım mevcuttur.³⁶ Bu yazılımlara kullanıcılar, üretici firmalardan lisanslı olarak kolaylıkla ulaşabilmektedir.

CT bazlı sistemlerin avantajları, sabit büyütme ile yüksek kontrastlı ve birçok düzlemde görüntü elde edilebilmesidir. Ayrıca, çok sayıda implant bölgesi aynı anda incelenebilmektedir. Elde edilen görüntüler, özel yazılım programları ile yeniden düzenlenerek 3 boyutlu planlama yapmaya olanak sağlamaktadır. Dezavantajları ise, genellikle hastanelerde bulunması, yüksek maliyet ve yüksek radyasyon dozu gerektirmesi ve metal cisimlerin artefakt oluşturmasıdır.^{2,33}

CBCT

(Cone Beam Computed Tomography)

Son yıllarda maksillofasiyal bölgede kullanılmak üzere CBCT (Cone Beam Computerized Tomography) olarak adlandırılan koni ışın bilgisayarlı tomografinin kullanıma girmiş olması, diş hekimlerine bir çok düzlemde görüntü elde etme fırsatı yaratmaktadır.³⁷ Koni ışın sistemleri, tek rotasyonda ve oldukça düşük radyasyon dozu ile diş hekimlerine 3 boyutlu hacimli (volumetrik) veri elde etme olanağı sağlar.³⁶ Aynı zamanda iki boyutlu görüntülerin, koronal, sagittal, oblik ve çeşitli eğimlerdeki düzlemlerde yeniden düzenlenebilmesine izin verir. CBCT, hacimli tomografiyi temel alır. Koni ışın tekniği, x ışını kaynağı ve geri hareket eden bir bölge dedektörünün eş zamanlı olarak hasta başı çevresinde hareket etmesi ve hasta başının bir baş tutucusu ile sabitlenerek 360° taramasını kapsamaktadır. 3 boyutlu hacimli veri grubu oluşturmak için ileri teknoloji algoritmaları içeren

yazılım programları kullanılır. CBCT prensibi hemen hemen 20 yıldır kullanımda olmasına rağmen, sadece son zamanlarda ucuz x ışını tüpü, yüksek kalitede dedektör sistemleri ve güçlü bilgisayarların gelişmesi ile kazanç sağlayıcı sistemler haline gelmiştir. Bu sistemlerin çene-yüz bölgesini görüntülemek üzere kullanılması, ilk olarak nisan 2001'de NewTom QR DVT 9000'in (Quantitative Radiology, Verona, İtalya) kullanıma girmesi ile başlamış, daha sonra birçok firma tarafından CB Mercuray (Hitachi Medical Corp., Kashiwa-shi, Japonya), 3D Accuitomo (J. Morita Mfg Corp., Japonya) ve I-CAT (Imaging Sciences Int., ABD) gibi farklı cihazlar üretilmiştir.³⁷

CBCT görüntüleme yönteminin, implant planlaması,^{38,39} herhangi bir patolojinin değerlendirilmesi,³⁷ TME incelemesi,^{40,41} ortodontide büyüme ve gelişmenin değerlendirilmesi^{42,43} ile çene-yüz bölgesi kırıklarının^{44,45} cerrahi öncesi ve sonrası değerlendirilmesindeki değeri bildirilmiştir.

Geleneksel CT ile karşılaştırıldığında, CBCT teknolojisinin çene yüz bölgesini görüntülemeye birçok avantajları vardır. CBCT cihazları tüm baş-yüz bölgesini taramak için kullanılabilmesi gibi sadece küçük bir bölgeyi taramak için de ayarlanabilmektedir. Hacimli veri grupları, voksel olarak bilinen küçük küp şekilli yapıların 3 boyutlu bir kümesini oluşturarak görüntünün çözünürlüğünü belirler. Geleneksel CT'de voksel yüzeyleri izotropik değildir ve olabildiğince küçük (0.625 mm) dörtgen şekillidir, ancak derinliği genellikle 1-2 mm'dir. CBCT cihazlarında ise her üç boyutta eşit ve izotropik voksel çözünürlüğü sağlanmaktadır. Tüm görüntüleri tek rotasyonda elde etmesi nedeniyle CBCT'de tarama süresi (10-70 sn) hızlıdır. Hızlı tarama süresi, hasta hareketi nedeniyle oluşan artefaktları azaltmaktadır.³⁷

Yayınlanan çalışmalar konvansiyonel CT sistemleri ile karşılaştırıldığında, CBCT ile alınan etkili radyasyon dozunun, (ortalama 36.9-50.3 µSv) %98'den fazla miktarda azaldığını göstermiştir.^{46,47} Geleneksel bir periapikal incelemede alınan etkili doz yaklaşık 13-100 µSv arasında değişmekte iken, geleneksel bir panoramik radyografiden alınan etkili doz ise yaklaşık 26 µSv kadardır.³⁶

Tıbbi amaçla kullanılan CT verileri ile bilgisayarın belleğinden verilere ulaşmak ve interaktif erişim sağlamak mümkün değildir. Bunun için özel çalışma merkezleri oluşturmak gerekir. Bu sistemleri kurmak hem pahalıdır hem de teşhis aşamasının uzamasına yol açan ek bir işleme neden olacaktır. CBCT verilerinin yeniden düzenlenmesi ise ek bir işlem gerekmeden yapılabilmektedir. CBCT hacimli veri grupları izotropik olması nedeniyle yeniden düzenlenebilir, böylece hastanın anatomik özelliklerine göre ayarlanabilir. Ayrıca bu görüntülerde metal cisimler nedeniyle oluşan artefaktlar da daha azdır.³⁷ CBCT sisteminin bir dezavantajı yumuşak doku kalitesi hakkında yeterli bilgi verememesidir.⁴⁸ Yumuşak dokular ile ilgili bilginin sınırlı olması nedeniyle tümör benzeri değişimleri görüntülemek için geleneksel CT daha uygun bir yöntemdir. Geleneksel CT'den daha az olmakla birlikte metal cisimler artefakt oluşturabilmektedir.³⁷

CBCT'nin dental klinik pratikte kullanılması hızla artmaktadır. CBCT, bir çok düzlemde görüntüler oluşturmaya izin vermesine rağmen, hacimli veri gruplarının yorumlanması, özellikle geniş bölgeler için bazı özel klinik protokollere ihtiyaç duyabilir. Herhangi bir diş hekimi, CBCT cihazını satın alabilir ve kullanabilir. CBCT'nin yeterli eğitim ve deneyim sahibi olmayan hekimler tarafından kullanılması, oral radyoloji uzmanlarını kalite, hasta güvenliği ve görüntülerin doğru yorumlanması konusunda kaygılandırmaktadır.³⁷ AAOMR, implant planlamasında kullanılan CT görüntülerini yorumlayacak hekimlerin bu konuda eğitim almış oral radyoloji uzmanı veya yeterli eğitim ve deneyim sahibi diş hekimleri olması gerektiğini belirtmektedir.¹⁵ Öte yandan, eğitim ve deneyimlerinin yeterli olduğunu belgeleyen ancak uzman olmayan diş hekimlerinin, CBCT görüntüleme sistemlerini kullanmalarında bir sakınca yoktur.³⁷

CBCT sistemlerinin dental implant öncesi değerlendirmedeki yararlılığı birçok çalışmada⁴⁹⁻⁵² gösterilmiştir. CBCT, konvansiyonel CT sistemleri ile kıyaslandığında son derece düşük radyasyon dozu ve kısa ışınlama süresi ile birçok düzlemde interaktif planlama yapmaya olanak sağlayan bir yöntemdir.

Son yıllarda implant planlamasında kesit görüntülemenin gerekliliği tartışılmaktadır. Panora-

mik radyografi görüntüleri, dikey yükseklik ölçümleri açısından iyi sonuçlar vermesine rağmen, bukko-lingual genişlik hakkında herhangi bir bilgi sağlayamaz. Kesit görüntüleme açısından en etkin yöntem bilgisayar destekli tomografi görüntüleri olmakla birlikte, geleneksel kesit tomografi de dental implant planlamasında bukko-lingual yönde bilgi edinilmesi için yarar sağlamaktadır. Bu yöntem panoramik radyografide bulunmayan bukko-lingual yönde bilgi sağlamak ve CT'ye kıyasla oldukça düşük radyasyon dozu içermektedir. Ancak bu cihazlarla kesit görüntüler elde ederken tomografik projeksiyon açıları ayarlama zorluklarıyla karşılaşmakta ve dar tomografik açı nedeniyle bulanık görüntüler meydana gelebilmektedir.

Sonuç olarak, implant planlamasında kullanılan en etkili görüntüleme yönteminin CBCT tekniği olduğu söylenebilir. 2000'li yıllarda dental kullanıma girmiş olan CBCT tekniği, implant öncesi değerlendirmede ve diş hekimliğinin birçok alanında hekimlere büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Geleneksel CT cihazlarına göre daha düşük radyasyon dozu, daha kısa ışınlama süresi gerektirmesi, bu cihazlar ile sadece baş-yüz bölgesinin taranması, tek ışınlama sonucunda birçok düzlemde interaktif planlama yapmaya olanak sağlaması, maliyetinin geleneksel CT cihazlarından daha düşük olması ve son yıllarda pek çok firma tarafından üretilmesi nedeniyle kolaylıkla ulaşılabilir hale gelmiş olması bu sistemlerin en önemli avantajlarıdır. Bu görüntülerin yeterli düzeyde bilgi ve deneyim sahibi hekimler tarafından yorumlanması daha iyi sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Frei C, Buser D, Dula K: Study on the necessity for cross-section imaging of the posterior mandible for treatment planning of standard cases in implant dentistry. *Clin Oral Imp Res* 15: 490, 2004
2. Tyndall DA, Brooks SL, Hill C, Arbor A: Selection criteria for dental implant site imaging: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89: 630, 2000
3. Weigl P: Implant prosthodontics: What next?, *Quintessence Int* 34: 653, 2003
4. Altay OT, Uysal H, Öztunç H, Eryılmaz M: Comparison of four radiographic imaging techniques for implant diagnosis (on dry mandible topography). *Hacettepe Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Dergisi* 21:51, 1997
5. Sakakura CE, Morais J, Loffredo LCM, Scarf G: A survey of radiographic prescription in dental implant assessment. *Dentomaxillofac Radiol* 32: 397, 2003
6. Thanyakarn C, Hansen K, Rohlin M, Akesson L: Measurements of tooth length in panoramic radiographs 1: the use of indicators. *Dentomaxillofac Radiol* 21:26, 1992
7. Branemark P-I, Engstrand P, Ohnell L-O, Grondahl K, Nilsson P, Hagberg K, et al: Branemark Novum: A new treatment concept for rehabilitation of edentulous mandible, preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Imp Dent Rel Res* 1:12, 1999
8. İplikçiöğlü H, Akça K, Çehrelî MC: The use of computerized tomography for diagnosis and treatment planning in implant dentistry. *J Oral Implantol* 28: 29, 2002
9. Wyatt CCL, Phoroah MJ: Imaging techniques and image interpretation for dental implant treatment. *Int J Prosthodont* 11: 442, 1998
10. Kaeppler G: New radiographic programs for transverse conventional tomograms in the dentomaxillofacial region. *Quintessence Int* 30: 541, 1999
11. Reiskin AB: Implant imaging status, controversies and new developments. *Dent Clin North Amer* 42: 47, 1998
12. Petrokowski CG, Pharoah NJ: Presurgical radiographic assessment of implants. *J Prosthet Dent* 61:59, 1989
13. Goaz PW, White SC: *Oral Radiology Principles and Interpretation*. 3rd ed. Mosby-Year Book, 703, 1994
14. Dula K, Mini R, Van der Stelt PF, Buser D: The radiographic assessment of implant patients: Decision-making criteria. *Int J Oral Maxillofac Imp* 16: 80, 2001
15. White SC, Heslop EW, Hollender LG, Mosier KM, Ruprecht A, Shroud MK: Parameters of radiologic care: An official report of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 91: 498, 2001
16. Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Jeffcoat MK: A semi-automated computer-assisted method for measuring bone loss adjacent to dental implants. *Clin Oral Imp Res* 3: 28, 1992
17. Welander U, Tronje G, McDavid WD: Theory of Rotational Panoramic Radiography. In: Langland OE, Langlais RP, McDavid WD, Del Balso AM. *Panoramic Radiography*. Philadelphia: Lea and Febiger; 38,1989.
18. Taguchi A, Tanimoto K, Akagawa Y, Suei Y, Wada T, Rohlin M: Trabecular bone pattern of the mandible: comparison of panoramic radiography with computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 26: 85, 1997
19. Taguchi A, Tanimoto K, Suei Y, Otani K, Wadamoto M, Akagawa Y, et al: Observer agreement in the assessment of mandibular trabecular bone pattern from panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol* 26: 90, 1997
20. Todd A, Gher M, Quitero G, Richardson A: Interpretation of linear and computed tomograms in the assessment of implant recipient sites. *J Periodontol* 63: 1243, 1993
21. Zappa U, Simona C, Graf H, van Aken J: In vivo determination of radiographic projection errors produced by a novel filmholder and x-ray beam manipulator *J Periodontol* 62: 674, 1991

22. Tunali B: Multidisipliner Bir Yaklaşımla Oral İmplantoloji, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2000.
23. Kassebaum DK, Reader CM, Kleier DJ, Averbach RE: Localization of anatomic structures before endodontic surgery with tomograms. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 72: 610, 1991
24. Poon C, Barss TK, Murdoch-Kinch CA, Bricker SL, Miles DA, van Dis ML: Presurgical tomographic assessment for dental implants: Part 1. A modified imaging technique. *Int J Oral Maxillofac Imp* 7: 246, 1992
25. Lindh C, Petersson A, Klinge B: Visualization of the mandibular canal by different radiographic techniques. *Clin Oral Imp Res* 3: 90, 1992
26. Kaeppler G: Conventional kesit tomographic evaluation of mandibular third molars. *Quintessence Int* 31: 49, 2000
27. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos KL: Impact of conventional tomography on the prediction of the appropriate implant size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 92: 458, 2001
28. Jacobs R, Adrianses A, Naert J, Quirynen M, Hermans R, Van Steenberghe D: Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants. *Dentomaxillofac Radiol* 28: 37, 1999
29. Naitoh M, Arijji F, Okumura S, Ohsaki C, Kurita K, Ishigami T: Can implants be correctly angulated based on surgical templates used for osseointegrated dental implants. *Clin Oral Imp Res* 11: 409, 2000
30. Potter BJ, ShROUT MK, Russell CM, Sharawy M: Implant site assessment using panoramic kesit tomographic imaging *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 84: 436, 1997
31. Naitoh M, Kawamata A, Lida H, Arijji E: Kesit imaging of the jaws for dental implant treatment: accuracy of linear tomography using a panoramic machine in comparison with reformatted computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Imp* 17: 107, 2002
32. Tuncel E: Klinik Radyoloji Güneş & Nobel Tıp Kitabevi, Bursa, 1994
33. Besimo C, Lambrecht JT, Nidecker A: Dental implant treatment planning with reformatted computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 24: 264, 1995
34. Lecomber AR, Yoneyama Y, Lovelock DJ, Hosoi T, Adams AM: Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 30: 255, 2001
35. Akdeniz G, Okşan T, Kovanlıkaya I, Genç İ: Evaluation of bone height and bone density by computed tomography and panoramic radiography for implant recipient sites. *J Oral Implantol* 26:114, 2000
36. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens van Steenberghe D: State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Invest* 10: 1, 2006
37. Scarfe WC, Farman AG, Sukoviç P: Clinical applications of Cone-Beam Computed Tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 72:75, 2006
38. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K: Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quint Int* 35:525, 2004
39. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C: Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 31:825, 2003
40. Honda K, Matumoto K, Kashima M, Takano Y, Kawashima S, Arai Y: Single air contrast arthrography for temporomandibular joint disorder using limited cone beam computed tomography for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 33:271, 2004
41. Honda K, Arai Y, Kashima M, Takano Y, Sawada K, Ejima K, Iwai K: Evaluation of the usefulness of the limited cone-beam CT (3DX) in the assessment of the thickness of the root of the glenoid fossa of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 33: 391, 2004
42. Sukovic P: Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 6: 31, 2003
43. Baumrind S, Carlson S, Beers A, Curry S, Norris K, Boyd RL: Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific. *Orthod Craniofac Res* 6: 132, 2003
44. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S: Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 31:126, 2002
45. Heiland M, Schulze D, Rother U, Schmelzle R: Postoperative imaging of zygomaticomaxillary complex fractures using digital volume tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 62:1387, 2004
46. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G: Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 33:83, 2004
47. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL: Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 32: 229, 2003
48. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A: Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 19: 228, 2004
49. Almog DM, LaMar J, LaMar FR, LaMar F: Cone-beam computerized tomography-based dental imaging for implant planning and surgical guidance, part 1: single implant in the mandibular molar region. *J Oral Implantol* 32:77, 2006
50. Aranyarachkul P, Caruso J, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Dus I, et al: Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Imp* 20: 416-24, 2005
51. Winter AA, Pollack AS, Frommer HH, Koenig L: Cone beam volumetric tomography vs. medical CT scanners. *N Y State Dent J* 71:28, 2005
52. Hashimoto K, Kawashima S, Araki M, Iwai K, Kunihiro S, Akiyama Y: Comparison of image performance between cone-beam computed tomography for dental use and four-row multidetector helical CT. *J Oral Sci* 48:27, 2006