Bölüm 2

ÇOCUKLARDA KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ KULLANIM ENDİKASYONLARI

Sema KAYA[1]
Burçin AVCI[2]

KONIK IŞINLI BILGISAYARLI TOMOGRAFI GÖRÜNTÜLEME

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), yeni görüntüleme teknolojilerinden biridir. Bu görüntüleme yöntemi, mikro bilgisayarlı tomografi gibi farklı endüstriyel ve biyomedikal uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk klinik uygulamalar arasında, tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT), anjiyografi ve görüntü kılavuzu olarak KIBT yönteminin kullanıldığı radyoterapi tedavileri yer almıştır. Oral ve maksillofasiyal bölgeyi görüntüleme imkânı sunan bu yeni görüntüleme yöntemine karşı farklı araştırma grupları büyük bir ilgi göstermeye başlamışlardır. Oral ve maksillofasiyal bölge için özel KIBT tarayıcılarını ilk olarak, 1990'ların sonunda; Mozzo ve arkadaşları İtalya'da, Arai ve arkadaşları ise Japonya'da kullanmaya başlamışlardır (1).

Konik ışınlı bilgisayarlı görüntüleme yöntemi, X ışını kaynağının ve detektörün sabitlendiği döner bir portal kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Farklı bir piramidal veya koni şeklindeki iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı, görüntüsü istenen bölgenin ortasından karşı taraftaki X ışını detektörüne yönlendirilir. Röntgen kaynağı ve detektörü, görüntüsü istenen bölgenin merkezi içine sabitlenmiş bir dönme dayanağı etrafında döner. Döndürme sırasında, görüntüleme alanının (FOV- Field of View) çoklu (150 ile 600'den fazla) ardışık düzlemsel projeksiyon görüntüsü, tam veya bazen kısmi bir yay da elde edilir. Bu prosedür, FOV alanının ayrı ayrı görüntü kesitlerini elde etmek için helezoni bir ilerlemede fan şeklinde bir X ışını huzmesi kullanan ve daha sonra üç boyutlu bir görüntü elde etmek için kesitleri depolayan geleneksel bir tıbbi bilgisayarlı tomografi tekniğine göre farklılık göstermektedir. Her kesit ayrı bir tarama ve ayrı iki boyutlu

[1] Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, semakaya@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6306-3901

[2] Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti AD, burcinavci@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-2066-0204

rekonstrüksiyon gerektirmektedir. KIBT yöntemi başlangıçta anjiyografi, ilerleyen zamanda ise tıbbi uygulamalara ve radyoterapiye rehberlikte ayrıca mamografi uygulamalarında da kullanım alanı bulmuştur (2).

KIBT yöntemi; oral ve maksillofasiyal radyoloji pratiğinde devrim yaratmayı vaat eden bir görüntüleme yöntemidir. KIBT yöntemi konvansiyonel bilgisayarlı tomografi (BT) yöntemine göre daha düşük bir radyasyon dozu, daha düşük maliyetli bir alternatif sunmaktadır. KIBT cihazlarının; BT cihazlarına nazaran daha küçük olması, kompakt malzeme içermesi de maksillofasiyal ve oral bölge görüntülemesinde KIBT yönteminin kolay uygulanabilir olması bu yöntemin tercih edilme sebepleri arasında olmuştur (3).

Yüksek çözünürlüklü KIBT üniteleri 0,076 mm kadar bile küçük voxel boyutlarını inceleme imkânı sunmaktadır ve kemik trabekül yapısını ayrıntılı bir şekilde görselleştirebilmektedir (4). Birçok çalışma; KIBT yönteminin doğrusal ölçümlerde yüksek geometrik doğruluk gösterdiğini; (5,6) ancak kemik kalitesini değerlendirmedeki güvenilirliğinin tartışmalı olduğunu savunmaktadır. Ancak bazı çalışmalar da kemik kalitesini değerlendirmek için KIBT yönteminin tercih edilebileceğini savunmaktadır (7). Ancak KIBT yöntemi; Hounsfield ünitesi olarak bildiğimiz kalibre edilmiş gri voxel değerlerini göstermemektedir (8). Bu durum bu yöntemin dezavantajı olarak kabul edilmektedir.

Günümüzde ise KIBT yöntemi diş hekimliğinde en çok kemiklere ve dişlere ait patolojik durumlarının değerlendirilmesinde ve maksillofasiyal bölge kırıklarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Maksillofasiyal dokuların yapısal deformitelerini ve kırıklarını değerlendirmede, mevcut patolojilerden etkilenen dişlerin ameliyat öncesi değerlendirilmesinde ve temporomandibular eklem görüntülemesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca implant cerrahisi öncesinde mevcut kemiğin analizinde de kullanılmaktadır. Ortodontide ise, KIBT görüntüleme yöntemi günümüzde üç boyutlu sefalometriye doğru ilerlemektedir. KIBT yöntemi endodontik tedavilerde, maksillofasiyal bölge cerrahisinde (9,10), oral bölge ve dokuların değerlendirilmesinde (11), periodontolojide (12), restoratif diş hekimliği uygulamalarında (13) ve ortodonti disiplinlerini içeren çok sayıda uygulamada kullanılmaktadır (14). Ayrıca implantların güvenli ve sorunsuz şekilde yerleştirilmesinde rehberlikte veya ortodontik apareylerde bulunan implantların yerleştirilmeden önceki planlamalarında kullanılmaktadır. Beraberinde ciddi yüz asimetrisi olan hastalarda; ortodontik tedavilerin ve ortognatik cerrahi uygulamaların planlama aşamasında da üç boyutlu görüntüleme yöntemleri giderek daha fazla kullanılmaktadır.

KIBT yöntemi; üç boyutlu görselleştirmeye yönelik ek teşhis ve tedavi yazılımı uygulamalarının kullanımını da genişletmektedir. Çünkü KIBT yöntemi; görüntü rehberliğinde yapılan cerrahi işlemleri kolaylaştırmaktadır. Ortodontik değerlendirme ve analizlerde (örn. Dolphin 3D, Dolphin Imaging, Chatsworth, California) ve cerrahi modellerle (örn. Biomedical Modeling Inc., Boston,Massachusetts) ortodontik tedaviyi kolaylaştıran yazılımlar üretilmeye başlamıştır. Ayrıca implant cerrahisi öncesinde de sanal implant yerleştirme imkanı sunarak; cerrahi implantlar için kılavuz stentler oluşturan yazılımlar mevcuttur. (Örnek: Sanal İmplant Yerleştirme, İmplant Mantık Sistemleri, Cedarhurst, New York; Simplant, Materialize, Leuven, Belçika; EasyGuide, Keystone Dental, Burlington, Massachusetts). Hatta implant protezlerinin bilgisayar destekli tasarımına ve üretimi amacıyla da çeşitli yazılımlar üretilmiştir. (NobelGuide / Procera yazılımı, Nobel Care AG, Go¨teborg, İsveç). Beraberinde osteotomiler ve distraksiyon osteogenezi için gerekli cerrahi simülasyonlar sağlayan yazılımlar da kullanılmaktadır (Maxilim, Medicim NV, Mechelen, Belçika) (2).

KIBT teknolojisinin maksillofasiyal görüntüleme konusundaki etkinliği göz ardı edilemez, ancak bu KIBT yönteminin diş hekimliğinde ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi olarak uygun olduğu anlamına gelmemektedir. Bununla birlikte, maksillofasiyal görüntülemede KIBT yöntemi kullanımı için belirli bir hasta seçim kriteri yayınlanmamıştır. Ancak KIBT yöntemi, hastaya diş hekimliğinde kullanılan diğer tüm görüntüleme yöntemlerine göre daha yüksek bir radyasyon dozu uygulandığından, uygulayıcıların ALARA (As Low As ReasonablyAchievable) ilkesine uymaları çok önemlidir. Bu prensibin temeli, hastaya radyasyon uygulanmasının mantıklı bir sebebe dayanması gerektiğini, toplam potansiyel teşhis faydalarının, bireye uygulanan radyasyon dozunun zararlarından daha fazla olması gerektiği mantığına dayanmaktadır (2). Yetişkinlerde ve çocuklarda KIBT yöntemi, düşük radyasyon dozu avantajı nedeniyle dentoalveolar morfolojinin, kraniyofasiyal anomalilerin ve patolojilerin değerlendirilmesinde BT yöntemine alternatif olarak tercih edilmektedir. (15-18).

ÇOCUKLARDA RADYOLOJIK GÖRÜNTÜLEME

Pedodonti klinik uygulamalarında, radyolojik görüntüleme yöntemleri yalnızca klinik olarak gerekli olduğu durumlarda ve tanısal katkı sağladığında kullanılması gerektiği kabul edilmektedir. Çocuğun yaşı, radyografi çekme kararında belirleyici bir faktör değildir; her hasta için medikal ve dental anamnezden sonra klinik muayene yapılmalı ve radyolojik incelemenin gerekliliği bu doğrultuda belirlenmelidir (19). Tanısal amaçlı kullanılan X-ışınları canlı dokulara nüfuz

ettiğinde iyonize edici etkiler göstermekte ve bu iyonizasyonların canlılarda genetik olarak zararlar verebileceği bilinmektedir. Bu hasarlar, kişinin kendisinde veya gelecek nesillerde karsinojenik etkilere neden olabilir. Çoğu hasar, endojen bağışıklık sistemi tarafından onarılabilse de, çocukların bağışıklık sistemi tam olarak gelişmediğinden, radyasyona karşı daha hassas olduğu bilinmektedir. Hücrelerin iyonize radyasyona duyarlılığı, mitotik aktivite hızlarıyla doğrudan ilişkilidir; hücreler ne kadar hızlı bölünüyorsa, radyasyona karşı o kadar hassas olurlar. Çocuklarda mitotik aktivite yetişkinlere göre yaklaşık 10 kat daha yüksektir, dolayısıyla çocuklar iyonize radyasyona karşı daha fazla risk altındadır. Yenidoğanlarda bu duyarlılık en üst düzeydedir ve yaş ilerledikçe azalır. Bu nedenle, çocukların ve özellikle yenidoğanların radyasyon maruziyeti konusunda özel bir koruma gerekliliği vardır (20). Bebeklerde ve çocuklarda radyografik görüntüleme özel bir özen gerektirmektedir. Radyoloji bölümünde kullanılan teknik ekipmanlar, cihazların sesi, kapalı odalar veya paravanlar çocuk için yabancı ve korkutucu olabilir. Tetkik sırasında çocuk hastanın ebeveynlerinden veya sevdiği objelerden ayrılması gerekebilir. İşlem sırasında hareketi önlemek için kullanılan yöntemler ve verilen sözlü komutlar, çocuk tarafından korkutucu ve rahatsız edici olarak algılanabilir. Bu stres faktörleri, çocuklarda korku, anksiyete ve ağlamaya neden olabilir. Bu nedenle, kooperasyon kurulabilen çocuk hastalarla iş birliği yapılmalı ve onlara olumlu ve destekleyici bir yaklaşım sergilenmelidir (21). Böylece hem elde edilen film kalitesinde artış sağlanacak hem de gereksiz film tekrarlarının önüne geçilebilecektir.

Çocuk hastalarda radyografik tetkiğe başvurulmasının en yaygın sebebi çürüklerin tespitidir. Bunu, dentoalveolar bölge travmaları, diş gelişimi ve patolojik durumların değerlendirilmesi izler (22). Diş hekimi korkusu olmayan ve iş birliği yapabilen çocuklarda, arayüz çürüklerini belirlemek için bite-wing radyografiler, apikal bölgeyi incelemek için ise periapikal radyografiler kullanılır. Çocuk hastalarda KIBT yönteminin sunduğu önemli avantajlar arasında şunlar bulunmaktadır:

1. Yüksek Görüntü Doğruluğu: KIBT teknolojisi sayesinde elde edilen kesitlerin çok yüksek çözünürlükte olması, detaylı değerlendirme imkanı sağlar.
2. Hızlı Tarama Süresi: Çocuk hastalar için hareket artefaktlarını en aza indirgeyen hızlı tarama süresi, tedavi sürecini kısaltır ve hasta konforunu artırır.
3. Düşük Görüntü Artefaktı: Gelişmiş algoritma ve sensör teknolojileriyle, görüntü artefaktları minimum düzeye indirgenir, daha net ve doğru görüntüler elde edilir.

4. Düşük Radyasyon Dozu: Çocuklarda radyasyon maruziyeti önemli bir endişe kaynağıdır. KIBT yöntemi, diğer geleneksel tomografi tekniklerine göre daha düşük radyasyon dozu ile çalışabilir, bu da çocukların sağlığı açısından büyük bir avantaj sağlar.
5. X Işını Sınırlandırabilme: Çocuklarda kullanılan KIBT cihazları, odaklanmış bir alan dışında X ışını yayımını sınırlandırabilme özelliğine sahiptir. Bu da çevre dokuların gereksiz maruziyetini azaltır.
6. Daha Az Karmaşık Aparatlar: Çocuklarda diş tedavisi sırasında kullanılan aparatlar genellikle rahatsızlık verebilir. KIBT yöntemi, daha az karmaşık aparatlarla kullanıldığı için çocukların tedavi sırasında daha az stres yaşamasını sağlar. Bu nedenlerle, özellikle çocuklarda çene ve diş sağlığının değerlendirilmesinde ve ortodontik tedavi planlamasında KIBT yöntemi, tercih edilen bir görüntüleme tekniği olarak öne çıkmaktadır. (23,24).

ÇOCUKLARDA KONIK IŞINLI BILGISAYARLI TOMOGRAFI KULLANIMI

Son yıllarda tıbbi görüntüleme teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler, hem hastalar hem de hekimler için önemli avantajlar sağlamıştır. Ancak diş hekimliğinde kullanılan KIBT teknolojisinin yaygınlaşması, hastaların radyasyon maruziyeti endişelerini artırmıştır. Avrupa Birliği düzeyinde bu konu önemle ele alınmış ve Avrupa Komisyonu, mevcut yasal çerçevenin sürdürülmesi ile birlikte tıbbi uygulamalarda radyasyon koruması alanındaki araştırmaların desteklenmesi için kapsamlı adımlar atmıştır. Bu adımlar, sağlık hizmetlerinde radyasyon güvenliğini artırmayı ve hasta güvenliğini en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen çeşitli girişimleri ve düzenlemeleri içermektedir.2008-2011 yılları arasında Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu'nun (EURATOM) Yedinci Çerçeve Programı tarafından desteklenen SEDENTEXCT (Yeni ve Gelişmekte Olan Bir Dental Röntgen Modalitesinin Güvenliği ve Etkinliği) işbirlikçi araştırma projesi, dental ve maksillofasiyal görüntülemede KIBT teknolojisinin bilimsel ve uygun klinik kullanımına dair temel bilgilerin edinilmesini hedeflemiştir. Ayrıca, bu proje dental KIBT yöntemi kullanıcıları için kanıta dayalı gerekçelendirme, optimizasyon ve sevk kriterleri üzerinde çalışmışan bir projedir. (SEDENTEXCT Projesi, 2011) (25).

SEDENTEXCT projesi kapsamında Pauwels ve ekibi, FOV'un (Görüş Alanı) efektif doza olan etkisini ayrıntılı bir şekilde araştırmıştır. Araştırma sonuçları, farklı FOV boyutlarının efektif dozda farklılık yarattığını ve özellikle küçük FOV boyutlarında radyasyon dozunun daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (26). Bu durum, spesifik uygulamalar için en uygun FOV boyutunun seçilmesine

olanak tanımaktadır. Ayrıca, FOV boyutunun küçülmesiyle birlikte X-ışınının saçılımı ve gürültü miktarının azaldığı, bu sayede küçük FOV boyutuna sahip cihazların yüksek görüntü çözünürlüğü sağladığı da vurgulanmıştır (27).

Dental görüntülemede genellikle daha küçük FOV seçimi tercih edilir çünkü bu daha düşük efektif radyasyon dozunu beraberinde getirir. Özellikle ortodontik ve ortognatik tedavi gibi geniş bölge incelemelerinde büyük FOV kullanımı daha yaygındır. Bu yaklaşım, hem radyasyon dozunu minimize etmeyi, hem de tedavi planlamasında gereksinimleri karşılamayı amaçlamaktadır. (26-28).

Dentomaksillofasiyal Radyoloji Derneği (European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology – EADMFR) ve SEDENTEXCT iş birliği ile SEDENTEXCT Project, 2011 referans alınarak dental KIBT yönteminin kullanımına ilişkin oluşturulan rehber aşağıdaki tabloda sunulmuştur (29).

Hastanın Geçmiş Tıbbi Bilgileri ve Klinik Muayene: KIBT değerlendirmeleri yapmadan önce hastanın detaylı bir tıbbi geçmişi alınmalı ve klinik muayenesi tamamlanmalıdır. Bu adım, doğru tanı ve tedavi planlaması için temel bir gerekliliktir.
Risk ve Fayda Dengesi: Her hasta için KIBT yöntemi, uygulamasının potansiyel risklerini aşan net faydalar sağladığında kullanılmalıdır. Bu karar, dikkatli bir risk-fayda analizi ile desteklenmelidir.
Yeni Bilgilerin Sağlanması: KIBT incelemeleri, hastanın mevcut tedavi planına önemli katkılar sağlayacak yeni ve detaylı bilgiler sunmalıdır. Diğer görüntüleme yöntemlerinin sağlayamayacağı bilgileri elde etmek amaçlanmalıdır.
Rutin Tekrar Edilmeme İlkesi: KIBT incelemeleri, risk/fayda analizi yapılmadan rutin olarak tekrarlanmamalıdır. Her kullanım, hasta durumuna ve klinik endikasyonlara bağlı olarak yeniden değerlendirilmelidir.
Klinik Bilgilerin İletilmesi: Diş hekimleri, hastalarını KIBT incelemesi için yönlendirirken, hastanın anamnez bilgileri ve klinik muayene sonuçlarını, incelemeyi yapacak uzmana eksiksiz iletmelidir. Bu iletişim hatasız ve detaylı olmalıdır.
Alternatif Görüntüleme Yöntemleri: Yumuşak dokuların ayrıntılı değerlendirmesi gerektiğinde, KIBT yerine konvansiyonel tıbbi BT veya MRG gibi alternatif görüntüleme yöntemleri tercih edilmelidir.
Görüntü Değerlendirme ve Raporlama: KIBT ile elde edilen tüm görüntü verileri, detaylı ve kapsamlı bir radyolojik rapor ile değerlendirilmelidir. Bu rapor, doğru tanı ve tedavi planlaması için temel bir belge olmalıdır.
Hacim ve Çözünürlük Seçenekleri: KIBT cihazları, farklı hacim seçenekleri sunmalı ve her hasta için en düşük radyasyon dozu ile en uygun klinik hacim seçeneği belirlenmelidir.
Kalite Güvence Programı: Her KIBT cihazı için, ekipman, teknik ve kalite kontrol prosedürlerini içeren kapsamlı bir kalite güvence programı oluşturulmalı ve düzenli olarak uygulanmalıdır.

Doğru Konumlandırma ve İşaretleyiciler: KIBT görüntülemesi sırasında doğru konumlandırmayı sağlamak için işaretleyiciler (örneğin ışık işaretleyiciler) her zaman kullanılmalıdır. Bu, doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmek için kritik bir adımdır.
Yeni Kurulan Cihazların Güvenliği: Yeni kurulan KIBT cihazları, çalışanlar, hastalar ve çevre için detaylı kritik inceleme ve testlerden geçirilmelidir. Bu adım, güvenli uygulama ve kullanımı sağlamak adına önemlidir.
Radyasyon Koruma Kuralları: Personel, Avrupa Komisyonu'nun "Radiation Protection 136. European Guidelines on Radiation Protection in Dental Radiology" dokümanının belirttiği kurallara tam olarak uymalıdır. Bu kurallar, radyasyon maruziyetini en aza indirmeyi ve güvenliği sağlamayı hedefler.
Personel Eğitimi ve Sürekli Gelişim: KIBT ile çalışan tüm personel, radyolojik uygulamalar ve radyasyondan korunma konularında yeterli teorik ve pratik eğitim almış olmalıdır. Yeni teknolojiler ve yöntemler kabul edildiğinde, sürekli eğitim gereklidir.
Uzmanlık ve Raporlama: Dento-alveolar KIBT görüntülerinin klinik değerlendirmesi, özel olarak eğitim almış bir dentomaksillofasiyal radyoloji uzmanı veya konusunda yetkin bir diş hekimi tarafından yapılmalıdır. Kraniyofasiyal alanlarda ise genellikle bir tıp radyoloğu tarafından raporlanmalıdır.

SEDENTEXCT KONSORSIYUMU TAVSIYELERINE DAYALI KONIK IŞINLI BILGISAYARLI TOMOGRAFI ENDIKASYONLARI

- Ortodontik tanı ve tedavi uygulamaları
- Sürmemiş dişlerin lokalizasyonun belirlenmesi
- Gömülü dişlere bağlı rezorpsiyonların değerlendirilmesi
- Dudak damak yarıklarının değerlendirmesi
- Mini implantlar kullanılarak geçici ortodontik ankraj yerlerinin belirlenmesi
- Generalize diş hekimliği uygulamaları
- Restoratif diş hekimliği uygulamaları

  Çürüklerin teşhisinde

  Periodontal değerlendirme

  Endodontik değerlendirme

- Diş çekimi öncesi anatomik yapılara yakınlıklarının ve pozisyonlarının belirlenmesi
- İmplantoloji uygulamaları
- Kemik patolojilerinin belirlenmesi
- Fasiyal travma olgularında
- Ortognatik cerrahi uygulamaları

- Temporomandibular eklem hastalıkları tanısında (29).

DIMITRA Konsorsiyumu Tavsiyelerine Dayalı Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi EndikasyonlarıRadyasyon dozları dikkate alındığında, çocuk diş hekimliğinde KIBT yöntemi kullanımı hassas bir konudur (30-31). DIMITRA pozisyon bildirisinde, çocuk diş hekimliğinde KIBT yöntemi endikasyonlarıyla ilgili tavsiyeler ve klinik rehber sunulması amaçlanmıştır. DIMITRA konsorsiyumu tarafından önerilen bu rehber, pediatrik ve adolesan hastalarda tanı ve tedavi planlaması için uygun olduğu kabul edilen KIBT yöntemi endikasyonlarını içermektedir.

- Gömülü ve sürnümerer dişlerin lokalizasyon ve çevre anatomik dokulara yakınlıklarının değerlendirilmesinde
- Dentoalveoler travma olgularında
- Orofasiyal yarıkların değerlendirilmesinde
- Dental anomalilerin kuron ve köklerinin detaylı değerlendirilmesinde
- Kemik patolojilerin incelenmesinde
- Ototransplantasyonun konik ışınlı bilgisayarlı tomografi destekli cerrahi planlamalarında
- Kraniofasiyal sendromlarda ortodontik ve dental değerlendirmelerde (29).

Bu endikasyonlar ışığında ülkemizde KIBT yönteminin en fazla tercih edilme sebebinin gömülü ve sürnümerer dişlerin lokalizasyonlarının belirlenmesi olarak tespit edilmiştir (32-35). Yapılan bir diğer çalışmada da en fazla değerlendirilen bölgenin ise maksiller kesici ve kanin diş bölgesinin olduğu görülmüştür (29). Bu tanıyı takip eden en sık ikinci endikasyonun ise kemik patolojileri olduğu görülmüştür. Bu bağlamda ise en sık dentigeröz kistlerin ve odontomaların değerlendirilmesinde KIBT yöntemine başvurulduğu görülmüştür (33-36). En sık takip KIBT yöntemine başvurulan endikasyonun ise dudak damak yarıklı hastaların değerlendirilmesi olduğu görülmüştür (36). KIBT yöntemi, BT yöntemine nazaran diş hekimliği klinik uygulamalarında hekimlere tanı ve tedavide oldukça fazla avantajlar sunmaktadır. Çocuk hastalarda hastanın elde edeceği faydanın göz önüne alarak mecbur kalmadıkça radyolojik görüntülemeye başvurulmaması diş hekimliği pedodonti uygulamalarında genel prensip olarak kabul edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. De Vos W, Casselman J, Swennen GRJ. Cone-Beam Computerized Tomography (Cbct) imaging of the oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. Int J Clin Oral Maxillofac Surg. 2009;38(6):609-25.
2. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and how does it work? Dent Clin North Am. 2008;52(4):707-30.
3. Parsa A, Ibrahim N, Hassan B, Van Der Stelt P, Wismeijer D. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. Clin Oral Implants Res. 2015;26(1):E1-E7.
4. Ibrahim N, Parsa A, Hassan B, Van Der Stelt P, Aartman IH, Wismeijer D. Accuracy of trabecular bone microstructural measurement at planned dental implant sites using cone-beam CT datasets. Clin Oral Implants Res. 2014;25(8):941-5.
5. Naitoh M, Katsumata A, Mitsuya S, Kamemoto H, Ariji E. Measurement of mandibles with microfocus x-ray computerized tomography and compact computerized tomography for dental use. Int J Oral Maxillofac Implants. 2004;19(2).
6. Lagravère MO, Fang Y, Carey J, Toogood RW, Packota GV, Major PW. Density conversion factor determined using a cone-beam computed tomography unit NewTom QR-DVT 9000. Dentomaxillofac Radiol. 2006;35(6):407-9.
7. Dos Santos Corpas L, Jacobs R, Quirynen M, Huang Y, Naert I, Duyck J. Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. Clin Oral Implants Res. 2011;22(5):492-9.
8. Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. Clin Oral Implants Res. 2009;20(8):767-71.
9. Nakagawa Y, Kobayashi K, Ishii H, Mishima A, Asada K, Ishibashi K. Preoperative application of limited cone beam computerized tomography as an assessment tool before minor oral surgery. Int J Oral Maxillofac Surg. 2002;31(3):322-6.
10. Hamada Y, Kondoh T, Noguchi K, Iino M, Isono H, Ishii H, et al. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: A preliminary report. Cleft Palate Craniofac J. 2005;42(2):128-37.
11. Ogawa T, Enciso R, Memon A, Mah JK, Clark GT. Evaluation of 3D airway imaging of obstructive sleep apnea with cone-beam computed tomography. Stud Health Technol Inform. 2005;111:365-8.
12. 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. Quintessence Int. 2004;35(7).
13. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. CDA. 2003;31(11):825-34.
14. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam x-ray computed tomography. Orthod Craniofac Res. 2003;6:95-101.
15. Cantekin K, Sekerci AE, Miloglu O, Buyuk SK. Identification of the mandibular landmarks in a pediatric population. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2014;19(2):e136-41.
16. Büyük C, Arsan B, Erdem TL. Çocuk hastada diş hekimi korkusu ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi. Turkiye Klinikleri J Pediatr Dent-Special Topics. 2018;4(2):173-6.

17. Nematolahi H, Abadi H, Mohammadzade Z, Soofiani Ghadim M. The use of cone beam computed tomography (CBCT) to determine supernumerary and impacted teeth position in pediatric patients: a case report. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2013;7(1):47-50.
18. Oenning AC, Jacobs R, Pauwels R, Stratis A, Hedesiu M, Salmon B; DIMITRA Research Group. Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. Pediatr Radiol. 2018;48(3):308-16.
19. Guideline on prescribing dental radiographs for infants, children, adolescents, and persons with special health care needs. Pediatr Dent. 2016;38(6):355-7.
20. Walliczek-Dworschak U, Diogo I, Strack L, Mandapathil M, Teymoortash A, Werner JA, et al. Indications of cone beam CT in head and neck imaging in children. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2017;37:270-5.
21. Linder JMB. Safety considerations in immobilizing pediatric clients for radiographic procedures. J Radiol Nurs. 2017;36:55-8.
22. Madan K, Baliga S, Thosar N, Rathi N. Recent advances in dental radiography for pediatric patients: A review. J Med Radiol Pathol Surg. 2015;1:21-5.
23. Mehta V, Ahmad N. Cone beamed computed tomography in pediatric dentistry: concepts revisited. J Oral Biol Craniofac Res. 2020;10(2):210-1.
24. Dhillon JK, Kalra G. Cone beam computed tomography: an innovative tool in pediatric dentistry. J Pediatr Dent. 2013;1(2):27-31.
25. SEDENTEXCT Project. Radiation protection no 172: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Geneva, Switzerland: European Commission; 2011. Available from: http://www.sedentexct.eu/content/guidelinescbct-dental-andmaxillofacial-radiology.
26. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. Eur J Radiol. 2012;81:267-71.
27. Kamburoğlu K, Acar B, Yakar EN, Paksoy CS. Dentomaksillofasiyal konik ışın demetli bilgisayarlı tomografi. Bölüm 1: Temel prensipler. ADO Klinik Bilimler Derg. 2012;6:1125-36.
28. Hirsch E, Wolf U, Heinicke F, Silva MA. Dosimetry of the cone beam computed tomography Veraviewepocs 3D compared with the 3D Accuitomo in different fields of view. Dentomaxillofac Radiol. 2008;37:268-73.
29. Deveci S. Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvuran yetişkin ve çocuk hastalarda konik ışınlı bilgisayarlı tomografi endikasyonları ve bulgularının retrospektif olarak değerlendirilmesi. [Doctoral dissertation]. Marmara Universitesi (Turkey); 2022.
30. May JJ, Cohenca N, Peters OA. Contemporary management of horizontal root fractures to the permanent dentition: diagnosis-radiologic assessment to include cone-beam computed tomography. J Endod. 2013;39(Suppl 3):S20-5.
31. White SC, Scarfe WC, Schulze RK, Lurie AG, Douglass JM, Farman AG, et al. The image gently in dentistry campaign: Promotion of responsible use of maxillofacial radiology in dentistry for children. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2014;118:257-61.
32. Suzuki H, Fujimaki S, Chigono T, Yamamura M, Sakabe R, Sakabe J, Niikuni N, Nakajima I, Ejima K, Hashimoto K. Survey on the using limited area cone beam CT in pediatric dentistry. Japan J Pediatr Dent. 2006;44:609-16.

33. Hidalgo-Rivas JA, Theodorakou C, Carmichael F, Murray B, Payne M, Horner K. Use of cone beam CT in children and young people in three United Kingdom dental hospitals. Int J Paediatr Dent. 2014;24:336-48.
34. Palomo BA, Lara JS, Quezada AS, Correa-Beltrán G, Rivas AH. Use of cone-beam computed tomography in patients under 25 years of age from Talca, Chile. Rev Cubana Estomatol. 2017;54:1-11.
35. Van Acker JW, Martens LC, Aps JK. Cone-beam computed tomography in pediatric dentistry, a retrospective observational study. Clin Oral Investig. 2016;20:1003-10.
36. Gümrü B, Guldali M, Tarcin B, Idman E, Sertac Peker M. Evaluation of cone beam computed tomography referral profile: Retrospective study in a Turkish paediatric subpopulation. Eur J Paediatr Dent. 2021;22:66-70