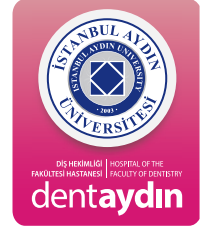




Aydın Dental Journal

Journal homepage: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/adj>



MAKSİLLOFASİYAL CERRAHİDE GELİŞMİŞ DİJİTAL GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

DergiPark
AKADEMİK

Dr. Dt. Aslı AYAZ¹

ÖZ

X ışınlarının keşfinden beri uzun yıllardır tıp alanında birçok hastalığın teşhisinde röntgen filmleri kullanılmaktadır. Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelere bağlı olarak radyolojik görüntülerin oluşturulması, büyük oranda bilgisayar yardımıyla dijital olarak gerçekleştirilmektedir. Analog tekniklere kıyasla dijital teknolojide görüntünün elde edilmesi için karanlık oda ve banyo işlemlerine ihtiyaç duyulmaz. Dijital görüntüleme öncelikle kontrast ve dansitenin görsel özelliklerinin ayarlanabildiği dinamik görüntü elde edilir. Elde edilen görüntü renklendirilebilir ve görüntü üzerinde bilgisayar yardımıyla her yönde ölçüm yapılabilmektedir. Dijital radyolojide hastalara

ait bilgiler ve görüntüler bilgisayar ortamında saklanabilmekte, ayrıca hasta tarafından taşınabildiği gibi, elektronik iletilerle de nakledilebilmektedir. Bilgisayar destekli tanı programları sayesinde görüntüler daha iyi yorumlanmakta ve doğru tanıya daha kolay varılmaktadır. Görüntüleme yöntemlerinde yaşanan gelişmeler sayesinde tıbbın her alanında olduğu gibi maksillofasiyal cerrahi alanında da hastaların teşhisi ve tedavilerinde büyük değişimler yaşanmıştır. Bu derlemenin amacı ileri görüntüleme tekniklerinin, maksillofasiyal cerrahide kullanımlarının güncel literatürler eşliğinde incelenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Radyografi, röntgen, tomografi, manyetik rözenans, Pozitron emisyon tomografisi

¹ Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi ABD

ADVANCED DIGITAL IMAGING METHODS IN MAXILLOFACIAL SURGERY

Aslı AYAZ PhD DDS¹

ABSTRACT

Since the discovery of X-rays, radiographies have been used in the diagnosis of many diseases in medicine. In recent years, due to the advances in computer technology, the creation of radiological images is carried out digitally with the help of computers. Compared to analog techniques, digital radiography does not require dark room and bathroom operations to obtain the image. In digital imaging, firstly, a dynamic image is obtained in which the visual properties of contrast and density can be adjusted. The resulting image can be colored, and the image can be measured in every direction with the help of the computer. In digital radiology, the information and images

of the patients can be stored in the computer environment and also can be carried by the patient or transmitted through electronic files. Thanks to computer-aided diagnostic programs, images are better interpreted and more accurate diagnosis is achieved. Thanks to the developments in imaging methods, as in all areas of medicine, there have been significant changes in the diagnosis and treatment of patients in the field of maxillofacial surgery. The aim of this review is to investigate the use of advanced imaging techniques in maxillofacial surgery in current literature.

Keywords: *Radiography, x-ray, tomography, magnetic resonance, Positron emission tomography*

¹ *Gazi University Faculty of Dentistry Department of Oral and Maxillofacial Surgery*

DİJİTAL RADYOLOJİ

X ışınlarının keşfinden beri uzun yıllardır teşhiste röntgen filmleri kullanılmaktadır. Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki ilerlemelere bağlı olarak radyolojik görüntülerin oluşturulması, büyük oranda bilgisayar yardımıyla dijital olarak gerçekleştirilmektedir. İlk dijital görüntüleme sistemi olan 'Radio-vizyografi' (RVG) 1984 yılında tanıtılmıştır. Klasik tekniklerde kullanılan röntgen filmlerinde görüntünün oluşturulması için yüksek dozda radyasyon gerekir. Dijital reseptörler çok daha hassas olduğu için hastanın aldığı radyasyon miktarı önemli oranda azalmaktadır.¹ Dijital teknolojide görüntünün elde edilmesi için karanlık oda ve banyo işlemlerine ihtiyaç duyulmaz. Dijital görüntülemeye öncelikle kontrast ve dansitenin görsel özelliklerinin ayarlanabildiği dinamik görüntü elde edilir. Elde edilen görüntü renklendirilebilir ve görüntü üzerinde bilgisayar yardımıyla her yönde ölçüm yapılabilir. Dijital radyolojide hastalara ait bilgiler ve görüntüler bilgisayar ortamında saklanabilmekte, ayrıca hasta tarafından taşınabildiği gibi, elektronik iletilerle de nakledilebilmektedir. Üretici firmaların cihazlarını 'network'a tanıtmaları, bilgileri gönderme ve alma için de standartlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar DICOM (Dijital Imaging and Communication in Medicine) uyumlu cihazlar olarak bilinir. Bilgisayar destekli tanı programları sayesinde görüntüler daha iyi yorumlanmakta ve doğru tanıya daha kolay varılmaktadır. Bu programlarda bazı noktalara dikkat çekilmekte, görüntü üzerinde renk ve kontrast değişiklikleri, substraksiyon gibi değişik yöntemlerle normalden farklı dansiteye sahip yapılar gösterilmektedir.

Dijital radyografi üniteleri dört ana birimden oluşur. Bunlar: **X ışını kaynağı, imaj**

reseptörleri (dedektör), görüntü işleme ve depolama ünitesi ve monitör.²

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Bilgisayarlı tomografi (BT), X ışınlarının keşfinden günümüze kadar geçen zaman içerisinde radyolojideki en önemli gelişme olarak kabul edilmektedir. İlk kez 1972 yılında Godfrey Hounsfield tarafından tanıtılmıştır.² BT, vücudun görüntülenmesinin amaçlandığı bölgesinde belli bir kesitten geçen X-ışınlarının attenuasyonlarının, yani absorbe edilebilme değerinin detektörlerle ölçerek bilgisayar yardımıyla görüntüsünün oluşturulmasıdır. BT tarayıcısı, bir X ışını kaynağından detektörlere yönlendirilen ve çok ince kolime edilmiş (Radyolojide, X ışınlarının periferik kısmının elimine edilip belirli bir yöne yönlendirilmesi) X ışını demetinden oluşur. BT de belirli geometrik prensiplere göre hem radyografik tüp hem detektörler hasta etrafında eş zamanlı olarak döner. Bu teknikte kesit alınması nedeniyle doku ve organların birbirleri üzerine süperpoze olmaları söz konusu olmaz. BT'de aksiyel düzlemde kesitler alınır ve böylece bilgisayar teknolojisinin sağladığı imkânlarla görüntülerin aksiyel kesit üzerinden farklı düzlemlere dönüştürülebilmesi mümkün olur. Birbirini takip eden taramalar sonucunda elde edilen BT verileri, bilgisayar belleğinde toplanarak bunlardan istenilen planda kesitler oluşturulur. Mevcut düzlemdeki kesitlerin istenilen düzlemde yeniden oluşturulmasına reformasyon ya da rekonstrüksiyon adı verilmektedir. BT'de oluşturulan üç boyutlu görüntüler üzerinde genişlik-yükseklik-derinlik değerlendirmeleri yapılabilir ve elde edilen görüntüler farklı yönlerle çevrilerek incelenebilmektedir. Üç boyutlu BT'nin ilk uygulamaları, intervertebral disk hernisi ve spinal stenozis şüphesi olan hastalar üzerinde olmuştur.¹

BT'nin avantajları sırasıyla şunlardır:

- Dokuların aksiyel kesitlerini veren bir yöntemdir.
- İncelencek bölgedeki yüzeysel veya derin yapıların görüntülerini süperpozisyonuz verir.
- Yumuşak doku görüntüsü saptanabilir.
- Klasik tomografiye göre daha net görüntüler sağlar.
- Dokunun veya tümörün içeriğinin sıvı, selüler veya vasküler olduğu anlaşılabilir.
- Kemik hacmi ve yüksekliği hakkında bilgi verir.
- Görüntülerde sert ve yumuşak dokuları daha yüksek veya daha düşük kontrasta göre ayarlayarak ayrıntıları netleştirme imkânı sağlar.
- İncelencek alan ekranda büyütülebilir.
- BT ile rekonstrüksiyon yapılabilir. Aksiyel projeksiyonda alınan kesitlerin verileri bilgisayarda sagittal, koronal veya oblik planlarda görüntülerine dönüştürülebilir.¹

BT'nin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Sırasıyla bunlar:

- Pahalı olması,
- Kesitlerden uzakta bulunan lezyonların gözden kaçırılabilmesi,
- Restorasyonlar, protezler gibi metalik yabancı cisimlerin artefakt oluşturmaları,
- Aynı bölgeden çok sayıda kesit ve görüntü alınması nedeniyle alınan radyasyon miktarının yüksek olmasıdır.¹

Bilgisayarlı Tomografinin Diş Hekimliğinde Kullanımı

Dental BT ile tümör, kist, inflamatuvar hastalık, kırıklar gibi çene lezyonları ayrıntılı olarak değerlendirilebilmektedir. Bu görüntülerle

lezyonların yapısı, lezyonun kemik, sinir ve diş kökleriyle ilgili komşulukları hakkında bilgi sahibi olunabilir.³ En sık görülen dental şikâyetler arasında bulunan gömülü 20 yaş dişleri, bu dişlerin inferior alveolar kanalla olan ilişkisi, gömülü kanin dişleri veya anterior bölgede bulunan bir mesiodens'in nazopalatin kanalla olan ilişkisinin ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesi için BT gerekmektedir.⁴ BT, tükürük bezi ve TME'yi içine alan maksillofasiyal kompleks hastalıklarının tanısında da kullanılmaktadır.⁵ Kendine özgü yüksek kontrast çözünürlüğü ve yumuşak doku dansitesindeki küçük farklılıkları gösterme özelliği nedeniyle, tükürük bezlerinin incelenmesinde de kullanılır.⁶ TME incelemelerinde ise özellikle TME ankilozunda, iki eklem komponentinin birbirleriyle karşılaştırılmasında kullanılmaktadır.⁷ Maksillofasiyal bölgedeki konjenital ve travmatik deformitelerin saptanmasında¹, özellikle Zigomatikomaksiller kırıklarda açık redüksiyon sonuçlarının görüntülenmesinde kullanılır. Kemik içi implant uygulamaları öncesinde ise kemik yapısının değerlendirilmesinde ve implantların osteointegrasyonunun belirlenmesinde kullanılmaktadır.⁸ Fasiyal asimetride ve ortognatik cerrahi öncesinde postero-anterior sefalometri sayesinde fasiyal asimetri varlığı ve asimetrinin derecesi ölçülebilir.⁹ Dental BT yazılım programları sayesinde, dişlerin ve çenelerin farklı düzlemlerden görüntüleri alınabilmektedir. Yanı sıra sadece dentomaksillofasiyal incelemeler için üretilmiş BT cihazları da bulunmaktadır.² Örneğin maksillofasiyal bölgeden kesit görüntülerinin alınabildiği panoramik cihazlara benzer cihazlar bulunmaktadır. Bu cihazlarda da hasta bir koltuğa oturtulmakta ve koltuk üç ekseninde hareket ettirilmektedir. Cihazın başlığı, incelencek bölgenin etrafında 360

derece dönerek çok sayıda iki boyutlu görüntü oluşturur. Bu kesitler teker teker incelenebildiği gibi bilgisayarda üç boyutlu görüntü haline de dönüşebilmektedir.¹ Gelişen teknoloji ve artan talep ile birlikte, araştırmacılar ve hekimler daha düşük doz veren BT geliştirmeye başlamışlardır.⁶

CONE BEAM BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ-CBBT (DİJİTAL VOLUMETRİK TOMOGRAFİ-DVT)

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte, konvansiyonel BT'ye göre daha etkili ve daha ekonomik olduğu söylenen Cone Beam Bilgisayarlı Tomografi (CBBT) geliştirilmiştir. CBBT tekniği esas olarak kontrast madde ile dolu damarlar gibi yüksek kontrast gösteren yapılar için kullanılmaktadır.¹ Düz panel dedektör teknolojisinin C-kollu sistemler üzerinde uygulanması hem kontrast hem uzaysal rezolüsyonda görüntü kalitesini arttırmaktadır. Perkütan, endovasküler ve açık ameliyat gibi işlemler sırasında basit bir C-kollu sistemle yüksek uzaysal ve kontrast rezolüsyonuna sahip üç boyutlu aksiyel görüntüler elde etmek, sadece komplikasyonları tespit etmede değil, aynı zamanda karmaşık olan bölgesel anatomiye de daha iyi anlayabilmekte yararlı olmaktadır.¹⁰ CBBT veya DVT, dental ve maksillofasiyal alanda özellikle oral implantolojide yeni yeni kullanılan bir tekniktir.¹¹ Sert doku görüntülenmesinde ve oral implantoloji cerrahisi öncesinde rahatlıkla kullanılabilir.¹² Ayrıca radyografi alınan bölge ve kullanılan ekipmanlar göz önünde bulundurularak CBBT nin konvansiyonel BT ye göre %3-20 oranında daha az radyasyon verdiği bildirilmiştir.¹¹ Treister ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırmada, bifosfonat osteonekrozu görülen yedi vaka klinik olarak incelendikten sonra dijital

panoramik radyografi ve CBBT alınmıştır. Radyografilerde kortikal düzensizlik, skleroz, sekestr oluşumu görülmüştür. Bifosfonat osteonekroz vakalarında CBBT'nin kalitesi ve görüntü netliği panoramik filmlere göre daha üstün bulunmuştur.¹³ Angelopoulos ve arkadaşlarının yaptığı bir diğer araştırmada ise dental implant cerrahisi öncesi dijital panoramik radyografi ve CBBT alınarak mandibular kanalın seyrine bakılmıştır. CBBT'de panoramiğe kıyasla magnifikasyon, superpozisyon olmadığı için mandibular kanalın seyri daha net bir şekilde izlenmiştir. Ayrıca hasta daha az radyasyon aldığından, bu yöntem daha üstün bulunmuştur.¹⁴ Madrigal ve arkadaşlarının yaptığı bir başka çalışmada ise 50 hastada 5 farklı bölgeden panoramik radyografi ve CBBT alınarak interforaminal implant cerrahisi öncesinde kemik ölçümü yapılmış, radyasyon dozunun düşük olması ve geometrik doğruluğunun yüksek olması nedeniyle CBBT daha avantajlı bulunmuştur.¹⁵ Halen piyasada 3D Accuitomo ve NewTom Plus isimli iki sistem bulunmaktadır.¹ NewTom bütün çeneyi detaylı bir şekilde gösterirken, Accuitomo yalnızca 2-3 dişi içeren küçük bir alanı detaylı bir şekilde görüntüleyebilmektedir.¹

DİJİTAL SUBTRACTION RAYOGRAFİ (DSR)

Bilgisayar yazılımı yardımı ile farklı zamanlarda standart şartlarda alınmış iki orijinal radyogramın üst üste konularak, radyogramda arka planda görüntü kirliliği yaratan kısımların kaldırılması ve iki görüntü arasında var olan farklılıkların ortaya çıkarılması işlemidir. Zor bir yöntem olarak kabul edilmektedir.³ Subtraksiyon yönteminin ana fikri, kıyaslanan görüntüler arasında değişmeyen objeler varsa, bunların elimine

edilmesiyle, incelenen alanın daha sade hale getirilmesidir.¹⁶ Dijital subtraksiyon analizinin birinci şartı tekrarlanabilirlik özelliği gösteren radyografilerin elde edilmiş olmasıdır.¹⁷ Subtraksiyon radyografilerinde ışın doğrultusunun aynı olması istenir. Bunu sağlamak için iki yöntem vardır. Birincisi, bite-block ve beam-aiming aygıtların'dan oluşan düzeneğin kullanılması.¹⁸ İkincisi ise ağız dışı sefalostat kullanıp ışını filmde biraz uzak tutarak görüntü alma yöntemidir.¹⁹ Standart radyografilerin değerlendirilmesinde kortikal kemiğin kalınlığındaki 0.85 mm'lik değişikliği saptamak oldukça zor olmasına karşın, DSR'de 0.12 mm'lik bir değişiklik bile saptanabilmektedir. Ayrıca periodontal hastalıklar, çürük ve lezyonların teşhisinde kullanılabileceği rapor edilmiş bulunmaktadır.¹

MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MR)

Manyetik rezonans (MR), görüntüleme yöntemi olarak ilk defa 1971 yılında Amerika'da Damadian tarafından kullanılmıştır. Daha sonra bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve bu gelişmelerin MR görüntüleme alanında uygulanmasıyla MR tekniğinde büyük gelişmeler olmuştur. MR ile BT arasındaki fark, kullanılan ölçüm bilgilerinin değişik olmasından ileri gelmektedir. MR'da hasta kuvvetli bir manyetik alan içerisine konmaktadır. Vücuttaki hücre sıvısı ve lipidler içerisinde bulunan hidrojen protonlarından üretilen sinyaller kullanılarak görüntü elde edilir. Atomların çekirdeğindeki proton ve nötronların hareketiyle oluşan manyetizmadan faydalanarak dokuların görüntülenmesi yöntemidir.² MR tetkikinde diğer birçok radyolojik görüntüleme

yöntemlerinden farklı olarak X ışınları kullanılmaz. Burada cihazı oluşturan dev bir mıknatıs ve radyo dalgaları söz konusudur. Bu dev mıknatıs içine yerleştirilen insan vücudundaki hücreler içerisinde bulunan su atomlarının çekirdeklerindeki protonlar, radyo dalgaları ile uyarılırlar ve geri alınan sinyaller bilgisayar aracılığıyla görüntüye dönüştürülür. MR'da insan vücudundan dik düzlemde kesitler alınır. İnceleme sırasında hastanın yapması gereken tek şey hareketsiz yatmaktır. Cihazın dev bir mıknatıstan oluşması dolayısıyla, vücudunda manyetik alana duyarlı sabit tıbbi protez ya da alet taşıyanlar -örneğin metal kalp kapakçığı ve kalp pili olanlar- MR cihazına alınamazlar. Ayrıca etkisi her ne kadar kesin olarak bilinmese de hamileliğin ilk üç ayında, mutlak bir gereklilik olmadıkça MR alınmamalıdır. MR incelemesi, incelenecek bölgeye göre 15 ile 45 dakika arasında sürer. İnceleme sırasında doktor ve teknisyen sürekli hastayı izler ve gerektiğinde onunla iletişim kurabilir. İstendiğinde hasta inceleme odasına bir yakınıyla girebilir. İnceleme öncesinde, karın bölgesi tetkiki dışında hazırlık ya da açlık gerekmez. Spesifik dokular tarafından oluşturulan görüntülerdeki sinyal parlaklıklarına sinyal intensitesi adı verilmektedir. Radyografilerdeki radyolüens görüntülere tekabül eden görüntüler MR'da hipointens, radyoopak görüntülerse hiperintens, bunların arasındaki görüntülere ise izointens adı verilmektedir.¹

MR Tipleri: Beyin MR, Manyetik Rezonans Spektroskopisi (MRS), Difüzyon Ağırlıklı MR, Perfüzyon Ağırlıklı MR (PA-MR), Fonksiyonel MR (fMR), MR Anjiyografi, Kalp ve Damar Sistemi MR, Vücut MR, Meme MR, Prostat MR, Kas İskelet Sistemi MR.

MR'ın Diş Hekimliğinde Kullanımı:

MR diş hekimliğinde TME, paranasal sinüsler, nasal kavite, çene kistleri, çenelerdeki iyi ve kötü huylu lezyonların incelenmesinde kullanılmaktadır. Özellikle lezyonların sınırları ve yumuşak dokularla olan ilişkisi değerlendirilmektedir. **MR'ın bilinen avantajları** sırası ile invaziv olmaması, iyonize radyasyon oluşturmaması, açık-kapalı ağız konumu görüntülerinde eklem ile birlikte disk konumunu da değerlendirerek eklem durumu hakkında oldukça değerli bilgiler verebilmesi, hem yumuşak dokular hem sert dokuları değerlendirebilmesi, doğrudan transvers, sagittal ve koronal görüntü elde edilebilmesi, çok kesitli görüntüleme sağlaması, doku karakterizasyonu yapabilmesi, kan akımını görüntüleme potansiyeli ve bilinen biyolojik bir hasar oluşturmamasıdır.^{20,21} **Yöntemin dezavantajları** ise disk perforasyonlarının görüntülenebilmesi, ama artrografi kadar iyi bilgiler elde edilememesi, kemik ve kalsifikasyon iyi görüntülenemediği için eklem kemik yapılarının değerlendirilmesinde BT kadar doğru bilgi verememesi, erken dejeneratif lezyonların örtülenebilmesidir. Bunların yanında kalp kapağı protezi taşıyanlarda inceleme yapılamaması ve pahalı olması da diğer dezavantajlarıdır.^{22,23} TME internal düzensizlikleri ile ilişkili patolojik durumların saptanması ve tanısı için tek bir tanı yöntemi yoktur.²⁴ MR görüntülemeleri 1985 yılından beri TME'de kemiksel değişiklikler ve eklem içi düzensizliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır.^{25,26,27} MR, TME'in farklı seviyelerinde açık ve kapalı konumlarda diskin yerleşimini gösterir.²⁸ Yöntemin disk konumunun belirlenmesindeki doğruluğu 1993 yılında ispatlanmış bulunmaktadır.²⁶ MR disk konumu ve morfolojik düzensizliklerini doğru olarak tanımladığından diskin yer değiştirdiğinden şüphe duyulan klinik

durumlarda, doğrulamak amacı ile kullanılmaktadır.²⁹ Disk perforasyonları MR ile görüntülenebilir, ancak bu gibi durumlarda artrografinin tercih edilmesi daha uygundur.³⁰ Yapılan çalışmalar MR görüntüleme yönteminin %73-95 arasında tanı doğruluğunu göstermektedir.³¹ MR ile disk konumunun %85, disk şeklinin %77 doğruluk oranında belirlenebildiği rapor edilmektedir.²⁴ Diğer bir çalışma ise, MR görüntülemenin disk konumu ve disk formunun değerlendirilmesinde %95, kemik yapı değişikliklerinin değerlendirilmesinde ise %93 doğruluk sağladığını rapor etmiştir.²⁶ TME düzensizliklerinin değerlendirilmesinde MR, BT ve artrografi kullanımının, düzensizliklerin tanısındaki güvenilirlikleri hakkında yapılan bir derlemede disk konumu ve şekillerinin tanısında MR görüntülemenin başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır.³² MR görüntülemenin en büyük avantajının TME'deki farklı yumuşak dokuları ayırt edilebilme kapasitesi olduğu belirtilmektedir.³³ Disk deplasmanlarının tanısında da yine en yaygın olarak kullanılan tanı yöntemi MR görüntülemesidir.³⁴ Westesson ve ark.'nın yaptığı bir klinik çalışmada, TME'nin anatomik yapısı ve disfonksiyonları, MR tekniği, CT, artroskopi teknikleri ve kinematik MR teknikleri kullanılarak incelenmiştir. MR tekniğini en geçerli yöntem olarak yorumlayan bu çalışmada disk deformasyonları, deplasmanlar, effüzyon, avaskular nekroz, osteokondrom, perfore disk, sublüksasyon gibi patolojiler saptanmıştır.³⁵ Payne ve Nakienly, yaptıkları çalışmada TME disfonksiyonlarını, dental panoramik radyografi, CT, radyonükleoid kemik tarama, ultrasonografi, artroskopik, statik ve dinamik MR olarak görüntülemişlerdir. Bu teknikler içerisinde MR tekniği, bilinen doku zararı olmadığı ve yumuşak dokuyu detaylı görüntülediği için en üstün teknik olarak kabul edilmiştir.³⁶

POZİTRON EMİSYON TOMOGRAFİSİ (PET)

PET, insan vücuduna verilen pozitron yayıcı radyofarmasötiklerden yayılan özel nitelikli gama ışınlarını saptayarak, vücut içerisindeki dağılımlarını belirleyen ve bunu üç farklı uzaysal düzlemde kesitsel görüntülere çeviren bir nükleer tıp yöntemidir. PET yönteminin en önemli özelliği ve radyolojik tomografi tekniklerinden temel farkı, anatomik detaydan çok, fonksiyonel/metabolik aktiviteyi göstermeye yönelik olmasıdır¹. Kullanılan radyofarmasötiğin özelliğine göre değişik metabolik/fonksiyonel parametreler, PET yöntemi ile in vivo olarak görüntülenebilir. PET yönteminin uzaysal görüntü rezolüsyonu, radyolojik tomografi yöntemlerine göre daha düşüktür. Buna rağmen henüz yapısal değişikliklerin oluşmadığı erken dönemlerdeki fonksiyonel/metabolik değişiklikleri saptayabildiği için erken tanı potansiyeli taşımaktadır. Bilinen yapısal değişikliklerin metabolik ve/veya biyokimyasal aktivitelerini ortaya koyarak ayırıcı tanıda da yardımcı olur. PET, diğer nükleer tıp yöntemleri gibi 'emisyon' tekniğine dayalı bir görüntüleme sistemidir. Yöntemin klasik nükleer tıp yöntemlerinden farkı, kullanılan radyonükleidler (pozitron) ve farklı görüntüleme sistemlerinin olmasıdır (pet kamera). PET kamera, dairesel tarzda dizayn edilmiştir ve deteksiyon ünitesinin iç yüzeyi yüksek enerjili gama ışınlarını durdurabilecek nitelikteki kristal paketlerinden oluşmuştur. PET görüntülemeye kullanılan radyofarmasötiklerin en önemli özelliği, vücudun altyapı taşları ile aynı fizyolojik ve metabolik yolları izleyen C (karbon), O₂ (oksijen), F (flor), N₂ (azot) gibi

elementleri içermeleri ve vücutta biyolojik olarak bu moleküller gibi davranmalarıdır. Kullanılan radyofarmasötiğin özelliğine göre kan akımı, oksijen kullanımı, glukoz metabolizması, protein metabolizması, nükleik asit metabolizması ve östrojen reseptör dağılımı PET ile ölçülebilen ve en yaygın kabul gören parametrelerdir. Glukoz metabolizması rutin klinik uygulamalarda en çok kullanılan PET parametresidir. PET çalışmalarının %90'ında Flor-18 (18F) işaretli bileşikler ve özellikle radyoaktif glikoz olan 18F-FDG kullanılmaktadır. Tümör dokusunu normal dokudan ayıran en büyük özellik de artmış glikolizdir. [18F] flor-2-deoksi-Dglikoz (18F-FDG) glikoz metabolizmasına dahil olmakta ve bu yüzden fonksiyonel görüntüleme yöntemleri ile tespit edilebilmektedir. FDG tıpkı D-glukoz gibi hücre membranından geçerek heksokinaz enzimi ile FDG-6-fosfat'a fosforilize edilir, ancak bu kademedan sonra katabolize edilemez ve hücre içinde birikir. Glukoz kullanımı ve metabolizması artmış dokular, PET görüntülerinde normal dokulara göre daha yüksek sayım konsantrasyonu gösteren hipermetabolik odaklar şeklinde, glukoz metabolizması azalmış olanlar ise hipometabolik odaklar şeklinde gözükürler.

FDG-PET yapılırken:

- Hasta en az 4 saat aç olmalıdır.
- Glukoz seviyesi 70-150 mg/dl arasında olmalıdır.
- Glukoz seviyesi uygun ise damar yolu açılarak 10 mCi FDG enjekte edilir.
- FDG enjeksiyonundan sonra PET için 1 saat beklenilir.
- 1 saatin sonunda PET ile tüm vücut görüntülenir.

Görüntüleme süresi konvansiyonel PET kameralarda 1,5 saat iken, modern PET/CT kameralarda 15 dakikadır. Radyasyon dozunun düşük olması nedeniyle bu yöntem küçük çocuklarda da rahatlıkla uygulanabilmektedir. Görüntülerin yorumlanmasında artmış FDG tutulumu gösteren odaklar incelenir. FDG tutulum yoğunluğu ‘Standart Uptake Değeri’ (SUD) adlı parametre ile ölçülmektedir. SUD>2.5 olması, izlenen lezyonun hipermetabolik olduğunu gösterir. Özellikle akut ve granülomatoz enfeksiyonlarda, FDG-PET görüntülerinde izlenen hipermetabolik odaklar her zaman tümöral bir odağı yansıtmayabilir, yanlış pozitif sonuçlarda ortaya çıkabilir, Bazen yanlış negatif sonuçlar çıkabilir ki bronkoalveolar kanserler, musinöz kanserlerde görüldüğü gibi.³⁷

KAYNAKLAR

- [1] Harorlı A, Akgül M, Dağıstan S. Diş Hekimliği Radyolojisi. Erzurum: Ofset Matbaacılık, 2006; 316-350.
- [2] White S, Pharoah M. Oral Radiology. USA, Mosby, 2004; 245-260.
- [3] Harnsberger H, Hudgins P. Diagnostic Imaging. Head and Neck. Canada, Amysis, 2008, 5. Bölüm.
- [4] Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of three CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006; 35: 219-26.
- [5] Maeda M, Katsumata A, Anji Y, et al. 3D-CT evaluation of facial asymmetry in patients with maxillofacial deformities. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;102:382-90.
- [6] Mischkowski RA, Zinser MJ, Kubler AC, Hampl JA, Zoller JE. Multimodal image fusion for planning and intra-operative guidance in maxillofacial surgery. Int J Comput Dent 2005; 8: 311-316.
- [7] Siessegger M, Schneider BT, Mischkowski RA, Lazar F, Krug B, Klesper B, Zoller JE. Use of an imageguided navigation system in dental implant surgery in anatomically complex operation sites. J Craniomaxillofac Surg 2001; 29: 276-281.
- [8] Ewers R, Schicho K, Undt G, Wanschitz F, Truppe M, Seemann R, Wagner A. Basic research and 12 years of clinical experience in computerassisted navigation technology: A review. Int J Oral Maxillofac Surg 2005; 34: 1-8.
- [9] Hwang HS, Lee KH, Park JY, Kang BC, Park JW, Lee JS. Development of posteroanterior cephalometric analysis for the diagnosis of facial asymmetry. J Korean Dent Assoc 2004;42:219-31.
- [10] Wiesent K, Barth K, Navab N, Durlak P, Brunner T, Schuetz O, Seissler W. Enhanced 3-D-reconstruction algorithm for Carm systems suitable for interventional procedures. IEEE Trans Med Imaging 2000; 19:391-403.
- [11] Ziegler CM. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. Dentomaxillofac Radiol 2002; 31: 126-130.
- [12] Abrahams JJ. Dental CT Imaging: a look at the jaw. Radiology 2001; 219: 334-345.

- [13] Treister NS. Use of cone-beam computerized tomography for evaluation of bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109(5): 753-64.
- [14] Angelopoulos C, Thomas SL. Comparison between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. *J Oral Maxillofac Surg* 2008; 66(10): 2130-5.
- [15] Madrigal C, Ortega R. Study of available bone for interforaminal implant treatment using CBCT. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008; 13(5): 307-12.
- [16] Hardstet C, Welander U. Photographic Subtraction I. Theory of The Subtraction Image. *Acta Radiologica Diagnosis* 1975; 16: 559-564.
- [17] Gröndahl K, Gröndahl HG, Webber RL. Influence of variation in projection geometry on the detectability of periodontal bone lesions. *J Clin Periodontol* 1983; 55: 96-102.
- [18] Lurie AG, Greenberg RJ, Kornmann KS. Subtraction radiology demonstrates crestal bone loss in experimentally induced marginal periodontitis. *J Oral Surg* 1983; 55: 537-541.
- [19] Jeffcoat MK, Reddy MS, Webber RL, Ruttiman UE. Extra oral control of geometry for dijital subtraction radiography. *J Periodont Res* 1987; 22:3 96-402.
- [20] Kondoh T, Westesson PL, Takahashi T, Seto K. Prevalence of morphologic changes in the surfaces of the temporomandibular joint disc associated with internal derangement. *J Oral Maxillofacial Surg* 1998; 56: 339-343.
- [21] Nebbe B, Brooks SL, Hatcher D, Hollender LG, Prasad NG, Major PW. Interobserver reliability in quantitative MRI assesement of temporomandibular joint disk status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86: 746-750.
- [22] Kraus SL. Tempromandibular Disorders. 2. Edition, Churchill Livingstone 1994; 115-123.
- [23] Marguelles-Bonnet RE, Carpentier P, Yung JP, Defrennes D, Pharaboz C. Clinical diagnosis compared with findings of magnetic resonance imaging in 242 patients with internal derangement of the TMJ. *OrofacPain* 1995; 9: 244-253.
- [24] Hansson LG, Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Kurita K, Holtas S et al. MR imaging of the temporomandibular joint: comparison of images of autopsy specimens made at 0.3 and 1.5 T with anatomic cryosections. *AJR Am J Roentgenol* 1989; 152: 1241-1244.
- [25] Larheim TA. Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80: 555-576.
- [26] Tasaki MM, Westesson PL. MR imaging of the temporomandibular joint: diagnosis accuracy with sagittal and coronal images. *Radiology* 1993; 186: 723-729.
- [27] Katzberg RW, Bessette RW, Tallents RH, Plewes DB, Manzione JV, Schenck JF, Foster TH, Hart HR. Normal and abnormal temporomandibular joint: MR imaging with surface coil. *Radiology* 1986; 158: 183-189.

- [28] Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, Hollender L, Lurie AG, Omnell KA, et al. Imaging of the temporomandibular joint: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 609-618.
- [29] Eriksson L, Westesson P-L. Clinical and radiology study of patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *Swed Dent J* 1983; 7: 55-64.
- [30] Kraus SL. *Tempromandibular Disorders*. 2. Edition, Churchill Livingstone 1994; 115-123.
- [31] Dixon DC, Graham GS, Mayhew RB, Oesterle LJ, Simms D, Pierson WB. The validity of transcranial radiography in diagnosing TMJ anterior disk displacement. *J Am Dent Assoc* 1984;108: 615-618.
- [32] Palacios E, Valvassori GE, Shannon M, Reed CF. *Magnetic resonance of the temporomandibular joint*. New York: Thieme Medical Publishers, 1990; 1-3.
- [33] Liedberg J, Panmekiate S, Petersson A, Rohlin M. Evidence-based evaluation of three imaging methods for the temporomandibular disc. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 234-241.
- [34] Manfredini D, Tognini F, Melchiorre D, Zampa V, Bosco M. Ultrasound assessment of increased capsular width as a predictor of temporomandibular joint effusion. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 359-364.
- [35] Westesson PL, Peasoni DR. MR Imaging of The TMJ. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1993; 76: 631-5.
- [36] Payne M, Nakienly RA. Review Temporomandibular Joint Imaging. *Clin Radiol* 1996; 51: 1-10.
- [37] Uslu İ. Cerrahpaşa Nükleer Tıp Anabilim Dalı ders notları.