**İMPLANT RADYOLOJİSİ**

İmplant teknolojisi, hastanın normal çiğneme fonksiyonunun sıkıntısız bir şekilde geri kazandırılmasında, diş hekimine yardım eder.

Radyoloji öncesi değerlendirmede: Detaylı dental ve sistemik anamnez alınmalı, Dikkatli ve kapsamlı klinik muayene yapılmalı, İmplant gerekliliği tartışılmalıdır.

Klinik muayenede; Ağızdaki dişlerin durumları, pozisyonları, var olan oklüzyon, periodontal dokuların sağlığı ve oral hijyen düzeyi, dişsiz bölgede kemik rezorbsiyonu, oral yumuşak dokuların durumu değerlendirilir.

Radyolojik muayene kemik sağlığının değerlendirilmesi ile başlar. Konvansiyonel ve sofistike görüntüleme teknikleri, implant tedavisinin her aşamasında; cerrahi öncesi tanıda, cerrahi yerleştirme işlemini de içeren tedavi aşaması ve cerrahi sonrası değerlendirmede, protez restorasyonu ve sonrası takipte hekime önemli bilgiler verir.

**Radyolojik değerlendirmeden beklenenler,**  çene kemiklerinin kantitatif ve kalitatif özellikleri, topografisi veanatomik yapılarla olan ilişkisinin belirlenmesidir.

Doğru ve dikkatli bir radyolojik inceleme ile, implant bölgesindeçene kemiğinin anatomik detayları belirlenir, kemik dokusunun yeterliliği saptanır, kemik yüksekliği ve kalınlığına göre implantın tipi ve boyutu seçilir, cerrahi işlem sırasında gelişebilecek komplikasyonları engelleyebilmek için mandibuler kanal, maksiller sinüs gibi anatomik yapıların lokalizasyonları belirlenir.

**İdeal görüntüleme tekniği;**

İmplant bölgesinin mesio-distal, bukko-lingual, supero-inferior yönlerde görülebilmesini sağlamalı,

Güvenilir ve tam ölçümler yapılabilmesine olanak vermeli,

Trabeküler kemik densitesini ve kortikal kalınlığı değerlendirme kapasitesi olmalı, Bölgenin klinik ve radyografik görüntüsü arasında bağlantı kurabilme kapasitesi olmalı,

Hasta için uygulanışı rahat, ulaşılabilir ve ekonomik yönden uygun olmalı,

Minimal radyasyon riski taşımalı.

 **İmplant radyolojisi;** Preoperatif,İntraoperatif vePostoperatif dönem incelemelerini içerir.

**İmplant görüntülemede kullanılan radyografik teknikler:** İntraoral radyograflar: Konvansiyonel ve dijital periapikal, okluzal görüntüleme Sefalometrik radyograflar Panoramik radyograflar Konvansiyonel tomografi CBCT (Cone Beam Computed Tomography)

 **Periapikal radyograflar:**  Üstün rezolüsyon ve detay sağlama özellikleri vardır. Mesio-distal yönde, implant bölgesine komşu dişleri ve kalan mevcut alveoler kemiği değerlendirmede yaygın olarak kullanılır. Vertikal yüksekliği, kemik kalitesini, kemik densitesi, kortikal kemik miktarı, trabeküler kemik miktarını saptamada kullanılırlar. Kolay uygulanabilirler ve nispeten ucuzdurlar. Geometrik ve anatomik sınırlılıkları söz konusudur. Mandibuler kanal her zaman izlenemeyebilir. Görüntüde uzama veya kısalmalar olabilir. Paralel teknik uygulanmazsa, mevcut kemik miktarı ve yüksekliği, uzama veya kısalmalara bağlı olarak doğru elde edilemez. Ayrıca genellikle supero-inferior yönde tüm çene kemiğini (maksilla veya mandibula) filme sığdırmak mümkün değildir.

**Okluzal radyograflar** Periapikal radyograflar cross-sectional bilgi vermediğinden mandibula alveoler kretin bucco-lingual boyutlarını saptamada okluzal radyograflar kullanılabilir, ancak okluzal görüntüler yalnızca mandibulanın en geniş kısmını gösterir ki, bu da tipik olarak alveoler kretin inferiorudur. Bu da, cross-sectional olarak (bucco-lingual yönde), gerçekte var olandan daha fazla kemik varmış gibi düşündürebilir.

Üst çenede okluzal radyograflar, anatomik sınırlılıkları nedeniyle implant radyolojisinde yararlı değildir.

**Lateral sefalometrik radyografi;** Dişsiz olgularda mandibula simfizinin incelenmesi için kullanılır. Mandibula- maksilla arasındaki ilişki hakkında bilgi verir.% 7-12’lik bir magnifikasyonla aksiyal diş eğimlerini ve çenelerde orta hatta bulunan dentoalveoler kretlerin ilişkisini gösterir. Görüntüdeki belirgin yumuşak doku profili, protetik rehabilitasyon sonrası profil değişikliklerini değerlendirmeyi sağlar. Alt ve üst çenede yalnızca orta hatta cross-sectional görüntü sağlayabilir, orta hatta yer almayan dokular karşı tarafa süperpoze olur. Magnifikasyon nedeniyle güvenilir ölçümler elde edilemez.

**Panoramik Radyografi**  Cross-sectional bilgi vermez, sadece 2 boyutlu görüntü sağlar.  Detayları intraoral filmden daha azdır, ancak, çene kemikleri ve komşu yapıların daha geniş görünürlüğünü sağlar. Krestal alveoler kemiğin, mandibuler kanalın kortikal sınırlarının, maksiller sinüs ve nazal fossanın başlangıç değerlendirmelerini yapmada yararlıdır. Önemli sınırlılıkları yüzünden, panoramik radyografiden elde edilen bilgilerle, cerrahi öncesi kesin planlama yapmak çok doğru değildir. X-ışınları, anatomik yapıların uzun eksenine veya imaj reseptör düzlemine dik gelmediği için, anatomik yapılarda uzama, kısalmalar olabilir, bu yüzden güvenilir vertikal ölçüm yapılamaz. Bu sapmalar hasta pozisyonundaki hatalarla daha da artar**.**

X-ışınlarının negatif vertikal açılaması, mandibuler torus gibi lingual pozisyonlu objelerin film üzerinde yukarı doğru görüntülenmesine neden olur, bu da, vertikal kemik yüksekliğini gerçekte var olandan daha fazla gösterir. Hasta pozisyonundaki hatalar, horizontal yöndeki ölçüm hatalarını daha da arttırır.

Panoramik görüntüde horizontal magnifikasyon, gerçek boyutlara göre 0.70 – 2.2 kat arasında değişir, bazı üretici firmalar, bunu ortalama 1.25 olarak rapor ederler. Magnifikasyon, farklı panoramik cihazlardan elde edilen görüntülerde değişir, hatta aynı filmde farklı bölgelerde bile değişiktir. Bu dezavantajı elimine etmek için, görüntüleme sırasında çapı bilinen metal küreler kullanılabilir.

**Konvansiyonel Tomografi** İmplant planlanan bölgelerde, özellikle bukko-lingual yönde cross-sectional boyut ölçümlerini güvenilir olarak yapmayı sağlar.

**Bilgisayarlı Tomografi (BT) : Komputerize Tomografi (CT):** Dişsiz hastalar veya çok sayıda implant yerleştirilmesi düşünülenlerde ve augmentasyon işlemlerinde uygun bir görüntüleme tekniğidir. Günümüzde çok kısa sürede 1-1.5 mm kalınlığında cross-sectional kesitler elde edilebilmektedir. İleri software programlarının geliştirilmesi ile implant öncesi planlamada kullanılmaktadırlar.

 Dezavantajları: Pahalı bir yöntemdir,

 Kullanılan özel dental yazılım programları her yerde bulunmaz,

 Radyasyon dozu konvansiyonel yöntemlere göre biraz fazladır.

**Dental BT:**  Çene eksenlerine dik cross-sectional ve kesitsel panoramik görüntüler oluşturmayı sağlayan bir yazılım programıdır. Aksiyal planda elde edilen yüksek çözünürlükte ince kesit tomografik görüntülerindeki dataları kullanarak, istenilen düzlemde imajlar oluşturur. Dişler arasına yerleştirilen bir apareyle hareketsizlik sağlanır, bu işlem yüksek kalitede reformat görüntüler oluşturulabilmesi açısından önemlidir.

Günümüzde bunların yerini CBCT almıştır.

**Dental volumetrik tomografi,**  **Cone Beam Computed Tomography , Cone Beam Volumetric Tomography (DVT, CBCT, CBVT)**

**Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi**

Dişsiz ya da multiple implant veya augmentasyon işlemleri düşünülen hastalar, en iyi CBCT ile değerlendirilir. 3 boyutlu bir görüntü, implant düşünülen bölgenin tüm morfolojisinin görülmesini sağlar.Görüntü çözünürlükleri medikal CT’ lerden 4-8 kat daha fazladır. Radyasyon dozları oldukça düşüktür. CT incelemesi, kortikal kemik tabakasının devamlılığı, alt ve üst çenede rezidüel kemik, komşu vital yapıların birbirine göre lokalizasyonu ve kemik yapıların üzerindeki yumuşak dokuların konturu hakkında bilgiler verir.

CBCT görüntüleri bir başlangıç scout (öncül) görüntü ile elde edilir, reformat görüntüler 3 temel imaj tipi ile elde edilir;

 Bilgisayarda oluşturulmuş alveoler proçes eğrisinin aksiyal görüntüleri,

 Reformat alveoler cross- sectional görüntüler,

 Panoramik benzeri görüntüler.

**İnceleme alanı;** Alt çenede; infrakortikal sınırdan, alt dişlerin tüberkülleri seviyesindeki düzleme kadar, üst çenede; üst dişlerin tüberküllerinden, maksiller sinüsün alt üçlüsüne kadardır.

Çene kemiğinin tüm konturlarını içeren, diş kökleri seviyesindekibir aksiyal görüntü reformat işlemi için referans olarak seçilir.

Bilgisayar programı kullanılarak seçilen aksial scan üzerinde bir seri ardışık noktalamalar, isteğe göre bir ark veya her çene için tek bir eğri geliştirecek şekilde birleştirilir. Daha sonra bilgisayar programı, o arkın eğimine dik, bir seri çizgiler oluşturur. Bu çizgiler sabit aralıklarladır (genellikle 1-2 mm) ve aksial ve panoramik görüntüler üzerinde, rekonstrükte edilecek her bir cross-sectional kesitin pozisyonlarını gösterecek şekilde ardışık olarak numaralandırılır.

Cross-sectional alveoler rekonstrüksiyonlar, çene eğrisine dik yapılır, panoramik rekonstrüksiyonlar, eğriye paraleldir. Çeşitli düzenlemelerde üç boyutlu tasarımlar oluşturulabilir. Aksiyal ve panoramik görüntülerde pozisyon tespit edilerek, cross-sectional görüntülerden yükseklik ve bukko-lingual kalınlık değerlendirilebilir.

Reformat panoramik görüntüler için aksiyal plandaki bir görüntünün üzerine çene akslarına bukkalden ve lingualden paralel çizgiler çizilerek 5-8 panoramik görüntü elde edilir. Panoramik görüntüler, mesial-distal ilişkileri ve non-kortike mandibuler kanalı incelemede yardımcıdır. Ancak, reformat CT’ nin kalitesi, görüntü elde edilmesi sırasında hastanın hareketsiz kalabilmesine bağlıdır, çünkü hareket geometrik distorsiyona neden olur. CBCT’ de görüntü oluşturma süresi daha kısa olduğundan, bu konu daha az sorun olmaktadır. Reformat CBCT görüntüleri, fotoğraf kağıdına veya radyografik film üzerine gerçek boyutlarda basılabilir. Eğer, monitörde statik görüntüler şeklinde elektronik olarak izlenmek istiyorsa, kalibrasyon için bir ölçüm skalası görüntüye eklenir.

**Alt çenede yükseklik ölçümleri;** Foramen mentale’nin distalinde canalis alveolaris inferior’ un üst sınırı ile alveoler kret tepesi arasında, anteriorda ise, mandibula alt kenarı ile alveoler kret tepesi arasında yapılır. Genişlik ölçümleri alveoler kret tepesinden yapılmalıdır.

**Üst çenede yükseklik ölçümleri;** Arkada maksiller sinüs tabanından kret tepesine, önde ise, burun tabanından kret tepesine kadar olan mesafe ölçülür. Genişlik ölçümleri alt çene gibidir.

 **Preoperatif Planlama:**

Radyograflar, klinisyenin, alveoler kretler ve komşu yapıları her 3 yönde görmesine yardımcı olur ve implant bölgesinin, sayısının, büyüklüğünün ve aksiyal oryantasyonunun seçimine rehberlik ederler.

İmplant bölgesinin seçiminde, for.mentale, canalis alveolaris inferior, var olan dişler, nasal fossa, maksiller sinüs gibi komşu anatomik yapılar dikkate alınmalıdır. Bölgede var olabilecek kök artıkları, gömülü dişler ve herhangi bir kemik patolojisi gibi durumlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

*Preoperatif Planlama için Görüntüleme Seçimi:* En iyi başlangıç, bir panoramik görüntü ve özellikle ilgilenilen bölgede daha fazla detay gerekiyorsa intraoral radyografla yapılır. Bu başlangıç radyografları ile, hastanın implant işlemleri için uygun bir aday olup olmadığını değerlendirmek mümkün olabilir. Örneğin, planlanan bölgede patolojik bir lezyon varsa veya vertikal boyut yetersizliği, ileri derecede kret atrofisi varsa, konvansiyonel veya kompüterize tomografi gibi daha pahalı ileri görüntüleme işlemlerine gerek yoktur. Eğer başlangıç scout görüntüler potansiyel implant bölgelerinin uygun olduğunu gösterirse, konvansiyonel veya kompüterize tomografi, bu bölgelerin cross-sectional kesitlerini elde etmek için kullanılabilir. Daha kısa ışınlama ve görüntü oluşturma süresi ile daha düşük radyasyon riski, CBCT’ yi, tek implant için bile daha tercih edilir bir alternatif haline getirmiştir.

 **İnteraktif Diagnostik Software:** Cerrahiden önce, birçok farklı interaktif software programı, implant orientasyonunu ve yerleştirilmesini, bir bilgisayar ekranında simüle edebilir. Bunlar, Windows işletim sistemi olan PC’lerde kullanılmak üzere dizayn edilmişlerdir. Bu programlar, kemik kantitesi, kalitesi ve morfolojisi açısından potansiyel implant bölgelerinin interaktif analizini sağlarlar. Anatomik yapıların vizualizasyonu, kemik greftlerinin volumetrik analizi ve restorasyon sırasında strüktürel kuvvetlerin mekanik analizi de software programları tarafından yapılabilir.

 İmplant planlanan bölgelerin diagnostik görüntüleri, implanta destek olacak kemik kalite ve kantitesi hakkında bilgi verir. Kemik kalitesi, kortikal kemik değerlendirmesini içerir, çünkü kortikal kemik, dental implantın fonksiyonel yükleme kuvvetlerine karşı koymak için en uygunudur.

 Başarılı bir osseoz integrasyon, daha kalın bir kortikal kemikle daha muhtemeldir. Her üniteye düşen internal trabekül sayısının artmış olması da bir avantajdır.

Kemik kantitesi, mevcut alveoler kemik ve kret morfolojisinin yükseklik ve genişliği hesaplanarak değerlendirilir. İmplant uygulanacak bölgede daha fazla miktarda kemik olursa, başarılı bir sonuç şansı artar.

Kemik konturlarının eğimi boyunca, kretin yüksekliği ve fasial-lingual genişliğini hesaplamak için cross-sectional bir görüntü, preoperatif değerlendirmede özellikle yararlıdır. Alveoler kret genişliği ölçümleri, implant çapının ve yerinin seçiminde de, kortikal kemikten maksimum faydalanabilmek açısından gereklidir.

Kret yükseklik ölçümleri, çiğneme kuvvetlerinin dağılımı ve maksimum fiksasyon için en uygun seçeneği belirlemeye yardım eder. Kemik undercutları veya kret konkaviteleri gibi morfolojik bazı özellikler, genellikle klinik muayenede ortaya çıkmaz, cross-sectional görüntülerde belirginleşir.

Tam ve doğru kemik ölçümleri, planlanan implantların orientasyonunu, optimal büyüklüğünü ve uzunluğunu saptayabilmek için gereklidir. Görüntüler üzerinde ölçümler yapılırken, kullanılan tekniğe bağlı olarak değişebilecek magnifikasyon faktörü akılda tutulmalıdır.

Spesialize interaktif reformat CT implant programları dışında tüm radyografik görüntülerde magnifikasyon faktörü vardır ve kemik ölçümleri hesap edilirken, bu göz önünde tutulmalıdır.

Magnifikasyon faktörü sabitse, mevcut implant boylarının 1 mm. grid veya diagramlı şeffaf plastik kağıtları, direkt olarak print edilmiş veya monitördeki 1:1 oranındaki görüntü üzerine konarak kullanılabilir.

**Radyografik ve cerrahi stentler**Stentler, üzerlerinde radyoopak işaretleyiciler bulunan akrilden yapılmış bir türprotezlerdir. İmplant düşünülen bölgelerde, radyoopak görüntü veren bir madde ( gutta, kompozit rezin gibi…) akrilik bir stent içine gömülerek ve hasta görüntüleme işlemi sırasında bunu takarak bölge değerlendirilebilir.

Cerrahi öncesi görüntülemede bu stentlerin kullanımı, radyografik görüntü ile görüntülenen bölgenin tam anatomik lokalizasyonu veya potansiyel cerrahi bölgesi arasında ilişki kurulmasını kolaylaştırır. Bu stentler, tomografide her bir görüntü kesiti ile scout filmdeki anatomik lokalizasyon arasındaki ilişkiyi de gösterir. Stentler cerrahi guide (rehber) olarak da kullanılır ve bu şekilde implantın açısını düzenler.

CT görüntülemede genellikle metalik olmayan radyoopak markerlar (gütta, kompozit rezin) kullanılır, bunlar metal artifaktı oluşturmaz.

Stent hastanın ağzına yerleştirildikten sonra görüntü alınır. Stent üzerinde yer alan işaretleyiciler; aksiyel görüntülerde noktalar, cross-sectional ve panoramik görüntülerde ise vertikal çizgiler şeklinde izlenirler.

**İntraoperatif ve Postoperatif Radyografik Değerlendirme:** İntraoral ve panoramik radyograflar bu iki aşama için genellikle yeterlidir. İntraoperatif görüntüleme, implantın doğru yerleştirildiğinden emin olmak veya kayıp bir implantı lokalize etmek için gerekli olabilir. İmplant, yerleştirildikten sonraki sürede, iki yönü ile değerlendirilir:

 İmplant çevresindeki alveoler kemik yüksekliği,

 İmplantı çevreleyen, bitişiğindeki kemiğin görünümü.

X-ışınının açılaması implantın uzun eksenine, olabildiğince dik olmalı, 9o’ den fazla olmamalıdır, bu şekilde, vida dişli implantların dişleri açık ve ayrı ayrı görünebilir.

13o ve daha fazla açı deviasyonlarında dişler birbiri üzerine süperpoze olur.

Mesial ve distal marginal kemik yüksekliği, implant boynunda standart bir landmarktan ölçülebilir veya vida dişli implantlarda, dişler arası mesafenin bilinmesi ile ve kemik seviyesinin önceki periapikal radyograflarla karşılaştırılması ile ölçülür. Eğer vida dişli kök formlu implant yerleştirilmişse, optimal radyografik görüntüde, vida dişleri birbirinden ayırt edilebilmelidir.

**Başarılı** osseöz integrasyonda kalıcı ve kesin sınırlı kemik marjinlerinin varlığı izlenir.İmplanta göre sabit yükseklikte ve nispeten belirgin kemik marjinleri izlenir. İmplant gövdesinin yüzeyinde apozisyon ve onu çevreleyen normal kemiğin varlığı implantın başarısını gösterir.

Başarılı implantasyon sonrasında,marjinal kemik kaybı oranı, ilk yıl l-2 mm. kadar iken,takip eden yıllarda 0.1 mm’ e kadar düşmektedir.

**Başarısız** osseöz integrasyonda, radyografik olarak alveoler kemiğin apikale migrasyonu veya kemik marjinlerinin belirsizleşmesi, rezorbtif değişiklikleri düşündürür.

Radyografta implantın dış hatlarına yakın ince bir radyolusent bölgenin oluşumu, klinik muayenede implant mobilitesi ile doğrulanır.Bu, osseointegrasyonun başarısızlığının en önemli göstergesidir. İmplantla ilişkili dişlerin (naturel abutment) periodontal aralığındaki değişiklikler de, implant- protezin fonksiyonel yeterliliğini görmede yararlıdır. Eğer herhangi bir rezorbtif değişiklik varsa, alveoler kemiğin apikale migrasyonu veya belirsizleşmiş kemik marjinleri izlenir. Bu değişiklikler ilerleyicidir ve cerrahi işlemin kendisinin neden olduğu, ilk 6 ay boyunca görülen, implantın servikal bölgesinde ortaya çıkan başlangıç dairesel rezorbtif kemik değişikliklerinden ayırt edilmelidir.

İmplanta komşu, küçük, ince kemik rezorbsiyon bölgeleri, intraoral dijital görüntülerde densite değerlendirmeleri ile daha belirli hale getirilebilir. Cerrahi sırasında intraoral dijital görüntüler elde edilirse, daha sonraki dijital görüntülerle karşılaştırılabilir.

Başlangıç radyograflarla karşılaştırıldığında periodontal aralıkta görülen herhangi bir genişleme, kötü stres dağılımını gösterir ve implantın başarısızlığını düşündürür. İmplantasyon sonrası radyograflar, implantın başarı veya başarısızlığını değerlendirmek için düzenli aralıklarla alınabilir.

**Başarısız kemik içi implantlarla ilgili radyografik bulgular**

 **Radyografik görüntü Klinik durum**

İmplant dış yüzünü saran ince Başarısız implant entegrasyonu.

radyolusensi.

İmplant koronal kısmında Kötü plak kontrolü, uygun olmayan

 radyolusensi kuvvet sonucu periimplantitis.

İmplantın bir tarafında kemiğin Yanlış implant açılaması sonucu

 apikale migrasyonu aksiyal olmayan kuvvet

Komşu doğal köprü ayağının Yetersiz biyomekanik protez implant periodontal aralığında genişleme sistemine bağlı hatalı kuvvet dağılımı

Sabitleyicinin kırılması Fonksiyon sırasında uygun olmayan

 kuvvet dağılımı

**İmplantın dönemi Zaman (Ay) Radyografik işlem**

İyileşme 0 - 3 Yok

Remodeling 4 -12 İntraoral, panoramik,

Bakım 13+ İntraoral, panoramik, (3 yılda bir izlenecek)

Komplikasyon İntraoral,panoramik,tomografi