

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNDE SON İRRİGASYON AJANI
OLARAK KULLANILAN MTAD SOLÜSYONUNUN
PERİAPİKAL LEZYONLU DİŞLERDE TEDAVİ
BAŞARISINA ETKİSİ:
RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Berkcan YILDIZ

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMANI
Doç. Dr. Ayşin DUMANİ**

ADANA-2022

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANAL TEDAVİSİNDE SON İRRİGASYON AJANI
OLARAK KULLANILAN MTAD SOLÜSYONUNUN
PERİAPİKAL LEZYONLU DİŞLERDE TEDAVİ
BAŞARISINA ETKİSİ:
RANDOMİZE KONTROLLÜ KLİNİK ÇALIŞMA**

Dt. Berkcan YILDIZ

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMANI
Doç. Dr. Ayşin DUMANİ**

Bu çalışma TDH-2019-12197 nolu proje olarak Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir.

ADANA-2022

KABUL VE ONAY



ETİK BEYANI



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca klinik, akademik ve hayata dair her zaman desteğini ve sevgisini hissettiğim, çalışkanlığı ve samimiyetiyle örnek aldığım, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum çok kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. Ayşin DUMANI'ye,

Eğitimim boyunca mesleki bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, her konuda samimiyetini ve desteğini hissettiğim, sonsuz hoşgörüsüyle her zaman örnek alacağım Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Oğuz YOLDAŞ'a,

Uzmanlık eğitimim süresince bana yol gösteren, değerli bilgilerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. A. Şehnaz YILMAZ'a,

Mesleki bilgisi, tecrübesi, desteği ve hoşgörüsüyle uzmanlık eğitimime büyük katkısı bulunan değerli abim Öğ. Gör. Dr. Cihan KÜDEN'e, değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Z. Gonca BEK KÜRKLÜ'ye, değerli hocam Zehra YILDIRIM'a,

Sadece çalışma arkadaşı olmayıp her konuda desteğini hissettiğim, sevincimi ve üzüntümü paylaştığım çok sevgili kıdemdaşlarım Dt. Sena GÖKGÖZ'e, Dt. Nihan NAZSIZ'a ve Dt. Pınar GÜNGÖR'e,

Uzmanlık eğitimimim sırasında çalışma ve tanıma şansı bulduğum, her zaman desteklerini hissettiğim çok değerli arkadaşlarım, Dt. Hayriye ERTÜRK, Dt. Merve ZENGİN, Dt. Tolga SÜLEK, Dt. Eren VAR, Dt. Helin KUŞSEVER'e,

Bölüm hemşirelerimiz, sekreterlerimiz ve çalışanlarımıza,

İstatistiksel değerlendirmeler ve grafik tasarımlarındaki yardımlarından dolayı Doç. Dr. İlker ÜNAL'a,

Sevgisi, hoşgörüsü, içtenliği ve iyi kalbiyle her zaman destekçim olan çok kıymetli dostlarım Dt. Murat ESER'e, Dt. Başar ÖZKUL'a, Öğ. Gör. Dr. Ezgi SONKAYA'ya, Dt. Ö. Ceren KAHRAMAN'a ve Dt. H. Gökhan KAYHAN'a,

Alacağım uzmanlık unvanı dahil olmak üzere hayattaki tüm başarılarımın ve iyi bir insan olma yolundaki çabamın kaynağı ve asıl sahibi olan çok sevdiğim annem, babam ve ablama, Varlığı ve desteği ile her anımda yanımda olan, sabrını ve sevgisini eksik etmeyen Özüm TORUN'a en içten saygı ve sevgilerimi sunar, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	i
ETİK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT.....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kronik Apikal Periodontitis	3
2.1.1 Apikal Periodontitiste İyileşmenin Değerlendirilmesi	4
2.1.1.1. Anatomik Değerlendirme.....	4
2.1.1.2 Apikal Periodontitisin Radyolojik Özellikleri	4
2.1.1.3. Radyolojik Değerlendirme.....	4
2.1.1.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) ile Değerlendirme	6
2.1.1.5. CBCTPAI (Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Periapikal İndeksi).....	7
2.1.1.6. Apikal Periodontitisin Prevelansı	8
2.1.1.7. Apikal Periodontitisin Tedavisi ve Başarısı.....	8
2.2. Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon ve Dezenfeksiyon	9
2.2.1 Endodontide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları	11
2.2.1.1. Alkalın Solüsyonlar	11
2.2.1.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)	11
2.2.1.1.2. Kalsiyum Hidroksit Ca(OH) ₂	15
2.2.1.2. Katyonik Bisguanidler	16
2.2.1.2.1. Klorheksidin (CHX)	16
2.2.1.3. Asitler ve Şelasyon Ajanları	17
2.2.1.3.1. EDTA.....	17

2.2.1.3.2. Sitrik Asit	18
2.2.1.4. Kombine İrrigasyon Solüsyonları	19
2.2.1.4.1. QMix	19
2.2.1.5. Oksitleyici Solüsyonlar	20
2.2.1.5.1. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂)	20
2.2.1.5.2. İyodin Potasyum İyodit (IKI)	20
2.2.1.6. Elektrokimyasal Olarak Aktive Edilmiş Solüsyonlar (ECA)	21
2.2.1.7. Endogramlar	21
2.2.1.8. Tetrasiklin İçerikli Solüsyonlar	22
2.2.1.8.1. MTAD	22
2.2.1.8.2. Tetraclean	24
3. GEREÇ ve YÖNTEM	25
3.1. Hasta Seçimi ve Tedavi Öncesi Değerlendirme	26
3.1.1. Örneklem Büyüklüğü	26
3.1.2. Randomizasyon	26
3.2. Kök Kanal Tedavisi Prosedürü	27
3.3. İstatistiksel Analiz	30
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	46
KAYNAKÇA	47
ÖZGEÇMİŞ	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
Şekil 2.1. PAI Skorlamasının Şematik Görünümü ²⁴³	5
Şekil 3.1. VDW GOLD Apeks Bulucu ve Resiprokal Endo Motor.....	28
Şekil 3.2. Reciproc Blue NiTi döner eğe sistemi.....	28
Şekil 3.3. BioPure MTAD Solüsyonu	29
Şekil 4.1. Bazı hastalara ait başlangıç (1a, 2a, 3a, 4a) ve 24 ay takip (1b, 2b, 3b, 4,b) radyografları	31
Şekil 4.2. Hasta Akış Diyagramı	32



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
Çizelge 2.1. CBCT periapikal indeks skorları	7
Çizelge 3.1. Randomizasyon Blokları	27
Çizelge 4.1. Grupların tedavi öncesi PAI skoru	33
Çizelge 4.2. Her grubun tedavi öncesi ve 24 aylık takip median PAI skorları (min – max).....	34
Çizelge 4.3. Grupların 24. ay PAI skoru.....	34
Çizelge 4.4. Grupların PAI skorlarındaki değişim.....	35



ÖZET

Kök Kanal Tedavisinde Son İrrigasyon Ajanı Olarak Kullanılan MTAD Solüsyonunun Periapikal Lezyonlu Dişlerde Tedavi Başarısına Etkisi: Randomize Kontrollü Klinik Çalışma

Bu çalışmanın amacı; periapikal lezyonlu dişlerde, MTAD yıkama solüsyonunun geleneksel yıkama prosedürlerini takiben yapılan son yıkamada kullanılmasının apikal periodontitisin iyileşmesindeki etkisini radyografik ve klinik muayene ile gözlemlemektir.

Tek köklü periapikal lezyonlu 100 dişle sahip 100 hasta her biri 10'arlı randomize bir blok tasarımı kullanılarak 2 gruba ayrılmıştır. Kök kanalları Reciproc Blue (VDW, Munich) döner sistem eğeler ile şekillendirilmiş ve kanal şekillendirilmesi sırasında yandan delikli enjektörler (NaviTips, 30 gauge; Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, ABD) kullanılarak 5 ml 2.5% NaOCl ile irrigasyon yapılmıştır. Son yıkama bir grupta 5 ml 2.5% NaOCl (n=50) ile diğer grupta 5 ml MTAD (n=50) ile yapılmıştır. Tüm kanallar 5 ml serum fizyolojik ile yıkandıktan sonra AH Plus kanal patı ve guta perkalarla soğuk lateral kondenzasyon yöntemi ile doldurulmuştur. Üç hasta tedavi sonrası hamilelik, sistemik hastalık ve medikament kullanımı gibi sebeplerden izlemiden çıkarılmıştır. Doksan yedi hasta 24 ay sonra radyografik ve klinik muayene için geri çağırılmıştır. Yirmi beş hasta kontrol randevularına gelmediğinden çalışma dışı bırakılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası PAI skorları karşılaştırılmıştır ve dişler 'sağlıklı' ($PAI \leq 2$) veya 'başarısız' ($PAI \geq 3$) olarak değerlendirilmiştir. Grupların tedavi öncesi ve 24. ay takip radyografları arasındaki farkları karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Her bir grup için başlangıçtan takip sonuna kadar PAI skorlarındaki değişiklik Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir.

Tedaviden 24 ay sonra 72 hasta değerlendirilmiştir. Yetmiş iki dişin 65'inde PAI skorunda istatistiksel açıdan anlamlı bir düşüş görülmüştür. MTAD grubunda 37 dişin 33'ünde (% 89.2); NaOCl grubunda ise 35 dişin 32'sinde (% 91.4) radyolusensi azalmış veya kaybolmuştur. MTAD grubunda 4 dişin PAI skorunda değişiklik görülmemiştir. Başlangıç ve 24. ay sonrası PAI skorlarının değişiminde iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = .551$).

MTAD solüsyonunun son yıkamada kullanılması kanal içi dezenfeksiyonda fayda sağlamakla beraber, iyileşme üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Apikal periodontitis, periapikal iyileşme, son yıkama, MTAD, randomize kontrollü çalışma

ABSTRACT

Effect of MTAD on Outcome of Primary Root Canal Treatment: A Randomized Controlled Trial

Aim: To compare the radiographic outcome of a root canal treatment with and without additional use MTAD solution after 24 months recall.

Methodology: One hundred single-rooted teeth with periapical radiolucency of 100 patients were randomized into two groups using a randomized block design with block sizes of 10 patients each. Root canals were prepared with Reciproc Blue and irrigation was performed with 5 ml 2.5% NaOCl during instrumentation. Final irrigation protocol was performed using 5 ml 2.5% NaOCl (n= 50) or 5 ml MTAD (n=50). Then the root canals were irrigated with 5 ml of saline and obturated with gutta-percha and AH Plus sealer. Three patients were excluded due to pregnancy, systemic disease and use of medicament. The 97 patients were recalled and evaluated radiographically at 24 month according to PAI scores. Twenty five patients were lost during follow-up. Pre and posttreatment PAI scores were compared and teeth were considered 'healthy' ($PAI \leq 2$) or 'diseased' ($PAI \geq 3$). Whitney U test was used to compare the differences between the post-operative and follow-up images. Wilcoxon signed rank test was conducted to examine the changes in PAI score from base line to the follow-up evaluation.

Results: Seventy two patients were reexamined 2 years after treatment. Overall, a statistically significant decrease in PAI score from the base line to the follow-up evaluation was seen in 65 of 72 teeth. Absence and reduction of the radiolucency together were observed in the MTAD group in 33 of 37 teeth (89.2 %) and 32 of 35 teeth (91.4 %) in the NaOCl group. There was no significant difference between the results of decrease in PAI score was seen in both groups ($P = 0.551$).

Conclusion: Root canal treatments with and without MTAD irrigation contributed equally to periapical healing.

Acknowledgements: This work was supported by Cukurova University Scientific Research Support Program project number TDH-2019-12197.

Key Words: Apical periodontitis, periapical healing, final irrigation, MTAD, randomized clinical trial

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

NiTi	: Nikel Titanyum
mg	: Miligram
%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
PAI	: Periapikal İndeks
A.B.D.	: Ana Bilim Dalı
AP	: Apikal Periodontitis
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
Ca(OH)₂	: Kalsiyum Hidroksit
CLC	: Soğuk lateral kondenzasyon
µm	: Mikrometre
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
≥	: Büyük ve eşittir
≤	: Küçük ve eşittir
mm	: Milimetre
mL	: Mililitre
CBCT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
CBCTPAI	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Periapikal İndeks
mSV	: Milisievert
µSv	: Mikrosievert
kV	: Kilovolt
mA	: Miliamper
IKI	: İyodin Potasyum İyodür
M	: Molarite
CHX	: Klorheksidin
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit
ECA	: Elektrokimyasal Olarak Aktive Edilmiş Solüsyonlar
ESE	: Avrupa Endodonti Birliği

1. GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavinin amacı; kök kanallarının morfolojisine uygun bir şekilde şekillendirilip, dezenfeksiyonunun sağlanmasından sonra apikale kadar sızdırmaz bir şekilde doldurulmasıdır.¹ Bu şekilde kök kanalının içinden veya dışından özellikle dentin tübüllerinden gelebilecek olan mikroorganizmaların tekrar enfeksiyon oluşturmaları önlenir ve dezenfeksiyon sağlanır.²

Apikal periodontitis yaygın bir enfeksiyöz hastalıktır ve dental pulpadaki mikrobiyal enfeksiyonun neden olduğu periapikal dokularda enflamatuar bir yanıt ve kemik yıkımı ile karakterizedir.³⁻⁵ Apikal periodontitis kök ucunda önceden başlamış bir iltihabın kök kanallarında var olan mikroorganizmalar tarafından devam ettirilmesi ile oluşur.⁶ Kök kanalındaki enfeksiyonun durumuna bağlı olarak akut veya kronik enflamatuar reaksiyon gelişebilir.³⁻⁵ Akut apikal periodontitis genellikle, mikroorganizma ve ürünlerinin apikal kök kanalından periapikal dokuya ulaşması sonucu oluşmaktadır.

Apikal periodontitisin etiyolojisi ve hastalığın başlangıcı, gelişimi ve sürekliliğinde mikrobiyal faktörlerin temel rolü oluşturmaları sebebiyle, bakteriyel enfeksiyon hastalığı olarak kabul edilmektedir.¹² Bu nedenle apikal periodontitis kendiliğinden iyileşmez. Kök kanal tedavisi, apikal periodontitisli dişler için zorunlu tedavidir. Bununla birlikte, kemiğin tamamen iyileşmesi veya apikal radyolusentliğin azalması tüm kök kanal tedavili dişlerde meydana gelmeyebilir. Bu tür çözülmeyen periapikal radyolusentlik gösteren dişlere endodontik olarak başarısız dişler denir.¹⁰ Radyolusent periapikal lezyonlar, tedavi prosedürleri enfeksiyonun kontrolü ve ortadan kaldırılması için tatmin edici bir standarda ulaşmadığında devam eder. Yetersiz aseptik kontrol, hatalı giriş kavitesi, gözden kaçan kanallar, yetersiz enstrümantasyon ve sızıntı yapan geçici veya kalıcı restorasyonlar kalıcı apikal periodontitise yol açabilecek yaygın problemlerdir.¹¹

Bununla birlikte kompleks kök kanal anatomisi, biyofilm tabakası, mekanik şekillendirmeye birlikte oluşan smear tabakası, inatçı enfeksiyonlar gibi nedenler dolayısıyla kök kanal tedavisi protokolünde yeni ve ilave yıkama solüsyonlarının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Apikal periodontitisin tedavisi ve tedavi sonucundaki uzun

dönem başarısı ile ilgili birçok araştırma yapılmaktadır. Bu araştırmalarda randomize kontrollü klinik çalışmalar uzun dönem takipleriyle çok büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı; periapikal lezyonlu dişlerde, yeni bir yıkama solüsyonu olan MTAD'ın (BioPure MTAD; Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) geleneksel yıkama prosedürlerini takiben yapılan son yıkamada kullanılmasının apikal periodontitisin iyileşmesindeki etkisini radyografik ve klinik muayene ile gözlemlemektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kronik Apikal Periodontitis

Apikal periodontitis, çürük, travma veya iyatrojenik hasarın neden olduğu bir dişin pulpal dokularının yaralanmasından sonra ortaya çıkabilmektedir. Pulpa, hafif ile orta derecede yaralanmadan kaynaklanan geri dönüşümlü pulpitis aşamasında iyileşebilirken, kalıcı veya kapsamlı hasar olduğunda, pulpal dokularda geri dönüşümsüz enflamasyon ile sonuçlanabilmektedir. Tedavi yapılmazsa geri dönüşümsüz pulputisli dişlerde daha sonra pulpa nekrozu ve kök kanal sisteminin bakteriyel kolonizasyonu gerçekleşebilmektedir.^{13,14}

Apikal periodontitis, iltihaplı veya nekrotik bir pulpadan kaynaklanan, temel olarak bakteriler ve toksinler gibi irrite edici maddelerin sebep olduğu periradiküler dokuların enflamatuvar bir lezyonudur.¹⁵ Kronik apikal periodontitiste pulpa nekroze olmuştur. Pulpa canlılığını kaybettiğinden dolayı bu dişler, elektriksel veya termal uyaranlara cevap veremez. Radyografik muayenede periapikal alanlarda geniş lezyonlar görülebilir.¹⁶ Dişin kökü kemikle çevreli olduğundan ve göreceli olarak kök rezorpsiyonlarına karşı dirençli olduğundan, enflamatuvar reaksiyonların sonucunda çoğunlukla dişin etrafındaki kemik dokusunda yıkımlar gözlenir.¹⁷

Apikal periodontitis, enfeksiyona bir cevap olarak gelişir ve kronik formda, konuma ve anatomiye özgü özelliklere sahip bir granülom oluşur. Enflamatuvar hücrelere ek olarak, tipik olarak fibröz doku ve sıklıkla kolesterol kristalleri ve ayrıca Malassez hücrelerinden türetilmiş epitel ipliklerini içerir. Kısmen veya tamamen epitel ile kaplanmış bir kist boşluğu geliştirebilir veya geliştirmeyebilir. Bu radiküler kistin lümeni pulpa girişindeki enfeksiyöz kaynakla sürekli ise, kendi kendine devam etmeyebilir ('bay' veya 'cep' kisti) ve kaynağın ortadan kaldırılmasından sonra iyileşir. Öte yandan, kist tamamen epitel tarafından kaplanırsa (gerçek kist) ve enfeksiyon kaynağından çıkarılırsa, cerrahi eksizyon dışında iyileşemeyebilir, kendi kendine devam edebilir ve tedaviye dirençli olabilir.^{18,19}

2.1.1 Apikal Periodontitiste İyileşmenin Değerlendirilmesi

2.1.1.1. Anatomik Değerlendirme

Apikal periodontitisin etiyolojisi kök kanal sistemi ve bu alanı çevreleyen dentinin enflamasyonuna dayanmaktadır. Bazı durumlarda apikal foramenin dışındaki yapılarla birlikte farklı anatomik yapılar da enflamasyondan etkilenebilir. Genellikle lezyon kök ucunda sınırlı kalır veya enflamasyon çeşitli seviyelerde yayılabilir; laterale genişleyebilir.¹⁷

2.1.1.2 Apikal Periodontitisin Radyolojik Özellikleri

Apikal periodontitisin radyografik tanısı, normal periapikal anatomiden sapmalara dayanır. İltihaplanmaya yanıt olarak rezorpsiyon ve kemik yeniden şekillenme faaliyetleri, radyografide görünür hale gelen değişikliklerin ana nedenleridir. Periodontal ligament, lamina dura, süngerimsi ve kortikal kemik ve diş kökü apikal periodontitisin biyolojik aktivitelerinden etkilenebilir.¹⁷

2.1.1.3. Radyolojik Değerlendirme

Periapikal patolojilerin değerlendirilmesinde ilk incelenen anatomik yapılardan biri lamina duradır. Lamina dura dişlerin köklerini çevreleyen kompakt kemiğin radyografik görüntüsüdür. Lamina duranın radyografik görüntüsü değişiklik gösterebilmekle birlikte genel olarak radyografda periodontal aralığın etrafında radyopak bir çizgi şeklinde görülür. X ışınının geliş açısı görüntüyü değiştirebilmektedir. Bu yüzden lamina dura devamlılık göstermiyorsa radyograf dikkatle incelenmelidir.

Kortikal kemik değişiklikleri radyograflarda radyolusent görüntü vermeden önce, % 30-60 oranında kemikte demineralizasyon oluşması gerekmektedir. Bunun için de lezyonun kortikal kemiğin iç yüzeyine kadar ulaşması gerektiği belirtilmiştir.²⁰

Periapikal patolojilerin tanısında radyografik olarak görüntüleri tanımlanarak, normal olmayan patolojik durumların skorlanması için çalışmalar yapılmıştır. Ørstavik tarafından 1986'da periapikal lezyonların indeks dahilinde sınıflaması yapılarak epidemiyolojik çalışmalara temel teşkil edecek bir skala geliştirilmiştir. Bu indeks

lezyonların hekimler tarafından sınıflandırılması yönünden bir fikir birliğine varılmasına yardımcı olurken, konu ile ilgili yapılacak olan çalışmalar için de anahtar teşkil etmiştir.²¹

Periapikal indeks (PAI) radyograflar üzerinde apikal periodontitisi, periapikal lezyonun artan radyografik görüntüsüne göre 1'den 5'e kadar numaralandıran bir sistemdir. Bu sınıflandırma şu şekildedir (Şekil 2.1.):

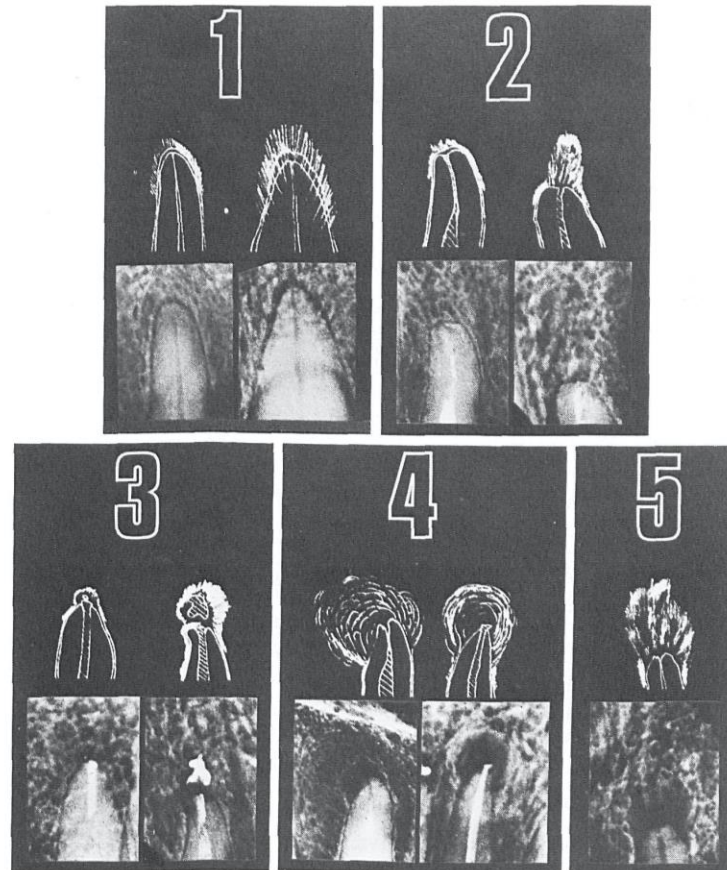
PAI 1: Normal apikal periodonsiyum.

PAI 2: Kemikte bazı yapısal değişiklikler mevcuttur ancak apikal periodontitis teşhisi için yeterli radyografik görüntü yoktur.

PAI3: Apikal periodontitise özgü, mineral kaybı ile gözlenen, kemikteki yapısal değişiklikler.

PAI 4: Belirgin ve sınırları kesin bir radyolusensi.

PAI 5: Kemikte belirgin bir yıkım ile karakterize radyolusensi



Şekil 2.1. PAI Skorlamasının Şematik Görünümü²⁴³

Bu skorlama, kök kanal tedavisi görmüş dişler üzerinde de uygulanarak, tedavinin uzun dönem sonuçları radyografik olarak belirlenmiştir.

Literatürde kök kanal tedavisinin başarısını araştıran birçok çalışma vardır.^{22,23} Çalışmaların birçoğu kök kanal tedavisi sonrasında kanaldaki mikroorganizma varlığının ve kanal dolgusunun radyografik apekten 0-2 mm kısıklıkta doldurmanın periapikal iyileşme açısından önemini desteklemektedir.²⁴⁻²⁶ Bazı araştırmalara^{24,27} göre periapikal patolojilerin iyileşme süresinin 5-12 yıl arasında değişebildiği ileri sürülmektedir.

Endodontik tedavi sonrası iyileşme periyodik olarak yeniden alınan radyografilerin yorumlanması ile izlenir. Apikal periodontitisin iyileşmesinin radyografik özellikleri hakkında çok az şey bilinmektedir. Periradiküler dokuların onarımı kemik, periodontal ligament ve sementi içeren karmaşık bir rejenerasyondan oluşur.²⁸ Başarının radyografik bulgusu periradiküler bölgede normal bir periodontal ligament aralığının bulunmasıdır. Eğer radyograf lezyonun boyutunun aynı şekilde kaldığını veya sadece boyutunda bir azalma olduğunu gösteriyorsa tedavinin başarılı olduğu düşünülmektedir.²⁹ Ayrıca bir dişin enstrümantasyonunu ve doldurulmasını takiben, radyolusentlikte geçici bir artış olabilir. Kök kanal tedavisinden kaynaklanan kimyasal ve/veya mekanik irritasyona bağlı olabilir ve genellikle normale döner. Yıllar boyunca geçici periapikal sağlığın bozulması da gösterilmiştir.²⁸

2.1.1.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) ile Değerlendirme

Geleneksel radyografik incelemeler genellikle radyografik film veya dijital sensörler kullanılarak iki boyutlu görüntülerle sınırlıdır. Kritik olarak, diş/dişlerin ve bitişik yapıların üç boyutlu anatomisinin temel bilgileri görülemez ve en iyi paralel teknikleriyle bile, diş yapılarının periapikal görüntülerde distorsiyonu ve süperpozisyonu kaçınılmazdır. Bildirilen CBCT'nin en büyük avantajı, geleneksel radyografilere kıyasla üç boyutlu geometrik doğruluktur.^{30,31} Sagital, koronal ve aksiyal CBCT görüntüleri anatomik yapıların süperpozisyonunu ortadan kaldırır.

CBCT, periapikal hastalıklarda kökün apikalindeki radyolusent değişikliklerin geleneksel radyografilerden daha önce saptanmasını sağlar.³² Endodontik tedavi, erken tedavi edilen dişlerde, periapikal hastalığın belirgin radyografik bulgularından önce daha başarılıdır.³³ Bu nedenle, CBCT ile periradiküler radyolusent değişikliklerin daha erken saptanması, endodontik hastalığın daha erken tanımlanması ve yönetilmesi ile

sonuçlanmaktadır; bu da dişlerin daha erken tedavi edilebileceği için endodontik tedaviden daha iyi bir sonuç alınacağını gösterir. Klinik ve periapikal radyografi değerlendirmesinde hastalığın hiçbir belirtisini göstermeyen tedavi edilmemiş veya önceden kök kanal tedavisi yapılmış hastalardaki hafif semptomların nedeni CBCT sayesinde ortaya çıkartılabilir.³⁴

2.1.1.5. CBCTPAI (Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Periapikal İndeksi)

Konvansiyonel radyografilerde kullanılan periapikal indeks (PAI) 2 boyutlu radyograflar üzerinde olan görüntülerin yorumlamasıyla elde edilir. CBCT görüntüleri ise sagittal, aksiyal ve koronal düzlemlerde görüntü sunduğundan, lezyon büyüklüğü her düzlemde farklı olabilir. CBCT için yeniden oluşturulan CBCTPAI skorlamasında lezyonun en geniş olduğu düzlemdeki boyutu esas alınır.³⁵ Burada altı kısımdan oluşan (0–5) bir skorlama sistemi kullanılır, ek olarak PAI skorlamasında yer almayan 2 değişken daha skorlamaya eklenmiştir; periapikal kortikal kemik genişlemesi (+E), periapikal kortikal kemik yıkımı (+D) (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. CBCT periapikal indeks skorları

Skor	Mineral Yapıları İçerisindeki Kemik Miktarı Değişimi
0	Eksiksiz periapikal kemik yapısı
1	Periapikal radyolusensinin çapı > 0,5–1 mm
2	Periapikal radyolusensinin çapı > 1–2 mm
3	Periapikal radyolusensinin çapı > 2–4 mm
4	Periapikal radyolusensinin çapı > 4–8 mm
5	Periapikal radyolusensinin çapı > 8 mm
Skor (n) +E*	Periapikal kortikal kemik genişlemesi
Skor (n) +D*	Periapikal kortikal kemik yıkımı

* E ve D değişkenleri skorlamaya eklenmiştir, her ikisi de CBCT analizleriyle saptanmıştır

2.1.1.6. Apikal Periodontitisin Prevelansı

Kök kanal tedavisi dişin kaybına sebep olacak patolojilerde alternatif tek tedavidir. Nüfus sayımı verilerinden edinilmiş bilgilere göre Avustralya'da 25 milyon, Amerika'da 420 milyondan fazla kök kanal tedavili diş bulunduğu tahmin edilmektedir. Apikal periodontitisin prevelansı yaş ile birlikte artmaktadır ve 50'li yaşlarda her iki bireyden birisinde görüleceği söylenmektedir. Altmış yaş üzeri bireylerde ise apikal periodontitisin prevelansı % 62'ye yükselmektedir.³⁶ Kök kanal tedavili dişlerin prevelansı da yaşla birlikte artmaktadır. Periapikal radyolusensi görülen dişlerin de yaşla birlikte arttığı bildirilmiştir.³⁷

Avrupa'da apikal periodontitis prevelansı, bireylerin % 34-61'i ve dişlerin % 2.8-4,2'si kadardır ve yaşla birlikte artar.⁷⁻⁹ Avrupa'da kök kanal tedavisi prevelansı bireylerin % 41-59'u ve dişlerin % 2-6.4'ü olarak rapor edilmektedir ve kanal tedavisi yapılmış dişlerin % 24-65'inde radyografta kronik apikal periodontitisin olduğu görülmektedir.^{7,8}

Epidemiyolojik çalışmalar, birçok batı toplumunda apikal periodontitisin prevelansının yüksek olduğunu göstermektedir. İskandinav ülkelerinde yapılan çalışmalarda prevelansın % 30-60 arasında değiştiği ve bu oranın yaşla birlikte arttığı bildirilmektedir.³⁸

2.1.1.7. Apikal Periodontitisin Tedavisi ve Başarısı

Endodontik tedavinin en büyük amacı apikal periodontitisi önlemek veya iyileştirmektir.⁴⁶ Bu nedenle, hem klinik hem de radyografik olarak sorun olmadığında tedavinin başarılı olduğu kabul edilmelidir. Varlığı takip radyografisinde ortaya çıkan dirençli apikal periodontitis lezyonu ve/veya hastalığın klinik belirti veya semptomlarının ortaya çıkması, başarısız sonucun göstergesi olarak kabul edilmelidir.

Randomize kontrollü klinik çalışmalarda gerçekleştirilen endodontik tedavilerin % 90-95 oranında başarı gösterdikleri rapor edilmiştir.^{28,40,47} Apikal periodontitis tanısı konulan endodontik tedavili dişlerin tam iyileşme prognozunun apikal periodontitis olmayan dişlere göre yaklaşık % 10-15 daha düşük olduğu da aynı şekilde kabul edilmektedir.⁴⁰⁻⁴³ Ek olarak, dolgu sırasında kök kanalında negatif kültür olan dişlerin iyileşme şansı, pozitif kök kanal kültürü sergileyen dişlere göre önemli ölçüde daha fazladır. Bu bulgular, apikal periodontitisli dişlerin tedavisinde olumlu sonuçların elde edilmesinde enfeksiyon kontrolünün önemine işaret etmektedir.^{25,48} Kanal içi

mikroorganizma seviyesinde etkili bir azalma sağlayan iki temel unsur yeterli mekanik enstrümantasyon ve antimikrobiyal irrigasyon solüsyonları kullanılarak yapılan kimyasal temizliktir.^{44,45}

Aşağıdaki bulgular olumlu bir sonuca işaret etmektedir: ağrı, şişlik ve diğer semptomların olmaması, fistül olmaması, fonksiyon kaybı olmaması ve diş çevresinde gözlenen normal lamina dura varlığı tedavinin olumlu sonucuna işaret etmektedir. Kök kanal tedavisinden sonra kalıcı ağrı, tedavi başarısızlığının göstergesidir.⁴⁹ Primer veya sekonder kök kanal tedavilerinin sonuçlarını etkileyen faktörleri araştıran önceki çalışmaların çoğu, değerlendirmede periapikal iyileşmenin klinik ve/veya radyografik işaretlerini kullanmıştır.⁵⁰

Apikal periodontitis, etkilenen kemiğin mineral yoğunluğunda, kök kanal sistemi içindeki yeniden enfeksiyona bağlı olabilecek bir azalma gösterir. Radyografide yarı saydam bir alan olarak görünür. Endodontik kökenli lezyonlar diş apeksinden ayrılmaz ve dişle devamlılık gösterir.⁵¹ Lezyon bir yıl sonra aynı boyuttaysa veya küçülmüşse periapikal iyileşmenin değerlendirilmesi 4 yıllık bir süre boyunca yapılır. Aşağıdaki durumlarda kanal tedavisi olumsuz sonuçlanmıştır:

1. Diş herhangi bir enfeksiyon belirtisi gösteriyorsa
2. Tedaviden sonra radyolojik olarak görülebilen bir lezyon ortaya çıktıysa veya önceden var olan bir lezyonun boyutu arttıysa
3. Devam eden kök rezorpsiyonu belirtileri varsa.⁵²

2.2. Kök Kanal Tedavisinde İrrigasyon ve Dezenfeksiyon

İrrigasyon endodontik tedavinin önemli bir aşamasıdır. İrrigantlar nekrotik doku, mikroorganizmalar ve dentin artıklarının yıkama hareketi ile kök kanalından uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. İrrigantlar ayrıca enfekte sert ve yumuşak dokuların kök kanalında ve periapikal alana apikal olarak birikmesini önlemeye yardımcı olabilir.¹

Kök kanal sistemi oldukça karmaşık ve değişkendir ve öngörülebilir şekilde temizleme ve dezenfekte etme yeteneğimizi sınırlamıştır.⁵⁹ Kök kanallarının sterilizasyonu için şu anda mevcut olan teknikler, aletler ve irrigantlar ile sınırlıdır. Bu nedenle kanal içi bakteri popülasyonlarının periapikal doku iyileşmesi ile uyumlu seviyelere indirilmesine odaklanılmalıdır.⁵⁴ Kemomekanik hazırlık, hem mekanik

enstrümantasyon hem de kimyasal irrigasyon dahil olmak üzere, bakteri popülasyonunu azaltmak için çok önemlidir. Tek başına mekanik enstrümantasyon etkili dezenfeksiyon sağlamak için yetersizdir çünkü kök kanal anatomisinin karmaşıklığı enstrümantasyonun erişilebilirliğini engeller ve mikroorganizmalar için bir barınak sağlar.^{25,55-57} Kök dolgusu sırasında kök kanalında kalan bakteriler kalıcı enfeksiyona ve tedavi başarısızlığına neden olur.⁵⁸ Peters et al. mekanik enstrümantasyondan önce ve sonra mikro bilgisayarlı tomografi taramaları kullanarak, enstrümantasyon tekniğinden bağımsız olarak, kök kanal yüzeylerinin (yan kanallar, isthmuslar) % 35 veya daha fazlasına aletin ulaşamadığını rapor etmiştir. Bu nedenle, irrigasyon, kök kanal debridmanının önemli bir parçasıdır çünkü tek başına kök kanal enstrümantasyonu ile elde edilebileceklerin ötesinde temizliğe izin verir. Dezenfeksiyona ek olarak, irrigantlar ayrıca kök duvarından smear tabakasının çıkarılmasına yardımcı olabilir.⁶⁰ Mekanik preperasyonun ve bakterilerin azalmasını sağlamak için enstrümantasyon aktif irrigasyon solüsyonları ile desteklenmelidir. İrrigasyon, bir vücut boşluğunun veya yaranın su veya ilaçlı bir sıvı ile yıkanması olarak tanımlanır.⁶¹

Endodontide irrigasyonun amaçları mekanik, kimyasal ve biyolojiktir. Mekanik ve kimyasal amaçlar şu şekildedir: debrisleri temizlemek, kanalı kayganlaştırmak, organik ve inorganik dokuları çözmek ve enstrümantasyon sırasında smear tabakası oluşumunu önlemek veya oluştuktan sonra ortadan kaldırmaktır. İrrigasyon maddelerinin biyolojik işlevi, antimikrobiyal etkileri ile ilgilidir, daha spesifik olarak: planktonik durumlarında ve biyofilmlerinde anaerobik ve fakültatif mikroorganizmalara karşı yüksek etkinliğe sahiptirler, endotoksini inaktive etme yeteneğine sahiptirler ve vital dokularla temas ettiklerinde toksik değildirler, periodontal dokular için kostik değildir ve anafilaktik reaksiyona neden olma potansiyeli çok azdır.⁶²

İrrigasyonun yararlarını özetleyecek olursak;

1. Debris kalıntılarının uzaklaştırılması
2. Kanal duvarlarının kayganlaştırılması
3. Mikroorganizmaların yok edilmesi
4. Organik debrisin çözülmesi
5. Smear tabakasının uzaklaştırılmasıyla dentin tübüllerinin açılması
6. Endodontik aletlerle ulaşılamayan alanların dezenfeksiyonu ve temizlenmesi

İdeal endodontik irrigasyon maddelerinin özellikleri,⁶²

1. Mikroorganizmalara ve mantarla karşı etkili olmalıdır.
2. Periapikal dokuları irrite edici olmamalıdır.
3. Raf ömrü uzun olmalıdır.
4. Uzun süreli antimikrobiyal etkiye ve kullanımdan sonra devam eden bir antibakteriyel etkiye sahip olmalıdır.
5. Dokuda kan, serum ve protein türevlerinin varlığında aktif olmalıdır.
6. Smear tabakasını tamamen kaldırmalıdır.
7. Düşük yüzey gerilim özelliği göstermelidir.
8. Dentin/dentin tübüllerini dezenfekte edebilmelidir.
9. Periapikal dokuların onarımına zararlı etkisi olmamalıdır.
10. Diş yapısını renklendirmemelidir.
11. Bir kültür ortamında inaktivasyon göstermelidir.
12. Hücre aracılı bir bağışıklık tepkisini indüklememelidir. Dişi çevreleyen doku hücreleri için antijenik, toksik ve kanserojen olmamalıdır.
13. Ekspozite dentinin fiziksel özellikleri üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmamalıdır.
14. Dolgu malzemelerinin sızdırmazlık özelliğine olumsuz etkisi olmamalıdır.
15. Kullanımı kolay olmalıdır.
16. Düşük maliyetli olmalıdır.

2.2.1 Endodontide Kullanılan İrrigasyon Solüsyonları

Endodontide bu zamana kadar birçok irrigasyon solüsyonlarının sınıflandırması yapılmıştır. Günümüzde en sık kullanılan sınıflandırma aşağıdaki gibi özetlenebilir.

2.2.1.1. Alkalın Solüsyonlar

2.2.1.1.1. Sodyum Hipoklorit (NaOCl)

Sodyum hipoklorit, NaOCl formülüne sahip kimyasal bir bileşiktir ve kök kanalında en yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonudur.¹ Genellikle ağartıcı olarak bilinen NaOCl çözeltisi, sıklıkla dezenfektan veya ağartma maddesi olarak

kullanılır. Patojenik organizmalara ve pulpa sindirimine karşı etkinliği nedeniyle kanal tedavilerinde tercih edilen irriganttır. NaOCl'in avantajları aşağıda özetlenmiştir.

1. Etkili antimikrobiyal ajan
2. Mükemmel organik doku çözücü
3. Kayganlaştırıcı
4. Oldukça hızlı etkili
5. Geçerliliği kabul edilmiş irrigasyon solüsyonu

NaOCl'in dezavantajları;

1. Toksikdir. (hipoklorit kazası)
2. Smear tabakasının sadece organik kısmını kaldırır.
3. Dayanıklı değildir.
4. Tadı ve kokusu hoş değildir.

NaOCl doku proteinleriyle temas ettiğinde kısa sürede azot, formaldehit ve asetaldehit oluşur. Peptit bağları, proteinleri çözmek için parçalanır. Bu işlem sırasında imino gruplarındaki (-NH-) hidrojen, klor (-N.Cl-) ile yer değiştirerek antimikrobiyal etkinlik için önemli bir rol oynayan kloraminleri oluşturur. Böylece nekrotik doku ve iltihabi doku çözülür ve antimikrobiyal ajan enfekte bölgelere daha iyi ulaşabilir ve temizleyebilir.⁶²

Estrela et al. NaOCl'in dinamik bir denge sergilediğini bildirmiştir. NaOCl, yağ asitlerini parçalayan ve onları yağ asidi tuzlarına (sabun) ve gliserole (alkol) dönüştüren ve böylece kalan çözeltinin yüzey gerilimini azaltan (sabunlaşma reaksiyonu) organik ve yağ çözücü görevi görür.

NaOCl güçlü bir bazdır (pH > 11). Sodyum hipokloritin yüksek pH'ına (hidroksil iyon etkisi) bağlı olarak antimikrobiyal etkinliği, kalsiyum hidroksitin etki mekanizmasına benzemektedir. NaOCl'in yüksek pH'ı, geri dönüşü olmayan bir enzimatik inhibisyon, hücrel metabolizmada biyosentetik değişiklikler ve lipidik peroksidasyonda gözlenen fosfolipid bozunması ile sitoplazmik membran bütünlüğüne müdahale eder.⁶³

Endodontik bir irrigasyon solüsyonu olarak NaOCl, % 0,5 ile % 6 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılır. Kök kanal tedavisi sırasında farklı konsantrasyonlarda

NaOCl kullanımı konusunda tartışmalar olmuştur. Bazı in vitro çalışmaları, NaOCl'in daha yüksek konsantrasyonlarda (% 5,25) *Enterococcus faecalis* ve *Candida albicans*'a karşı daha etkili olduğunu göstermiştir.⁶⁴⁻⁶⁶ Buna karşılık, klinik çalışmalar, hem düşük (% 1, % 2,5) hem de yüksek konsantrasyonların (% 5,25), kök kanal sisteminden bakterileri azaltmada eşit derecede etkili olduğunu göstermiştir.^{55,67} NaOCl daha yüksek konsantrasyonlarda daha iyi doku çözme yeteneğine sahiptir⁶⁸, ancak daha düşük konsantrasyonlarda bile yüksek hacimlerde kullanıldığında eşit derecede etkili olabilir.^{69,70} Daha yüksek NaOCl konsantrasyonları, daha düşük konsantrasyonlardan daha toksiktir⁷¹; bununla birlikte, kök kanal sisteminin sınırlı anatomisi nedeniyle, kök kanal tedavisi sırasında düşük bir kaza insidansı ile daha yüksek konsantrasyonlar başarıyla kullanılmıştır.

Genellikle apikal periodontitisten izole edilen *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* ve *Prevotella intermedia*'nın NaOCl'e karşı yüksek duyarlılık gösterdiği ve üç türün tamamının, % 0.5 ila % 5 NaOCl konsantrasyonları ile 15 saniye içinde öldürüldüğü rapor edilmiştir.⁷²

Waltimo et al. dirençli mikroorganizma *Candida albicans*'ın hem % 5 hem de % 0.5 NaOCl ile 30 saniyede in vitro ortamda öldüğünü, buna karşın % 0.05 ve % 0.005 NaOCl konsantrasyonlarının 24 saatlik inkübasyondan sonra bile *C. Albicans*'ı öldürmek için çok zayıf olduğunu gösterdi.⁷³

C. albicans'ın NaOCl'ye yüksek duyarlılığı, yakın zamanda Radcliffe et al. tarafından da doğrulandı.⁶⁵ Daha sonra Vianna et al. % 0.5'lik NaOCl'nin *C. albicans*'ı öldürmek için 30 dakikaya ihtiyacı olduğundan, bu sonuçları kısmen karşılaştırdı. Bunun sonucunda % 5.25'lik NaOCl tüm *C. Albicans*'ları 15 saniyede öldürmüştür.⁷²

Gomes et al.⁶⁴ çeşitli NaOCl konsantrasyonlarının enterokoklara karşı etkisini in vitro olarak test ettiler. *Enterococcus faecalis*, % 5.25'lik solüsyonla 30 saniye içinde öldürülürken, tüm bakterileri % 2.5 ve % 0.5'lik solüsyonlarla öldürmek için 10 ve 30 dakika gerekliydi.⁶⁴

Genel olarak, kanal içi irrigasyon için daha düşük konsantrasyonlar kullanılacaksa, düşük konsantrasyonların sınırlamalarını telafi etmek için solüsyonun daha yüksek hacimde ve daha sık aralıklarla kullanılması önerilir.⁷⁰

İlk irrigasyon maddesi olarak NaOCl kullanıldığında, kolajen üzerindeki hidroksiapatit kaplamanın kolajen liflerini koruduğu görülmektedir ve NaOCl'in dentin

üzerindeki etkisi sınırlıdır. Bununla birlikte, dekalsifiye çözelti kullanıldığında, hidroksiapatit hızla çözülerek alttaki kolajen liflerini açığa çıkarır. Bu aşamada tekrar NaOCl kullanılırsa, doğrudan proteine (kolajen) saldırabilir ve nispeten kısa sürede yüzey dentin kolajeninin önemli ölçüde tahrip olmasına neden olarak dentinin bükülme ve elastikiyet gücünü bozar.⁷⁵ Son zamanlarda, dentinin yüksek konsantrasyonda NaOCl'ye uzun süreli maruz kalmasının dentin elastikiyeti ve eğilme mukavemeti üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabileceği in vitro çalışmalarla gösterilmiştir. Kemomekanik hazırlığın sonunda EDTA veya sitrik asitten sonra NaOCl ile yapılan bu kısa süreli irrigasyon, kanal duvarı yüzeyi dentininde güçlü erozyona neden olur.⁷⁶ Dentinin fiziksel özelliklerindeki bu değişiklikler, sadece inorganik fazdaki değişikliklerden değil, aynı zamanda dentinin organik fazından da kaynaklanır. Ayrıca, “tam” dezenfeksiyon sağlamak için diş hekimleri, tüm bakterileri yok etme girişimlerinde sadece konsantrasyonu değil, aynı zamanda hacim, süre, akış hızı ve sıcaklığı da değiştirerek NaOCl'yi kullanmaktadır.⁷⁴ NaOCl konsantrasyonu ne kadar yüksek olursa, dentin üzerindeki zararlı etkilerin o kadar büyük olduğu literatürde oldukça açıktır. Bu etkiler, elastik modülün ve eğilme mukavemetinin azalmasını içerir.⁶²

NaOCl preparatlarının doku çözünmesindeki etkinliğini arttırmanın olası yolları, çözeltilerin sıcaklığı, ultrasonik aktivasyon ve uzun çalışma süresidir.⁷⁷

Kök kanal sistemindeki irrigasyon maddelerinin etkinliğini arttırmaya yönelik alternatif bir yaklaşım, düşük konsantrasyonlu NaOCl solüsyonlarının sıcaklığını arttırmak olabilir. Bu onların anında doku çözme kapasitesini artırır. NaOCl'in % 1'lik konsantrasyonunun 45 °C'de bir insan diş pulpasını çözme kapasitesinin, 20 °C'de % 5,25'lik bir konsantrasyonundakiyle eşit olduğu bulunmuştur.⁷⁸ Önceden ısıtılmış NaOCl irrigasyon maddelerinin sistemik toksisitesi, daha konsantre ısıtılmamış benzerlerinden daha düşüktür.

Ultrasonik aktivasyonun kullanılması, kanal duvarının apikal üçte birlik kısmında % 5 NaOCl'in etkinliğini arttırmıştır⁷⁹, çünkü bu sayede kimyasal reaksiyonları hızlandıracak, kavitasyonel etkiler yaratacak ve üstün bir temizleme etkisi sağlayacaktır.⁸⁰ NaOCl irrigasyonun ultrasonik aktivasyonu kullanılacaksa, kanal preperasyonu tamamlandıktan sonra ultrasonik aletin uygulanması önemli görünmektedir.⁸¹ Nikel-titanyum uçlu pasif ultrasonik irrigasyon, sonik irrigasyon aktivasyonuna kıyasla üstün doku çözücü etkiler üretmiştir.⁸²

Kök kanalı irrigasyonu sırasında hastanın giysilerine zarar verilmesinden, irrigasyonun hastanın veya operatörün gözüne sıçramasından, apikal foramenlerden solüsyon çıkmasından ve irriganta karşı alerjik reaksiyonlardan, irrigasyon ajanının anestezi bir solüsyon olarak yanlışlıkla kullanılmasına kadar uzanan çeşitli kazalar tanımlanmıştır.⁸³

NaOCl'in zayıf yönleri arasında hoş olmayan bir tat, toksisite, inorganik yapı üzerindeki etkisinin olmaması ve smear tabakasını tam kaldıramaması yer alır.^{71,85} NaOCl'in in vivo olarak in vitroya göre daha zayıf antimikrobiyal etkinliği de görülmüştür. Düşük in vivo performansın birkaç olası nedeni vardır. Kök kanal anatomisi, özellikle kanalın en apikal bölgesini etkili bir şekilde irrigasyonunun zorluğu, genel olarak ana zorluklardan biri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca kanaldaki kimyasal ortam bir test tüpünden farklıdır. Haapasalo et al.⁸⁶ E. faecalis'in % 1 NaOCl tarafından öldürülmesinde dentin varlığının belirgin gecikmelere neden olduğunu göstermiştir. Nekrotik veya önceden tedavi edilmiş kök kanalında kullanılan NaOCl'in antimikrobiyal potansiyeli üzerindeki etkisi araştırılmamıştır.

NaOCl sitotoksitesini ölçen çalışmalarda, % 5,25 NaOCl ile sağlıklı doku üzerinde % 1,0 ve % 0,5 solüsyonlara kıyasla daha fazla sitotoksisite ve kostik etki göstermiştir.^{87,88} Toksik ve kimyasal komplikasyon korkusu, birçok ülkede kanal irrigasyonu için % 5,25'lik solüsyon yerine % 0,5 ila % 1'lik düşük konsantrasyonlu NaOCl solüsyonlarının kullanılmasının ana nedenidir.⁸³ Bununla birlikte, optimal NaOCl konsantrasyonu ile ilgili nihai sonuçlara varılmadan önce, NaOCl konsantrasyonu ile spesifik mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivitesi arasındaki ilişkinin daha derin anlaşılması için daha fazla in vivo çalışma dirençli endodontik enfeksiyonlar ve retreatment tedavilerinin değerlendirilmesi gereklidir.

2.2.1.1.2. Kalsiyum Hidroksit Ca(OH)₂

Kalsiyum hidroksit daha çok kanal içi medikament kullanılmasına rağmen irrigasyon ajanı olarak da kullanılmıştır. Hemostatik özelliği sayesinde kanama kontrolünde yarar sağlamaktadır. Antimikrobiyal etkisini OH⁻ iyonlarının salınımı ile ortamın pH'ını yükselterek gösterir. Dentinle temas ettiğinde etkinliği azalır. E. faecalis dışındaki kanal içi mikroorganizmalara karşı etkilidir. Yüzey aktif ajanların eklenmesiyle yüzey gerilimi düşürülür ve hem antimikrobiyal etkisi artar hem de hızlanır. Nekrotik

dokuları çözme yeteneği zayıf olduğundan geleneksel irrigasyon ajanlarına göre yetersizdir.

2.2.1.2. Katyonik Bisguanidler

2.2.1.2.1. Klorheksidin (CHX)

Klorheksidin, ağız boşluğunda kimyasal plak kontrolü için yaygın olarak kullanılan güçlü bir antiseptiktir. Bu amaç için % 0,1 ile % 0,2'lik sulu çözeltileri tavsiye edilirken, % 2'lik konsantrasyonu kök kanal irrigasyonu için genellikle endodontik tedavide kullanılır. Genellikle son yıkama solüsyonu olarak kullanılır. CHX en çok 5.5-7.0 pH aralığında antimikrobiyal etkinliğini gösterir. Gram (+) ve (-) bakterilere, bakteriyel sporlara, lipofilik virüslere, maya ve dermatofitler gibi mantarlara karşı geniş antimikrobiyal etkisi vardır. Dumanı ve ark.⁸⁹ yaptığı çalışmada *E.faecalis*'in üremesini en iyi engelleyen irrigasyon ajanının CHX olduğunu, aynı zamanda inhibisyon zonu oluşturmada en etkili solüsyonun % 5'lik NaOCl olduğunu bildirmiştir.⁶

Sıvı veya jel formundaki CHX, bir irrigasyon solüsyonu olarak önerilmiştir ve farklı özellikleri hem in vitro⁶⁴ hem de in vivo olarak çeşitli çalışmalarda test edilmiştir. CHX'in antibakteriyel etkinliğini farklı konsantrasyonlarda incelemek için birçok araştırma yapılmıştır.⁹⁰⁻⁹⁷ Irrigant olarak % 2 CHX'in in vitro olarak % 0.12 CHX'den daha iyi antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Böylece CHX'in antibakteriyel etkinliğinin konsantrasyon seviyesine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.⁹⁸

CHX kan, serum ve vücut sıvılarından etkilenmez. Uzun süreli etkinliğini hidroksiapatite bağlanarak gösterir. Vücut dokularına iritan ve alerjen değildir. NaOCl ile temas ettiğinde veya karıştırıldığında parakloroanilin denilen kırmızı renkli çözünmeyen ancak toksik bir çökelti oluşturur. EDTA ile teması sonucu ise beyaz bir tuz çökeltisi oluşur.

NaOCl hala en yaygın kullanılan irrigasyon maddesi olduğundan, CHX'in antibakteriyel etkinliği NaOCl'inkine karşı test edilmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar kesin değildir, ancak genel olarak iki solüsyon arasında önemli bir fark bildirilmemiştir. CHX doku çözme özelliğinden yoksun olduğu için NaOCl hala endodontide kullanılan birincil irrigasyon solüsyonu olarak kabul edilmektedir.⁶²

2.2.1.3. Asitler ve Şelasyon Ajanları

2.2.1.3.1. EDTA

EDTA, smear tabakalarının mineralize kısmını kaldırabildiği için önerilen bir irrigasyon solüsyonudur. EDTA, kimyasal bileşik etilendiamintetraasetik asit için kullanılan bir kısaltmadır. EDTA, bir poliamino karboksilik asittir. Bu renksiz, suda çözünür katıdır ve birçok uygulama için büyük ölçekte üretilir. Bir şelasyon maddesi olarak öne çıkması, Ca^{+2} ve Fe^{+3} gibi di ve trikatyonik metal iyonlarını ayırma yeteneğinden kaynaklanmaktadır. EDTA ile bağlandıktan sonra metal iyonları çözelti içinde kalır, ancak düşük reaktivite sergiler. Uzun süre doğrudan maruz kalan EDTA, hücre zarından metal iyonları ile birleşerek bakteri yüzey proteinlerini çıkarır ve bu da sonunda bakteri ölümüne yol açabilir. Dekalsifiye solüsyonların özellikleri aşağıdaki gibidir⁶²;

1. Smear tabakasının inorganik kısmını kaldırır.
2. NaOCl irrigasyonundan sonra smear tabakasını tamamen kaldırır.
3. Kök kanalındaki bakterilerin yok edilmesine katkıda bulunur.
4. Kombinasyon ürünleri geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahiptir.
5. Dentini demineralize eder. (20–50 mm)
6. Düşük toksisiteye sahiptir.

Kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi, organik ve inorganik materyali çözen irrigasyon maddelerinin kullanılmasını gerektirir. NaOCl sadece organik dokuya karşı aktif olduğundan, smear tabakasının ve dentin artıklarının giderilmesini sağlamak için farklı irrigasyon ajanları kullanılmalıdır. Ayrıca kanal sisteminde mekanik preperasyonları engelleyen kalsifikasyonlara sıklıkla rastlanır.⁹⁹ Kök kanal preperasyonu için EDTA'nın irrigasyon sıvısı olarak değeri sınırlıdır. Dekalsifikasyon yeteneği sayesinde, 50 mm'lik bir alanı yumuşatmak ve çözmek için yeterli bir süreden sonra çok dar bir kanal açılabilir. Bu miktar, karşılıklı iki kanal duvarında 100 mm ile sonuçlanır. Bu, bir # 010 eğesinin ucuna eşdeğerdir.

Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA)¹⁰⁰ ve sitrik asit¹⁰¹ gibi demineralize edici ajanlar kök kanal tedavisinde destekleyici olarak önerilmiştir. Şelasyon ajanları, 1957'de

pH 7.3'te % 15 EDTA kullanımını öneren Nygaard–Ostby tarafından dar ve dekalsifiye kanalların preperasyonuna yardımcı olarak endodontiye dahil edilmiştir. EDTA, dentindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek çözünür kalsiyum şelatları oluşturur. EDTA'nın dentini 5 dakikada 20-30 µm derinliğe kadar dekalsifiye ettiği bildirilmiştir.¹⁰² Dekalsifikasyon işlemi kendi kendini sınırlar çünkü şelatör tükenir.

Üç dakikalık son irrigasyon ajanı olarak 5 ml % 17 EDTA ile sürekli bir irrigasyon, kök kanal duvarlarından smear tabakasını etkili bir şekilde uzaklaştırır.¹⁰³ EDTA en yaygın olarak % 17'lik konsantrasyonda kullanılır (disodyum EDTA, pH 7), ancak birkaç rapor daha düşük konsantrasyonlu EDTA'nın (örneğin % 10, % 5 ve hatta % 1) NaOCl irrigasyonundan sonra smear tabakasını eşit derecede iyi çıkardığını göstermiştir.⁹⁹ Ayrıca temizleme yeteneklerine ek olarak, şelatörler kök kanal duvarlarına yapışan biyofilmleri ayırabilir.

Calt ve Serper, 1 dakika süreyle % 17 EDTA ile 10 mL irrigasyonun smear tabakasının çıkarılmasında etkili olduğunu, ancak 10 dakikalık bir uygulamanın aşırı peritübüler ve intertübüler dentin erozyonuna neden olduğunu gösterdi.¹⁰⁴ Temas süresi ve EDTA konsantrasyonunun % 10'dan % 17'ye artırılmasının yanı sıra pH 9.0'a karşı 7.5'lik bir pH'ın dentin demineralizasyonunu arttırdığı gösterilmiştir. Ultrasoniklerle birlikte 1 dakikalık bir % 17 EDTA uygulaması, kök kanalının apikal bölgesindeki smear tabakası ve debrisin çıkarılması için etkili olduğunu rapor etmiştir.¹⁰⁵

Dentini demineralize etmek için sıvı ve jel ürünlerin etkinliği hakkında karşılaştırmalı çalışmalar olmamasına rağmen, kök kanalının küçük hacminin (sadece birkaç mikrolitre) kimyasalın hızlı doyumluğuna ve dolayısıyla etkinlik kaybına katkıda bulunması mümkündür. Bu gibi durumlarda sıvı ürün kullanımı ve sürekli irrigasyon önerilmelidir.^{77,106}

2.2.1.3.2. Sitrik Asit

Sitrik asit kök kanalının irrigasyonu ve smear tabakasının çıkarılması için kullanılabilir.¹⁰⁸⁻¹¹⁰ EDTA'ya benzer şekilde, smear tabakasının tamamen çıkarılması için ayrıca sitrik asit irrigasyonundan önce veya sonra NaOCl ile irrigasyon gerekir. % 1 ile % 50 arasında değişen konsantrasyonlar kullanılmıştır.¹⁰⁹ Ultrasonik ile karşılaştırıldığında, % 10 sitrik asidin smear tabakasını apikal bölümde ultrasonikten daha etkili bir şekilde çıkardığı gösterilmiştir.¹¹¹ Başka bir çalışmada, toz haline getirilmiş

dentin-rezin karışımı 0,5 M (molarite) EDTA'ya kıyasla 0.5, 1 ve 2 M sitrik asitte daha fazla çözülmüştür.¹¹² Bunun aksine, Liolios et al.¹¹³ sitrik asit ve % 15 EDTA arasında smear tabakasını çıkarma kapasitelerinde çok az fark olduğunu veya hiç fark olmadığını EDTA ürünleri ile smear tabakasının % 50 sitrik aside göre daha iyi giderildiğini bildirmiştir.^{114,115} Takeda et al.¹¹⁷ ayrı ayrı % 17 EDTA, % 6 fosforik asit ve % 6 sitrik asit ile irrigasyonun kök kanal sisteminden tüm smear tabakasını temizlemediğini bildirmiştir. Ancak bu, smear tabakasının tamamen çıkarılması için NaOCl'in de gerekli olduğu bilindiği için beklenmedik bir durum değildir. Asitler, intertübüler dentini demineralize ederek tübüler açıklıkları EDTA'dan daha büyük hale getirmiştir. Bu çalışmada ayrıca CO₂ lazerin smear tabakasının çıkarılmasında faydalı olduğu ama Er:YAG lazerin CO₂ lazerden bile daha etkili olduğu gösterilmiştir.

Smear tabakasının uzaklaştırılması, patların dentin tübüllerine nüfuz etmesini kolaylaştırır. Ayrıca kök kanal duvarının ve daha derin dentin katmanlarının dezenfeksiyonunu artırır. Hem EDTA hem de sitrik asit, NaOCl ile birlikte kullanıldığında smear tabakasını etkili bir şekilde kaldırabilir. Sitrik asit ve EDTA'nın bağımsız ürünler olarak zayıf antimikrobiyal aktiviteye sahip olabildikleri gösterilmiştir.

2.2.1.4. Kombine İrrigasyon Solüsyonları

2.2.1.4.1. QMix

QMix 2011 yılında piyasaya sürüldü. QMix, kök kanal irrigasyonu için tanıtılan yeni kombinasyon ürünlerinden biridir.¹¹⁸⁻¹²⁰ Üreticisi, NaOCl irrigasyonundan sonra enstrümantasyonun sonunda kullanılmasını önermektedir. QMix, EDTA, CHX ve bir deterjan içerir ve kullanıma hazır berrak bir solüsyon olarak gelir.

QMix, son yıkama ajanı olarak kullanılmalıdır. Temizleme ve şekillendirme sırasında NaOCl ve CHX kullanılırsa parakloroanilin oluşumunu önlemek için NaOCl'i durulamak için salin kullanılmalıdır, ancak QMix ve NaOCl'i karışımında hiçbir çökelti oluşmamaktadır.

Grossman'a¹²¹ göre, düşük yüzey gerilimi, bir irrigasyonun ideal özelliklerinden biridir. Daha düşük yüzey gerilimi, irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerine ve kök kanal sisteminin erişilemeyen bölgelerine daha iyi nüfuz etmesine yardımcı olabilir.¹²² Kalıntıların uzaklaştırılmasında daha etkili olması ve kök kanal sistemine daha kolay

nüfuz etmesi için irrigasyon maddelerinin dentin duvarları ile temas halinde olması gerekir. Bu temasın yakınlığı doğrudan yüzey gerilimi ile ilgilidir.¹²³ Düşük yüzey gerilimine sahip irrigantlar, endodontide kullanım açısından daha uygundur. QMix'te, yüzey gerilimini azaltmak için formülüne bir deterjan olan Setrimid eklenmiştir.

Stojicic et al.¹¹⁸, taramalı elektron mikroskobu kullanarak QMix tarafından smear tabakasının çıkarılmasının etkinliğini araştırdı. QMix, smear tabakasını EDTA ile aynı düzeyde uzaklaştırmıştır (P = 0.18).

Dai et al.¹¹⁹, açık kanal tasarımı kullanarak QMix'in iki versiyonunun kanal duvarı smear tabakalarını ve debrisleri kaldırma yeteneğini incelemiştir. Açık kanal tasarımının sınırlamaları dahilinde, iki deneysel QMix versiyonu, ilk yıkama olarak % 5,25 NaOCl kullanımından sonra kanal duvarı smear tabakalarının çıkarılmasında % 17 EDTA kadar etkilidir.

QMix'in etkinliği ve biyouyumluluğu, klinik olmayan in vitro ve ex vivo çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bulguları doğrulamak için bağımsız araştırmacılardan daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç vardır.

2.2.1.5. Oksitleyici Solüsyonlar

2.2.1.5.1. Hidrojen Peroksit (H₂O₂)

Hidrojen peroksit, endodontik irrigasyon maddesi olarak uzun süredir, esas olarak % 3 ile % 5 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Bakteri, virüs ve mantarlara karşı aktiftir. Hidroksi içermeyen radikaller ($\bullet$ OH) proteinleri ve DNA'yı yok eder. Hidrojen peroksitin doku çözme kapasitesi, NaOCl'den açıkça daha düşüktür; ayrıca antibakteriyel etkisi zayıf olarak kabul edilir. NaOCl ile birlikte kullanıldığında, buharlaşan oksijenin bir sonucu olarak kabarcıklanma meydana gelir. Artık rutin bir irrigasyon maddesi olarak önerilmese de, bazı ülkelerde kullanımı hala devam etmektedir.

2.2.1.5.2. İyodin Potasyum İyodit (IKI)

İyot potasyum iyodür (IKI), mükemmel antibakteriyel özellikleri ve düşük sitotoksitesi nedeniyle endodontik bir dezenfektan olarak önerilmiş ve kullanılmıştır.^{71,84} Bu irrigasyon ajanı % 4 potasyum iyodür içinde % 2 iyot çözeltisi

olarak kullanılır.¹²⁴ İyot alerjisi ve dentinin boyanması, İKI kullanımıyla ilgili potansiyel riskler olarak sıklıkla dile getirilir; bununla birlikte, endodontide İKI kullanıldığında bu tür zararlı yan etkilerin raporları oldukça nadir görünmektedir.¹²⁵

2.2.1.6. Elektrokimyasal Olarak Aktive Edilmiş Solüsyonlar (ECA)

Elektrokimyasal Olarak Aktifleştirilmiş (ECA) çözeltiler, musluk suyu ve düşük konsantrasyonlu tuz çözeltilerinden üretilir.¹²⁶⁻¹²⁸ Anot ve katot odalarındaki elektrokimyasal işlem, iki tür çözeltinin senteziyle sonuçlanır: anot odasında üretilene anolit denir ve katot odasında üretilene katolit denir. Oksitleyici maddelerin bir karışımını içeren anolit çözeltileri, bakterilere, virüslere, mantarlara ve protozoalara karşı belirgin mikrobiyosidal etkinlik gösterir.^{126,129} Anolit çözeltisi, süperoksittenmiş su veya oksidatif potansiyel su^{130,131} olarak adlandırılmıştır. Başlangıçta asidik anolit kullanılmıştır ancak son yıllarda klinik uygulama için nötr ve alkali çözeltiler önerilmiştir. Temiz koşullar altında, taze oluşturulmuş süper oksitlenmiş çözeltinin, iki dakika veya daha kısa sürede % 99,999 veya daha fazla azalma sağlayan tüm bu mikroorganizmalara karşı oldukça aktif olduğu bulundu. Bu, araştırmacıların onu güçlü bir mikrobiyal ajan olarak ele almalarına izin verdi.^{130,132} Vital biyolojik dokularla temas halindeyken toksik değildir.^{133,134} Kanal duvarlarının koronal ve orta kısımlarında smear tabakası üzerine etkiliyken apikal kısımda smear tabakasını etkili kaldıramadığı görülmüştür.¹³⁵ Solovyeva ve Dummer, ECA solüsyonu ile kök kanal irrigasyonunun temizleme etkinliğini incelediler ve smear tabakasının giderilmesinde NaOCl'den daha etkili olduğunu buldular.¹²⁶ ECA, umut verici sonuçlar ve etkili bir kök kanal irrigantı olma potansiyeli göstermektedir.

2.2.1.7. Endogramlar

Endogramlar kök kanal sisteminde radyografik olarak görüntülenebilen solüsyonlardır. Ruddle solüsyonu endogramlara en iyi örnektir. Ruddle Solüsyonu, klinik endodontik tedavi ve retreatmentta bir atılım sağlamak için formüle edilmiş yeni bir kanal içi irrigasyon maddesidir. Bu irrigant % 5 NaOCl, Hypaque ve % 17 EDTA içeren bir karışımdır. Hypaque, kök kanal sistemi anatomisini görselleştirmek, preperasyon prosedürleri sırasında kalan duvar kalınlığını izlemek, patolojik kusurları tespit etmek ve

iyatrojenik kazaları engellemek için kullanılabilen suda çözünür, radyoopak, kontrast bir solüsyondur.

Klinik olarak Ruddle Solüsyonu, yeterli erişim sağlandığında kök kanal sistemine pasif olarak enjekte edilir. Bileşimin NaOCI kısmı, pulpayı ve kök kanal sistemi içinde bulunan bakterileri ve ilgili iritanları ortadan kaldıracaktır. Bu çözeltinin çözücü etkisi, kök kanal sisteminin içeriğini aşamalı olarak temizler, böylece bileşimin iyot kısmının boş alana akmasını sağlar.

2.2.1.8. Tetrasiklin İçerikli Solüsyonlar

2.2.1.8.1. MTAD

MTAD¹³⁶ ve Tetraclean, antibiyotik, sitrik asit ve deterjan karışımına dayalı iki yeni irrigasyon maddesidir. MTAD¹³⁷, smear tabakasını kaldırabilen ve aynı zamanda kök kanal sistemini dezenfekte edebilen ilk irrigasyon solüsyonudur. MTAD, % 3 doksisisiklin hyclate, % 4.25 sitrik asit ve % 0.5 polisorbat (Tween 80) deterjan karışımıdır. BioPure MTAD (BioPure, Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK) olarak ticarileştirilmiştir ve uygulamadan önce karıştırılması gereken bir şırıngada sıvı ve bir şişede toz olarak iki parçalı bir set olarak mevcuttur. MTAD'ın klinik uygulamada geleneksel bir kemomekanik hazırlığın tamamlanmasından sonra son yıkama olarak kullanılması tavsiye edilmiştir.¹³⁷⁻¹⁴¹

MTAD'ın klinik kullanımı için yakın zamanda revize edilen protokol, % 1.3 NaOCl ile 20 dakika boyunca ilk irrigasyon ve ardından MTAD ile 5 dakikalık son yıkamayı önermektedir.¹⁴⁶

MTAD'ın smear tabakasının uzaklaştırılmasında ve bakterilerin öldürülmesinde tam etki mekanizması hakkında detaylı bilgi bulunmamaktadır. Çoğu çalışmada, smear tabakası üzerindeki etkisi hem doksisisiklin hem de sitrik aside bağlanmaktadır. MTAD'ın bu iki bileşeni ayrı ayrı etkili smear tabakasını kaldırma solüsyonları olarak rapor edilmiştir.¹⁴² Antibakteriyel etkisi çoğunlukla tetrasiklin izomeri olan doksisisikline bağlıdır. Tetrasiklin-HCl, minosiklin ve doksisisiklin dahil olmak üzere tetrasiklin, çok çeşitli mikroorganizmalara karşı etkili olan geniş spektrumlu antibiyotiklerdir. Tetrasiklin, etkisini protein sentezinin inhibisyonu yoluyla gösteren bakteriyostatik bir antibiyotiktir. Torabinejad et al.¹³⁷ göre bu özellik avantajlı olabilir, çünkü bakteriyel

hücre lizizinin yokluğunda antijenik yan ürünler (yani endotoksin) salınmaz. Yüksek konsantrasyonlarda tetrasiklin ayrıca bakterisidal bir etkiye sahip olabilir. Sitrik asidin bakterileri öldürmedeki rolü iyi bilinmemektedir. Tween 80, sınırlı antibakteriyel aktiviteye sahip gibi görünse de, bakteri hücre zarını doğrudan etkileyerek bazı maddelerin antibakteriyel etkisini artırabilir ve MTAD'ın dentine penetrasyonunu kolaylaştırabilir. Bununla birlikte, Tween 80 bazı bakteriler tarafından besin maddesi olarak da kullanılabilir ve klorheksidin ve povidon iyot gibi bazı dezenfekte edici maddelerin antibakteriyel özelliklerini etkisiz hale getirebilir. Doksisisiklin, sitrik asit ve Tween 80 kombinasyonu, bakteri hücre duvarı ve sitoplazmik membran üzerinde sinerjik bir etkiye sahip olabilir.

Yüzey gerilimini azaltmak için MTAD solüsyonuna Tween 80 eklenmiştir. MTAD'ın % 5,25 NaOCl, % 17 EDTA veya sudan daha düşük bir yüzey gerilimine sahip olduğu bildirilmiştir. Yüzey gerilimini düşürmenin, irrigasyon maddelerinin dentin tübüllerine veya kök kanal sisteminin diğer sınırlı bölgelerine daha derine nüfuz etmesine ve sonuç olarak irrigantların antibakteriyel etkinliğini iyileştirmesine yardımcı olabileceği düşünülse de, bu olasılığı destekleyecek hiçbir klinik kanıt yoktur.

Smear tabakasının çıkarılmasında çeşitli irrigasyonların etkinliğini belirlemek için taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. Torabinejad et al. MTAD'ı çekilmiş insan dişlerinde oluşturulan smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanmıştır.¹³⁷ Araştırmacılar, MTAD'ın dentin tübüllerini debristen temizlemede ve kök kanallarının apikal üçte birinde smear tabakasını kaldırmada EDTA'dan daha iyi performans gösterdiğini bildirmiştir; ancak kök kanallarının orta ve koronal kısımlarında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aynı çalışmada, sonuçlar ayrıca MTAD'ın kök kanallarının koronal ve orta üçte birlik kısmında EDTA'dan daha az erozyon oluşturduğunu göstermiştir. MTAD'ın smear tabakasını uzaklaştırmasındaki etkinliği sitrik asit, doksisisiklin ve Tween 80 birleşiminden kaynaklanmıştır. Diğer iki çalışmada, smear tabakasının çıkarılmasında MTAD veya EDTA'nın etkinliği doğrulandı; ancak bu iki irrigant arasında anlamlı bir fark bildirilmemiştir.^{143,144}

Giardino et al. yaptığı çalışmada MTAD, bakteriyel biyofilmlere karşı üstün antibakteriyel etkinlik göstermemiştir. MTAD'ın bu modelde etkili bir antibakteriyel ajan olduğu gösterildi; ancak % 6'lık NaOCl'ye kıyasla bakteriyel biyofilmi tamamen kaldıramamıştır. Selüloz nitrat membran filtrelerinde oluşturulan bir *E. faecalis*

biyofilmine karşı en etkili irrigasyon maddesi % 5,25'lik NaOCI iken, MTAD kullanımında bakteriyel azalma görülmemiştir.¹⁴⁵ MTAD'ın % 6 ve % 1 NaOCI, SmearClear™, % 2 CHX ve REDTA ile karşılaştırıldığında, E. faecalis tarafından oluşturulan biyofilmlere karşı en az etkili irrigasyon maddesi olduğu rapor edilmiştir. İn vitro çalışmalardan elde edilen ilaçların antibakteriyel etkinliğinin test edilmesinin sonuçları, test ortamı, bakteriyel duyarlılık ve sonuçları değerlendirmek için kullanılan farklı metodolojiler gibi faktörlerden etkilenebileceğinden dikkatle incelenmelidir.⁷⁰

Kök kanallarından izole edilen bakterilerde tetrasikline direnç nadir değildir.¹³⁸ NaOCI veya klorheksidin gibi biyositler yerine antibiyotik kullanımı, birincisi lokal yara debridmanı yerine sistemik kullanım için geliştirildiğinden ve ikincisinden çok daha dar bir spektruma sahip olduğundan, gereksiz görülmektedir. MTAD'ın antimikrobiyal etkisi büyük ölçüde doksisisiklin varlığına bağlanmıştır. Yakın tarihli bir çalışmada, E. faecalis ile enfekte olmuş çekilmiş insan dişlerini dezenfekte etme yetenekleri açısından bu üç formülasyonu karşılaştırmak için doksisisikline klorheksidin eklendi veya doksisisiklin yerine kullanıldı. Sonuçlar, klorheksidin ilavesinin MTAD'ın etkinliğini olumsuz etkilememesine rağmen, bu antimikrobiyal maddenin doksisisiklin yerine kullanılmasının çözeltinin etkinliğini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir.¹³⁸

2.2.1.8.2. Tetraclean

Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggio, İtalya), MTAD'a benzer başka bir kombinasyon ürünüdür. İki irrigant, antibiyotik konsantrasyonu (MTAD için 150 mg/5 mL doksisisiklin ve Tetraclean için 50 mg/5 mL) ve deterjan türü (MTAD için Tween 80, Tetraclean için polipropilen glikol) bakımından farklılık gösterir.

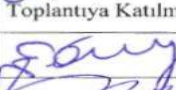
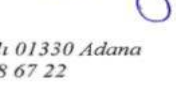
3. GEREÇ VE YÖNTEM

Prospektif, tek kör, tek merkezli, randomize kontrollü, paralel ve *invivo* olan bu çalışma Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. Çalışmamıza 4 Eylül 2019 tarihinde 'Kök kanal tedavisinde son irrigasyon ajanı olarak kullanılan MTAD solüsyonunun periapikal lezyonlu dişlerde tedavi başarısına etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma' başlığı ile Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır.

T.C. ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Sayısı	Tarih
91	4 Eylül 2019

KARAR NO 14- Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı'nda, Doç. Dr. Ayşin Dumani yönetiminde, Araş. Gör. Dt. Berkecan Yıldız tarafından yürütülmesi öngörülen, "Kök Kanal Tedavisinde Son İrrigasyon Ajanı Olarak Kullanılan MTAD Solüsyonunun Periapikal Lezyonlu Dişlerde Tedavi Başarısına Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma" başlıklı diş hekimliğinde uzmanlık tez projesi araştırma etiği yönünden değerlendirildi. Toplantıya katılan üyelerin oybirliğiyle uygun olduğuna karar verildi.

BAŞKAN	Prof Dr Selim Kadioğlu Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	
ÜYELER	Prof Dr Davut Alptekin Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı	
	Prof Dr Dinçer Yıldızdaş Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Prof Dr Gülşah Seydaoğlu Biyoistatistik Anabilim Dalı	
	Prof Dr Gürhan Sakman Genel Cerrahi Anabilim Dalı	
	Prof Dr Murat Gündüz Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı	Toplantıya Katılmadı
	Doç Dr Ezgi Özyılmaz Saraç Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	
	Av. Zehra Bulut Hukukçu Üye	
	Dr Neşe Kayrın Kurum Dışı Üye	

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası, Balcalı 01330 Adana
Telefon: 0322 338 60 60 dahili 3465, Faks: 0322 338 67 22

3.1. Hasta Seçimi ve Tedavi Öncesi Değerlendirme

Bu çalışmaya Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti A.B.D. başvuran 18-65 yaş arası hastalardan periapikal lezyonlu ($2 > \text{PAI} \leq 5$ mm) nekrotik tek köklü ve tek kanallı dişlere sahip olanlar dahil edilmiştir. Bu şartları sağlayan hastalardan hamile olan, son 1 hafta içerisinde antibiyotik, analjezik, antiinflamatuvar veya steroid kullanım öyküsü olan, enfektif endokardit veya immunosupresif bozukluklarından dolayı ya da herhangi bir başka rahatsızlığından dolayı diş tedavisi öncesi antibiyotik premedikasyona gerekli görülen, kontrolsüz hipertansiyon, kontrolsüz diyabetes mellitus, kronik böbrek yetmezliği, hematolojik hastalıkları olan, kemoterapi ve radyoterapi görmüş veya görmekte olan hastalar çalışma dışında bırakılmıştır. Bu şartları sağlayan 67 kadın ve 33 erkek olmak üzere toplam 100 hasta dahil edilmiştir. Hastalar yapılacak tedaviyle ilgili ve sonrasında oluşabilecek postoperatif iyileşme, komplikasyonlar ve takip formuyla ilgili bilgilendirilmiştir. Hastalar aydınlatılmış, onamları form imzalatmak suretiyle alınmıştır. Hastaların başlangıç periapikal röntgenleri alındıktan sonra pulpanın vitalitesi elektronik vitalometre (Analytic Technology Corp., Redmond, WA, ABD) ile tespit edilip endodontik giriş kavitesinden kanama gelip gelmemesi ile de doğrulanmıştır.

3.1.1. Örneklem Büyüklüğü

Verma et. al.²⁴⁴ çalışmasından hareketle, PAI skorundaki değişimin 0.50 birim ve üzerinde olmasının klinik olarak anlamlı olduğu ve değişimin standart sapmasının 1.0 olduğu varsayımı altında % 90 güç ve % 5 hata düzeyinde grup başına en az 42 hasta alınması gerektiği hesaplanmıştır. Çalışma süresince çalışmadan ayrılma durumu olabileceği düşüncesiyle bu sayının % 20 fazlası alınarak grup başına 50'şer hasta üzerinden çalışmanın yapılması planlanmıştır.

3.1.2. Randomizasyon

Hastalar, her biri 10'arlı randomize bir blok tasarımı kullanılarak; kök kanalları NaOCl kullanımı sonrasında serumla irrije edilmesini takiben son yıkamada MTAD solüsyonu kullanılan devital dişler ve NaOCl sonrasında serumla ve EDTA'yla yıkanan devital dişler (kontrol grubu) olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Bu bloklar bir istatistik uzmanı tarafından bilgisayar ile hazırlanan randomizasyon bloklarıdır. Diş hekimi hastanın dişinin tedavisinde randomizasyon bloğundaki sıraya göre hangi yıkama

solüsyonu var ise onu kullanmıştır. Hasta hangi yıkama solüsyonunun kullanıldığını bilmemektedir. Bu sebeple tek kör bir klinik çalışmadır. Kullanılan randomizasyon grupları şu şekildedir (Çizelge 3.1.) :

Çizelge 3.1. Randomizasyon Blokları

1: Kontrol					2: MTAD				
2	1	1	1	2	2	1	2	1	2
1	2	2	2	1	2	1	1	2	1
2	2	2	1	2	1	1	2	1	1
2	1	2	1	2	2	1	1	2	1
1	1	1	1	2	2	2	2	1	2
2	2	1	1	1	1	2	2	2	1
1	1	2	1	1	2	2	2	2	1
2	1	2	1	2	1	2	2	1	1
2	2	1	2	2	1	2	1	1	1
2	2	1	1	2	1	1	2	2	1
2	2	1	1	1	2	1	1	2	2
1	1	1	2	1	2	2	1	2	2

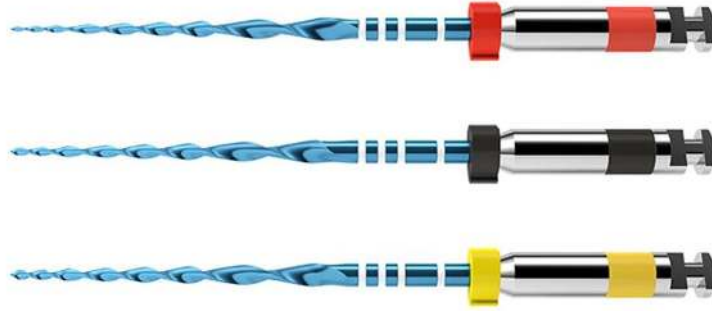
3.2. Kök Kanal Tedavisi Prosedürü

Kök kanal tedavisi yapılacak diş rubber dam ile izole edilmiştir. Endodontik giriş kavitesi steril bir elmas rond frez ile açılmıştır. Daha sonra kanallara ilk olarak 10 nolu K tipi el eğesi (VDW, Münih, Almanya) yerleştirilerek elektronik apeks bulucu (VDW GOLD; VDW) ile kök kanal boyu tespit edilmiştir (Şekil 3.1.). Elektronik apeks bulucunun 3 yeşil çizgiyi gösterdiği boy çalışma boyu olarak kullanılmıştır. Ayrıca röntgen çekilerek radyografik olarak da kanal boyu teyit edilmiş, ikisinin uyuşmadığı durumlarda apeks bulucu doğru kabul edilmiştir. Kanal genişletme işlemi VDW Gold (VDW, Munich) NiTi rotary sistemiyle (Şekil 3.1.) ve Reciproc Blue (VDW, Munich) (Şekil 3.2.) tek ege resiprokasyon sistemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmamızda tedavi

edilen dişin kök kanal ve apeks genişliğine bağlı olarak 25 veya 31 mm uzunlukta #25/0.8, #40/0.6 veya #50/0.5 nolu Reciproc Blue eğeler kullanılmıştır.



şekil 3.1. VDW GOLD Apeks Bulucu ve Resiprokal Endo Motor



şekil 3.2. Reciproc Blue NiTi döner eğe sistemi

Kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında kanallar kontrol grubunda, 10 mL % 2.5'lik NaOCl ile yıkanmıştır. Kanal preparasyonu bittikten sonra final irrigasyonda kök kanalları 5 mL % 17'lik EDTA solüsyonuyla yıkanmıştır. İrrigasyon sırasında yandan delikli enjektörler (NaviTips, 30 gauge; Ultradent, South Jordan, UT, ABD) kullanılmıştır. Diğer grupta kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında kanallar 10 mL % 2.5'lik NaOCl ile yıkanmıştır. Final irrigasyon olarak 5 dakika boyunca 5 mL MTAD

yıkama solüsyonu kullanılmıştır (Şekil 3.3.). Her iki grupta da irrigasyon sonunda kağıt konlar kullanılarak kanallar kurulanmıştır. Kanalın apikal 1 mm'sine sıkı uyum gösteren guta perka ile periapikal radyograf çekilerek kontrol yapılmıştır. Kanallar AH Plus kök kanal patı (Dentsply Maillefer, Cologne, Almanya) ve guta perka (President Dental, Duisburg, Almanya) kullanılarak soğuk lateral kondenzasyon tekniği ile doldurulmuştur.



Şekil 3.3. BioPure MTAD Solüsyonu

Kontrol radyografisi çekilerek kanal dolumu değerlendirilmiştir. Periapikal filmler aynı dijital periapikal röntgen cihazıyla 66 kV, 7,5 mA ve 0,10 saniye parametreleriyle, paralel teknik yöntemiyle alındı. Ardından fosfor plak görüntüleme sistemleri kullanılarak, cihazın bağlı olduğu ana bilgisayara radyolojik görüntüler aktarıldı ve kaydedildi. Giriş kavitesi kompozit ile restore edilmiştir.

İşlemler sonrası 3 hasta hamilelik, sonradan ortaya çıkan sistemik hastalık ve medikament kullanımı (kortizol, immünsüpresif ilaçlar vb.) sebebiyle çalışma dışı bırakılmıştır. Hastalar 24 aylık kontrol randevularına çağırılmış, radyografik ve klinik olarak muayene edilmiştir. Yirmi dört aylık takip sonucunda 97 hastanın 25'i takip randevularına gelmemiş ve çalışma dışı bırakılmıştır. Takip radyografları değerlendirilmeden önce iki deneyimli endodontist farklı radyograflar üzerinde (çalışma örnekleriyle ilgili olmayan) periapikal lezyonları değerlendirmişler ve birbiriyle uyumlulukları sağlanmıştır. Daha sonra iki endodontist toplamda 72 dişin tedavi öncesi ve 24 aylık takip radyograflarını incelemiş, ortak karara varılamayan durumlarda üçüncü

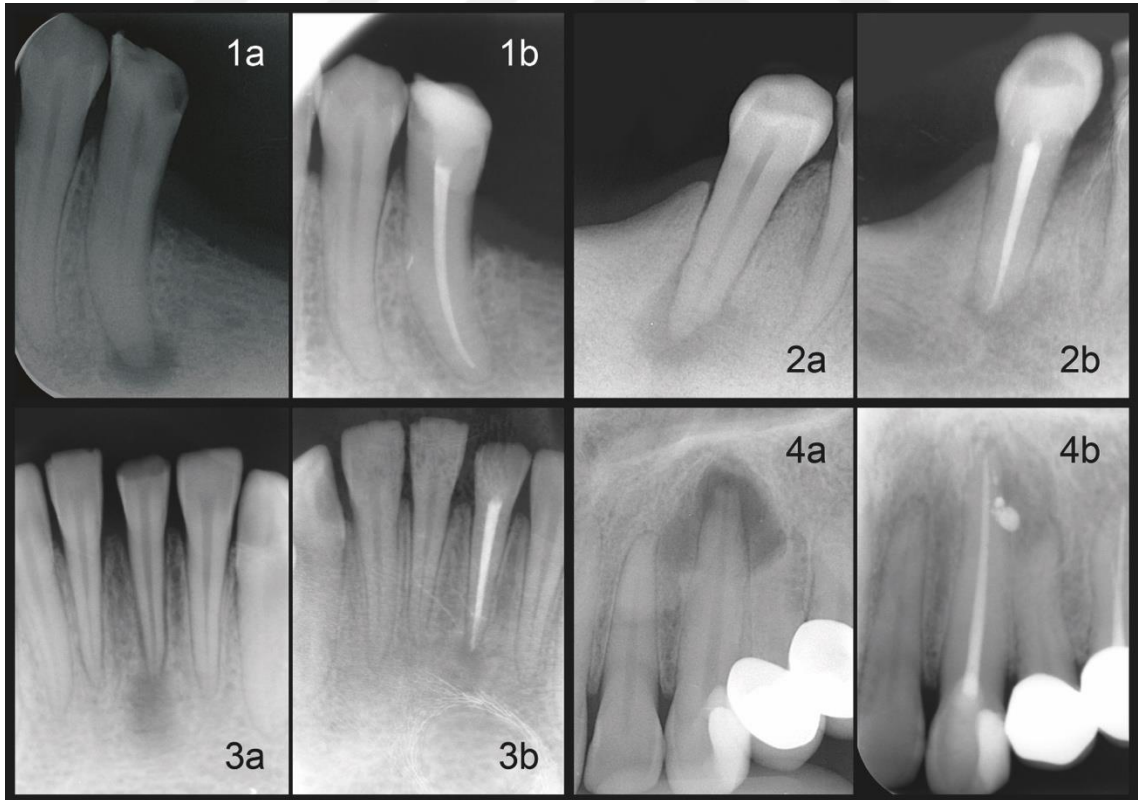
bir endodontist tarafından PAI skorlamasını uygun olacak şekilde değerlendirmişlerdir. Radyografik değerlendirmede $PAI \leq 2$ skoruna sahip ve klinik olarak semptomsuz olan dişler ‘sağlıklı’, $PAI \geq 3$ olan ve/veya klinik olarak semptomlu olan dişler ‘başarısız’ olarak kabul edilmiştir. Radyograflardaki radyolusens bölgelerdeki artış veya azalış oranı % 20 ve üzerinde olan değişiklikler kaydedilmiştir.²³⁸

3.3. İstatistiksel Analiz

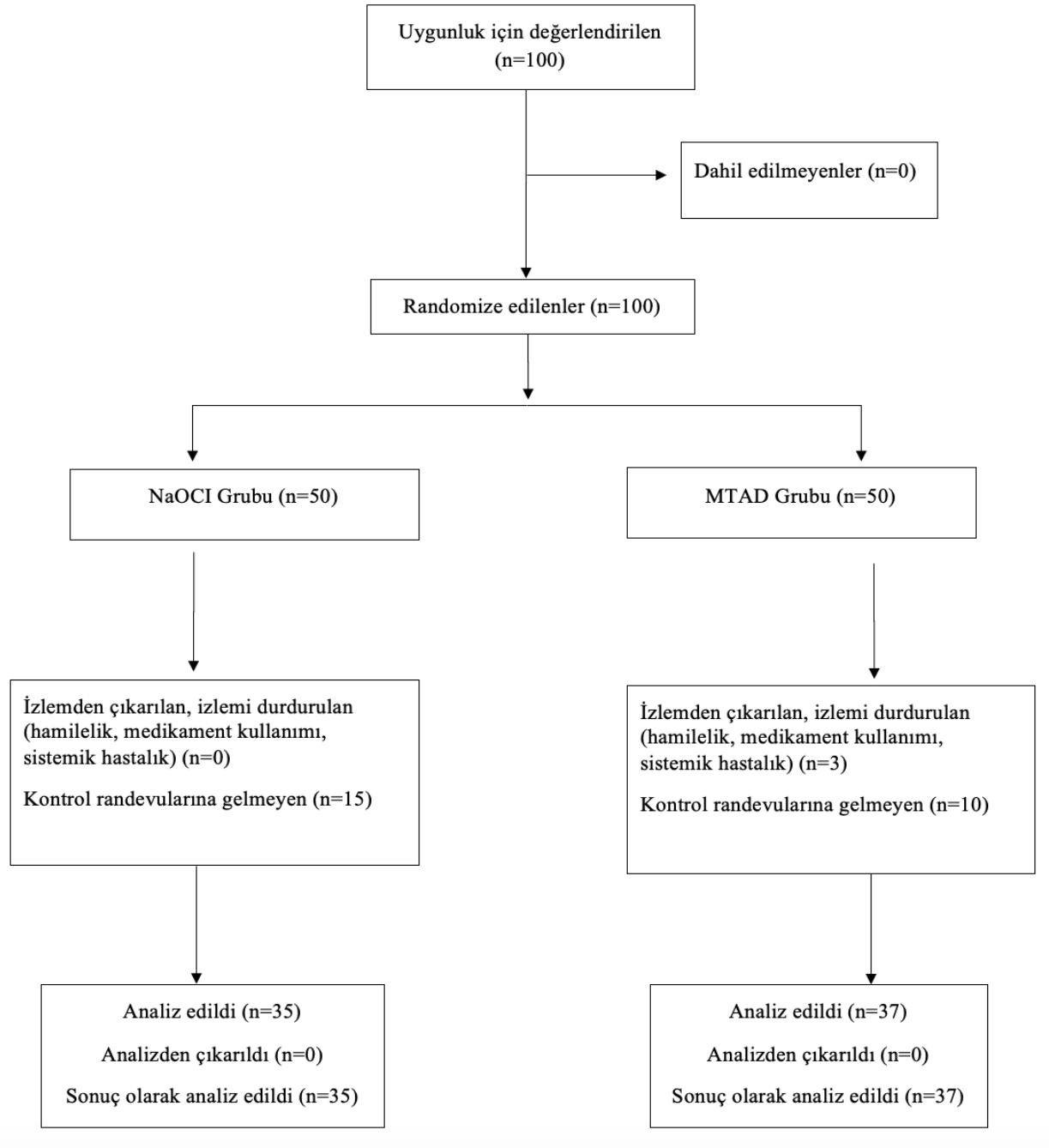
Verilerin istatistiksel analizinde IBM SPSS Statistics Versiyon 20.0 paket programı (IBM, Armonk, NY, ABD) kullanılmıştır. Gruplara göre cinsiyet dağılımı Ki-Kare analizi ve yaş dağılımı t testi ile değerlendirilmiştir. Grupların tedavi öncesi ve 24 ay sonunda takip radyografları arasındaki farkları (tedavi öncesi, tedavi sonrası değişimi) karşılaştırmak için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Her bir grup için başlangıçtan takip sonuna kadar PAI skorlarındaki değişiklik Wilcoxon testi ile değerlendirilmiştir. NaOCl ve MTAD grupları arasındaki ikili değişkenler ($PAI \leq 2$ skoruna sahip dişler ‘sağlıklı’, $PAI \geq 3$ olan dişler ‘başarısız’) Ki-Kare testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi 0.05 olarak alınmıştır. $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamıza 100 hasta dahil edilmiştir. Hamilelik, sonradan ortaya çıkan sistemik hastalık ve medikament kullanımı (kortizol, immünsüpresif ilaçlar vb.) sebebiyle MTAD grubunda 3 hasta çalışma dışı bırakılmış, izleminden çıkarılmıştır. Hasta akış diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 4.2.). Çalışmamıza 64 kadın ve 33 erkek olmak üzere 97 hastanın (47 MTAD, 50 NaOCl) apikal periodontitisli dişi dahil edilmiştir. Hastalar 6, 9, 12 ve 24 aylık kontrol randevularına çağırılmış, radyografik ve klinik olarak muayene edilmiştir. Yirmi dört aylık takip sonucunda 97 hastanın 25'i takip randevularına gelmemiş ve 25 diş çalışma dışı bırakılmıştır. Toplam 44 kadın ve 28 erkek hastanın periapikal radyografları değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen dişlerin 17'si santral, 17'si lateral, 13'ü kanin ve 25'i premolar diştir. MTAD grubunda 37, NaOCl grubunda 35 olmak üzere toplamda 72 dişin tedavi öncesi ve 24 aylık takip radyografları incelenmiş ve PAI skorlaması uygun olacak şekilde değerlendirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Bazı hastalara ait başlangıç (1a, 2a, 3a, 4a) ve 24 ay takip (1b, 2b, 3b, 4b) radyografları

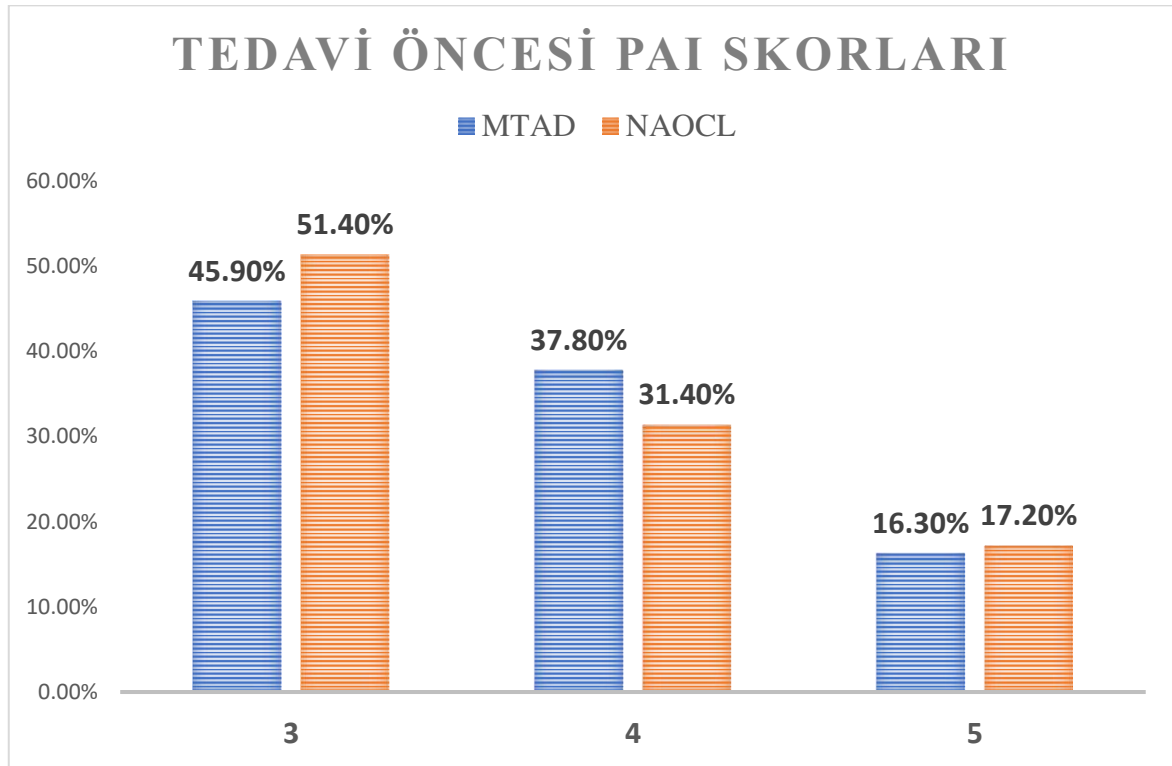


Şekil 4.2. Hasta Akış Diyagramı

Gruplar arasında yaş ve cinsiyet dağılımı uyumludur ve cinsiyet (Ki Kare Testi) ve yaş (t test) açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($P > 0.05$).

Çalışmamıza $2 > PAI \leq 5$ şartını sağlayan periapikal lezyonlu dişler dahil edilmiştir. Dişlerin dahil olacağı gruplar randomizasyon bloğundaki sıraya göre belirlenmiştir. Tedavisi yapıldıktan sonra takip randevularına gelmeyerek takip edilemeyen 15 diş NaOCl ve 10 diş MTAD grubuna aittir. Bununla birlikte, her iki gruptaki hastaların periapikal lezyonlu dişlerinde başlangıç PAI skorları uyumlu olup, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. (Çizelge 4.1., Çizelge 4.2.)

Çizelge 4.1. Grupların tedavi öncesi PAI skoru



Yirmi dört aylık takip sonucunda NaOCl grubunda 3 hastanın (% 8.6), MTAD grubunda 4 hastanın (% 10.8), PAI skorunda herhangi bir değişim olmamıştır (% 9.7).

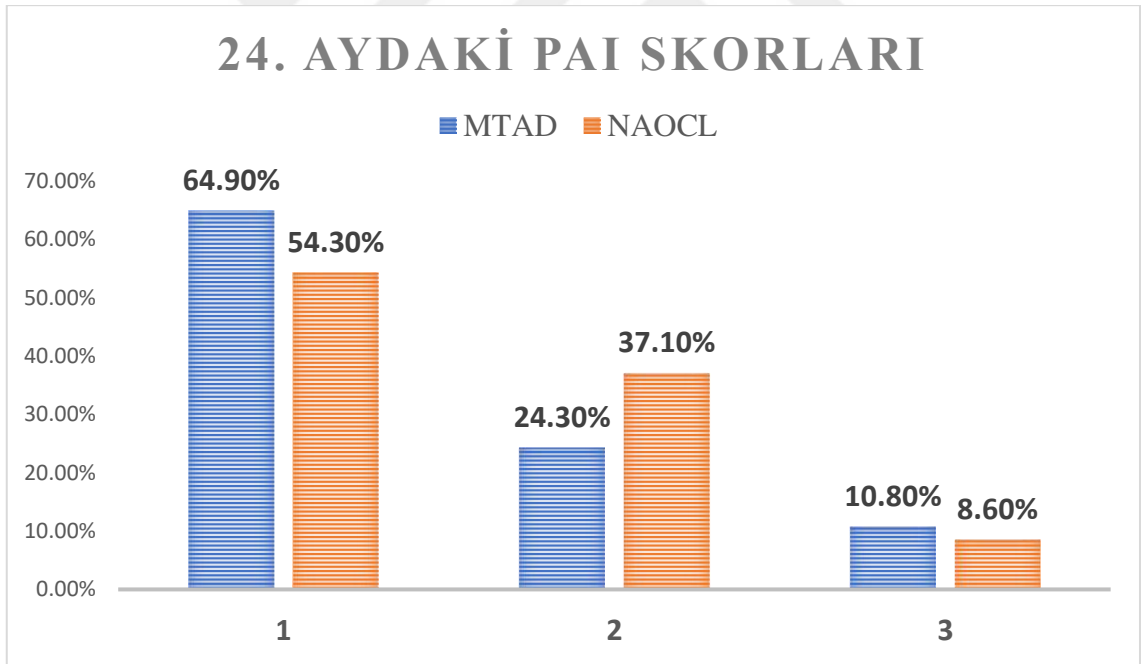
Tüm gruplardaki periapikal lezyonlu dişlerde 24 aylık takip sonucu iyileşme oranı % 90.3'tür. Gruplar arasında takip sonrası PAI skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.2., Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.2. Her grubun tedavi öncesi ve 24 aylık takip median PAI skorları (min – max)

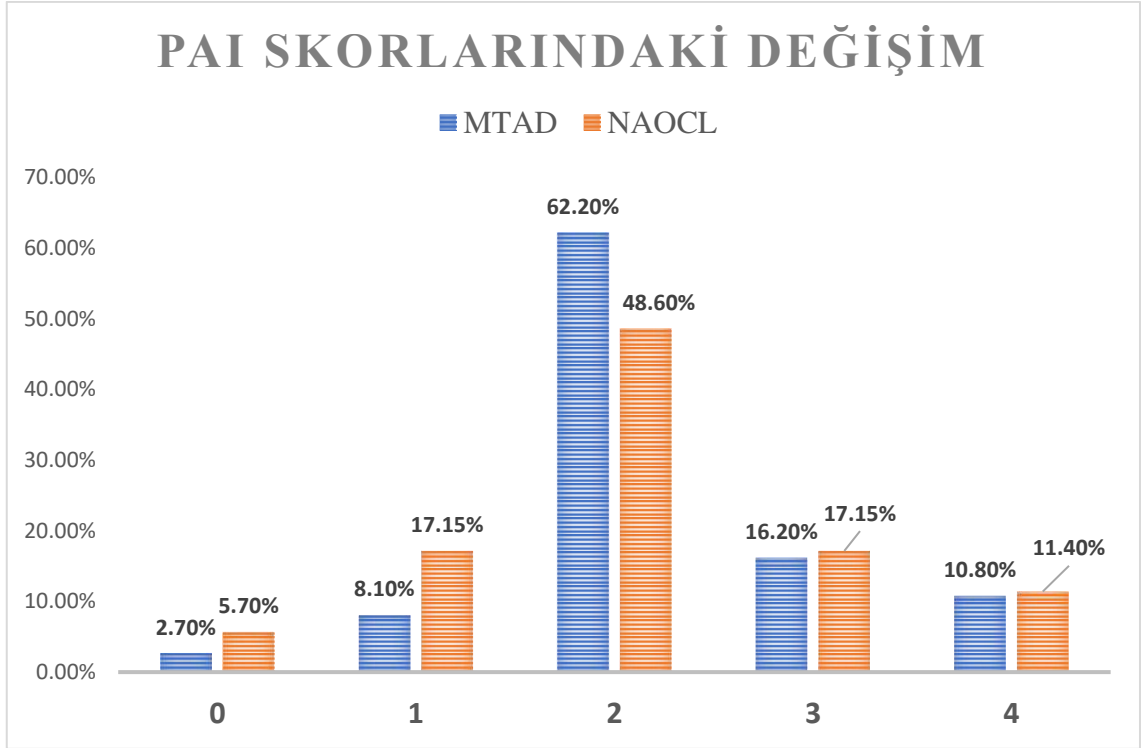
Median Değerler (Min – Max)				
GRUPLAR	TEDAVİ ÖNCESİ PAI	24. AY PAI	PAI DEĞİŞİM	p*
NaOCl	3 (3 – 5)	1 (1 – 3)	2 (0 – 4)	< 0.001
MTAD	4 (3 – 5)	1 (1 – 3)	2 (0 – 4)	< 0.001
p**	0.744	0.469	0.551	

(p* : Tedavi öncesi PAI ve 24. Ay PAI, Wilcoxon Test), (p** : NaOCl ve MTAD, Mann-Whitney U Test)

Çizelge 4.3. Grupların 24. ay PAI skoru



Çizelge 4.4. Grupların PAI skorlarındaki değişim



Gruplar arasında 24 aylık takip sonucunda PAI skorlarındaki değişim açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Çizelge 4.2., Çizelge 4.4.).

5. TARTIŞMA

Dişte çürük, travma veya enfeksiyon gibi farklı nedenlere bağlı oluşan pulpa hasarlarından dolayı dişler kanal tedavisine ihtiyaç duymaktadır.¹⁴⁷ Endodontik tedavi günümüz teknolojisi ile modern aletlerle yapıldığında % 86-98 oranında başarı sağlamaktadır.¹⁴⁸ Kök kanalının kemomekanik preperasyonu, debrislerden ve mikroorganizmalardan temizlenmesi ve sızdırmaz bir şekilde doldurulması başarılı bir endodontik tedavi için gereklidir.¹⁵¹ Periapikal enflamasyon, periapikal alana bakteri geçişi nedeniyle kökün apikal bölümünde oluşan enflamatuvar bir yanıttır. Periapikal enflamasyonun belirti ve semptomları endodontik tedavi ile çözülebilir.¹⁵⁰ Avrupa Endodonti Birliğine (ESE) göre tedavi sonucunun değerlendirmesinin birincil amacı, pulpitis veya apikal periodontitisin iyileşmesini veya gelişimini izlemektir. Minimum 1 yıllık gözlem süresi için düzenli aralıklarla klinik ve radyografik takipler önerilir, ancak iyileşmenin tamamlanmadığı veya travma öyküsünün olduğu durumlarda daha uzun takip süresi gerekebilir. Enfeksiyon meydana gelirse olumsuz bir sonuç oluşabilir. Kanal tedavisi en az 1 yıl sonra ve gerektiğinde daha sonra değerlendirilmelidir. Radyografiler bir lezyonun aynı boyutta kaldığını veya yalnızca boyutunun küçüldüğünü gösteriyorsa, sonucun belirsiz olduğu kabul edilir. Bu durumda lezyonun iyileşene kadar veya en az 4 yıllık bir süre boyunca değerlendirilmesi tavsiye edilir. Dört yıl sonra bir lezyon hala apikalde mevcutsa, kanal tedavisinin genellikle tedavi sonrası devam eden bir hastalık ile ilişkili olduğu düşünülür. ESE kriterlerine göre dişte enfeksiyon belirtileri ve semptom varsa, tedaviden sonra radyografik olarak görünür bir lezyon mevcutsa veya önceden var olan lezyonun boyutu arttıysa, 4 yıllık değerlendirme sonucunda lezyon boyutu aynı kalmış veya çok az azalmış ise ve devam eden kök rezorpsiyonları gözleniyorsa tedavi başarısız olarak kabul edilir.²³⁷ Strindberg kriterlerine göre ise²⁸ endodontik tedavinin sonucu apikal periodontitisin yokluğuna veya varlığına bağlıdır. Yine de; bu kriterlere göre apikal radyolusentliğin gecikmeli olarak kaybolması, ilgili dişler iyileşme aşamasında ve fonksiyondayken başarısızlık olarak kabul edilmemelidir.^{152,153} Cerrahi olmayan kök kanal tedavisinde tam iyileşmenin gerçekleşmesi birkaç yıl gerektirse de^{27,28}, çalışmalar anlamlı değişiklikleri gözlemlemek için daha kısa sürenin de yeterli olacağını göstermiştir.^{9,154,155}

Bu klinik çalışma, 24 aylık takipten sonra tedavi edilen dişlerin periapikal iyileşmesini değerlendirmek için tasarlanmıştır. Apikal periodontitisli tek köklü 100 diş NaOCI ile irrigasyona ek olarak son yıkamada EDTA ve serum veya MTAD kullanılarak tedavi edildi. Tüm tedavi prosedürleri her iki grup için aynı yöntemle bir endodontist tarafından yapıldı. Çalışmaya 18-65 yaş arası 33 kadın ve 67 erkek olmak üzere 100 hasta dahil edildi. Yirmi dört aylık takip sonucunda 72 hastadan periapikal radyograf alınabilmiştir. Çalışmamızın başında 6,12,18 ve 24. ayda hasta takipleri planlanmıştır. Hastaların kontrollerini aksatması küresel çaplı Covid-19 pandemisi nedeniyle fazlaca yaşanmıştır. Sınırlı örneklem büyüklüğü, hastaların çalışmayı bırakma oranı ve Covid-19 salgını klinik çalışmalar için zorluk teşkil etmektedir. Bununla birlikte hastaların takip süresini tamamlama geri dönüş oranı % 72'dir ve sonuçların değerlendirilmesi için yeterli bir oran olarak görülmektedir.^{149,241,242}

Başlangıç lezyon boyutundan bağımsız olarak, periapikal lezyonun boyutu, endodontik tedaviden sonra 2 yıl içinde 2 mm'ye veya daha azına düşmektedir.²⁷ Bazen lezyon boyutundaki küçülme 4-5 yıl²⁷ hatta 8-9 yıl²⁸ devam eder. Apikal periodontitisin farklı oranlarda iyileşmesi veya iyileşmemesinin birkaç nedeni olabilmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda apikal periodontitisli diş gruplarında iyileşmenin postoperatif birinci yıl takibinde en hızlı olduğu raporlanmıştır.^{155,154} Huumonen et al. apikal periodontitisli dişlerde kök kanal tedavisinden sonraki 3. aylık kontrolde iyi bir iyileşme görüldüğünü belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada preoperatif apikal periodontitisli dişlerin büyük kısmı, ilk yıl içinde iyileşmiştir.¹⁵⁸ Lezyonun boyutunda sürekli bir azalma olduğu sürece, bir vakayı başarısızlık olarak değerlendirmemek gerekir.²⁷ İki yıl, zaman içinde hasta takip kaybını kontrol etmenin zorluğu düşünüldüğünde gerçekçi bir bakış açısidir. Ancak daha uzun gözlem süreleri ideal olabilir. İyileşme ile ilişkili kemik yoğunluğundaki periapikal değişiklikler 12 ile 18 ayda görünür olmalıdır. Periapikal radyografilerle elde edilen verilere dayanarak, 2 yıllık takip sonucunda, diş gruplarında periapikal sağlığın sadece marjinal olarak etkilendiği gösterilmiştir. Apikal periodontitisli dişler için işlemiden 3 ay sonra ilk kontrol önerilebilir. Altı aydan 2 yıla kadar olan süre endodontik tedavinin sonucunu değerlendirmek için uygundur.¹⁵⁸ Bizim çalışmamızda da hasta takipleri için 2 yıllık değerlendirme süresi kullanılmıştır.

Çalışmamıza katılan kadın hasta sayısı erkek hasta sayısından daha fazladır. Ancak epidemiyolojik çalışmalar, cinsiyetin apikal periodontitis varlığı, periapikal

patoloji, endodontik tedavi sıklığı ve tedavi kalitesi üzerinde etkisi olmadığını bildirmiştir.^{7,39}

Klinik çalışmalarda birçok faktör kök kanal tedavisinin sonucunu etkileyebilmektedir.⁵³ Field et al. yaptığı retrospektif çalışmada tek seansta tedavi edilen 223 diş değerlendirilmiştir. Genel başarı oranı % 89.2 olarak bildirilmiştir ve başarının cinsiyete, yaşa, veya operatörlere göre farklılık göstermediği bulunmuştur. Anterior dişlerin posterior dişlere göre daha başarılı bir şekilde tedavi edildiği rapor edilmiştir.¹⁶⁵ Molar dişlerde kök kanallarının eğriliği, isthmusların anatomik farklılıkları, tedavi süresi, prosedür hataları, yetersiz erişim gibi sebeplerle, tedavileri standardize etmek tek kanallı dişlere göre daha zordur.¹¹⁶ Standartizasyonu sağlamak amacıyla çalışmamıza daha az karmaşık kök kanal yapısı gösteren tek köklü dişler dahil edilmiştir.

Dorasani et al.¹⁶³ yaptığı çalışmada tek kanallı 64 dişten 34'ü tek seansta 30'u çok seansta kanal tedavisini tamamlamıştır. Her iki grupta da iyileşme açısından anlamlı bir fark olmamıştır. Paredes-Vieyra ve Enriquez'in¹⁶⁴ yaptığı çalışmada apikal periodontitisi bulunan 282 dişin 146'sı tek seansta 136'sı çok seansta tedavi edilmiş olup 2 yıllık değerlendirme yapılmıştır. Her iki grup arasında iyileşme açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürde yapılan birçok çalışmada tek veya çok seansta yapılan kanal tedavileri sonucunda iyileşme ve tedavi başarısı açısından benzer sonuçlar ortaya konulmuştur.^{160,166-170} Tek seansta yapılan endodontik tedavinin bir takım avantajları vardır. Endodontik tedavi için birden fazla ziyaret yapan hastalar için azaltılmış randevu sayısı daha uygundur. Ayrıca tedavi için zaman kısıtlaması olan hastalar için bir alternatiftir. Azaltılmış randevu sayısı ve yeniden planlama nedeniyle boşa harcanan zamanı azaltarak klinisyenlerin zamanını verimli bir şekilde yönetmesine olanak tanır. Hastanın rahatsızlığını ve lokal anestezi ile ilişkili riskleri azaltır. Ayrıca her randevudan kaynaklanabilecek ağrı ve endişe olaylarını da azaltır. Olası iatrojenik hata olasılığını en aza indirir. Randevular arasında geçici restorasyona gerek yoktur ve bu nedenle geçici restorasyonun altında sızıntı yoluyla bakteriyel kontaminasyon oluşmaz. Son olarak diş fonksiyonunun tedaviden hemen sonra ve verimli bir şekilde yeniden başlamasını sağlar.¹⁷¹ Bizim çalışmamızda kanal tedavileri tek seansta tamamlanmıştır.

Sodyum hipoklorit (NaOCl), antibakteriyel ve doku çözücü özelliklerinden dolayı şu anda en yaygın olarak kullanılan irrigasyon solüsyonudur. Günümüzde % 0.5 ile % 5.25 arasında değişen çeşitli NaOCl konsantrasyonları kullanılmaktadır. Siqueira et al.

yaptığı bir çalışmada % 1, % 2.5 ve % 5 NaOCl'nin antibakteriyel aktivitesinde fark olmadığını göstermişlerdir.¹⁷² Gomes et al. çalışmasında *E. faecalis*'in eliminasyonunda beş farklı konsantrasyonda NaOCl'in (% 0.5, % 1, % 2.5, % 4 ve % 5.25) etkinliği değerlendirilmiştir. Tüm konsantrasyonların *E. faecalis*'i farklı zaman aralıklarında öldürmede etkili olduğu rapor edilmiştir.⁶⁴ Spanberg et al. % 5.25'lik NaOCl'in sitotoksitesinin yüksek olduğunu belirterek % 2.5'lik NaOCl konsantrasyonunun kullanımını önermişlerdir.⁷¹ Başka çalışmalarda düşük konsantrasyonda NaOCl'in temizleme ve dezenfekte etme kapasitesinin etkili olduğu bildirilmiştir.^{173,174} Çalışmamızda her iki tedavi grubunda da mekanik enstrümantasyonda % 2.5'lik konsantrasyonda NaOCl kullanılmıştır.

Kök kanal sisteminin tamamen temizlenmesi için, organik ve inorganik maddeleri çözen irrigasyon solüsyonlarının kullanılması gerekmektedir. NaOCl sadece organik yapıya karşı etkili olduğundan, smear tabakasının ve dentin artıklarının giderilmesini tamamlamak için başka irrigantlar kullanılmalıdır. EDTA gibi demineralize edici ajanlar bu nedenle kök kanal tedavisinde destekleyici olarak önerilmektedir.¹⁰⁰ EDTA rutinde % 17'lik konsantrasyonda son yıkama ajanı olarak kullanılır. EDTA, smear tabakasının inorganik bileşenlerini çözerek etki gösterdiğinden, birçok yazar organik kalıntıları uzaklaştırmak için NaOCl ile birlikte kullanılmasını önermiştir.^{110,175} Hem temizleme etkisi hem de antimikrobiyal etki, bu irrigantlar tek başına değil de birlikte kullanıldığında daha fazladır.^{110,176} Spanó et al. atomik absorpsiyon spektroskopisi ve SEM kullanarak, % 15 EDTA kullanımının, diğer şelatlama maddeleriyle karşılaştırıldığında en yüksek kalsiyum iyonu konsantrasyonuyla sonuçlandığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca % 15 EDTA solüsyonunun, smear tabakasının giderilmesi için en etkili solüsyon olduğunu bildirmişlerdir.¹⁵⁶ Patterson'a göre¹⁵⁷ EDTA, sınırlı antibakteriyel aktiviteye sahiptir. EDTA'nın antibakteriyel aktivitesinin, bakterilerin dış zarından katyonların şelasyonundan kaynaklandığı görülmektedir. Bystrom ve Sundqvist, EDTA ve % 5 NaOCl kombinasyonunun tek başına NaOCl'den daha iyi antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.²³⁶ Grawehr et al. EDTA'nın NaOCl varlığında kalsiyumu şelatlama yeteneğini koruduğunu, buna karşın NaOCl'nin doku çözme yeteneğinin azaldığını göstermiştir. Bu nedenle her iki solüsyonun da ayrı ayrı kullanılması gerektiği sonucuna varmışlardır.¹⁷⁷ Çalışmamızda kontrol grubunda NaOCl ile irrigasyona ek olarak son yıkama solüsyonu olarak EDTA kullanılmıştır.

Ni-Ti döner sistemler ile el aletlerini karşılaştıran birkaç çalışma, NiTi döner aletlerin paslanmaz çelik el aletlerine göre faydalarını vurgulamıştır. Bu avantajlar, orijinal kanal anatomisinin orijinal şeklinin ve eğriliğinin daha iyi korunmasını, basamak oluşumu, zipping, perforasyon gibi komplikasyonların azalmasını ve azaltılmış tedavi süresini içerir.^{178,179} Aynı zamanda el eğerlerinin dış kökünde mekanik stresi ve irritasyonu daha fazladır, apikale debris taşımaktadır ve ayrıca zaman kaybı daha fazladır.¹⁸⁰ Dhingra et al.¹⁸¹ yaptıkları çalışmada Reciproc, OneShape ve WaveOne gibi tek eğe sistemlerinin CBCT kullanılarak kanal transportasyonunu değerlendirmişlerdir. Resiprokal hareketle çalışan Reciproc ve WaveOne sistemlerinin rotary hareketiyle çalışan OneShape'den anlamlı olarak daha az kanal transportasyonu yaptığı sonucuna varmışlardır. Saber et al. yaptığı çalışmada Reciproc ve WaveOne sistemlerinin OneShape rotary sistemine göre orijinal kanal kurvatürünü daha iyi koruduğu bildirilmiştir.¹⁹⁰ Ayrıca yapılan çalışmalarda alet kırılması ve deformasyonun resiprokal sistemlerde, rotary sistemlerden oldukça düşük olduğu bildirilmiştir.^{182,183} Aidasani et al.¹⁸⁴ yaptığı çalışmada üç rotary ve bir resiprokal döner alet sisteminin mandibular premolar dişlerde eğilme kırılma direncini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak resiprokal sistemde rotary sistemlere göre daha iyi kırılma direnci olduğu bildirilmiştir. Dagna et al.¹⁸⁵ yaptığı çalışmada Reciproc, WaveOne ve OneShape sistemlerinin döngüsel yorgunluk direnci karşılaştırılmıştır. Reciproc sisteminin diğer sistemlere göre daha yüksek döngüsel yorgunluk direnci olduğu sonucuna varılmıştır. Plotino et al.¹⁸⁶ Reciproc ve WaveOne sistemlerinin kullanıldığı çalışmada Reciproc sisteminin anlamlı olarak daha yüksek döngüsel yorgunluk direnci gösterdiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada Reciproc Blue ve Reciproc sistemlerinin döngüsel yorgunluk direnci karşılaştırılmıştır. Reciproc Blue sistemi, giriş kavitesi tipinden bağımsız olarak Reciproc'tan önemli ölçüde daha yüksek döngüsel yorulma direnci göstermiştir.¹⁹¹

Döngüsel yorgunluk çalışmalarına ek olarak smear tabakasının kaldırılmasıyla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bürklein et al.¹⁸⁸ yaptığı çalışmada Mtwo ve Reciproc sisteminin, WaveOne ve Protaper'a göre apikal uçluda daha iyi debris kaldırdığını bildirmiştir. Yine aynı çalışmada smear tabakasının kaldırılmasında farklı sistemler arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya koyulmuştur. De-Deus et al.¹⁸⁷ resiprokal (WaveOne ve Reciproc) veya rotary sistemler (BioRaCe) ile farklı apikal genişletmeden sonra üretilen debris hacmini karşılaştırmışlardır ve tüm kanalların sistem

arasında önemli bir fark olmaksızın birikmiş debris içerdiğini göstermişlerdir. Yine başka bir çalışmada Mtwo, WaveOne ve Reciproc'un smear tabakası kaldırma açısından oldukça benzer olduğu gösterilmiştir.¹⁸⁹ Bu sonuçlar eşliğinde bizim çalışmamızda da kanal preperasyonu için Reciproc Blue döner eğe sistemi seçilmiştir.

Soğuk lateral kondenzasyon (CLC) tekniği, kök kanal obturasyonunda en yaygın kullanılan yöntemlerinden biridir. CLC tekniğinin avantajları, göreceli olarak kullanım kolaylığı, düşük maliyeti, öngörülebilirliği ve kontrollü yerleştirmeyi içerir.¹⁹² Chu et al. preoperatif apikal periodontitisli ve geri dönüşümsüz pulpitisli dişlerde sıcak guta perka dolum tekniğiyle soğuk lateral kondenzasyon tekniklerinin başarısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir.¹⁹³ Mevcut prospektif randomize karşılaştırmalı klinik bir çalışmada, 2 yıllık takip döneminde CLC ve Thermafill ile tedavi edilen dişlerin klinik başarı oranları sırasıyla % 98.2 ve % 96.4 olarak bulunmuştur. Her iki materyalin kümülatif başarılarında istatistiksel olarak fark bildirilmemiştir.^{193,194} Gordon ve ark.¹⁹⁵, .06 açılı guta-perka kullanan tek kon tekniği ile CLC'yi sızıntı açısından karşılaştırmışlardır. Mevcut çalışmada elde edilen sızıntı değerlerine göre CLC ile doldurulan dişler ile tek kon tekniği ile doldurulanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışmaların aksine Pommel ve Camps¹⁹⁶ tek kon tekniğinin en yüksek sızıntı miktarının olduğunu bildirmiştir. Yücel ve Çiftçi¹⁹⁷ çeşitli kök kanal doldurma tekniklerini karşılaştırmışlar ve tek kon tekniği ile doldurulan kanallarda bakteri penetrasyonunun CLC tekniği ile doldurulan kanallara göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Tek kon tekniğinin en önemli dezavantajı, konun, kanalın koronal ve orta üçte birlik kısmındaki kanal düzensizlikleri ile uyumlu olmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Ek olarak, tek kon tekniği için gereken kanal patı hacmi, bir kondenzasyon tekniğini tamamlamak için gereken hacimden çok daha fazladır. Tek kon tekniğinde pat oranı CLC'ye göre fazla olduğu için daha fazla sızıntı gözleendiği rapor edilmiştir.^{197,198}

Kök kanal tedavisinde çok çeşitli kanal patları kullanılmıştır. Kanal patının antimikrobiyal aktivitesi, tübüllerin içinde kalan bakterilerin hapsedilmesi ve öldürülmesi için etkili olabilir. Bu nedenle, kanal patının dentin tübüllerine etkili bir şekilde nüfuz etme yeteneği, kök kanal obturasyonu için materyal seçiminde ana faktörlerden biridir.²⁰⁰ Patel et al. rezin içerikli bir patla çinko oksit öjenol içerikli bir patın dentin tübüllerine penetrasyon yeteneğini karşılaştırmıştır. Resin içerikli patların geleneksel kanal patlarına

göre tübüllere daha iyi nüfuz ettiği sonucuna varmışlardır.²⁰¹ Sönmez ve ark. AH Plus, ProRoot MTA (Dentsply) ve MTA Fillapex (Angelus)'i in vitro olarak mikrosızıntı açısından değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda AH Plus ve ProRoot MTA mikrosızıntı açısından apikal bölgede benzer sonuçlar verirken, MTA Fillapex de mikrosızıntı anlamı olarak daha yüksek bulunmuştur.²⁰² De Gee et al. AH26 kanal patının zaman içinde sızıntıyı az gösterdiğini bildirmiştir.²⁰³ Bizim çalışmamızda kanal dolmuş tekniği olarak soğuk lateral kondenzasyon tekniği ve kanal dolgu patı olarak AH Plus kullanılmıştır.

Apikal periodontitis (AP), kanal içi enfeksiyonların sıklıkla gözlenen bir sonucudur ve genellikle klinik testlerin yanı sıra dijital veya konvansiyonel periapikal radyografiler yardımıyla saptanır ve izlenir.²⁰⁴ AP'nin kesin teşhisi, klinisyenlerin uygun terapötik yaklaşımı seçmesine izin vermek için kritik öneme sahiptir.²⁰⁵ Dijital periapikal radyografi, geleneksel periapikal radyografi ile karşılaştırıldığında iyi belgelenmiş avantajları nedeniyle klinisyenler ve araştırmacılar tarafından tercih edilmiştir.²⁰⁶ Ek olarak, dijital periapikal radyografinin AP'yi saptamada geleneksel periapikal radyografiye göre önemli ölçüde daha doğru ve hassas olduğu kabul edilir.^{207,208} Velvart et al. çalışmasında periapikal lezyonu olduğu düşünülen ve daha sonra cerrahi biyopsi ile doğrulanan 78 dişte CBCT ile değerlendirmede % 100 doğru sonuca varılmıştır. Ancak aynı vakaları konvansiyonel radyografik görüntüleme ile değerlendirirken bu lezyonların sadece % 78'inin doğru tespit edilebildiğini bulmuşlardır.²⁰⁹ Başka bir çalışmada, periapikal radyografilerin vakaların % 22'sinde AP'yi tespit etmediğini, CBCT'nin ise vakaların sadece % 9'unda tespit etmediği gösterilmiştir.²¹⁰ Amerikan Endodonti Birliği ve Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Derneği ile birlikte yayınlanan bir görüş bildirisine göre, CBCT diş hekimliğinde özellikle karmaşık vakalarda 2 boyutlu görüntülemeye ek olarak düşünülmelidir.²¹⁰ Bu nedenle endodontik tedavi sırasında görüntü bozulmalarını en aza indiren bir radyografik tekniğin seçilmesi, yüksek düzeyde tekrarlanabilirlik elde etmek ve görüntüleme yönteminin tanısal doğruluğunu artırmak için önemlidir.²⁰⁵ Paralel kon tekniği kullanıldığında mümkün olan en iyi periapikal radyografiler elde edilir.²¹² Bizim çalışmamızda da apikal lezyonların tespiti ve takibi için paralel kon tekniği kullanılarak periapikal radyografiler kullanılmıştır.

Diş hekimliğinde periapikal lezyonların teşhisi, lokalizasyonu ve boyutu endodontik tedavi planının değerlendirilmesi açısından önemlidir. Periapikal indeks

(PAI), apikal periodontitisin radyografiler aracılığıyla değerlendirilmesi için bir skora sistemidir. Ørstavik tarafından 1986'da periapikal lezyonların indeks dahilinde sınıflaması yapılarak epidemiyolojik çalışmalara temel teşkil edecek bir skala geliştirilmiştir.²¹ PAI bilinen bir histolojik tanıya sahip dişlerin periapikal radyografilerinin değerlendirilmesine dayanmaktadır.²¹³ Delano et al.²¹⁴ PAI skorlamasının güvenilirliğini araştırmak için dansinometrik analizler kullanmışlardır. Bu iki gözlem tekniği sonucunda anlamlı bir fark bildirmemişlerdir. Şu anda bu skora sistemi literatürde epidemiyolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.^{215,216} Çalışmamızda lezyon büyüklüğü olarak periapikal radyolüsent alan $\geq 2 \times 2$ mm olan, PAI skorlamasında $2 > \text{PAI} \leq 5$ mm olan apikal periodontitisli dişler dahil edilmiştir. PAI skorlaması radyografilerin histolojik tanı ile ilişkisine bağlı hatasız, tekrarlanabilir ve objektif bir sistemdir.²¹ En önemli limitasyonu ise gözlemciye göre farklılık gösterebilmesidir.²¹³ Bunun önlenmesi için çalışmamızda iki kör endodonti uzmanı radyografları ayrı ayrı değerlendirmiş ve anlaşmazlığa düşülen durumlarda üçüncü bir kör endodonti uzmanı tarafından değerlendirme yapılmıştır.

Endodontik tedavinin amacı kök kanallarının tamamen boşaltılmasını ve temizlenmesini sağlamaktır. Tüm pulpa ve periapikal patolojilerden sorumlu olduğu düşünülen mikroorganizmalar sadece kök kanallarında bulunmayıp, aynı zamanda dentin tübülllerinde değişen derinliklere kadar invaze olurlar.^{45,217} Kanal sistemlerindeki düzensizlikler, dar isthmuslar ve apikal deltalar, tek başına mekanik enstrümantasyon ile tam bir boşaltmayı engeller. Böylece, irrigasyon yoluyla kimyasal dezenfeksiyon bu durumda yardımcı olmaktadır.²¹⁸ Klinik kullanım için ideal bir irrigant, debrisleri temizleme, dentin duvarlarını kayganlaştırma, kanaldaki organik maddeyi çözme ve antimikrobiyal etki gibi belirli özelliklere sahip olmalıdır.²¹⁹ Bu özellikler göz önüne alındığında, tüm ideal gereksinimleri karşılayabilecek yeni bir irrigant olan MTAD BioPure tanıtılmıştır. MTAD¹³⁷, smear tabakasını kaldırabilen ve aynı zamanda kök kanal sistemini dezenfekte edebilen bir irrigasyon solüsyonudur. MTAD, % 3 doksisisiklin hidrat, % 4.25 sitrik asit ve % 0.5 polisorbat (Tween 80) deterjan içeren bir karışımdır. Klinik olarak etkili ve biyoyumlu bir endodontik irrigant olarak kabul edilmektedir.^{220,221} Torabinejad et al. yaptıkları bir çalışmada, MTAD solüsyonunun 1/200'lük dilüsyonu ve NaOCl'in 1/32'lik dilüsyonunun E.faecalis'i öldürmede etkili olduğunu ama, EDTA'nın yalnız başına antibakteriyel etkisi olmadığını rapor etmişlerdir.

MTAD solüsyonu *E.faecalis*'e temas ettikten 2 ve 5 dakika sonra elimine etmiştir.¹³⁷ Davis et al. MTAD'ın *E. faecalis* için NaOCl, CHX ve Dermacyn'den (superoksidi su; Oculus Innovative Sciences, Petaluma, CA) önemli ölçüde daha fazla mikrobiyal etki gösterdiğini bildirmiştir.²²² Mohammadi üç farklı irrigasyon solüsyonunun antifungal aktivitesini karşılaştırmıştır ve MTAD'ın % 1.3 NaOCl ve % 2 CHX'den daha fazla antimikrobiyal etkinliğinin devam ettiğini bulmuştur. MTAD'ın antifungal etkinliği, en az 28 gün boyunca kök kanal dentininde devam etmiştir.²²³ MTAD'ın smear tabakasına etkisi çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir. MTAD kullanımının, özellikle apikal üçlülde EDTA ve NaOCl kullanımına kıyasla smear tabakasının çıkarılmasında daha etkili olduğunu bildirilmiştir.²²⁴⁻²²⁶ Torabinejad et al. EDTA ve % 5.25 NaOCl ile irrigasyona kıyasla NaOCl'den (% 5.25) sonra MTAD kullanıldığında smear tabakasını etkili bir şekilde çıkardığını ve dentin tübülllerinin yapısını önemli ölçüde değıştirmedığını göstermiştir.²²⁶ MTAD'ın diğeri irrigasyon solüsyonlarından daha az sitotoksik ve daha biyouyumlu olduğı bulunmuştur.^{221,227-229} Bir in vivo çalışmada, Torabinejad et al. % 1.3 NaOCl ve MTAD kullanılarak kök kanal sisteminin smear tabakasının çıkarılması ve dezenfeksiyonu için klinik protokolün, % 5.25 NaOCl ve % 17 EDTA ile karşılaştırıldığında postoperatif ağrı insidansında artışa neden olmadığı rapor edilmiştir.²²⁰

MTAD'ın pulpa dokusunu çözdüğü bildirilmiştir. EDTA'ninkine benzer bir pulpa çözme özelliğine sahip olduğı bulunmuştur.²³⁰ MTAD'ın adeziv prosedürler üzerindeki etkisi ile ilgili olarak Sayın ve ark., MTAD solüsyonunun dentindeki en az Ca^{+2} miktarını 5 dakikada çıkardığını göstermiştir. Kalsiyum varlığı adezivlerin bağlanmasında önemli bir rol oynadığından, bu MTAD kullanımını destekleyebilir.²³¹ MTAD solüsyonunun klinik kullanımında, NaOCl ile yapılan irrigasyonun ardından MTAD solüsyonu ile 5 dakikalık son yıkama önerilmektedir.¹⁴⁶ Bizim çalışmamızda da deney grubunda MTAD kullanımı bu protokele göre uygulanmıştır. Literatürde MTAD solüsyonu ile ilgili in vivo çalışma sayısı in vitro çalışmalara göre oldukça azdır. Bildiğimiz kadarıyla literatürde MTAD'ın apikal periodontitisli dişlerde lezyon iyileşmesini değıerlendiren başka bir çalışma yoktur.

Yapılan çalışmalarda 5 mm'den büyük lezyonlarda başarı şansının düştüğü bildirilmiştir.²³²⁻²³⁴ Ricucci et al. yaptığı çalışmada periapikal lezyona sahip dişler tedavi edilmiş ve başarı oranları 5 mm'den büyük lezyonlarda % 78.2, 5 mm'den küçük

lezyonlarda % 86.5 olarak bildirilmiştir.²³⁵ Verma et al. apikal periodontitis iyileşmesinde farklı NaOCI konsantrasyonlarını karşılaştırmıştır. Yüksek (% 5) ve düşük (% 1) konsantrasyonlarda kullanılan NaOCI grupları arasında 12 aylık takip sonunda iyileşme bakımından anlamlı bir fark bulunamamış olup genel değerlendirme sonucunda iyileşme oranı % 76.7'dir.²⁴⁴ De-Figueiredo et. al. apikal periodontitis iyileşmesinde resiprokal tek ege sistemi ve tek kon tekniğiyle el egesi ve lateral kondenzasyon tekniğini karşılaştırmıştır. On iki aylık takip sonucunda her iki grupta iyileşme açısından anlamlı bir fark çıkmamış olup iyileşme aralığı % 73 ile % 78 arasında olmuştur.²⁴⁵ İyileşmenin değerlendirilmesinde standartizasyonu sağlamak için çalışmamızda tek köklü nekroze pulpalı ve 5 mm'den büyük olmayan periapikal lezyonlu dişler kullanılmıştır. Çalışmamızdaki genel iyileşme oranı % 90.3 olup önceki yapılan çalışmalarla uyumludur.

Apikal periodontitiste kök kanallarının mikrobiyal durumu iyileşme için birincil öneme sahipken, bu çalışmada bakteriyolojik kontrol yapılmamıştır. Bunun nedeni kök kanalında mikrobiyal örnekleme karmaşık ve zayıf geçerliliği olan bir prosedür olması ve bu çalışmadaki gibi rutin vakalarda sıklıkla yapılmamasıdır. Klinik endodonti açısından kök kanalının bakteriyolojik durumunun pratik, hassas ve spesifik testlerini geliştirmek bir zorluk olmaya devam etmektedir.²³⁹ Ørstavik et al.²⁴⁰ yaptığı çalışmalarında endodontik tedavi sonuçlarının çok değişkenli analizini yapmış ve sistematik bakteriyolojik kontrolün güçlüğü sebebiyle bu değişkeni dahil etmemişlerdir. Çalışmamızda da kök kanallarındaki spesifik bakteriler belirlenmemiştir. Bununla birlikte toplamda kök kanal tedavisi yapılan 72 periapikal lezyonlu diştten yedisinde (4 NaOCI grubu ve 3 MTAD grubu), 24 aylık takip sonucunda PAI skorlarında değişiklik gözlenmemiştir. Her iki grupta iyileşmeye açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum kök kanalı içerisindeki karmaşık mikrobiyolojik yapı ve inatçı mikroorganizmalarla ilişkilendirilebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızın sınırları doğrultusunda; geleneksel yıkama prosedürlerini takiben son irrigasyon solüsyonu olarak MTAD irrigasyon solüsyonun kullanılması, periapikal lezyonlu dişlerde 24 aylık takip sonucunda PAI skorlarını düşürmede kontrol grubuna göre benzer çıkmıştır.

Çalışmamızda toplamda 100 periapikal lezyonlu diş tedavi edilmiş, 72 dişin 24 aylık takibi yapılmıştır. Takip sonucunda 72 dişin 65'i iyileşmiş ($PAI \leq 2$), 7 dişin PAI skorlarında değişiklik görülmemiştir. Periapikal lezyonlu dişlerde MTAD solüsyonunun son yıkamada kullanılması ile periapikal lezyon boyutunda % 89.2, sodyum hipoklorit solüsyonu kullanılması ile % 91.4 azalma görülmüştür. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Literatürde son yıkama solüsyonlarının periapikal iyileşmeye etkileri ile ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın limitasyonu daha fazla sayıda hasta dahil edilmesi ve iyileşme takip süresinin daha uzun olması gerektiğidir. Periapikal lezyonlu dişlerde kök kanallarında farklı kombine irrigasyon solüsyonları kullanılarak periapikal iyileşmeyi değerlendiren daha uzun gözlem süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

1. **Ingle JI, Bakland L, Baumgartner J, Ingle J.** Ingles Endodontics 6th ed. *Hamilton, ON: BC DeckerInc*, **2008**; 1348-1351.
2. **Aydemir H BBH**, Kök kanalı Dolgu Materyallerinin Antimikrobiyal Etkileri. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Derg* **2003**; 20:1-5.
3. **Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ.** The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* **1965**; 20:340–349.
4. **Möller AJR, Fabricius L, Dahl_en G, et al.** Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Eur J Oral Sci.* **1981**; 89:475–484.
5. **Azuma MM, Samuel RO, Gomes-Filho JE, et al.** The role of IL-6 on apical periodontitis: a systematic review. *Int Endod J.* **2014**; 47: 615–621.
6. **T Alaçam,** *Endodonti.* **2012**: 462-815 Özyurt Matbaacılık: Ankara.
7. **Jiménez-Pinzón A, Segura-Egea JJ, Poyato M, Velasco E, Ríos JV,** Prevalence of apical periodontitis and frequency of root-filled teeth in an adult Spanish population. *International Endodontic Journal* **2004**; 37, 167–73.
8. **López-López J, Jané-Salas E, Estrugo-Devesa A,** Frequency and distribution of root filled teeth and apical periodontitis in an adult population of Barcelona, Spain. *International Dental Journal*, **2012**; 62, 40–6.
9. **Eriksen HM** (1998) Epidemiology of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, eds. *Essential Endodontology. Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. London: Blackwell Science, pp. **1998**; 179–91.
10. **Nair PNR,** On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *International Endodontic Journal* **2006**; 39, 249–81.
11. **Sundqvist G, Figdor D,** Endodontic treatment of apical periodontitis. In: Ørstavik D, Pitt Ford TR, eds. *Essential Endodontology*. Oxford, UK: Blackwell, pp., **1998**; 242–77.
12. **Siqueira Jr J, I Rôças, D Ricucci, M Hüslmann,** Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British Dental Journal*, **2014**; 216:305.
13. **Abbott PV.** Classification, diagnosis and clinical manifestations of apical periodontitis. *Endodontic Topics*, **2004**; 8(1):36-54.
14. **Bergenholtz G, Hörsted-Bindslev P, Reit C, editor(s).** Textbook of Endodontology. 2nd Edition. Chichester: *Wiley-Blackwell*, **2010**.
15. **Torabinejad M.** Mediators of acute and chronic periradicular lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, **1994**; 78(4):511-21.
16. **Louis H. Berman GRH,** *Chapter Diagnosis*, in *Pathways of the Pulp*, H.K. In: Cohen S, eds, Editor. **2006**, MI: Mosby Elsevier: St. Louis. p. 2-39.

17. **Huomonen S, D Ørstavik**, Radiological aspects of apical periodontitis. *Endodontic Topics*, **2002**; 1:3-25.
18. **Nair PNR, Pajarola G, Schroeder HE**. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **1996**; 81: 93–102.
19. **Simon JH**. Incidence of periapical cysts in relation to the root canal. *J Endod* **1980**; 6: 845–848.
20. **Van der Stelt PF**, Experimentally produced bone lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, **1985**; 59:306-312.
21. **D Ørstavik**, Reliability of the periapical index scoring system. *European Journal of Oral Sciences*, **1988**; 96:108-111
22. **Ray H, M Trope**, Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *International Endodontic Journal*, **1995**; 28:12-18.
23. **Fristad I, O Molven, A Halse**, Nonsurgically retreated root filled teeth—radiographic findings after 20–27 years. *International Endodontic Journal*, **2004**; 37:12-18.
24. **Smith C, D Setchell, F Harty**, Factors influencing the success of conventional root canal therapy—a five-year retrospective study. *International Endodontic Journal*, **1993**; 26:321-333.
25. **Sjögren U, D Figdor, S Persson, G Sundqvist**, Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, **1997**; 30:297-306.
26. **Eriksen H, E Bjertness**, Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in middle-aged adults in Norway. *Dental Traumatology*, **1991**; 7:1-4.
27. **Byström A, RP Happonen, U Sjögren, G Sundqvist**, Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Dental Traumatology*, **1987**; 3:58-63.
28. **Strindberg LZ**. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytical study based on radiographic and clinical follow-up examinations. *Acta Odontol Scand* **1956**; 14: 1–174.
29. **Lupi-Pegurier L BM, Muller-Bolla M, Rocca JP, Bolla M.**, Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population. *International Endodontic Journal*, **2002**; 35:690-697.
30. **Sonick M, Abrahams J, Faiella RA**, A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal. *The International Journal of Oral Maxillofacial Implants*, **1994**; 9, 455–60.
31. **Murmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S**, Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology* **2005**; 34, 28–31.
32. **Lofthag-Hansen S, Huomonen S, Gröndahl K, Gröndahl H-G**, Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, **2007**; **103**, 114–9.
33. **Friedman S**, Prognosis of initial endodontic therapy. *Endodontic Topics*, **2002**; 2, 59–98.

34. **Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Ariji E, Nakamura H**, Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multirrooted tooth: a case report. *Journal of Endodontics*, **2006**;32, 583–7.
35. **Estrela C, MR Bueno, BC Azevedo, JR Azevedo, JD Pécora**, A new periapical index based on cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, **2008**; 34:1325-1331.
36. **Figdor D**, Apical periodontitis: a very prevalent problem. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, **2002**; 94:651-652.
37. **Soikkonen K**, Endodontically treated teeth and periapical findings in the elderly. *International Endodontic Journal*, **1995**; 28:200-203.
38. **Sidaravicius B, J Aleksejuniene, H Eriksen**, Endodontic treatment and prevalence of apical periodontitis in an adult population of Vilnius, Lithuania. *Dental Traumatology*, **1999**; 15:210-215
39. **Boucher Y, L Matossian, F Rilliard, P Machtou**, Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of root canal treatment in a French subpopulation. *International Endodontic Journal*, **2002**; 35:229-238.
40. **Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K**. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod*, **1990**; 16:498 –504.
41. **Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S**. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study—phase III: initial treatment. *J Endod*, **2006**; 32:299 –306.
42. **Chugal NM, Clive JM, Spangberg LS**. A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: effect of biologic and diagnostic variables. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2001**; 91:342–52.
43. **Doyle SL, Hodges JS, Pesun IJ, Baisden MK, Bowles WR**. Factors affecting outcomes for single-tooth implants and endodontic restorations. *J Endod*, **2007**; 33:399 – 402
44. **Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M**. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod*, **2002**; 28:779 – 83.
45. **Orstavik D, Haapasalo M**. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol*, **1990**; 6:142–9.
46. **Orstavik D, Pitt Ford TR**. Apical periodontitis: microbial infection and host responses. In: Orstavik D, Pitt Ford TR, eds. *Essential endodontology*. 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Munksgaard; **2008**. p. 1-9.
47. **Kerekes K, Tronstad L**. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod*, **1979**; 5:83-90.
48. **Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U**. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **1998**; 85:86-93.
49. **Polycarpou, N. et al.**, Prevalence of persistent pain after endodontic treatment and factors affecting its occurrence in cases with complete radiographic healing. *International Endodontic Journal*. **2005**; 38(3): 169- 178.
50. **Ng YL et al.**, Prospective study of the factors affecting outcomes of non- surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *International Endodontic Journal*, **2011**; 44(7): 610- 625.

51. **Seeyed Mohammad Razavi et al.**, Periapical Lesions: A Review of Clinical, Radiographic, and Histopathologic Features. *Avicenna J Dent Res.* **2015**; 7(1): 1-7
52. **Patel, S. et al.**, The detection of periapicalpathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography- Part 2: a 1- yr post- treatment follow- up. *Indian Endodontic Journal*, **2012**; 45, 711- 723.
53. **Ng YL, V Mann, S Rahbaran, J Lewsey, K Gulabivala**, Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature–part 1. Effects of study characteristics on probability of success.*International Endodontic Journal*, **2007**; 40:921-939.
54. **Siqueira JF Jr, Rocas IN.** Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod*, **2008**; 34:1291–1301.e3.
55. **Bystrom A, Sundqvist G.**, Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*, **1981**; 89:321–8.
56. **Peters OA, Laib A, Goehring TN, Barbakow F.** Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod*, **2001**; 27:1–6.
57. **Ahmed HM, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PM.** A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J*, **2017**; 50:761–70.
58. **Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J.** Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2005**; 99:231–52.
59. **Paque F, Ganahl D, Peters OA.** Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*, **2009**; 35: 1056–1059.
60. **Peters OA, Scheonenberger K, Laib A.** Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *IntEndod J*, **2001**; 34:221–230.
61. **Zvi Metzger, Bettina Basrani, and Harold E. Goodis**, *Chapter Instruments, Materials, and Devices, in Pathways of the Pulp*, H.K. In: Cohen S, eds, Editor. **2006**, MI: Mosby Elsevier: St. Louis. p. 245.
62. **Basrani B, Haapasalo M.** Update on endodontic irrigating solutions Endodontic topics **2012**; 27:74–102.
63. **Estrela C, Barbin E, Spanó J, Marchesan M, Pécora J.** Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J*, **2002**; 13: 113–117.
64. **Gomes B, Ferraz C, Vianna M, Berber V, Teixeira F, Souza-Filho F.** In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*, **2001**; 34: 424–428
65. **Radcliffe C, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H.** Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*, **2004**; 37: 438–446.
66. **Waltimo T, Ørstavik D, Siren EK, Haapasalo M.** In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J*, **1999**; 32: 421–429.

67. **Cvek M, Nord CE, Hollender L.** Antimicrobial effect of root canal debridement in teeth with immature root: a clinical and microbiologic study. *Odontol Revy*, **1976**; 27: 1–10.
68. **Hand RE, Smith ML, Harrison JW.** Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod*, **1978**; 4: 60–64.
69. **Moorer W, Wesselink P.** Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J*, **1982**; 15: 187–196.
70. **Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC.** Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*, **2000**; 26: 331–334.
71. **Spångberg L, Engström B, Langeland K.** Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1973**; 36: 856–864.
72. **Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, et al.** *In vitro* evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2004**; 97:79–84.
73. **Waltimo TM, Ørstavik D, Siren EK, Haapasalo MP.** *In vitro* susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J*, **1999**; 32:421–9.
74. **Marending M, Luder H, Brunner T, Knecht S, Stark W, Zehnder M.** Effect of sodium hypochlorite on human root dentine-mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J*, **2007**; 40: 786– 793.
75. **Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K.** Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *IntEndod J*, **2001**; 34:113–119. 29. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. Th
76. **Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y.** Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, **2010**; 54: 291–312.
77. **Zehnder M.** Root canal irrigants. *J Endod*, **2006**; 32: 389–398.
78. **Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M.** The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod*, **2005**; 31:669-671.
79. **Paragliola R, Franco V, Fabiani C.** Final Rinse Optimization: Influence of Different Agitation Protocols. *J Endod*, **2010**; 36:282-285.
80. **Martin H.** Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1976**; 42:92–99.
81. **Roy RA, Ahmad M, Crum LA.** Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. *IntEndod J*, **1994**; 27:197–207.
82. **Jadaa AA, Paqué F, Attin T.** Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod*, **2009**; 35:1408-1411.
83. **Hülsmann M, Rödiger T, Nordmeyer S.** Complications during Root Canal Irrigation. *Endod Topics*, **2007**; 16:27.

84. **Spangberg L, Rutberg M, Rydinge E.** Biological effects of endodontic antimicrobial agents. *J Endod*, **1979**; 5: 166–175.
85. **McComb D, Smith DC, Beagrie GS.** The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Br Endod Soc*, **1976**; 9:11–18.
86. **Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TM, et al.** Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an *in vitro* study. *Int Endod J*, **2000**; 33:126–31.
87. **Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH.** Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod*, **1985**; 11:525–8.
88. **Chang YC, Huang FM, Tai KW, Chou MY.** The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2001**; 92:446–50.
89. **Dumani A, HK Guvenmez, S Yilmaz, O Yoldas, ZGB Kurklu,** Antibacterial efficacy of calcium hypochlorite with vibringe sonic irrigation system on *Enterococcus faecalis*: an *in vitro* study. *BioMed Research International*, **2016**; 2016:1-5.
90. **Kuruvilla JR, Kamath MP.** Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod*, **1998**; 24: 472–476.
91. **Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifacio KC, Ito IY.** In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*, **1999**; 25: 167–171.
92. **Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Da Silva LA.** Effect of irrigating solution and calcium hydroxide root canal dressing on the repair of apical and periapical tissues of teeth with periapical lesion. *J Endod*, **2002**; 28: 295–296.
93. **Zamany A, Safavi K, Spångberg LSW.** The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2003**; 96: 578–581.
94. **Ercan E, Ozekinci T, Atakul F, Gul K.** Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal: in vivo study. *J Endod*, **2004**; 30: 84–87.
95. **Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Conrads G.** In vivo evaluation of microbial reduction after chemomechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. *J Endod*, **2006**; 39: 484–492.
96. **Siqueira JF Jr, Paiva SS, Rôças IN.** Reduction in the cultivable bacterial populations in infected root canals by a chlorhexidine-based antimicrobial protocol. *J Endod*, **2007**; 33: 541–547.
97. **Siqueira JF Jr, Rôças IN, Paiva SS, Guimaraes-Pinto T, Magalhaes KM, Lima KC.** Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2007**; 104: 122–130.
98. **Basrani B, Tjaderhane L, Santos JM, Pascon E, Grad H, Lawrence HP, Friedman S.** Efficacy of chlorhexidine- and calcium hydroxide-containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2003**; 96: 618–624.
99. **Agrawal Vineet, S., Rajesh, M., Sonali, K., & Mukesh, P.,** A contemporary overview of endodontic irrigants. A review. *J Dent App*, **2014**; 1(6), 105-15.

100. **NygaardÖstby B.** Chelation in root canal therapy. *OdontolTidskr*, **1957**; 65:3- 11.
101. **Loel DA.** Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, **1975**; 90:148-151.
102. **Von Der Fehr FR, NygaardÖstby B.** Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, **1963**; 16:199-205.
103. **Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D.** Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod*, **2010**; 36:512-514.
104. **Calt S, Serper A.** Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod*, **2002**; 28:17–19.
105. **KuahHG, LuiJN, TsengPS, ChenNN.** The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *J Endod*, **2009**; 35:393-396.
106. **Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A.** Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *IntEndod J*, **2003**; 36:810–830.
107. **Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS.** Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J Endod*, **2008**; 34:1521-1523.
108. **Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA.** The smear layer in endodontics. *Dent Clin North Am*, **1990**; 34:13–25.
109. **Loel DA.** Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc*, **1975**; 90:148–51.
110. **Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, et al.** A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid, *J Endod*, **1984**; 10:525–31.
111. **Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, et al.** Ultrasonic root- end preparation. Part 1. SEM analysis. *Int Endod J*, **1994**; 27:318–24.
112. **Yamaguchi M, Yoshida K, Suzuki R, Nakamura H.** Root canal irrigation with citric acid solution. *J Endod*, **1996**; 22:27–9.
113. **Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeris S, Boutsioukis A.** The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int Endod J*, **1997**; 30:51–7.
114. **Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O.** Effectiveness of 1 mol L-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J*, **2000**; 33:46–52.
115. **Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P.** Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2003**; 95:234–6.
116. **Liang Y-H, L-M Jiang, L Jiang, X-B Chen, Y-Y Liu, F-C Tian, X-D Bao, X-J Gao, M Versluis, M-K Wu,** Radiographic healing after a root canal treatment performed in single-rooted teeth with and without ultrasonic activation of the irrigant: a randomized controlled trial.*Journal of Endodontics*, **2013**; 39:1218-1225.
117. **Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K.** A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J*, **1999**; 32:32–9.

118. **Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M.** Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J*, **2012**; 45: 363–371
119. **Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, Gutmann JL, Pashley D, Tay FR.** The effects of QMiX, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod*, **2011**; 37: 80–84.
120. **Ma J, Wang Z, Shen Y, Haapasalo M.** A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *J Endod*, **2011**; 37: 1380–1385
121. **Grossman L, Meiman B.** Solution of pulp tissue by chemical agent. *J Amer Dent Ass*, **1941**; 28: 223–225.
122. **Tasman F, Cehreli ZC, Ogan C, Etikan I.** Surface tension of root canal irrigants. *J Endod*, **2000**; 26: 586–587.
123. **Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M.** Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod*, **2006**; 32: 1091–1093.
124. **Sirén EK, Haapasalo MPP, Waltimo TMT, Ørstavik D.** In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *Eur J Oral Sci*, **2004**; 112: 326–331.
125. **Popescu I, Popescu M, Man D.** Drug allergy: incidence in terms of age and some drug allergens. *Med Interne*, **1984**; 22: 195–202.
126. **Murray PE, Farber RM, Namerow KM, Kuttler S, Godoy FG.** Evaluation of *Morindacitrifolia* as an endodontic irrigant. *J Endod*, **2008**; 34:66-70.
127. **A.M. Solovyeva and P. M. H. Dummer,** Cleaning efectiveness of root canal irrigation with electrochemically activated anolyte and catholyte solutions: a pilot study, *IntEndod J*, **2000**; 33:494–504.
128. **V. M. Bakhir, P. A. Kirpichnikov, A. G. Liakumovich.** On the nature of electrochemical activation of media, *Reports of the USSR Academy of Sciences*, **1986**; 286:663–666.
129. **V. M. Bakhir, L. E. Spector, G. ZadorozhnyYu, N. M. Lysenko, A. RudinskyYa.** A device for electrochemical treatment of liquids,” USSR certificate of authorship number 1719316, **1989**.
130. **V. I. Prilutskii, V. M. Bakhir, A. I. Popov,** The disinfection of water, water supply systems, tanks and pools by using an electrochemically activated solution of a neutral anolyte, *VoprKurortolFizioter Lech FizKult* **1996**; (4):31– 32.
131. **J. B. Selkon, J. R. Babb, R. Morris.** Evaluation of the antimicrobial activity of a new super-oxidized water, Sterilox, for the disinfection of endoscopes., *J Hosp Infect*, **1999**; 41:59–70.
132. **G. Hata, M. Uemura, F. S. Weine, T. Toda,** Removal of smear layer in the root canal using oxidative potential water, *J Endod*, **1996**; 22:643–645.
133. **N. Shetty, S. Srinivasan, J. Holton, G. L. Ridgway.** Evaluation of microbicidal activity of a new disinfectant: sterilox 2500 against *Clostridium dicile* spores, *Helicobacter pylori*, vancomycin resistant *Enterococcus* species, *Candida albicans* and several *Mycobacterium* species, *J Hosp Infect*, **1999**; 41:101– 105.

134. **T. I. Shraev and A. N. Legchilo.** Use of electrochemically activated 0.8% potassium chloride solutions in the treatment of empyema and parietal abscesses of the lung, *GrudnKhir*, **1989**; 4;64–68.
135. **T.I.Shraev, A.N.Legchilo, A.T.Kharlamov, A.A. Legchilo.** Sanitization of bronchial pathways by electrochemically activated solution of 0.8% potassium chloride, *Anesteziol Reanimatol*, **1993**; 1:22–23.
136. **Torabinejad M, Johnson WB, Inventors;** US patent and trademark office, assignee. Irrigation solution and methods for use. USA, **2003**
137. **Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD.** The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod*, **2003**; 29: 400–403.
138. **Shabahang S, Torabinejad M.** Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod*, **2003**; 29: 576–579.
139. **Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M.** In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium hypochlorite. *J Endod*, **2003**; 450–452.
140. **Baumgartner JC, Johal S, Marshall JG.** Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/Biopure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation. *J Endod*, **2007**; 33: 48–51.
141. **Beltz RE, Torabinejad M, Pouresmail M.** Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod*, **2003**; 29: 334–337.
142. **Haznedaroglu F, Ersev H.** Tetracycline HCl solution as a root canal irrigant. *J Endod*, **2001**; 27: 738–740
143. **Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Doyle MD, Gillespie WT, Weller RN, King NM.** Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with Biopure MTAD. *J Endod*, **2006**; 32: 218–221.
144. **Tay FR, Hosoya Y, Loushine RJ, Pashley DH, Weller RN, Low DC.** Ultrastructure of intraradicular dentin after irrigation with Biopure MTAD. II. The consequence of obturation with an epoxy resin-based sealer. *J Endod*, **2006**; 32: 473–477.
145. **Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA.** Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod*, **2007**; 33: 852–855.
146. **Dunavant TR, Regan JD, Glickmann GN, Solomon GS, Honeyman AL.** Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod*, **2006**; 32:527-531.
147. **Canadian Academy of Endodontics Standards of Practices. 2006.** [cited 2008 July 31]. Available from: http://www.caendo.ca/about_cae/standards/standards_english.pdf.
148. **Allen RK, Newton CW, Brown Jr CE.** A statistical analysis of surgical and nonsurgical endodontic retreatment cases. *J Endod*. **1989**; 15(6):261–6.
149. **Kerekes K, L Tronstad,** Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *Journal of Endodontics*, **1979**; 5:83-90.
150. **Carrotte P.** Endodontics: part 8 filling the root canal system. *Br Dent J*. **2004**; 197(11):667.

151. **Byström A, G Sundqvist**, Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, **1983**; 55:307-312.
152. **Molven O, Halse A, Grung B**. Surgical management of endodontic failures: indications and treatment results. *International dental journal*. **1991**; 41(1):33-42.
153. **Molven O, Halse A, Fristad I, MacDonald-Jankowski D**. Periapical changes following root-canal treatment observed 20-27 years postoperatively. *International endodontic journal*. **2002**; 35(9):784-90.
154. **Ørstavik D**. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *International endodontic journal*. **1996**; 29(3):150-5.
155. **Huomonen S, Lenander-Lumikari M, Sigurdsson A, Ørstavik D**. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and a zinc oxide-eugenol-based sealer. *International endodontic journal*. **2003**; 36(4):296-301.
156. **Spanó JC, Silva RG, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Estrela C, Pécora JD**. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *J Endod*. **2009**; 35:727-30.
157. **Patterson SS**. In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetraacetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. **1963**; 16:83-103.
158. **Huomonen, S., & Ørstavik, D**. Radiographic follow-up of periapical status after endodontic treatment of teeth with and without apical periodontitis. *Clinical oral investigations*, **2013**; 17(9), 2099-2104.
159. **Abbaszadegan A, M Nabavizadeh, AH Yekani, A Khayat**, Comparison of Endodontic Treatment Results Yielded from Using Normal Saline with IKI Final Rinse or NaOCl Irrigation: A 30-Month Follow-up Study. *Iranian Endodontic Journal*, **2013**; 8:171.
160. **Peters L, P Wesselink**, Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. *International Endodontic Journal*, **2002**; 35:660-667.
161. **Waltimo T, M Trope, M Haapasalo, D Ørstavik**, Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *Journal of Endodontics*, **2005**; 31:863-866.
162. **Tervit C, L Paquette, CD Torneck, B Basrani, S Friedman**, Proportion of healed teeth with apical periodontitis medicated with two percent chlorhexidine gluconate liquid: a case-series study. *Journal of Endodontics*, **2009**; 35:1182-1185.
163. **Dorasani G, Madhusudhana K, Chinni SK**. Clinical and radiographic evaluation of single-visit and multi-visit endodontic treatment of teeth with periapical pathology: An in vivo study. *J Conserv Dent*. **2013**; 16(6):484-488.
164. **Paredes-Vieyra J, Enriquez FJ**. Success rate of single- versus two-visit root canal treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial. *J Endod*. **2012**; 38(9):1164-1169
165. **Field JW, Gutmann JL, Solomon ES, Rakusin H**. A clinical radiographic retrospective assessment of the success rate of single-visit root canal treatment. *Int Endod J.* **2004**; 37(1):70-82.

166. **Trope M, Delano EO, Ørstavik D.** Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. *J Endod*, **1999**; 25:345–50.
167. **Weiger R, Rosendahl R, Lost C.** Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. *Int Endod J*, **2000**; 33:219–26.
168. **Penesis VA, Fitzgerald PI, Fayad MI, Wenckus CS, BeGole EA, Johnson BR.** Outcome of one-visit and two-visit endodontic treatment of necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial with oneyear evaluation. *J Endod*. **2008**; 34(3):251–257.
169. **Molander A, Warfvinge J, Reit C, Kvist T.** Clinical and radiographic evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. *J Endod*. **2007**; 33(10):1145–1148.
170. **Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D.** Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod*. **2005**; 31(12):863–866.
171. **Wong, A. W., Zhang, C., & Chu, C. H.** A systematic review of nonsurgical single-visit versus multiple-visit endodontic treatment. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, **2014**; 6, 45.
172. **Siqueira JF Jr, Rocas IN, Favieri A et al.** Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod*, **2000**; 26: 331-334.
173. **Haikel Y, F Gorce, C Allemann, JC Voegel,** In vitro efficiency of endodontic irrigation solutions on protein desorption. *International Endodontic Journal*, **1994**; 27:16-20.
174. **Barbosa S, K Safavi, L Spångberg,** Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. *International Endodontic Journal*, **1994**; 27:309-312.
175. **Goldman, M., Goldman, L. B., Cavaleri, R., Bogis, J., & Lin, P. S.** The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *Journal of endodontics*, **1982**; 8(11), 487-492.
176. **Yamashita, J. C., Tanomaru Filho, M., Leonardo, M. R., Rossi, M. A., & Silva, L. A. B.** Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *International Endodontic Journal*, **2013**; 36(6), 391-394.
177. **Grawehr, M., Sener, B., Waltimo, T., & Zehnder, M.** Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *International endodontic journal*, **2003**; 36(6), 411-415.
178. **Scheafer E, Schulz-Bongert U, Tulus G.** Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod* **2004**; 30:432–5.
179. **Esposito PT, Cunningham CJ.** A comparison of canal preparation with nickeltitanium and stainless steel instruments. *J Endod*, 1995;21:173–6.
180. **Caviedes-Bucheli J, J Moreno, C Carreno, R Delgado, D Garcia, J Solano, E Diaz, H Munoz,** The effect of single-file reciprocating systems on S ubstance P and Calcitonin gene-related peptide expression in human periodontal ligament. *International Endodontic Journal*, **2013**; 46:419-426.
181. **Dhingra A, N Ruhal, A Miglani,** Evaluation of single file systems Reciproc, Oneshape, and WaveOne using cone beam computed tomography—an in vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, **2015**; 9:ZC30

182. **Sanches Cunha R, Junaid A, Ensinas P, et al.** Assessment of the separation incidence of reciprocating WaveOne files: a prospective clinical study. *J Endod*, **2014**; 40:922–4.
183. **Plotino G, Grande NM, Porciani PF.** Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. *Int Endod J*, **2015**; 48:199–205.
184. **Aidasani, G. L., Mulay, S., & Borkar, A.** Comparative evaluation of flexural fracture resistance of mandibular premolars after instrumentation with four different endodontic file systems: An In Vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, **2020**; 31(5), 701.
185. **Dagna A, Poggio C, Beltrami R, et al.** Cyclic fatigue resistance of three NiTi singlefile systems after immersion in EDTA. *Dentistry*, **2012**; 4:1–4.
186. **Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G.** Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J*, **2012**; 45:614–8.
187. **De-Deus G, Marins J, Silva EJ, et al.** Accumulated hard tissue debris produced during reciprocating and rotary nickel-titanium canal preparation. *J Endod*, **2015**; 41:676–81.
188. **Burklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Sch€afer E.** Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, **2012**; 45: 449–61.
189. **Amaral P, Forner L, Llena C.** Smear layer removal in canals shaped with reciprocating rotary systems. *J Clin Exp Dent*, **2013**; 5:e227–30.
190. **Saber SE, Nagy MM, Sch€afer E.** Comparative evaluation of the shaping ability of WaveOne, Reciproc and OneShape single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, **2015**; 48:109–14.
191. **Silva, E. J. N. L., Attademo, R. S., da Silva, M. C. D., Pinto, K. P., dos Santos Antunes, H., & Vieira, V. T. L.** Does the type of endodontic access influence in the cyclic fatigue resistance of reciprocating instruments. *Clinical Oral Investigations*, **2021**; 25(6), 3691-3698.
192. **Levitan, Marc E.; Himel, Van T.; Luckey, Jeffrey B.** The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. *Journal of Endodontics*, **2003**; 29.8: 505-508.
193. **Chu CH, Lo EC, Cheung GS.** Outcome of root canal treatment using Thermafil and cold lateral condensation filling techniques. *Int Endod J*, **2005**; 38:179 – 85.
194. **Hale R, Gatti R, Glickman GN, Opperman LA.** Comparative analysis of carrier-based obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. *Int J Dent*, **2012**; 2012:954675.
195. **Gordon MP, Love RM, Chandler NP.** An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J*. **2005**; 38:87–96.
196. **Pommel L, Camps J.** In vitro apical leakage of system B compared with other filling techniques. *J Endod*. **2001**; 27:449–51.
197. **Yucel AC, Ciftci A.** Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. **2006**; 102:e88–92.
198. **Wu MK, Ozok AR, Wesselink PR.** Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J*, **2000**; 33:340–5.

199. **Heling, Ilana; Chandler, Nicholas Paul.** The antimicrobial effect within dentinal tubules of four root canal sealers. *Journal of endodontics*, **1996**; 22.5: 257-259.
200. **Mamootil, K., & Messer, H. H.** Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International endodontic journal*, **2007**; 40(11), 873-881.
201. **Patel, D. V., Sherriff, M., Ford, T. P., Watson, T. F., & Mannocci, F.** The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *International Endodontic Journal*, **2007** ;40(1), 67-71.
202. **Sönmez I, A Oba, D Sönmez, M Almaz,** In vitro evaluation of apical microleakage of a new MTA-based sealer. *European Archives of Paediatric Dentistry*, **2012**; 13:252-255.
203. **De Gee AJ, Wu MK, Wesselink PR.** Sealing properties of KetacEndo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endod J*, **1994**; 27:239-44.
204. **Siqueira JF Jr, Rôças IN, Lopes HP.** Treatment of endodontic infections. *London: Quintessence*; **2011**
205. **Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR.** Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod*, **2008**; 34: 273-9.
206. **Peters CI, Peters OA.** Cone beam computed tomography and other imaging techniques in the determination of periapical healing. *Endod Topics*, **2012**; 26: 57-75
207. **Folk RB, Thorpe JR, McClanahan SB, Johnson JD, Strother JM.** Comparison of two different direct digital radiography systems for the ability to detect artificially prepared periapical lesions. *J Endod*, **2005**; 31: 304-6.
208. **Hadley DL, Replogle KJ, Kirkam JC, Best AM.** A comparison of five radiographic systems to D-speed film in the detection of artificial bone lesions. *J Endod*, **2008**; 34: 1111-4.
209. **Velvart P, Hecker H, Tillinger G.** Detection of the apical lesion and the mandibular canal in conventional radiography and computed tomography, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, **2001**; 92:682-688.
210. **de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR.** Accuracy of periapical radiography and conebeam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod*, **2009**; 35: 1009-12.
211. **Fayad, M. I., Nair, M., Levin, M. D., Benavides, E., Rubinstein, R. A., Barghan, S., ... & Ruprecht, A.** AAE and AAOMR joint position statement: use of cone beam computed tomography in endodontics 2015 update. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, **2015**; 120(4), 508-512.
212. **Forsberg J, Halse A.** Radiographic simulation of a periapical lesion comparing the paralleling and the bisecting-angle techniques. *Int Endod J*, **1994**; 27:133-8
213. **Brynolf I,** A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. Vol. 11. **1967**: Almqvist & Wiksell.
214. **Delano EO, JB Ludlow, D Ørstavik, D Tyndall, M Trope,** Comparison between PAI and quantitative digital radiographic assessment of apical healing after endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, **2001**; 92:108-115.

215. **Marques MD, Moreira B, Eriksen HM.** Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population. *Int Endod J*, **1998**; 31: 161-5.
216. **Archana D, Gopikrishna V, Gutmann JL, Savadamoorthi KS, Kumar AR, Narayanan LL.** Prevalence of periradicular radiolucencies and its association with the quality of root canal procedures and coronal restorations in an adult urban Indian population. *J Conserv Dent*, **2015**; 18: 34-8
217. **Baumgartner JC, Bakland LK, Sugita EI.** Microbiology of endodontics and asepsis in endodontic practice. In: *Ingle JI, Bakland LK, editors. Endodontics. 5th ed. Ontario, Canada: BC Decker; 2002*; p. 63.
218. **Ingle JI, Himel VT, Hawrish CE, Glickman GN, Serene T, Rosenberg PA, et al.** Endodontic cavity preparation. In: *Ingle JI, Bakland LK, editors. Endodontics. 5th ed. Ontario, Canada: BC Decker; 2002*; p. 498
219. **Siqueira JF, Rôças IN, Santos SRLD, Lima KC, Magalhães FAC, de Uzeda M.** Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod*, **2002**; 28:181-4
220. **Torabinejad M, Shabahang S, Bahjri K.** Effect of MTAD on postoperative discomfort: a randomized clinical trial. *J Endod*, **2005**; 31:171-6.
221. **Zhang W, Torabinejad M, Li Y.** Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. *J Endod*, **2003**; 29:654-7.
222. **Davis JM, Maki J, Bahcall JK.** An in vitro comparison of the antimicrobial effects of various endodontic medicaments on *Enterococcus faecalis*. *J Endod*, **2007**; 33:567-9.
223. **Mohammadi Z.** Evaluation of the antifungal substantivity of sodium hypochlorite, chlorhexidine and MTAD. *The Internet J Dental Sci*, **2007**; 5(2).
224. **Mozayeni MA, Javaheri GH, Poorroosta P, Ashari AM, Javaheri HH.** Effect of 17% EDTA and MTAD on intracanal smear layer removal: a scanning electron microscopic study. *Aust Endod J*, **2009**; 35:13-7.
225. **Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al.** A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod*, **2003**; 29:170-5.
226. **Park DS, Torabinejad M, Shabahang S.** The effect of MTAD on the coronal leakage of obturated root canals. *J Endod*, **2004**; 30:890-3.
227. **Pappen FG, Souza EM, Giardino L, Carlos IZ, Leonardo MR, de Toledo Leonardo R.** Endodontic chelators induce nitric oxide expression by murine-cultured macrophages. *J Endod*, **2009**; 35: 824-8.
228. **Ring KC, Murray PE, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F.** The comparison of the effect of endodontic irrigation on cell adherence to root canal dentin. *J Endod*, **2008**; 34:1474-9.
229. **Yasuda Y, Tatsumatsu Y, Fujii S, Maeda H, Akamine A, Torabinejad M, et al.** Effect of MTAD on the differentiation of osteoblast-like cells. *J Endod*, **2010**; 36:260-3.
230. **Beltz RE, Torabinejad M, Pouresmail M.** Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod*, **2003**; 29:334-7.
231. **Sayın TC, Cehreli ZC, Deniz D, Akcay A, Tuncel B, Dagli F, et al.** Time-dependent decalcifying effects of endodontic irrigants with antibacterial properties. *J Endod*, **2009**; 35:280-3.

232. **Weiger R, R Rosendahl, C Löst,** Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. *International Endodontic Journal*, **2000**; 33:219-226.
233. **Ørstavik D, V Qvist, K Stoltze,** A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. *European Journal of Oral Sciences*, **2004**; 112:224-230
234. **Hoskinson SE, Y-L Ng, AE Hoskinson, DR Moles, K Gulabivala,** A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, **2002**; 93:705-715.
235. **Ricucci D, J Russo, M Rutberg, JA Burleson, LS Spångberg,** A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, **2011**; 112:825-842.
236. **Bystrom A, Sundqvist G.** The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. **1985**; 18:35–40
237. **European Society of Endodontology.** Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *International Endodontic Journal*, **2001**; 34, 574–80.
238. **Ørstavik D, TP Ford,** Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis. **2008**: *Am Dental Educ Assoc*.
239. **Ørstavik D, V Qvist, K Stoltze,** A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. *European Journal of Oral Sciences*, **2004**; 112:224-230.
240. **Sutherland SE,** Critical Appraisal of the Dental Literature: Papers About Diagnosis, Etiology and Prognosis. *J Can Dent Assoc*, **2001**; 67:582-5.
241. **Sackett DL, RB Haynes, GH Guyatt, P Tugwell,** Clinical Epidemiology: a Basic Science for Clinical Medicine. **1991**.
242. **Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM.** The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol* **1986**;2(1):20-34.
243. **Verma, Neha, et al.** Effect of different concentrations of sodium hypochlorite on outcome of primary root canal treatment: a randomized controlled trial. *Journal of endodontics*, **2019**, 45.4: 357-363.
244. **De-Figueiredo, Fabricio Eneas Diniz, et al.** Apical periodontitis healing and postoperative pain following endodontic treatment with a reciprocating single-file, single-cone approach: A randomized controlled pragmatic clinical trial. *PloS one*, **2020**; 15.2: e0227347.

ÖZGEÇMİŞ

13.02.1994 yılında Adana’da doğdu. Lise öğrenimini Adana Anadolu Lisesi’nde 2012 yılında tamamladı. 2017 yılında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldu. 2019 Ocak ayında Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık öğrencisi olarak eğitimine başladı.

