

Endodontide çalışma boyu belirleme yöntemleri

Working length determination methods in endodontics

Yrd. Doç. Dr. Özgür Genç Şen

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti A.D., Van

Araş. Gör. Ali Erdemir

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti A.D., Van

Geliş tarihi: 10 Mart 2017

Kabul tarihi: : 01 Haziran 2017

doi: 10.5505/yeditepe.2018.94940

Yazışma adresi:

Yrd. Doç. Dr. Özgür Genç Şen
100. Yıl Üniversitesi Kampüsü, Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı 65080 Van - Türkiye
Tel: 05056884429
E-posta: dr.ogenc@yahoo.com

ÖZET

Çalışma boyunun doğru belirlenmesi, başarılı endodontik tedavinin en önemli basamaklarından biridir. Çalışma boyu, koronalde belirlenen bir referans noktasından apikalde kanal tedavisi işlemlerinin sonlandırılacağı sınıra kadar devam eden mesafe olarak tanımlanır. Genel olarak, minör apikal foramen, bu tedavi işlemlerinin bitirileceği son nokta olarak kabul görmektedir. Kök kanal uzunluğunun belirlenmesinde; parmak hassasiyeti, radyografik incelemeler, dijital görüntüleme yöntemleri, kağıt koni yöntemi, elektronik yöntem ve bu yöntemlerin farklı kombinasyonları kullanılabilir. Bu derlemenin amacı, çalışma boyu belirleme yöntemlerinin çalışma prensipleri, avantajları, dezavantajları ve teknik gelişmelerinin gözden geçirilmesidir.

Anahtar kelimeler: Endodonti, diş apeksi, odontometri, radyografi, taktil hissi

SUMMARY

Accurate determination of the working length is one of the crucial steps for a successful endodontic treatment. Working length is defined as the distance from a determined coronal reference point to the level at which root canal treatment procedures should terminate. Minor apical foramen is generally accepted as the termination point of these treatment procedures. Tactile sense, radiographic examinations, digital imaging systems, paper point technique, electronic method and different combinations of these methods are used for the determination of root canal length. The aim of this review is to present an overview on working principles, advantages, disadvantages and technical developments of the working length determination methods.

Keywords: Endodontics, tooth apex, odontometry, radiography, tactile sense

GİRİŞ

Etkili bir kemomekanik preparasyon ve sızdırmaz bir kök kanal dolgusunun yapılabilmesi için çalışma boyunun doğru belirlenmesi şarttır. Kök kanal çalışma boyu, koronal olarak belirlenen bir referans noktasından kanalın şekillendirilip doldurulacağı noktaya kadar uzanan mesafedir.¹ Kök kanal preparasyonu ve dolgusunun genel olarak 'minör apikal foramen' de bitirilmesi kabul görmektedir.² 'Minör apikal foramen', kök pulpasının ve periodontal alanla birleştiği sınır olarak tarif edilir. 'Apikal daralım' veya 'fizyolojik foramen' olarak da adlandırılır. Anatomik apekten 0-2mm içeride yer alabileceği gösterilmiştir.³ Bununla birlikte, apikal foramen her zaman dişin anatomik apeksi ile aynı doğrultuda yer almaz. Foramen açılımı apeksin lateralinde ve 3mm'yi bulan uzaklıklarda olabilmektedir.⁴ Dolayısıyla, hekimin gözle göremediği fakat tedavi başarısında büyük önem taşıyan bu noktanın belirlenmesi titizlikle yapılmalıdır.⁵

Endodontik tedavinin başarısında eğeleme, temizleme, dezenfeksiyon ve tıkama işlemlerinin apikal daralımda bitirilmesinin olumlu etkisi, çok eski yıllardan beri bilinmektedir.^{6,7} Çalışma boyu doğru belirlendiğinde, apikalde olabildiğince küçük bir yara yüzeyi oluşmakta ve iyileşme potansiyeli yükselmektedir. Kök kanal boyundan uzun çalışıldığında ise apikalde hem daha geniş bir yara yüzeyi oluşmakta hem de kanal aletleri, kanal içi debris, enfekte doku artıkları, irriganlar ve kanal dolgu maddelerinin periapikal dokulara taşmasıyla tedavi başarısı düşmektedir. Apikal foramenin ilerisine geçilerek yapılan enstrümantasyonun apikaldeki iyileşmeyi belirgin olarak bozduğunu gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur.⁸⁻¹⁰ Diğer yandan, kanal tıkamasının kök kanal boyundan kısa yapılması durumunda, özellikle enfekte kanallarda yeterli bir temizleme ve tıkama yapılmamaktadır. Kanalin apikalinde kalan boşluklar bakterilerin yaşaması ve çoğalması için uygun bir barınak oluştururken, kanal içine sızabilecek doku sıvıları bu mikroorganizmaların besin ihtiyacını karşılayabilmektedir. Bu sebeple özellikle enfekte vakalarda kanalın apikal 3 mm lik bölümünün iyi temizlenip doldurulması büyük önem taşımaktadır. Bu bölgede sıklıkla yer alan yan kanallar, dallanmalar, istmuslar ve kanal düzensizlikleri de tedavi başarısı üzerindeki etkisini artırmaktadır.¹¹

Çalışma boyunun doğru belirlenebilmesi için:

- Preoperatif teşhis filmi alınmalı
- Parmak ucu hassasiyetinin artması için koronal preflaring yapılmalı
- Tek bir çalışma boyu belirleme yöntemi kullanmak yerine vakaya göre bir kaç yöntemle doğrulama yapılmalı
- Çalışma boyu apeks bulucu ile belirlendikten sonra radyografla kontrol edilmelidir.

Kök kanal tedavisinde çalışma boyunun belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar; parmak hassasiyeti, kağıt koni incelemeleri, radyografik yöntemler ve elektronik yöntemlerdir. Bir yöntemle belirlenen çalışma boyu uzunluğunu, pek çok vakada bir diğer yöntemle doğrulamak gerekebilir.

Parmak Hassasiyeti

Klinisyen, kanal egesinin sıkıştığı veya dirençle karşılaştığı noktayı parmak hassasiyetiyle tespit etmeye çalışır. Çalışma boyu belirlenmesinde deneyimli bir hekim için faydalı olabilecek bir yöntem olduğu iddia edilmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmalar, deneyimli hekimlerin sadece %60'ının parmak ucu hassasiyetiyle apikal daralımı tespit edebildiğini bildirmiştir.¹² Apikal daralımın anatomik varyasyonlar göstermesi, kanal genişliği ve konikliği, hatta hastanın yaşı gibi faktörler bu yöntemle ölçülen uzunluğun değişken ve güvenilir olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, skleroz kanallar veya rezorbe köklerde ölçüm bir hayli zorlaşmaktadır.¹³ Çalışma boyunun belirlenmesinde parmak hassasiyeti tek başına kullanılacak bir yöntem

değil, yardımcı bir teknik olarak kabul edilebilir.

Kağıt Koni İncelemeleri

Aslında bu yöntem bir 'çalışma boyu belirleme yöntemi' değil, 'çalışma boyu kontrol yöntemi' olarak isimlendirilmelidir. Güvenilir olmasa da bazı özel durumlarda yardımcı bir yöntem olarak kullanılabilir.¹⁴ Özellikle apeks bulucu ve radyografinin yetersiz kaldığı aşırı geniş foramen veya kök rezorpsiyonlarının varlığında faydalı olabilir. Bununla birlikte, kağıt koni ile yapılan çalışma boyu kontrolünün direk veya olarak selüloz liflerin periapikal bölgeye itilmesine yol açabileceği bildirilmiştir.^{15,16} Selüloz liflerin inatçı kronik apikal lezyonlara sebep olarak tedavi başarısızlığına sebep olabileceği bilinmektedir.¹⁷ Yöntem kullanılırken avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurulmalıdır.

Üç farklı yöntem tarif edilmiştir:

Geleneksel Yöntem: Kağıt koni, apikal daralımdan çıkacak şekilde yavaşça ilerletilir. Koninin ucunda ıslaklık oluşup oluşmamasına göre çalışma boyu belirlenir.¹⁸

Rosenberg Yöntemi: Kağıt koni, tahmini kanal boyundan 2 mm kısa yerleştirilir. Koninin ucunda ıslanma oluşunca kadar kanal içerisinde 0.25 mm'lik ilerlemeler yapılır. Koninin kuru kaldığı maksimum uzunluk çalışma boyu olarak kabul edilir.¹⁹

Hibrit Yöntem: Kağıt koni ile apikal foramenden çıkılır ve uçta ıslaklık oluşunca bir büyük çaptaki koni biraz daha kısa olarak yerleştirilir. Koninin kuru kaldığı maksimum uzunluk, çalışma boyu olarak kabul edilir.²⁰

Radyografik Yöntem

Radyografik yöntem, çalışma boyunun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden en yaygın olanıdır. Kök kanal sisteminin direk gözlenebilmesi, kanal ve kurvatürlerin belirlenmesi, hastalık bulunup bulunmadığının tespit edilebilmesi ve tedavi öncesinde tahmini bir çalışma boyu vermesi gibi avantajları mevcuttur.²¹

Klasik radyografik yöntem ve dijital radyografiler olmak üzere iki yöntem mevcuttur.

Klasik Radyografik Yöntem

Geleneksel periapikal filmler kullanılır. Kök kanalına yerleştirilen aletin gerçek boyu ile radyografteki boyu arasında bir orantı kurularak kanalın gerçek boyu tespit edilir. Bir diğer yaklaşım da radyografte gözlenen apeksten 1 mm kısa çalışılmasıdır. Bu yaklaşım apikal daralımın apeksten 1 mm koronalde bulunduğunu bildiren çalışmalara dayanmaktadır.^{22,23} Filmlerin banyo işlemlerinin zaman alması, banyo esnasında oluşabilecek hatalar, hekimin ve hastanın fazla radyasyona maruz kalması, geleneksel radyolojik yöntemin dezavantajlarıdır.²⁴

Dijital Radyografi

Radyovizyografi (RVG) veya fosfor plak görüntüleme sis-

temi kullanılır.

Fosfor plaklar kablosuz, röntgen ışını aldığı anda sabit bir görüntüyü kendi üzerine kaydedebilen ince sensörlerdir. Kaydedilen görüntü bir okuyucu cihaz yardımıyla bilgisayara ekranına taşınır. Kullanılmış fosfor plaklar üzerindeki görüntüler yoğun beyaz ışığa maruz bırakılarak silinip, yeniden kullanılabilir duruma getirilebilirler. Plakların çizilebilmesi, kullanılmış plaklarda bazen silinmenin tam gerçekleşmeyip hayalet görüntüler bırakması gibi dezavantajları vardır.²⁵

Radyovizyografide ağız içine yerleştirilen sensörlerle röntgen dijital olarak çekilir ve görüntü saniyeler içerisinde bilgisayar ekranına yansıtılır. Görüntünün kaydedilip saklanabilmesi, görüntü kontrastı ve büyüklüğünün ayarlanabilmesi, ölçüm yapabilen cetvel fonksiyonunun bulunması, netliğin bir dereceye kadar artırılabilmesi gibi özelliklerinin yanısıra, azaltılmış radyasyon dozu ve zaman tasarrufu sağlaması sebebiyle geleneksel radyografiye kıyasla avantajlı görülmektedir.^{26,27}

Çalışma boyunun belirlenmesinde geleneksel radyografilerle dijital radyografilerin kıyaslandığı çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların pek çoğunda dijital yöntem ve geleneksel yöntem kullanılarak yapılan ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.²⁸⁻³⁰ Bununla birlikte dijital yöntemde, kalibrasyon hatalarının ölçümü olumsuz etkileyebileceği ve cihazın kalibre edilmesi gerektiği bildirilmiştir.³¹

Elektronik Apeks Bulucular

Apeks bulucuların gelişimi kök kanal boyunun belirlenmesinde önemli bir kilometre taşı olmuştur. Geleneksel radyografik metotla kıyaslanabilir veya daha doğru sonuçlar veren apeks bulucuların kullanıma girmesiyle tedavide ihtiyaç duyulan röntgen sayısını azalmış, hastaların daha az radyasyona maruz kalması sağlanmıştır.^{32,33}

Suzuki'nin periodonsiyum ve oral mukoza arasında sabit bir rezistans olduğu prensibinden yola çıkarak 1962 yılında ilk apeks bulucuyu Sunada yapmıştır.³⁴ Günümüze kadar 6 nesil apeks bulucu geliştirilmiştir.

Birinci Nesil Apeks Bulucular

Sunada'nın sabit rezistans prensibiyle çalışan 'rezistans tip' apeks buluculardır (Tablo 1). 'Rezistans', bir diğer adıyla 'direnç' bir maddede elektron ve atomlar arasında oluşan çarpışmalar sebebiyle elektronların enerjilerinin bir bölümünü kaybederek hareketlerinin kısıtlanmasıdır. Kanal aleti periodontal ligamente temas ettiğinde dudak klipi (negatif kutup) ile kanaldaki ege (pozitif kutup) arasındaki elektriksel devre tamamlanır ve cihazın göstergesi sabit bir değer olarak 6.5k Ω 'u gösterir. Kullanımları kolaydır ancak her kullanımdan önce kalibre edilmeleri gerekir. Elektrolitler, eksuda, hemoraji, vital pulpa dokusu ve fazla nem bulunan kanallarda yanlış ölçüm verebildikleri için

güvenilir değildirler.^{35,36} Kullanım esnasında hastada ağrıya sebep olabilirler.³⁷

Tablo 1: Nesillere göre elektronik apeks bulucu cihazların sınıflandırması ve çalışma prensipleri

Sınıf	Çalışma Prensibi	Cihazlar
Birinci Nesil	Rezistans ölçümü	Root canal meter (Onuki medical Co.tokyo, Japan) Endodontic meter (Onuki medical Co.tokyo, Japan) Endo Radar (Electronica Iiarre, Imola, Italy) Dentometer (Dahlin ectromedicine, Copenhagen, Denmark)
İkinci Nesil	Empedans ölçümü	Sono-Explorer (Hayashi Dental Supply, Tokyo, Japan) Endo Cater (Yamamura Seisokushu, Tokyo, Japan) Formatron IV (Parkell Dental, Farmingdale, NY, USA) Endodontic Meter S II (Onuki Medical Co., Tokyo, Japan)
Üçüncü Nesil	Empedans farkı ya da oranının ölçümü (iki frekansı aynı anda kullanarak)	Endex/Apit (Osada Electrica Co. Tokyo, Japan) Root ZX (J.Morita, Tokyo, Japan) Dentaport ZX (J. Morita MFG Corp., Osaka, Japan) Endo Analyzer Model 8005 (Analytic/Endo, Orange, CA, USA) Apex Finder AFA (Analytic Technologies, Redmond, WA) TCM Endo V (Nouvag, Ag. Goldach, Switzerland) Apex Pointer (MicroMega, Besençon, France) Mini Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA) Justy II (Yoshida Co.Yokyo, Japan) Endy 5000 (Loser, Leverkusen, Germany) Endy (Loser, Leverkusen, Germany) Apex Finder (Endo Analyzer 8001; Analytic Technology, Redmond, WA, USA) Formatron D10 (Parkell Electronic Division, Farmingdale, New York, USA)
Dördüncü Nesil	Empedans farkı ya da oranının ölçümü (iki veya daha çok frekans farklı zamanlarda kullanarak)	Bingo1020 Raypex4 (Forum Engineering Technologies Rishon Lezion, Israel) Raypex 4 (VDW, Munich, Germany) Element Diagnostic Unit & Apex Locator (Sybron Endo, Anaheim, CA, USA) Propex (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) Novapex (Forum Engineering Technologies Rishon Lezion, Israel) AFA Apex Finder 7005 (Ana-lytic Endodontics, Orange, CA) iPex (NSK Ltd, Tokyo, Japan) Romi Apex D-30 (Romidan LTD, Kiryat-ono, Israel)
Beşinci Nesil	Kapasitans ve Rezistans ölçümü	Propex II (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) Raypex 5 (VDW, Munich, Germany) I-ROOT (E-Magic Finder)(S-Denti SEoul, South Korea) Apex Locator-Joypex 5 (Heman, CBD Neiluan Road, Zhengzhou, China)
Altıncı Nesil	Adaptif tip (kanal içi neme adapte olarak ölçüm)	Adaptive Apex Locator Raypex 6 (VDW, Munich, Germany) Propex Pixi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)

İkinci Nesil Apeks Bulucular

Empedans tip apeks bulucular olarak da adlandırılırlar (Tablo 1). Rezistans yerine empedans değişimlerini ölçen ve tek frekansla çalışan cihazlardır. 'Empedans', doğru akım devresindeki direncin, alternatif akım devresindeki karşılığıdır. Kanal aleti korondan apikale doğru ilerletilirken yükselişte olan empedans, apikal daralığa gelindiğinde ani bir düşüş gösterir. Bu ani düşüşün gerçekleştiği nokta çalışma boyu olarak kabul edilir. Dudak klipi yerine hastanın elde tutabileceği bir parçası vardır. Her dişte kullanımından önce dişeti sulkusunda kalibre edilmeleri gerekir.^{38,39} Kuru kanallarda ve elektrolitlerin varlığında ve yanlış okumalar oluşabilir.⁴⁰

Üçüncü Nesil Apeks Bulucular

Frekans tip apeks bulucular olarak da adlandırılırlar (Tablo 1). 'Frekans', 1 saniyede belli bir noktadan geçen dalgaların sayısıdır. Kanaldaki empedansı ölçmek için aynı anda iki farklı frekans kullanılır. Bu apeks bulucuların empedans farkına göre ve empedans oranına göre çalışan 2 tipi mevcuttur.^{41,42} Üçüncü nesil apeks bulucuların ilki olan Endex (Osada Electric Co, Tokyo, Japan) empedans farkını ölçerek çalışır. Kanalda serum fizyolojik ya da sodyum hipoklorit gibi bir elektrolit varken doğru ölçümler vermektedir ancak her bir kanalda yeniden başlatılıp kalibre edilmeye

ihtiyaç duyması cihazın en büyük dezavantajıdır.^{43,44} Daha sonraları geliştirilen Root ZX (J. Morita Co., Kyoto, Japan) ise empedans oranını ölçerek çalışır ve kendi kendine kalibre olabildiği için kullanımı kolaydır. Root ZX'in çalışma boyu tespitinde gösterdiği yüksek doğruluk oranı pek çok çalışmayla onaylanmıştır.⁴⁵⁻⁵³

Dördüncü Nesil Apeks Bulucular

Empedans ölçümünü, iki veya daha çok frekansı farklı zamanlarda kullanarak yaparlar (Tablo 1).⁵⁴ Kuru veya kuruya yakın kanallarda güvenilir ölçümler yapmalarına⁵⁵ rağmen nem, kan, eksuda, elektrolitlerin varlığında yanlış sonuçlar verebilirler.

Beşinci Nesil Apeks Bulucular

Elektrik devresinin kapasitans (elektrik enerjisini depolayabilme özelliği) ve rezistansını ayrı ayrı ölçerler (Tablo 1). Dördüncü nesil apeks bulucuların aksine kanaldaki sıvılardan etkilenmezler ancak kuru kanallarda yanlış ölçümler verebilirler.⁵⁶

Altıncı Nesil Apeks Bulucular

Adaptif özeliğe sahiptirler (Tablo 1). Dördüncü ve beşinci nesil apeks bulucuların dezavantajları elimine edilmiştir. Hem kuru kanallarda hem de nem, eksuda ve kanın engellenmediği kanallarda ölçüm yapabilirler.⁵⁶

Apeks Bulucuların Avantajları

Çalışma boyu tespitinde apeks bulucu kullanımı radyografik inceleme ihtiyacını tümüyle kaldırmamış olsa da bazı avantajlar getirmektedir:

- Radyografların kök apeksini gizleyen anatomik yapılar nedeniyle yetersiz kaldığı durumlarda kullanılabilirler.
- Radyografik yöntemlerin uygulanmadığı hamile hastalar, fiziksel engelli hastalar, sedasyon uygulanmış hastalar, aşırı bulantı refleksi olan hastalarda yeterli ve kolay ölçümler sağlayabilmektedir.
- Apeks bulucu kullanımıyla, ihtiyaç duyulan film sayısı azalarak maruz kalınan radyasyon dozu düşmektedir.
- Yeni nesil apeks bulucuların doğruluk oranları oldukça yüksektir.

Apeks Bulucuların Sınırlamaları

Her bir nesil apeks bulucunun kendi içinde avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte, genel olarak apeks bulucuların kısıtlamaları şu şekilde özetlenebilir:

- Metalik bir restorasyona temas edilmesi apeks bulucuların performansını olumsuz etkilemektedir.
- Servikaldeki çürük ya da açık marjinlerden tükrük sızması, apeks bulucuların yanlış ölçüm yapmasına yol açabilmektedir.
- İmmatür veya rezorbe apeksli dişlerde apeks bulucular çoğunlukla kısa ölçümler vermektedir.

Modern Apeks Bulucu Çalışmaları

İlk geliştirilen apeks bulucular iletken sıvılar varlığında genellikle yanlış sonuçlar vermekteydi. Çok frekanslı (üçüncü nesil) apeks bulucuların üretimiyle birlikte bu problem aşılmış, kanalda mevcut olabilecek nem, sodyum hipoklorit vb gibi sıvılardan etkilenmeden ölçüm yapılabilmeye başlanmıştır. Üçüncü nesil apeks buluculardan biri olan Root ZX yüksek doğruluk oranı sebebiyle pek çok çalışmada referans olarak kullanılmıştır.⁵⁷⁻⁶⁰ Apeks bulucuların teknolojisindeki gelişmelerle her yeni cihazda bir öncekinin dezavantajlı yönleri giderilerek hem daha kolay kullanılan hem de daha doğru ölçümler veren cihazlar kullanıma girmiştir. Yapılan çalışmaların pek çoğunda yeni nesil apeks bulucular bir eskilere göre daha güvenilir bulunmuştur.^{61,62} Adaptif teknolojiyle çalışan altıncı nesil apeks bulucularla kanal içi koşullardan etkilenmeden doğru ölçümler yapılabilmektedir.⁶⁶

Çalışma boyu belirleme yöntemlerinin değerlendirildiği çalışmalarda, çoğunlukla apeks bulucular ile geleneksel radyografik yöntemler kıyaslanmıştır. Apeks bulucuların geleneksel radyografik yöntemle kıyaslanabilir^{63,64} ya da çoğunlukla daha doğru ölçümler sağladığı⁶⁵⁻⁷⁰ gösterilmiştir. Apeks bulucuların üç boyutlu görüntüleme yöntemleriyle karşılaştırıldığı çalışmalar da mevcuttur. Janer ve ark.⁷¹ Root ZX'in konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) ile kıyaslanabilir bir doğruluğa sahip olduğunu bildirirken, Lucena ve ark.⁷² yeni nesil bir apeks bulucu olan Raypex 6 ve (CBCT) kullanarak yaptıkları kök kanal boyu ölçümlerinde Raypex 6'yı hem Majör Foramen hem de apikal daralımın belirlenmesinde daha başarılı bulmuşlardır.

Çalışma boyunun kolay ve güvenilir bir biçimde belirlenmesini sağlayan modern apeks bulucuların, aynı zamanda retreatment vakalarında, kök perforasyonları ve fraktürlerin tespitinde de başarıyla kullanılabilmesini bildiren çok sayıda çalışma vardır.⁷³⁻⁷⁶ Son nesil apeks bulucuların olan Propex Pixi ve Raypex 6'nın kök perforasyonlarını başarıyla tespit edebildiği bildirilmiştir.⁷⁷

Sonuç olarak; modern apeks bulucular kök kanal tedavisinde yeni bir dönem açmış, klinisyenlere büyük kolaylıklar sağlamıştır. Unutulmamalıdır ki yüksek doğruluk oranlarına rağmen, bu cihazların hala bazı sınırlamaları vardır. Bu sebeple, çalışma boyunun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden herhangi birinin yalnız başına kullanılması yerine, vakaya göre birkaç yöntemin bir arada kullanımı hata düzeyini düşürmek açısından faydalı olacaktır. Apikal anatominin iyi bilinmesi, hekim tecrübesi, özenli çekilmiş pre-operatif radyograflar, apeks bulucuların doğru kullanımı ve gerektiğinde yardımcı metotlardan faydalanılması ile daha doğru bir belirleme yapılması mümkün olabilir. Tüm bunların yanında çalışma boyunun doğru belirlenmesinde, kök kanallarına direk ulaşılmasını sağlayacak bir giriş kavitesinin açılması, kullanılacak yöntem kadar büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Renner D, Graziotin-Soares R, Gavini G, Barletta FB. Influence of pulp condition on the accuracy of an electronic foramen locator in posterior teeth: An in vivo study. *Braz Oral Res* 2012; 26: 106-111.
2. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apex. *JADA* 1955; 50: 544-552.
3. Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Proutzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 77: 172-176.
4. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. *Oral Surg* 1972; 33: 101-110.
5. Tinaz AC. Kanal tedavisinde çalışma boyutu. *GÜ Dişhek Fak Derg* 2001; 18 :31-37.
6. Dammaschke T, Steven D, Kaup M, Ott KH. Longterm survival of root-canal-treated teeth: A retrospective study over 10 years. *J Endod* 2003; 29: 638-643.
7. Kojima K, Inamoto K, . Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 97: 95-99.
8. Seltzer S, Soltanoff W, Smith J. Biologic aspects of endodontics. V. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation beyond the apex and root canal filling short of and beyond the apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 36: 725-737.
9. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthor R, Engstrom B. Influence of apical overinstrumentation and over filling on retreated root canals. *J Endod* 1979; 5: 310-314.
10. Bergenholtz G, Lekholm U, Milthor R, Heden G, Ödesjö B, Engstrom B. Retreatment of endodontic fillings. *Scan J Dent Res* 1979; 87: 217-224.
11. Basmdjian-Charles CL, Farge P, Bourgeois DM, Lebrun T. Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of the literature. *Int Dent J* 2002; 52: 81-86.
12. Seidberg BH, Alibrandi BV, Fine H, Logue B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. *JADA* 1975; 90: 379-387.
13. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004; 37: 425-437.
14. Hargreaves KM, Cohen S, eds. *Cohen's Pathways of the Pulp* 2010, 10th edn. St Louis, MO: Mosby.
15. White E. Paper point in mental foramen. Report of a case. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1968; 25: 630-632.
16. Brown DW. Paper points revisited: risk of cellulose fibre shedding during canal length confirmation. *Int Endod j* 2016 in press; doi:10.1111/iej.12663
17. Nair PN, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *Journal of Endodontics* 1990; 16; 589-595.
18. Gutmann J, Lovdahl P. *Problem Solving in Endodontics. Prevention, Identification, and Management* 2011, 5th edn. Maryland Heights, MO: Elsevier/Mosby.
19. Rosenberg DB. The paper point technique, part 1. *Dentistry Today* 2003;22; 80-6.
20. Simon S, Machtou P, Adams N, Tomson P, Lumley P (2009) Apical limit and working length in endodontics. *Dental Update* 2009; 36: 146-150.
21. Ravanshad S, Adl A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: A randomized clinical trial. *J Endod* 2010; 36: 1753-1756.
22. Green D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1956; 9: 1224-1232.
23. Dummer PMH, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J* 1984; 17: 192-198.
24. Çalışkan MK. *Endodontide tanı ve tedaviler*. 1. Baskı İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2006. s.254-272.
25. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics. *J Endod* 2007; 33: 1-6
26. Goaz PW, White SC. *Oral radiology: principle and interpretation*. 3th ed., St. Louis: C.V. Mosby 1994. p.28-39.
27. Leddy BJ, Miles DA, Newton CW, Brown CE Jr. Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography. *J Endod* 1994; 20: 542-545.
28. Lamus F, Katz JO, Glaros AG. Evaluation of a digital measurement tool to estimate working length in endodontics. *J Contemp Dent Pract* 2001; 15: 24-30.
29. Mentés A, Gencoglu N. Canal length evaluation of curved canals by direct digital or conventional radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93: 88-91.
30. Lozano A, Forner L, Llena C. In vitro comparison of root-canal measurements with conventional and digital radiology. *Int Endod J* 2002; 35: 542-550.
31. Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Potter BJ. Measurement of the endodontic file lengths: calibrated versus uncalibrated digital images. *J Endod* 2001; 27: 779-781.
32. McDonald NJ. The electronic determination of working length. *Dent Clin North Am* 1992; 36: 293-307.
33. Hoer D, Attin T. The accuracy of electronic working length determination. *Int Endod J* 2004; 37: 125-131.
34. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *Journal of Dental Research* 1962; 41: 375-387.
35. Tinaz AC, Sibel Sevimli L, Gorgul G, Turkoz EG. The effects of sodium hypochlorite concentrations on the accuracy of an apex locating device. *Journal of Endodontics* 2002; 28: 160-162.

- 36.** Pommer O, Stamm O, Attin T. Influence of the canal contents on the electrical associated determination of the length of root canals. *J Endod* 2002; 2: 83-85.
- 37.** Kim E, Lee SJ. Electronic apex locator. *Dent Clin N Am* 2004; 48: 35-54.
- 38.** Inoue N. An audiometric method for determining the length of root canals. *J Can Dent Assoc* 1973; 39: 630-636.
- 39.** McDonald NJ. The electronic determination of working length. *Dent Clin North Am* 1992; 36: 293-307.
- 40.** Fouad AF, Krell KV. An *in vitro* comparison of five root canal length measuring instruments. *J Endod* 1989; 15: 573-577.
- 41.** Saito T, Yamashita Y. Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device. Influences of the diameter of the apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants. *Dentistry in Japan* 1990;27: 65-72.
- 42.** Kobayshi C.h. and Suda H. A new engine - driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. *J Endod* 1994; 23: 751-756
- 43.** Pratten DH, McDonald NJ. Comparison of radiographic and electronic working lengths. *J Endod* 1996; 22: 173-176.
- 44.** Lauper R, Lutz F, Barbakow F. An *in vivo* comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators. *J Endod* 1996; 22: 260-263.
- 45.** Meares WA, Steiman HR. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 2002; 28: 595-598.
- 46.** Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. *In vitro* evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Aust Endod J* 2007; 33: 7-12.
- 47.** Dunlap CA, Remeikis NA, BeGole EA, . An *in vivo* evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *J Endod* 1998; 24: 48-50.
- 48.** Nguyen HQ, Kaufman AY, Komorowski RC, . Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. *Int Endod J* 1996; 29: 359-364.
- 49.** Ibarrola JL, Chapman BL, Howard JH, . Effect of prefiling on Root ZX apex locators. *J Endod* 1999; 25: 625-626.
- 50.** Jenkins JA, Walker WA, Schindler WG, . An *in vitro* evaluation of the accuracy of the Root ZX in the presence of various irrigants. *J Endod* 2001; 27: 209-211.
- 51.** Kaufman AY, Keila S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: an *in vitro* study. *Int Endod J* 2002; 35:186-192.
- 52.** Goldberg F, Marroquín BB, Frajlích S, . *In vitro* evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. *J Endod* 2005; 31: 676-678.
- 53.** ElAyouti A, Löst C. A simple mounting model for consistent determination of the accuracy and repeatability of apex locators. *Int Endod J* 2006; 39: 108-112.
- 54.** Welk A.R., Baumgartner J.C. and Marshall J.G. An *in vivo* comparison of two frequencybased electronic apex locators. *J Endod* 2003; 29: 497-500
- 55.** Vera J and Gutierrez M. Accurate workinglength determination using a Fourth-generation apex locator. *Contemp Endod* 2004; 1: 4-8.
- 56.** Dimitrov S, Roshkev D. Sixth generation adaptive apex locator. *J IMAB* 2009; 2: 75-87.
- 57.** Shabahang S, Goon W, Gluskin A. An *in vivo* evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 1996; 22: 616-8.
- 58.** Welk AR, Baumgartner JC, Marshall JG. An *in vivo* comparison of two frequency-based electronic apex locators. *J Endod* 2003; 29: 497-500.
- 59.** Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. *In vitro* evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. *J Endod* 1995; 21: 572-575.
- 60.** Weiger R, John C, Geigle H, Lost C. An *in vitro* comparison of two modern apex locators. *J Endod* 1999; 25: 765-768.
- 61.** Silveira LF, Petry FV, Martos J, Neto JB. *In vivo* comparison of the accuracy of two electronic apex locators. *Aust Endod J* 2011; 37: 70-72.
- 62.** Stober EK, Duran-Sindreu F, Mercade M, Vera J, Bueno R, Roig M. An evaluation of Root ZX and iPex apex locators: An *in vivo* study. *J Endod* 2011; 37: 608-610.
- 63.** Himel VT, Cain C. An evaluation of two electronic apex locators in a dental student clinic. *Quintessence Int* 1993; 24: 803-806.
- 64.** Hembrough JH, Weine FS, Pisano JV, Eskoz N. Accuracy of an electronic apex locator: A clinical evaluation in maxillary molars. *J Endod* 1993; 19: 242-246.
- 65.** Hassanien EE, Hashem A, Chalfin H. Histomorphometric study of the root apex of mandibular premolar teeth: An attempt to correlate working length measured with electronic and radiograph methods to various anatomic positions in the apical portion of the canal. *J Endod* 2008; 34: 408-412.
- 66.** Mancini M, Felici R, Conte G, Costantini M, Cianconi L. Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: An *ex vivo* study. *J Endod* 2011; 37: 684-687.
- 67.** Vieyra JP, Acosta J. Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *Int Endod J* 2011; 44: 510-518.
- 68.** Real DG, Davidowicz H, Moura-Netto C, Zenkner Cde L, Pagliarin CM, Barletta FB, . Accuracy of working length determination using 3 electronic apex locators and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral*

Radiol Endod 2011; 111: e44-9.

69. Kishor KM. Comparison of working length determination using apex locator, conventional radiography and radiovisiography: An *in vitro* study. J Contemp Dent Pract 2012; 13: 550-553.

70. Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: An *ex vivo* study. J Endod 2010; 36: 2003-2007.

71. Janner SF, Jeger FB, Lussi A, Bornstein MM. Precision of endodontic working length measurements: A pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standard measurement techniques. J Endod 2011; 37: 1046-1051.

72. Lucena C, Lopez JM, Martin JA, Robles V, Gonzalez-Rodriguez MP. Accuracy of working length measurement: electronic apex locator versus cone-beam computed tomography. Int Endod J. 2014; 47: 246-256.

73. Goldberg F, Frajlich S, Kuttler S, Manzur E, Briseno-Marroquin B. The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. J Endod 2008; 34: 1497-1499.

74. Topuz O, Uzun O, Tinaz AC, Bodrumlu E, Gorgul G. Accuracy of two apex-locating handpieces in detecting simulated vertical and horizontal root fractures. J Endod 2008; 34: 310-313.

75. Aggarwal V, Singla M, Kabi D. An *in vitro* evaluation of performance of two electronic root canal length measurement devices during retreatment of different obturating materials. J Endod 2010; 36: 1526-1530.

76. Alves AM, Felipe MC, Felipe WT, Rocha MJ. *Ex vivo* evaluation of the capacity of the Tri Auto ZX to locate the apical foramen during root canal retreatment. Int Endod J 2005; 38: 718-724.

77. Srivastava V, Jain N, Bagchi S, Negi MPS. Evaluation of the Use of Sixth Generation Apex Locators as a Diagnostic Tool to Detect Root Perforations. Int J Dent Med Spec 2015; 2: 10-14.

