


Kanal Tedavisi Görmüş Maksiller Birinci Premolar Dişlerde Bulunamayan Kanalların Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi

Examination of the Missing Canals of Maxillary First Premolars with Root Canal Treatment by Cone Beam Computed Tomography

Emre ÇULHA^{1*} 
emreculha@hotmail.com

Fatma TUNÇ¹ 
ftmguller@hotmail.com

ÖZ

Amaç: Mevcut çalışma, endodontik tedavi görmüş iki köklü maksiller birinci premolar dişleri bulunamayan kanal açısından değerlendirilmeyi hedefledi.

Gereç ve Yöntemler: Bu retrospektif çalışmada 336 konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüsü iki endodonti uzmanı tarafından bulunamayan kanal varlığı yönünden ilk önce aksiyal düzlemde değerlendirildi ve sonra diğer düzlemlerde doğrulandı. Her bir diş için, dişin ait olduğu kişinin cinsiyeti, yaşı, diş numarası ve bulunamayan kanalın lokalizasyonu kaydedildi. Çalışmadan elde edilen veriler kategorik değişkenler için frekans ve yüzde analizi ile verildi. Anlamlılık seviyesi p değeri <0.05 olarak belirlenerek orantısall farklılıkları değerlendirmek için ki-kare testi kullanıldı.

Bulgular: İncelenen dişlerin 41 tanesinde (%12.2) bulunamayan kanal vardı. Maksiller birinci premolar dişlerde, bulunamayan kanal varlığı açısından dişlerin ağız içindeki konumu ve bukkal veya palatinal kök arasında istatistiksel bir fark bulunmadı (p>0.05). Bulunamayan kanallar daha çok kadınlarda palatinal ve erkeklerde bukkal taraftaydı.

Sonuç: Maksiller birinci premolar dişlerde bulunamayan kanal varlığı ile bukkal veya palatinal kökte olması veya ağızdaki yerleşimi arasında bir ilişki bulunamadı.

Anahtar Kelimeler: Endodonti, premolar, konik ışınli bilgisayarlı tomografi

Geliş: 22.04.2023

Kabul: 26.07.2023

Yayın: 27.12.2023

ABSTRACT

Aim: The present study aimed to evaluate endodontically treated two-rooted maxillary first premolar teeth in terms of missing canal.

Material and Methods: In this retrospective study, 336 cone-beam computed tomography images were analyzed by two endodontists for the presence of missing canals. The presence of missing canals was first evaluated in the axial plane and then confirmed in other planes. For each tooth, the gender, age, tooth number and localization of the missing canal were recorded. The data obtained from the study were given by frequency and percentage analysis for categorical variables. The chi-square test was used to evaluate proportional differences, with a significance level of p value <0.05.

Results: In 41 (12.2%) of the examined teeth, there were missing canals. There was no statistical difference between the position of the teeth in the oral cavity and the buccal or palatinal root in terms of the presence of missing canals in the maxillary first premolars (p>0.05). Missing canals were mostly on the palatinal side in women and on the buccal side in men.

Conclusion: There is no relationship between the presence of a missing canal in the maxillary first premolar teeth and its presence in the buccal or palatinal root and its location in the oral cavity.

Keywords: Endodontics, premolar, cone-beam computed tomography

Received: 22.04.2023

Accepted: 26.07.2023

Published: 27.12.2023

Atıf/ Citation: Çulha E., Tunç F., Kanal Tedavisi Görmüş Maksiller Birinci Premolar Dişlerde Bulunamayan Kanalların Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi ile İncelenmesi. NEU Dent J. 2023;5:152-7.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author

1. Dr. Öğr. Üyesi, Gaziantep Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Bölümü, Gaziantep, Türkiye.



"This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Kök kanal sisteminin temel özelliklerini bilmek endodontik tedavinin başarısını artırır.¹ Uygun kanal içi dezenfeksiyon ve obturasyon için tüm kök kanallarının yerleri belirlenmelidir.² Kök kanalından kaynaklanan enfeksiyonun kontrol altına alınmasını engelleyen işlemsel hatalar endodontik tedavi dişlerin prognozunu kötüleştirir.³ Kök kanallarında mekanik şekillendirme yapılmayan bölgeler zararlı mikroorganizmaların çoğalmasına ve periapikal lezyon oluşumuna yol açabilir.⁴ Benzer şekilde, bulunamayan kanallar mikroorganizma rezervuarı olarak görev yapabilir.⁵ Başarısız endodontik tedavi dişlerin %42 sinde tedavi edilmemiş kanal varlığı gözlenmiştir.⁶ Endodontik tedavinin öncelikli hedefleri, enfekte olmayan canlı pulpaya sahip dişlerde kök kanal enfeksiyonunu önlemek ve enfekte nekrotik pulpalı dişlerdeki mikroorganizma sayısını da mümkün olduğunca azaltmaktır.⁷

Endodontik işlemlerin başarısı için radyografi gereklidir. Ancak geleneksel radyolojik teknikler sadece iki boyutlu görüntüleme sağladığı için dişteki tüm kanalların varlığını tespit etmede yeterli olmamaktadır. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile görüntüleme, dişlerin yüksek çözünürlükle üç boyutlu görüntülenmesini sağlayarak bu dezavantajı giderir. KIBT'nin yaygın olarak kullanılmasıyla bulunamayan kanalların sıklığı ile ilgili çalışmalar artmıştır.^{1,2,8} Literatürde maksiller birinci premolar dişlerde tespit edilemeyen kanalların lokasyonuna odaklanan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca bilginiz dâhilinde, Türkiye'deki hastaların endodontik tedavi görmüş maksiller birinci premolar dişlerindeki kayıp kanallar üzerine bir çalışma tespit edilememiştir. Bu çalışma KIBT yardımıyla Türkiye'nin güneyindeki bir alt popülasyonda endodontik tedavi görmüş iki köklü maksiller birinci premolar dişlerde bulunamayan kanalları lokasyon ve sıklık açısından değerlendirmeyi amaçlamıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Mevcut retrospektif çalışmanın protokolü Gaziantep Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı. (Onay tarihi: 26.10.2022 ve onay numarası 2022/292). Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde kanal tedavisi yapılan maksiller premolar dişlerin %7,8 inde kayıp kanal bulunacağı

beklentisinin %5 kesinlik ve %95 güven ile tahmin etmek için gerekli minimum hasta sayısı 100 olarak belirlendi.^{1,2,8} 297 kişiye ait KIBT görüntüleri özel bir diş kliniğinin arşivinden alındı. Çalışmaya dâhil edilen KIBT görüntülemeleri sadece klinik tanı amaçlı yapılmıştı. KIBT görüntüleri Orthophos XG 3D (Sirona Dental Systems, Charlotte, North Carolina, ABD) ile aynı ayarlar (8 x 8 cm FOV, standart 85 kV, 0,4 mm voksel boyutu ve 7 mA) kullanılarak alınmıştı. Daha önce kök kanal tedavisi görmemiş, marjinal kemik kaybı 4 mm'den fazla olan, daha önce endodontik cerrahi işlem görmüş, kök kırığı, perforasyon veya eksternal kök rezorpsiyonu olan dişler, görüntü değerlendirmesinden önce çalışmadan çıkarıldı.

KIBT görüntüleri, karanlık bir ortamda bir görüntüleme yazılımı (Sirona Galaxis Galileos Viewer Version 1.9.2, Sirona Dental Systems, GmbH, Bensheim, Almanya) kullanılarak incelendi. Görüntüleme için 2560 x 1600 piksel çözünürlüğe sahip bir LCD monitör (HP Compaq LE2002x, HP, Teksas, ABD) kullanıldı. En az on yıllık KIBT görüntüleme deneyimine sahip iki endodonti uzmanı görüntüleri inceledi. Anlaşmazlık durumunda KIBT görüntüleri ortak bir karara varıncaya kadar yeniden analiz edildi. Değerlendirme sırasında birinci maksiller premolar dişlerin her bir kökü her üç düzlemde de dişin uzun eksenine paralel olacak şekilde ayarlandı. Her bir diş için, dişin ait olduğu kişinin cinsiyeti, yaşı, diş numarası ve bulunamayan kanalın lokalizasyonu kaydedildi. KIBT lerden elde edilen kişisel bilgiler gizli tutuldu. Bulunamayan kanal, kanal ağzından kökün apeksine kadar dolgu maddesi belirtisi olmayan kök kanalı olarak tanımlandı. Bulunamayan kanalların varlığı ilk önce aksiyal düzlemde değerlendirildi ve ardından diğer düzlemlerde doğrulandı.

İstatistiksel analiz

Çalışmadan elde edilen veriler, Windows için istatistiksel bir yazılım aracı (SPSS v25; IBM, Chicago, ABD) ile değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler kategorik değişkenler için frekans ve yüzde analizi ile verildi. Anlamlılık seviyesi p değeri <0.05 olarak belirlendi ve orantısız farklılıkları değerlendirmek için ki-kare testi kullanıldı.

BULGULAR

297 kişiye ait endodontik tedavi görmüş 336 adet maksiller birinci premolar dişin KIBT görüntüsü çalışmaya dâhil edildi. Bu görüntülerin 201'i (%59.8) kadınlara ve 135'i (%40.2) erkeklere aitti. Dişlerin ait

olduğu kişilerin 22-90 yaş aralığında ve yaş ortalamasının 52.65 (standart sapma 12.76) olduğu tespit edildi. İncelenen dişlerin 41 tanesinde (%12.2) bulunamayan kanal vardı. Bulunamayan kanalların dağılımı Tablo 1'de verildi. Yaş faktörleri ile bulunamayan kanal varlığı lokasyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı ($p>0.05$) (Tablo 1). Ancak cinsiyet ile bulunamayan kanal varlığı arasında anlamlı bir ilişki vardı ($p=0.019$). İstatistiksel olarak, bulunamayan kanallar kadınlarda daha çok palatinalde, erkeklerde ise bukkalde tespit edildi (Tablo 2).

Tablo 1. Yaş ve kayıp kanal lokasyonu ilişkisinin karşılaştırılması

	Kayıp kanal lokasyonu (N)	Ort(±SS)	t	p
Yaş	Bukkal (22)	53.95(13,6)	-0.744	0.461
	Palatinal (19)	57.00(12.42)		

$p>0,05$; Ki-kare testi

Tablo 2: Cinsiyet ve kayıp kanal varlığının lokasyonu ilişkisinin karşılaştırılması

		Kayıp kanalın lokasyonu		χ^2	p
		Bukkal	Palatinal		
		N (%)	N (%)		
Cinsiyet	Kadın	7 (31.8)	13 (68.4) ^a	5.467	0.019*
	Erkek	15 (68.2) ^a	6 (31.6)		

* $p<0,05$; Ki-kare testi

^a Aynı satırdaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo 3. Maksiller birinci premolar dişlerin ağız içindeki konumlarına göre bulunamayan kanal lokasyonu dağılımı

Diş türü	Kanal tedavili diş sayısı N	Bulunamayan kanalın lokasyonu		χ^2	p
		Bukkal N (%)	Palatinal N (%)		
Sağ maksiller 1. premolar	172	12 (54.5)	7 (36.8)	1.285	0.257
Sol maksiller 1. premolar	164	10 (45.5)	12 (63.2)		

$p>0,05$; Ki-kare testi

Maksiller birinci premolar dişlerde bulunamayan kanal varlığının bukkal veya palatinal kökte olması açısından istatistiksel bir fark bulunamadı ($p>0.05$). Maksiller birinci premolar dişlerin ağız içindeki

konumu ile bulunamayan kanal varlığı arasında istatistiksel bir ilişki tespit edilemedi (Tablo 3).

TARTIŞMA

Başarısız endodontik tedavili dişlerde sıklıkla gözlemlenen teknik sorunlardan birisi diş kök kanallarının tamamının tespit edilmemesidir.⁹ Mümkün olan en iyi prognozu sağlamak için kök sistemi içerisinde var olan tüm kanallar bulunmalıdır.² Endodontik tedavi görmüş bir dişte tedavi edilmeyen kanal, başlangıçta enfekte olmasa bile sonradan kronik apikal periodontitise yol açabilir veya enfekte ise yeniden enfeksiyon kaynağı olabilir.^{10,11} Bulunamayan kanallar apikal patolojilerin tek nedeni olmasalar da endodontik başarısızlıkların %3-8.8'ini oluştururlar.¹²⁻¹⁴ Makroskopik kesit alma, kontrast madde kullanımı, şeffaştırma ve dekalsifikasyon teknikleri, mikro bilgisayarlı tomografi ve taramalı elektron mikroskopu gibi görüntüleme yöntemleri kök kanal morfolojisini değerlendiren çalışmalarda kullanılmıştır. Ancak bu laboratuvar teknikleri kanalların yerlerini klinik şartlarında saptamak için kullanılamazlar.¹⁵ Pulpa tabanında hemorajik lekelerin aranması, sodyum hipoklorit ile kabarcık testi, pulpa odasını boyamak, ultrasonik uçlar veya özel frezlerle kalsifikasyonları uzaklaştırmak ve dental operasyon mikroskopu kullanılarak giriş kavitesi hazırlamak kök kanallarının yerinin tespitini kolaylaştırır.¹⁶⁻²⁰ Ancak, bu yöntemler bile dişteki mevcut tüm kanalların güvenilir bir şekilde saptanmasını sağlamayabilir.²¹

Kanalların varlığının ve sayısının değerlendirilmesi işlem öncesi alınan uygun radyografiler ile başlar.²² Klinik işlemlerde kullanılan rutin radyografiler, üç boyutlu kök kanal anatomisinin sadece iki boyutlu görüntüsünü sağlar. Bu nedenle röntgen cihazının tüpünün açısı değiştirilerek çoklu radyografiler alınması önerilmektedir.²³ Konvansiyonel radyografinin sınırlamaları tomografi yöntemleriyle aşılmıştır.²⁴ KIBT geleneksel bilgisayarlı tomografiden daha az radyasyon yaymasına rağmen, radyasyon dozu halen rutin radyografiden daha fazladır.²² Buna karşın, KIBT kök kanallarının yerini saptamada periapikal radyografilerden daha etkilidir ve panoramik radyografilerden çok daha fazla anatomik kanal varyasyonunu gösterebilir.⁶ Ancak, KIBT'nin tedavi edilmemiş kanalları tespit etme kapasitesi görüntüleme parametrelerine bağlıdır.²⁵ Sahip olduğu olumlu özellikler nedeniyle KIBT, endodontik tedavi görmüş dişlerde bulunamayan kanallarla ilgili epidemiyolojik

çalışmaların yapılabilmesini sağlamıştır. KIBT kullanılan çalışmalarda, endodontik tedavi görmüş tüm dişler arasında gözden kaçan en az bir kanala sahip diş sıklığı %12 ile %23.04 arasında değişmektedir.^{1,2,26} Ancak literatürdeki bulunamayan kanal sıklığı çalışmaları daha çok premolar ve molar dişlere, özellikle de maksiller birinci molar dişlere odaklanmıştır.^{1,2,8,26,27} Bunun bir nedeni endodontik uygulamada en sık tedavi edilen dişlerin maksiller molar dişler olmasıdır.^{5,28} Diğer bir nedense, tüm dişler arasında en sık maksiller birinci molar dişlerde (%44.2 -%59) bir veya birden fazla bulunamayan kanal gözlemlenmiş olmasıdır.^{2,8} Bu dişe ait ikinci mesiobukkal kanal, (%62.8 -%85) tüm kök kanalları içinde en sık bulunamayan kanal türüdür.^{1,2,8}

Maksiller birinci premolar dişlerin en sık görülen kanal konfigürasyonu (%60-65) bir kök kanalında iki ayrı kanal (Vertucci tip IV) olmasıdır. Vakaların %16-18'inde iki ayrı kanal oluşumu sonradan birleşmekte ve %8-9'unda tek bir kanal oluşumu bulunmaktadır. Sadece %6-7'lik kısımda başlangıçta tek olan kanal oluşumu daha sonra kökün orta üçlüsünde ikiye ayrılmaktadır (Vertucci tip V).^{29,30} KIBT kullanılarak yapılan çalışmalarda maksiller birinci premolar dişlerde tedavi edilmeyen kanal görülme oranı %3.8-%13.6 arasındadır.^{1,2,8,14,26,31,32} Mevcut çalışmada bu oran geçmiş çalışmalarla uyumlu olarak %12.2 olarak gözlemlendi. Ancak literatürde maksiller birinci premolar dişlerde bulunamayan kanalın lokasyonunu bildiren sadece iki çalışma vardı. Bu çalışmaların her ikisinde de bulunamayan kanalların palatinal kanal olduğu ve bulunamayan bukkal kanal tespit edilmediği bildirilmişti. Ancak bu çalışmalardaki örnek sayıları oldukça düşüktü.^{14,32} Buna karşın, çalışmamızda her iki kanal türünde de bulunamayan kanal mevcuttu. Mevcut çalışma 336 kanal tedavili maksiller birinci premolar dişi kapsadığı için diğer araştırmalara göre daha geniş örnek sayısına sahipti.^{2,8} İlaveten, bu çalışma sadece endodontistler tarafından tedavi edilen dişlerden değil, çeşitli birçok nedenle tedavi gören dişlerden elde edilen KIBT leri de inceledi. Tüm bu faktörler, mevcut çalışmanın maksiller birinci premolar dişlerdeki bulunamayan kanalların durumunu klinik olarak doğru yansıtması açısından birer avantajdı.

Kök kanal varyasyonu çeşitliliğine sahip olması ve bulunamayan kanal lokasyonu üzerine literatürde yeterli çalışmanın olmaması, maksiller birinci

premoların çalışmamız için seçilmesinin en önemli nedenleridir. Mevcut çalışmada bukkal kanalların sayısal olarak daha çok tespit edilemediği gözlemlenmiş olsa da (%53.65) lokasyon açısından bukkal ve palatinal kanallar arasında istatistiksel bir fark görülmedi. Çürük, periodontal problemler, oklüzal atrizyon, yaşlanma, protetik ve restoratif uygulamalar maksiller birinci premoların pulpa hacmini özellikle koronal kısımda azaltabilir.^{33,34,35} Bu etkenler kanal ağzlarının bulunmasını da etkileyebilir. Buna karşın, dental operasyon mikroskobu, özellikle restoratif tedaviler sonucu anatomik özelliklerin ortadan kalktığı dişlerde, kanal ağzlarının tespitini sağlayacak pulpa tabanına ait özelliklerin saptanmasını arttırır. İlaveten, transilüminasyon yöntemleri kalsifiye pulpa içindeki kanalların bulunmasına yardımcı olabilir.^{36,37} Mevcut çalışmaya dâhil olan iki köklü maksiller birinci premolar dişlerin %12.2 sinde bulunamayan kanal görülmesi, radyografik tekniklerin diğer yöntemlerle de desteklenmesi önerisini doğrulayan bir bulgudur.

Mevcut çalışmada, pek çok çalışmadan farklı olarak, bulunamayan kök kanallarının periapikal radyolüseni prevalansı üzerindeki etkisi incelenmedi.^{1,2,8} Bunun nedeni, sadece radyografik kanıtlarla, iyileşen bir diş ile periapikal lezyonu olan bir diş arasında ayrımı yapmanın zorluğudur. KIBT görüntüsü incelendiğinde sağlıklı bir periodontal ligament yanlılıkla lezyonlu olarak sınıflandırılabilir.^{38,39,40} Ayrıca kök kanal tedavili dişlerde apikal periodontitis tanısı alma oranı, endodontik tedavi uygulanmayanlara göre daha düşüktür.^{41,42}

Çalışmamızın bir limitasyonu, kanalların özellikle kanal ağzlarının tespit edilememesinde rol oynayan tüm faktörlerin çalışmada değerlendirilmemiş olmasıydı. Klinisyenlerin yeterliliği ve deneyiminin yanı sıra kullanılan radyografik görüntüleme tekniği, giriş kavitesi tipi veya büyütme yöntemi gibi çalışmanın sonucunu etkileyebilecek faktörler hakkında hiçbir kayıt bulunamadı. Ülkemizde hastalara ait dental kayıtların sağlıklı olarak tutulmaması bu tür retrospektif çalışmalar için önemli bir dezavantajdır. Çalışmanın diğer bir limitasyonu da gözlemsel bir yöntem izlendiği için Türk toplumuna ait genel bulgular sağlamasıydı. İleride yapılacak çok merkezli kesitsel çalışmalarla ve hastalarla ilgili daha ayrıntılı tutulacak kayıtlarla bu dezavantajlar giderilebilir.

SONUÇ

Bulunamayan kanal riski taşıyan diş gruplarından bir tanesi de maksiller birinci premolar dişlerdir. Çalışmamız, bulunamayan kanal varlığının bukkal veya palatinal kökte olmasıyla maksiller birinci premolar dişin ağızdaki yerleşimi veya yaş faktörü arasında bir ilişki olmadığını gösterdi. Ancak kadınlarda palatinal, erkeklerde ise bukkal kanalın diş hekimleri tarafından çoğunlukla bulunmadığı tespit edildi. Elde edilen sonuçlar ışığında, kanal konfigürasyonu yönünden çeşitlilik sergileyen maksiller birinci premolar dişler endodontik işlemler öncesi radyolojik olarak ayrıntılı biçimde incelenmeli ve diğer tekniklerle kanal lokasyonlarının tespiti desteklenmelidir.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma için gerekli etik onay Gaziantep Üniversitesi İlaç ve Tıbbi Cihaz dışı etik kurul tarafından verilmiştir. (2022/292).

FİNANSAL DESTEK

Bu çalışma için herhangi bir kurum veya kuruluşun finansal destek alınmamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKILARI

Tasarım: EÇ, Veri toplama ve veri girişi yapma: EÇ, FT, Analiz ve yorum: EÇ, FT, Literatür tarama: EÇ, Yazma: EÇ, FT.

KAYNAKLAR

1. Baruwa AO, Martins JNR, Meirinhos J, Pereira B, Gouveia J, Quaresma SA, et al. The influence of missed canals on the prevalence of periapical lesions in endodontically treated teeth: a cross-sectional study. J Endod. 2020;46:34-9
2. Karabucak B, Bunes A, Chehoud C, Kohli MR, Setzer F. Prevalence of apical periodontitis in endodontically treated premolars and molars with untreated canal: a cone-beam computed tomography study. J Endod. 2016;42:538-41.
3. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? J Am Dent Assoc. 2005;136:187-93.
4. Siqueira Junior JF, Rôças IDN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. Braz Oral Res. 2018;32:65.
5. Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. J Endod. 2005;31:262-4.
6. Hoen MM, Pink FE. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings. J Endod. 2002;28:834-6.
7. Ricucci D, Siqueira JF, Jr., Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. J Endod. 2009;35:493-502.
8. Costa F, Pacheco-Yanes J, Siqueira JF, Jr., Oliveira ACS, Gazzaneo I, Amorim CA, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. Int Endod J. 2019;52:400-6.
9. von Arx T. Failed root canals: the case for apicoectomy (periradicular surgery). J Oral Maxillofac Surg. 2005;63:832-7.
10. Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. Int Endod J. 2006;39:249-81.
11. Siqueira Jr J, Rôças I. Exploiting molecular methods to explore endodontic infections: part 2—redefining the endodontic microbiota. J Endod. 2005;31:488-98.
12. Rotstein I, Ingle JL. Ingle's endodontics: PMPH USA; 2019.
13. Allen RK, Newton CW, Brown CE, Jr. A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. J Endod. 1989;15:261-6.
14. Bonfanti E, Maddalone M, Pellegatta A, Citterio CL, Baldoni M. Digital orthopantomography vs cone beam computed tomography-part 2: a cbct analysis of factors influencing the prevalence of periapical lesions. J Contemp Dent Pract. 2019;20:664-9.
15. Seidberg BH, Altman M, Guttuso J, Suson M. Frequency of two mesiobuccal root canals in maxillary permanent first molars. J Am Dent Assoc. 1973;87:852-6.
16. Kulid JC, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. J Endod. 1990;16:311-7.
17. Baldassari-Cruz LA, Lilly JP, Rivera EM. The influence of dental operating microscope in locating the mesiolingual canal orifice. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002;93:190-4.
18. Yoshioka T, Kikuchi I, Fukumoto Y, Kobayashi C, Suda H. Detection of the second mesiobuccal canal in mesiobuccal roots of maxillary molar teeth ex vivo. Int Endod J. 2005;38:124-8.
19. de Carvalho MC, Zuolo ML. Orifice locating with a microscope. J Endod. 2000;26:532-4.
20. Buhrey LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. J Endod. 2002;28:324-7.

21. Baratto Filho F, Zaitter S, Haragushiku GA, de Campos EA, Abuabara A, Correr GM. Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. *J Endod.* 2009;35:337-42.
22. Slowey RR. Root canal anatomy road map to successful endodontics. *Dent Clin North Am.* 1979;23:555-73.
23. Martínez-Lozano MA, Forner-Navarro L, Sánchez-Cortés JL. Analysis of radiologic factors in determining premolar root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88:719-22.
24. Hildebolt CF, Vannier MW, Pilgram TK, Shrout MK. Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990;70:661-8.
25. Vizzotto M, Silveira P, Arús N, Montagner F, Gomes B, Silveira Hd. CBCT for the assessment of second mesiobuccal (MB 2) canals in maxillary molar teeth: effect of voxel size and presence of root filling. *Int Endod J.* 2013;46:870-6.
26. Mashyakhy M, Hadi FA, Alhazmi HA, Alfaifi RA, Alabsi FS, Bajawi H, et al. Prevalence of missed canals and their association with apical periodontitis in posterior endodontically treated teeth: a CBCT study. *Int J Dent.* 2021;2021.
27. do Carmo WD, Verner FS, Aguiar LM, Visconti MA, Ferreira MD, Lacerda M, et al. Missed canals in endodontically treated maxillary molars of a Brazilian subpopulation: prevalence and association with periapical lesion using cone-beam computed tomography. *Clin Oral Investig.* 2021;25:2317-23.
28. Studebaker B, Hollender L, Mancl L, Johnson JD, Paranjpe A. The incidence of second mesiobuccal canals located in maxillary molars with the aid of cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2018;44:565-70.
29. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58:589-99.
30. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod.* 2004;30:391-8.
31. Bürklein S, Heck R, Schäfer E. Evaluation of the root canal anatomy of maxillary and mandibular premolars in a selected German population using cone-beam computed tomographic data. *J Endod.* 2017;43:1448-52.
32. Alnowailaty Y, Alghamdi F. Prevalence of endodontically treated premolars and molars with untreated canals and their association with apical periodontitis using cone-beam computed tomography. *Cureus.* 2022;14.
33. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30:559-67.
34. Byers MR, Närhi MV, Mecifi KB. Acute and chronic reactions of dental sensory nerve fibers to cavities and desiccation in rat molars. *Anat Rec.* 1988;221:872-83.
35. Gustafson G. Age determinations on teeth. *J Am Dent Assoc.* 1950;41:45-54.
36. Cantatore G, Berutti E, Castellucci A. Missed anatomy: frequency and clinical impact. *Endod Topics.* 2006;15:3-31.
37. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J Endod.* 2004;30:5-16.
38. Kvist T. The outcome of endodontic treatment. The guidebook to molar endodontics. 2017:207-32.
39. Pigg M, Duncan HF, Nagendrababu V, Abbott P, Fouad AF, Kruse C, et al. Preferred reporting items for diagnostic accuracy studies in endodontics (pridase): guidance to improve manuscripts assessing the diagnostic accuracy of procedures, techniques and devices. *Int Endod J.* 2021;54:1005-7.
40. Pope O, Sathorn C, Parashos P. A comparative investigation of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of a healthy periapex. *J Endod.* 2014;40:360-5.
41. Kruse C, Spin-Neto R, Evar Kraft D, Vaeth M, Kirkevang LL. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography used for assessment of apical periodontitis: an ex vivo histopathological study on human cadavers. *Int Endod J.* 2019;52:439-50.
42. Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly R, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics—a review of the literature. *Int Endod J.* 2019;52:1138-52.