

## Bölüm 2

# KANAL TEDAVİSİ YENİLEMELERİNDE İŞLEM ÖNCESİ KIBT GEREKLİLİĞİ

Bilge ÖZCAN<sup>1</sup>

### GİRİŞ

1899 yılında Kells, kök kanalının çalışma uzunluğunu belirlemede kök kanalındaki kurşun bir telin 'radyogram' üzerinde görselleştirmenin yararlılığını bildirmiştir ve bu endodonti pratiğinde çok önemli bir araç olmuştur (1,2). Bu fikirden yaklaşık yüzyıl sonra geleneksel bilgisayarlı tomografi (BT) ve mikro bilgisayarlı tomografi (MBT) kullananların çabalarıyla 1996 yılında maksillofasial konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) piyasaya sürülmüştür ve endodontinin 3D görüntülemesini gösteren ilk pratik teknoloji sağlandı (3).

Radyografi, odontojenik ve odontojenik kaynaklı olmayan patojenlerin saptanmasında başarılıdır. Bir dişte pulpa odasının ve kök kanallarının biyomekanik preparasyon, kök kanal dolumu ve iyileşmenin değerlendirilmesi intrakoronal kanal girişiyle sağlanmaktadır. Görüntüleme endodontinin tüm aşamalarında önem arz etmektedir (4). KIBT'in endodontide kullanımı dünya çapında hızla artmaktadır. Bu durum topluluklarda yayınlanan bildirimlerde gözlenmektedir (5). Endodonti tedavi ve takip süreci üç aşamada incelenmektedir.

### PRE-OPERATİV (İŞLEM ÖNCESİ)

Görüntüleme, diş ve alveolar sert doku morfolojisinin ve patolojik değişikliklerin görselleştirilmesini ve doğru teşhise yardımcı olmayı sağlar. Kanalların konumu ve sayısı, pulpa odasının boyutu ve kalsifikasyon derecesi, kök yapısı ve kurvatürü, çatlak-kırık açısından değerlendirme, iyetrojenik unsurlar ve diş çürüğü de dahil olmak üzere dişin morfolojisi hakkında bilgi verir. Periapikal bölgede periapikal hastalığın etkileri belirlenebilir ve tedavi yönünü değiştirebilir. Görüntüleme ile tespit edilen büyük lezyonlar, geleneksel intrakanal tedaviye

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, bilge.ozcan@ankaramedipol.edu.tr

ek cerrahi prosedür gerekliliğini ortaya koyabilmektedir. Teşhis radyografileri olası komplikasyonları tahmin etmeye yardımcı olarak tedavi başarısını da etkilemektedir.

### **İNTRA-OPERATİV (İŞLEM SIRASINDA)**

İşlem sırasında iki adet intraoral radyografi alınabilir. Birincisi çalışma uzunluğunu belirlemek için, ikincisi ise kök kanal dolumuna geçmeden önce ana konun uygun şekilde oturmasını sağlamak için radyografi alınabilir.

### **POST-OPERATİV (İŞLEM SONRASI)**

Kök kanal dolumundan hemen sonra alınan radyografi kanal patının kök kanalı içerisindeki kondenzasyonunu değerlendirmek için alınır. Periapikal iyileşmenin tamamlanmadığı durumlarda potansiyel olarak uzun vadede iyileşmenin değerlendirilmesinde temel görevi görmektedir. Görüntüleme önceki tedavinin sonuçlarının, kanal tedavisi yenilemenin potansiyel engellerin yanı sıra cerrahi müdahalelerinin değerlendirilmesinde önemlidir (6).

### **İKİ BOYUTLU GÖRÜNTÜLEMELERİN LİMİTASYONLARI**

İntraoral bir radyografi, X ışınlarının bir film veya dijital reseptör üzerinde iletilmesine ve kaydedilmesine dayanır. Ayrıca doğru bir görüntü için X-ışını üretici, diş ve sensörün optimize edilmiş geometrik konfigürasyonunu gerektirir. Üretilen görüntü ise üç boyutlu nesnenin iki boyutlu temsilidir. Görüntüleme sürecinde bu bileşenlerden herhangi biri tehlikeye girerse elde edilen görüntü geometrik hata gösterir ve yetersiz olabilir. (7) Endodontide olduğu gibi karmaşık anatomiler görüntü yorumlamasını zorlaştırabilir ve endodontide yanlış tanı ve takibinde uygun olmayan tedavilerle vakaların iyileşmemesine katkıda bulunabilir.

Endodontide başarı doldurulmuş kanalların bitişiğindeki periapikal kemiğin iyileşmesiyle değerlendirilir. (8) 2 boyutlu radyografiler kullanılarak periapikal lezyonların iyileşmesinin değerlendirildiği bir çalışmada 6 adet araştırmacı arasında %47'lik bir uyum olduğu bildirilmiştir. Travma hastalarında hem dikey hem de yatay açılar önemlidir. Angulasyon değişikliklerinde, ışın kırık hattına 3 derecelik bir açı ile çarparsa kırık hattını gizleyebilir. Bunun dışında vertikal açılanma boyutunun artması dişin kök boyunu kısaltacağı için endodontik tedavide başarısızlığa yol açabilir. Dikey açılanmayı artırmak, anatomik

işaret noktalarının ve kök apekslerinin dikey ilişkisini değiştirir. Bu etki anatomik yer işaretlerinin bukkal veya lingual yönde olup olmadıklarını etkileyebilir bu durum ise endodontik cerrahiye etkileyebilir (9).

## KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (KIBT)

Üç boyutlu görüntülemenin gerekli olduğu diş hekimliği alanlarında KIBT değerlendirilmede standart olarak kabul görmektedir. KIBT, bir X-ışını kaynağının ve dedektörün sabitlendiği dönen bir tabla kullanılarak gerçekleşir. Bir piramit veya koni şeklindeki iyonlaştırıcı radyasyon kaynağı, ilgili alanın ortasından hastanın karşı tarafındaki bir alan X-ışını detektörüne yönlendirilir. X-ışını kaynağı ve dedektör, alan içinde sabit bir dayanak noktası etrafında döner.

İşinleme sırasında, görüş alanından (FOV) en az 180°'lik bir yayda yüzlerce düzlemsel projeksiyon görüntüsü elde edilir. KIBT, bu tek dönüşte kesin, esasen anlık ve doğru 3D radyografik görüntüler sağlar. KIBT, 2D görüntüleme modalitelerinin yerini almaktan ziyade, belirli uygulamalar için tamamlayıcı bir modalitedir (10-12).

Endodontik uygulamalar için küçük FOV KIBT ünitelerinin avantajları vardır. Birincisi, küçük bir FOV, 0,076 mm izotropik voksel boyutuna kadar uzamsal çözünürlüğe sahip yüksek çözünürlüklü görüntülerin, iyonlaştırıcı radyasyona çok düşük maruz kalmayla ve daha büyük dosya nedeniyle daha büyük FOV sistemlerinde beklenebilecek kapsamlı yeniden oluşturma süreleri olmadan elde edilebileceği anlamına gelir. İşlenecek boyutlar. İkinci olarak, sınırlı bir FOV, incelenen ve uygulayıcının yorumlamaktan sorumlu olduğu hacmi azaltır. Endodontide en yaygın format, yaklaşık 40 ila 50 mm çapında bir silindir şeklindeki sınırlı görüş alanı (FOV) hacmidir (13).

Radyasyon Dozu Değerlendirmeleri; radyasyon riskinin anlamlı bir karşılaştırması için radyasyona maruz kalma, Sieverts (Sv) cinsinden ölçülen etkin doza (E) dönüştürülür. Sv büyük bir birimdir; yani maksillofasiyal görüntüleme milisi-[10-3; mSv] veya mikro-[10-6; µSv] Sievert'ler rapor edilir. Spesifik dokulara verilen radyasyon dozu ölçülür, görüş alanındaki o dokunun miktarına göre ayarlanır ve dokunun radyasyon duyarlılığına göre ağırlıklandırılır. Ağırlıklı doku/organ dozları daha sonra Etkili Dozu (E) değerlendirmek için toplanır. Doğal arka plan radyasyonuna göre karşılaştırmalar yapılabilir.

Bir KIBT sistemi tarafından üretilen radyasyon dozunu etkileyecek bir dizi faktör vardır: kullanılan görüntüleme parametreleri (kVp, mAs); darbeli ışına

karşı sürekli ışın; ışın filtrasyonunun miktarı, tipi ve şekli; kısmen 360° veya daha az döndürme kullanımına bağlı temel görüntülerin sayısı; ve görüş alanının boyutuyla ilgili sınırlamalar. Işın kalitesi ve filtreleme gibi faktörler belirli bir makineye özgüdür, FOV gibi diğer faktörler ise bazen operatör tarafından kontrol edilebilir. Tipik olarak, belirli bir sistem için görüş alanı ne kadar küçük olursa, uygulanan radyasyon dozu o kadar düşük olur [14,15]. Etkili doz, çeşitli organlara verilen dozların ağırlıklı toplamından hesaplandığından, bazı organları 3 mSv'lik X-ışını arka plan maruziyetinin yolundan çıkarır). Yayın tarihinde, en yüksek çözünürlüğe ve en küçük görüş alanına sahip KIBT ünitesi (KODAK 9000 3D), çalışılan ağzın bölümüne bağlı olarak 0,4 ila 2,7 dijital panoramik eşdeğer arasında değişen hasta radyasyon maruziyetini içerir [16].

KIBT'nin Endodontide Avantajları. KIBT'nin endodontide belki de en önemli avantajı ağız içi, panoramik ve sefalometrik görüntülerin gösteremeyeceği anatomik özellikleri 3 boyutlu olarak göstermesidir. KIBT üniteleri etkili dozu azaltabilir. Tiroid bezinin aldığı radyasyon etkili doza büyük miktarda katkıda bulunduğundan, ışının başın tamamı yerine maksilla ile sınırlandırılması daha düşük etkili bir doz üretir.

Endodontik tedavinin her aşamasında endodontik komplikasyon yaşanabilir. En sık sebeplerinden biri kök kanal morfolojisi kaynaklı olmaktadır. Komplikasyonların erken saptanması ve uygun tedavi prosedürlerinin oluşturulması açısından görüntüleme önem kazanmaktadır. Periapikal radyografiler komplikasyonları mesiyodistal boyutta tanımlar ve lokalizasyon sağlar ancak bukkolingual boyutta bilgi sağlama açısından yoksundur (17). KIBT anatomik yapıların birbirini süperpoze etmesi ve geometrik bozulma olmadan dişlerin ve ilgili yapıların farklı düzlemlerde görüntülenmesine izin verir ve böylece iki boyutlu görüntüleme tekniklerin yetersiz olduğu endodontide teşhis ve tedavi planı için kullanımı önerilmektedir (18-19).

KIBT incelemeleri tanıya yardımcı olması dışında tedavi planlamada da kullanılmaktadır. British Columbia Üniversitesi'nde tedavi gören hastaların KIBT sevipleri gözden geçirildi. Dikkate alınan özellikler periapikal lezyonlar, kaçırılan /ekstra kök kanal varlığı, kök kırıkları, karmaşık anatomili ve kalsifiye kanallar ile rezorpsiyonlardır. toplam 128 adet KIBT incelendi ve %76'sının daha önceden kanal tedavisi görmüş dişler olduğu gözlenmiştir (20).

Endodontide en sık karşılaşılan periapikal lezyonlu dişlerdir. Lofthag-Hansen ve ark'nın yaptığı bir çalışmada yüksek çözünürlüklü sınırlı (FOV) KIBT

kullanan 3 gözlemcinin iki farklı açıyla alınmış periapikal radyografiyle 46 dişin periapikal patoloji teşhisi için karşılaştırma yapmışlardır. İntraoral radyografide 53 kökte periapikal patoloji tespit ederken KIBT ile ilave 33 köke daha periapikal patoloji tanısı konulmuştur (21).

Estrela ve ark.,'nın apikal periodontitis (AP) tanısı için intraoral , panoramik ve KIBT görüntülerini kullanarak yaptıkları çalışmada; KIBT görüntüleri ile konulan AP lezyon tespitinin periapikal radyografiye kıyasla %54.2 daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır (22).

Kök kırıkları kron kırıklarından daha az yaygın olmasına ve diş yaralanmalarının sadece %7'sinde veya daha azında meydana gelmesine rağmen konvansiyonel radyografiye kıyasla daha tanı doğruluğu ortaya koymaktadır (23,24). Bernardes ve ark.,'nın yaptıkları çalışmada kök kırığı şüphesi olan 20 hastadan alınan periapikal ve KIBT görüntüleri karşılaştırılmıştır. KIBT ile 18'inde (%90) kırık tespit edilirken, intraoral periapikal radyografi ile vakaların sadece 6-8 (%30-40) kırık tespit edebildiğini buldular ve KIBT'in kök kırıklarının tanısında mükemmel bir tamamlayıcı olduğu bildirilmiştir (25).

Eksternal kök rezorpsiyonunun boyutunun ve yerinin teşhisinde KIBT kullanımını tanımlanmıştır. Rezorpsiyonun lokalizasyonu, sınıflandırması ve tedavi takibinde KIBT 'in faydasını gösteren vakalar bulunmaktadır (26,27). KIBT'in ayrıca postortodontik apikal kök rezorpsiyonunun ve özellikle maksiller gömülü kaninler tarafından lateral kesici dişlerin kökünün değerlendirilmesinde özel bir uygulamaya sahip olduğu gösterilmiştir (28-30).

İnternal kök rezorpsiyonunu konvansiyonel radyografi kullanarak teşhisi zordur; bununla birlikte radyolüseni bozulmamış kök kanalıyla kendini gösteren eksternal rezorpsiyonun aksine, internal rezorpsiyonun defekte radyografik olarak görülebilen net bir şekilde tanımlanmış sınırları vardır. KIBT internal kök rezorpsiyonunun varlığını doğrulamak ve onu eksternal kök rezorpsiyonundan ayırt etmek için başarıyla kullanılmaktadır (31).

Arka dişlerde anatomik yapılarla yakınlıkları nedeniyle endodontik cerrahi genellikle karmaşıktır. Mandibular dişler mandibular kanala yakın olabilirken, maksiller azı dişleri maksiller sinüse yakındır. KIBT görüntüleme özellikle apikal patolojisi olan arka dişlerde preoperativ cerrahi planlamasında avantaj sağlamaktadır (32). Rigolone ve ark. Endodontik cerrahi planlamasında KIBT değerini ilk kez tanımlamışlardır. Üst azı dişleriyle yaptıkları çalışmada 31 hastanın 43 üst birinci azı dişini görüntülediler ve palatinal kökünün

vestibüler korteksten mesafesini ölçtüler (9.73mm) ve maksiller sinüs lateral girintisinin kökler arasında uzanma sıklığını ölçtüler (%25). Maksiller molar dişlerin palatinal köküne vestibüler erişimin daha kolay olduğunu ortaya koymuşlardır (33).

Low ve ark. Apikal cerrahi tanısında 2 gözlemcinin periapikal radyografisinden ve KIBT 'inden elde edilen ameliyat öncesi bulgularını karşılaştırdılar. KIBT 'in konvansiyonel radyografiye kıyasla önemli ölçüde daha fazla lezyon (%34) gösterdiğini buldular. Ayrıca, lezyonların maksiller sinüs içine genişlemesi, sinüs zarı kalınlaşması ve gözden kaçan kanallar dahil olmak üzere klinik olarak anlamlı çok sayıda ek bulgunun KIBT görüntülerinde önemli ölçüde daha sık görüldüğünü bildirdiler (34).

Apeks bulucu ölçümlerinin tehlikeye girebileceği büyük periapikal lezyonlar için, çalışma uzunluğunun belirlenmesi için ameliyat öncesi KIBT ölçümleri önerilmektedir. KIBT "kılavuzlu" teknikler, örneğin cerrahi olmayan endodontik tedavi için önerilmekte; kalsifiye kanalları tespit ederek ve endodonti için önemli anatomik yapıların ön görülerek diş kaybının önüne geçilmektedir. (35)

## **SONUÇ**

Konvansiyonel radyograflar klinisyenlere kolay erişilebilirlik ve uygun maliyetler açısından rutin tedavilerde fayda sağlamaktadır. Ancak daha kapsamlı tedavilerde tanı ve tedavi için KIBT kullanımı, hekimin tedavideki başarısını etkilemektedir. KIBT'nin sağladığı görüntülerin tanıyı kolaylaştırdığı ve tedaviyi etkilediği, hem ameliyat öncesi hem de ameliyat sonrası belirli durumlar vardır. KIBT görüntülemenin yararlılığı artık tartışılmaz ve işe özgü faydalı bir görüntüleme yöntemidir ve kapsamlı ön endodontik değerlendirmede önemli bir teknolojidir. KIBT'in endodontide kullanımı için kesin bir hasta seçim kriteri bulunmamakla birlikte, endodontik tanıda KIBT kullanımından kaçınılmamalı veya göz ardı edilmemelidir. Ağrı ile başvuran ve zayıf lokalize semptom gösteren dişlerde geleneksel görüntüleme yöntemleri ile saptanamayan patoloji durumlarında hastalara tanı ve sonrasında tedavi protokolü açısından önem kazanmaktadır. En yeni uygulamalar, periapikal lezyonların veya kron ve kök kırıklarının otomatik tespiti için KIBT görüntülemenin yapay zeka algoritmalarıyla kombinasyonunu içeren çalışmalar olduğu görülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. O. E. Langland and R. P. Langlais, "Early pioneers of oral and maxillofacial radiology," *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, vol. 80, no. 5, pp. 496–511, 1995.
2. P. H. Jacobsohn and R. J. Fedran, "Making darkness visible: the discovery of X-ray and its introduction to dentistry," *The Journal of the American Dental Association*, vol. 126, no. 10, pp. 1359–1367, 1995.
3. A. G. Farman, C. M. Levato, and W. C. Scarfe, "3D X-ray: an update," *Inside Dentistry*, vol. 3, no. 6, pp. 70–74, 2007.
4. R. E. Walton, "Diagnostic imaging A. endodontic radiogra- phy," in *Ingles' Endodontics*, J. I. Ingle, L. K. Bakland, and J. C. Baumgartner, Eds., p. 554, BC Decker, Hamilton, Canada, 6th edition, 2008.
5. i. European Society of Endodontology 2014, American Association of Endodontists/American Academy of Oral & Maxillo-faces Radiology CBCT konum bildirimi 2015)
6. V. E. Rushton, K. Horner, and H. V. Worthington, "Screening panoramic radiology of adults in general dental practice: radiological findings," *British Dental Journal*, vol. 190, no. 9, pp. 495–501, 2001.
7. H.-G. Gro ndahl and S. Huumonen, "Radiographic manifes- tations of periapical inflammatory lesions," *Endodontic Topics*, vol. 8, pp. 55–67, 2004.
8. M. Goldman, A. H. Pearson, and N. Darzenta, "Endodon- tic success—who's reading the radiograph?" *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, vol. 33, no. 3, pp. 432–437, 1972.
9. Zehnder MS, Connert T, Weiger R, et al. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. *Int Endod J* 2016;49:966–72.
10. A. G. Farman, C. M. Levato, and W. C. Scarfe, "A primer on cone beam computed tomogra- phy," *Inside Dentistry*, vol. 3, pp. 90–92, 2007.
11. W. C. Scarfe, A. G. Farman, and P. Sukovic, "Clinical applications of cone-beam computed tomog- raphy in dental practice," *Journal of the Canadian Dental Association*, vol. 72, no. 1, pp. 75–80, 2006.
12. W. C. Scarfe and A. G. Farman, "Cone beam computed tomog- raphy: a paradigm shift forclinical dentistry," *Australasian Dental Practice*, pp. 102–110, 2007.
13. Setzer FC. Radiology in endodontics. *Dent Clin North Am.*2021 Jul;65 (3):475-486.
14. A.Roberts,N.A.Drage,J.Davies,andD.W.Thomas,"Effec- tive dose from cone beam CT exam- inations in dentistry," *British Journal of Radiology*, vol. 82, no. 973, pp. 35–40, 2009.
15. J. B. Ludlow, L. E. Davies-Ludlow, S. L. Brooks, and W. B. Howerton, "Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i- CAT," *Dento- maxillofacial Radiology*, vol. 35,no. 4, pp. 219– 226, 2006.
16. J. B. Ludlow, "Dosimetry of the Kodak 9000 3D Small FOV CBCT and Panoramic Unit," *Oral Sur- gery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, vol. 107, no. 4, p. e29, 2008.
17. Givol N, Rosen E, Taicher S, Tsisis I. Risk management in endo- dontics. *J Endod* 2010; 36: 982–4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.030>
18. Eskandarloo A, Mirshekari A, Poorolajal J, Mohammadi Z, Shokri A. Comparison of cone- beam computed tomography with intraoral photostimulable phosphor imaging plate for di- agnosis of endodontic complications: a simulation study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 114: e54–e61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ooolo.2012.05.026>
19. D'Addazio PS, Campos CN, Özcan M, Teixeira HG, Passoni RM, Carvalho AC. A compar- ative study between cone- beam computed tomography and periapical radiographs in the

- diagnosis of simulated endodontic complications. *Int Endod J* 2011; 44: 218–24. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01802.x>
20. R. Wadia. CBCT examination in endodontic cases. *British Dental Journal*. 229 (8):537.
  21. S. Lofthag-Hansen, S. Huu monen, K. Gro ndahl, and H.-G. Gro ndahl, “Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology,” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, vol. 103, no. 1, pp. 114–119, 2007.
  22. C. Estrela, M. R. Bueno, C. R. Leles, B. Azevedo, and J. R. Azevedo, “Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis,” *Journal of Endodontics*, vol. 34, no. 3, pp. 273– 279, 2008.
  23. J. O. Andreasen and F. M. Andreasen, “Classification, etiology and epidemiology,” in *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth*, J. O. Andreasen and F. M. Andreasen, Eds., pp. 151–216, Munksgaard, Copenhagen, Denmark, 3rd edition, 1994.
  24. M.Cvek,G.Tsilingaridis,andJ.O.Andreasen,“Survivalof534 incisors after intra-alveolar root fracture in patients aged 7–17 years,” *Dental Traumatology*, vol. 24, no. 4, pp. 379–387, 2008.
  25. R. A. Bernardes, I. G. de Moraes, M. A. Hu ngaro Duarte, B. C. Azevedo, J. R. de Azevedo, and C. M. Bramante, “Use of cone- beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures,” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radi- ology, and Endodontology*, vol. 108, no. 2, pp. 270–277, 2009.
  26. E. Kim, K.-D. Kim, B.-D. Roh, Y.-S. Cho, and S.-J. Lee, “Computed tomography as a diagnostic aid for extracanal invasive resorption,” *Journal of Endodontics*, vol. 29, no. 7, pp. 463–465, 2003.
  27. H. L. D. da Silveira, H. E. D. Silveira, G. S. Liedke, C. A. Lermen, R. B. Dos Santos, and J. A. P. de Figueiredo, “Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro,” *Dentomaxillofacial Radiology*, vol. 36, no. 7, pp. 393–396, 2007.
  28. L. Walker, R. Enciso, and J. Mah, “Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography,” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 128, no. 4, pp. 418–423, 2005.
  29. D. Liu, W.-L. Zhang, Z. Zhang, Y. Wu, and X. Ma, “Local- ization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computed tomog- raphy,” *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, vol. 105, no. 1, pp. 91–98, 2008.
  30. S. L. Hechler, “Cone-beam CT: applications in orthodontics,” *Dental Clinics of North America*, vol. 52, no. 4, pp. 809–823, 2008.
  31. K. Gulabivala and L. J. Searson, “Clinical diagnosis of internal resorption: an exception to the rule,” *International Endodontic Journal*, vol. 28, no. 5, pp. 255–260, 1995.
  32. S. Patel, A. Dawood, T. Pitt Ford, and E. Whaites, “The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems,” *International Endodon- tic Journal*, vol. 40, no. 10, pp. 818–830, 2007.
  33. M. Rigolone, D. Pasqualini, L. Bianchi, E. Berutti, and S. D. Bianchi, “Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: “low-dose cone-beam” CT analysis of the path- way and its anatomic variations,” *Journal of Endodontics*, vol. 29, no. 11, pp. 773–775, 2003.
  34. [K. M. T. Low, K. Dula , W. Burgin, and T. von Arx , “Comparison of periapical radiography and limited cone- beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery,” *Journal of Endodontics*, vol. 34, no. 5, pp. 557– 562, 2008.
  35. Setzer FC, Shi KJ, Zhang Z, et al. Artificial intelligence for the computer-aided detection of periapical lesions in CBCT images. *J Endod* 2020;46:987–93.