

Endodonti Alanında Akademik Araştırmalar

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Doğan Ilgaz Kaya

Endodonti Alanında Akademik Araştırmalar

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Doğan Ilgaz Kaya

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Doğan Ilgaz Kaya

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Haziran, 2025

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-7923-77-4

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskita@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Endodonti-Periodontoloji İlişkisi	
Eda Gürsu Şahin & Başak Karasu	
BÖLÜM 2.....	23
Endodontik İrrigasyonun Geliştirilmesinde Yenilikçi Yaklaşımlar	
Sevda Tok	
BÖLÜM 3.....	35
Bitkisel Ürünlerin Endodontide Kullanımı	
İlke Doğa Şeker	
BÖLÜM 4.....	61
Vital Pulpa Tedavilerinde Kalsiyum Hidroksit Kullanımının Sağkalıma Etkisi	
Ceren Turan Gökduman	



Endodonti-Periodontoloji İlişkisi

Eda Gürsu Şahin¹ & Başak Karasu²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi
ORCID: 0000-0001-9226-3454

² Dr. Öğr. Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi
ORCID:0000-0001-6537-9902

Giriş

Diş pulpası ve periodontal dokular, ortak ektomezenkimal kökenleri nedeniyle birbirleriyle yakın bir ilişki içerisinde (Mandel, Machtou, and Torabinejad 1993). Pulpa, dental papilladan; periodontal ligament ise dental follikülünden gelişmekte olup, bu iki yapı Hertwig epitel kök kını ile birbirinden ayrılır.

Endodontik ve periodontal hastalıklar, diş kayıplarının önemli bir bölümünden sorumlu olan, polimikrobiyal anaerobik enfeksiyonlardır (Zehnder, Gold, and Hasselgren 2002). Pulpa ve periodonsiyum arasındaki ilişki ilk olarak 1964 yılında Simring ve Goldberg tarafından tanımlanmıştır. O tarihten bu yana, her iki dokuda da benzer inflamatuvar mediyatörlerin bulunması nedeniyle, bu tür lezyonlar literatürde “endo-perio lezyon” terimiyle tanımlanır (Bender 1997; Mandel et al. 1993; Simring and Goldberg 1964).

Pulpa ve periodontal dokular arasında çeşitli iletişim yolları bulunmaktadır. Bu yollar, tek başına veya birlikte, pulpa vitalitesini ve periodontal dokuların bütünlüğünü etkileyebilmektedir. Pulpa ile periodonsiyum arasındaki iletişim yolları fizyolojik/anatomik veya non-fizyolojik olabilir. Bu yollar, enfeksiyonun yayılım dinamiklerini belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır (Zehnder et al. 2002).

1. Anatomik Yollar

1.1. Apikal Foramen

Periodontal dokular ile pulpa arasındaki temel bağlantıyı oluşturur. Apikal foramen sayısı diştten dişe değişebilir, ancak her biri bakterilerin girişine/çıkışına izin verir. Periodontal hastalığa bağlı pulpal nekroz, genellikle bakteriyel biyofilmin apikal foramene ulaşip kan akışını etkilemesi durumunda meydana gelir. Pulpanın nekroze olmasının ardından bakteriyel metabolitler ve enzimler periodonsiyuma yayılır ve inflamatuvar yanıtın tetiklenmesiyle periodontal dokularda yıkım gerçekleşir (Raja et al. 2008).

1.2. Lateral ve Aksesuar Kanallar

Lateral kanallar, kök kanalından ayrılan küçük dallar olup, kök yüzeyinin farklı bölgelerinde, özellikle apikal ve furkasyon bölgelerinde bulunabilir. Bu kanallar, pulpa ile periodontal ligament arasında doğrudan bağlantı sağlayarak mikroorganizmalar ve toksinler için potansiyel geçiş yolları oluşturabilir. Günümüzde "aksesuar kanallar" olarak adlandırılan bu yapılar, diş gelişiminin erken evrelerinde oluşur; ancak, kök gelişimi tamamlandıktan sonra obliterasyona uğrayabilir veya sayıca azalabilir. Bu bağlantılar lateral kök yüzeyinde periodontal ligamentin lokalize kalınlaşması veya lateral lezyon varlığı ile tespit edilebilir.

1.3. Dentin Tübülleri

Dentin tübülleri, odontogenez sürecinde ters konik bir morfoloji sergileyerek pulpa tarafında en geniş, periferde ise en dar çaplı yapıya sahip olacak şekilde oluşmaktadır. Odontoblastik uzantılar, dentin-pulpa kompleksi ile kök yüzeyleri arasında uzanabilmektedir. Sement kaybına bağlı olarak dentin tübüllerinin açığa çıkması, mikroorganizmaların pulpa ve periodontal dokular arasında geçişine olanak tanımakta olup, bu durum periodontal ve pulpal enfeksiyonlar arasındaki biyolojik etkileşimde kritik bir rol üstlenmektedir.

2. Non-Fizyolojik (Patolojik) Yollar

Diş tedavileri sırasında meydana gelen iyatrojenik hasarlar, özellikle post preparasyonu ve endodontik tedavi sırasında oluşan kök kanal perforasyonları, travmaya bağlı gelişen dikey kök kırıkları, dentin çatlakları gibi durumlar, pulpa ve periodontal dokular arasında yapay iletişim yollarının oluşumuna neden olabilmektedir. Bu tür patolojik bağlantılar hem vital hem de non-vital dişlerde gözlemlenmekte olup, özellikle lateral kondensasyon tekniği ile tedavi edilmiş dişlerde daha sık rapor edilmektedir.

3. Gelişimsel anomaliler

Palatogingival oluklar gibi diş malformasyonları, bazı kaynaklarda fizyolojik olmayan faktörler arasında sınıflandırılırken, diğer bazı kaynaklarda ise anatomik oluşumlar başlığı altında ele alınmaktadır (Parolia et al. 2013; Simon, Glick, and Frank 2013).

Kök yüzeyindeki varyasyonlar, mikroorganizmaların kolonizasyonu için uygun alanlar oluşturabilir. Ayrıca bakteriyel yan ürünlerin periodontal bağlantı aparatına ya da pulpa boşluğuna ulaşmak için izlediği yolu etkileyebilir (Walton and Garnick 1986).

ENDO-PERİO LEZYONLARIN SINIFLANDIRMASI

Pulpa ve periodontal hastalıklar arasındaki yakın ilişki nedeniyle ortaya çıkan lezyonlar, etiyolojilerine ve tanısal özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Endo-perio lezyonlarının sınıflandırılması, uygun tedavi protokolünün belirlenmesi ve tedavinin öngörülebilir başarısının sağlanması açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda çeşitli sınıflandırmalar önerilmiş olmakla birlikte, literatürde yaygın kabul gören sınıflandırma Simon ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (Simon et al. 2013). Buna göre endo-perio lezyonlarının sınıflandırması; primer endodontik lezyonlar, primer periodontal lezyonlar ve kombine lezyonlar olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmaktadır. Kombine lezyonlar ise, sekonder periodontal tutulumlu primer endodontik lezyonlar, sekonder endodontik tutulumlu primer periodontal lezyonlar ve gerçek kombine lezyonlar olarak alt

sınıflara ayrılır. Bu sınıflandırma, klinik karar verme sürecinde önemli bir rehber olarak kullanılmakta ve değerli bilgiler sağlamaktadır (Simon et al. 2013).

Primer Endodontik Lezyon

Primer endodontik lezyonlarda patolojinin kaynağı tamamen endodontik kökenlidir. Klinik olarak inflamatuvar pulpa, pulpa nekrozu veya tedavi edilmemiş endodontik hastalık ile karakterizedir. Nekrotik pulpa dokusunun neden olduğu apikal lezyon, çevresindeki alveolar kemiğin rezorpsiyonuna yol açarak gingival sulkusta drene olabilir. Drenajın diş eti oluğu veya furkasyon bölgesinden gerçekleşmesi yaygın bir klinik bulgudur.

Primer endodontik lezyonlar, ağrı, perküsyona hassasiyet, diş mobilitesi, sinüs yolundan drenaj veya şişlik gibi inflamasyon belirtileri gösterebilir. Bu bulgular, periodontal apseler ile benzerlik gösterdiğinden ayırıcı tanı açısından dikkatli değerlendirilmelidir. Enfeksiyon kaynağını belirlemek için, drenaj noktasından bir gutta-perka (GP) yerleştirilerek alınan periapikal radyografi önemli bir tanısal yöntemdir.

Radyografik değerlendirmede, etkilenen bölgede plak veya dıştaşı birikimi gözlenmemesine rağmen sondalama derinliğinde artış saptanabilir. Çok köklü dişlerde drenaj furkasyon bölgesinde de meydana gelebilir. Bu durumun olası nedeni, furkasyon bölgesiyle ilişkili aksesuar kanalların varlığıdır ve kökler etrafında belirgin bir kemik rezorpsiyonu olmasa dahi furkasyon bölgesi radyografik olarak radyolüsent görünebilir.

Ayırıcı tanıda elektriksel ve termal vitalite testleri kritik bir rol oynar. Bu testlere alınan anormal veya negatif yanıt, primer endodontik lezyonların tespit edilmesi ve diğer periodontal patolojilerden ayırt edilmesi açısından önemli bir tanı kriteridir.

Primer Endodontik Lezyon Sekonder Periodontal Tutulum

Primer endodontik lezyonun tedavisi geciktiğinde alveolar kemik rezorpsiyonu devam ederek, etkilenen dişin çevresindeki yumuşak ve sert dokuları tahrip edebilir. Bu süreç, diş eti dokuları aracılığıyla sürekli drenaja yol açarak plak ve diş taşının birikebileceği bir alan oluşturup periodontal hastalığa neden olabilir. Klinik ve radyografik değerlendirmede, nekrotik pulpa ve plak birikimi olan dişlerin sondalama derinliklerinde artış gözlemlenebilir. Radyografik inceleme, endodontik patolojilerle ilişkili ağısal kemik defektlerini gösterebilir ve ayırıcı tanıya yardımcı olabilir.

Primer Periodontal Lezyon

Periodontal hastalığın klasik görünümüdür. Plak veya diş taşı birikimi nedeniyle ataşman kaybına yol açan cep oluşumu ile karakterizedir. Periodontal

hastalık marjinal diş etinde başlayıp, tedavinin gecikmesi durumunda destekleyici periodontal dokulara ilerleyerek daha geniş doku kayıplarına neden olabilir. Dişi çevreleyen sert ve yumuşak dokuların ilerleyici yıkımı sonucunda periodontal apse gelişebilir. Klinik olarak, etkilenen dişin etrafında artmış sondalama derinliği gözlemlenir ve bu diş elektriksel ve termal testlere pozitif yanıt verir. Kesin olmamakla birlikte, bazı olgularda oklüzal travmanın periodontal apselerin ilerlemesine katkıda bulunabileceği öne sürülmektedir. Periodontal hastalığı bulunan bireylerde, taşkın restorasyon veya oklüzal travma gibi lokal predispozan faktörler bulunmamasına rağmen birden fazla periodontal cep formasyonu gözlenir.

Primer Periodontal Lezyon Sekonder Endodontik Tutulum

Periodontal hastalığın apeks yönünde ilerlemesiyle birlikte, kök yüzeyi boyunca bulunan lateral veya aksesuar kanallar ağız ortamına maruz kalabilir ve pulpa ile iletişim sağlayabilir. Bu durum, en belirgin şekilde periodontal hastalığın apikal foramen seviyesine ulaşmasıyla gerçekleşir. Buna ek olarak, periodontal prosedürler sırasında aksesuar kanallar veya apikal foramen yoluyla kan akışının kesilmesi, pulpa nekrozuna yol açabilir.

Periodontal tedaviye beklenen yanıtı vermeyen dişlerin vitalitesi değerlendirilmelidir. Daha önce vital olan bir dişin, periodontal hastalığın ilerlemesi sonucu nekrotik hale gelmesi olasılığı bulunmaktadır.

Endodontik tedavi tamamlandıktan sonra dişin prognozu periodontal tedavinin etkinliğine bağlıdır. Pulpası etkilenmiş bir dişin varlığında yalnızca periodontal tedavi yeterli olmayacak, başarılı bir sonuç elde edebilmek için endodontik tedavinin de uygulanması gerekecektir.

Gerçek Kombine Lezyon

Aynı dişin etrafında birbirinden bağımsız olarak başlayan pulpal ve periodontal hastalıkların zamanla birleşmesi sonucunda oluşur. Bu iki patolojik süreç, kök yüzeyinin belirli bir noktasında birleşerek radyografik olarak kemik içi bir defekt şeklinde gözlenir. Bu durumda, nekrotik pulpa veya başarısız endodontik tedavi ile periodontal hastalığa bağlı yaygın kemik yıkımı birlikte görülür. Klinik ve radyografik bulgular, sekonder olarak etkilenen diğer lezyonlardan ayırt edilemez hale gelebilmektedir.

Başarılı bir endodontik tedavi sonrasında periapikal iyileşme beklenmektedir. Ancak periodontal durum, lezyonun şiddetine bağlı olarak periodontal tedaviye değişken yanıt verebilmektedir.

Birleşik/Compound Lezyon

Bu terim aynı dişte hem pulpal hem de periodontal durumların birbirinden bağımsız olarak var olduğu durumları tanımlamak için önerilmiştir. Orijinal sınıflandırmada yer almamıştır (Belk and Gutmann 1990).

2017 yılında Avrupa Periodontoloji Federasyonu (European Federation of Periodontology) ve Amerikan Periodontoloji Akademisi (American Academy of Periodontology) tarafından düzenlenen çalıştayda periodontal hastalıklar yeniden sınıflandırılmıştır. 2017 Dünya Çalıştayı periodontitis sınıflamasında, endo-perio lezyonların değerlendirilmesinde kök hasarının varlığı veya yokluğu önemli bir kriter olarak ele alınmıştır. Yeni sınıflandırma sistemi, lezyonların mevcut hastalık durumu ve etkilenen dişin prognozuna dayalı olarak gruplandırılmasını amaçlamakta ve bu sayede tedavi planlamasının daha etkin bir şekilde yapılmasını sağlamayı hedeflemektedir. Endo-perio lezyonlar, kök hasarı bulunanlar (kök çatlakları, kök kırıkları, perforasyonlar veya eksternal kök rezorpsiyonu gibi) ve kök hasarı bulunmayanlar olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Kök hasarı bulunmayan lezyonlar ise, hastada periodontitis varlığına göre alt gruplara ayrılmaktadır (Papapanou et al. 2018).

Kök hasarı bulunan endo-perio lezyonları	Kök kırığı ya da çatlağı	
	Kök kanal veya pulpa odası perforasyonu	
	Eksternal kök rezorpsiyonu	
Kök hasarı bulunmayan endo-perio lezyonları	Periodontitis görülen hastalarda endo-perio lezyonları	Derece 1- Bir diş yüzeyinde dar derin periodontal cep
		Derece 2-Bir diş yüzeyinde geniş derin periodontal cep
		Derece 3-Birden fazla diş yüzeyinde derin periodontal cepler
	Periodontitis görülmeyen hastalarda endo-perio lezyonları	Derece 1- Bir diş yüzeyinde dar derin periodontal cep
		Derece 2-Bir diş yüzeyinde geniş derin periodontal cep
		Derece 3-Birden fazla diş yüzeyinde derin periodontal cepler

Tablo 1. Periodontal ve Peri-İmplant Hastalıkların ve Durumların Sınıflaması 2017 Dünya Çalıştayı

AYIRICI TANI

Endodontik ve periodontal hastalıkların ayırıcı tanısının konulması klinik açıdan zorluklar içerebilir. Ancak doğru tanı, uygun tedavi planlaması ve semptomların etkin yönetimi için temel bir gerekliliktir. Bu doğrultuda, tedavi sürecinde değerlendirilmesi gereken temel parametreler arasında pulpa vitalitesi ile periodontal defektin tipi ve yayılımı yer almaktadır. Bazı olgularda tanıya ulaşmak, ayırıcı tanı sürecinde çeşitli olasılıkların dışlanması ile mümkün olabilmektedir. Bu yaklaşım, klinisyenin tanısal değerlendirme sürecinde objektif ve kapsamlı bir analiz yapmasına olanak tanımaktadır. Bazı klinik durumlar, perio-endo lezyonlarıyla benzer özellikler gösterebilir veya aynı bölgede gelişebilir.

Kök Kırıkları

Vertikal kök kırıkları, kök yapısında meydana gelen ancak kırık segmentlerin tam olarak ayrılmadığı kırıklar olarak tanımlanır (American Association of Endodontists AAE 2020). En sık etkilenen dişler, mandibular molarlar (%34) ve maksiller premolarlardır (%22). Ayrıca, bu kırıklar vital pulpalı dişlerden ziyade daha önce endodontik tedavi uygulanmış dişlerde gözlenmektedir (Walton 2017).

Kırık hattının meydana getirdiği bağlantı yolu bakterilerin kolonizasyonuna elverişli bir ortam oluşturarak periodontal yıkıma yol açabilir. Klinik olarak, bu kırıkların endodontik-periodontal lezyonlarla benzer bulgular sergileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Önceden tedavi edilmiş dişlerde sıklıkla vertikal kök kırıklarından şüphelenirse de, dar ve derin sondalama derinlikleri ile karakterize kronik apikal apseler ayırıcı tanıda değerlendirilmelidir.

Kırıkların tespiti zor olabilir ve büyütme altında transillüminasyon veya metilen mavisi boyası ile incelenmesi önerilir. Konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KİBT) ile görüntüleme her zaman kesin tanı sağlamasa da, kök kanal tedavisi başarısızlığı ile ilişkili anatomik ve patolojik bulguların değerlendirilmesine katkı sağlayabilir. Bazı durumlarda, kırık yalnızca pulpa odasına erişim sırasında veya diş çekimi sonrası fark edilebilir. Kesin tanı, uygun tedavi planlaması açısından kritik öneme sahiptir, hastaya gereksiz tedavi uygulanmasını önlemektedir.

Periodontal Abse

Periodontal cep kaynaklı akut enfeksiyon olup; genellikle lokalize şişlik ile karakterizedir. Endodontik lezyon bulunmaması ve ilgili dişin vitalitesini koruması, endo-perio lezyonlardan ayırt edilmesini sağlar.

Lateral Periodontal Kistler

Nadir görülen gelişimsel odontojenik kistler olup, Malassez artıkları kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Radyografik incelemelerde genellikle kök yüzeyinin lateralinde, iyi sınırlanmış lezyonlar olarak rastlantısal şekilde tespit edilirler. İlgili diş vitalitesini koruma eğilimindedir ve kistin enükleasyonunu takiben sıklıkla korunabilmektedir.

Diğer Durumlar

Periodontal veya endodontik patolojileri taklit eden, ancak standart tedavilere yanıt vermeyen lezyonlar zaman zaman gözlenebilmektedir. Bu tür olgularda, altta yatan sistemik bir hastalığın varlığını ekarte edebilmek amacıyla KIBT veya biyopsi gibi ileri görüntüleme ve histopatolojik incelemeler gerekebilir. Oldukça nadir olmakla birlikte, skleroderma, metastatik kanser ve osteosarkom gibi patolojiler, periodontal veya endodontik hastalıklara benzer radyografik özellikler sergileyebilir. Daha yaygın etiyolojiler dışlandığında, bu olasılıklar dikkate alınmalıdır.

En etkili tedavi ancak doğru tanı ve uygun sınıflandırma ile mümkündür.

Tanı Sürecinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Vital olmayan posterior dişlerin furkasyon bölgesinde gözlenen radyolüsensiler, furkasyon kanallarının varlığını veya pulpa odası tabanında yer alan bir çatlağı gösterebilir. Furkasyondaki rezorpsiyon, aynı zamanda apikal inflamasyonun bir sonucu da olabilir. Walton, hayvan deneylerinde apikal lezyonların primer hareketinin vakaların %53'ünde furkasyon yönünde olduğunu belirlemiştir. Jansson ve Ehnevid ise her iki kökte de periapikal patoloji bulunan dişlerin, periapikal patolojiye sahip olmayan dişlere kıyasla anlamlı derecede daha derin periodontal sondalama derinliklerine sahip olduğunu göstermiştir (Jansson and Ehnevid 1998; Walton and Garnick 1986). Ayrıca, periapikal patolojisi olan molarlarda 3 mm'den daha yüksek furkasyon derinlikleri anlamlı derecede daha sık görülmüştür (Jansson and Ehnevid 1998).
- Duyarlılık testi, mekanik allodynia tespiti, transillüminasyon ve periodontal sondalama gibi tanısal yöntemler, primer endodontik lezyonlar ile primer periodontal lezyonların ayırt edilmesi açısından kritik öneme sahiptir.
- Pulpal hastalıkların periodonsiyum üzerindeki etkisi iyi tanımlanmış olsa da, periodontal hastalığın pulpa üzerindeki etkisi halen tartışmalıdır. Bergenholtz ve Lindhe'nin 1970'lerde maymunlarda periodontal hastalığı indükledikleri bir çalışmada, altı ay sonunda

%30-40 oranında horizontal kemik kaybı tespit edilmiştir. Histolojik incelemelerde olguların %57'sinde sekonder dentin oluşumu, kalsifikasyonlar ve hafif lokalize inflamasyon saptanmış, ancak yalnızca bir vakada pulpa nekrozu gelişmiştir (Bergenholtz and Lindhe 1978). Genel olarak periodontal hastalığın pulpada hasara neden olma olasılığı, periodontal cep ve subgingival plağın apikal üçlüye ulaşmış, sement hasarı bulunması durumunda artmaktadır (Ricucci, Siqueira, and Rôças 2021).

- Diş dokusunda çatlak oluşumu ve ilerlemesi için gereken kuvvetin, tekrarlayan yükleme döngülerinin artışıyla birlikte azaldığı bilinmektedir. Arola ve Reprogel'in çalışmalarına göre, koronal dentinin eğilme dayanımı, çığneme kuvvetlerinin sürekli tekrarlanması nedeniyle her on yılda yaklaşık 20 MPa azalmaktadır (Arola and Reprogel 2005). Bu durum, yaşla birlikte çatlak oluşumu ve ilerleme riskini artırır. Zamanla kontamine olan çatlak hattı, pulpa odasına kadar ilerleyebilir ve daha ileri evrelerde krestal kemiğe ulaşarak kemik rezorpsiyonuna dahi neden olabilir (Ricucci et al. 2015).
- Periodontal kemik kaybıyla ilişkili önemli faktörlerden biri semental ayrılma (Stewart and McClanahan 2006). Sement-dentin arayüzünde meydana gelen bu ayrılmalar, yalnızca sementi veya bazen kök dentinini de içeren yüzeyel kırıklar şeklinde oluşur (Pedercini et al. 2021). Semental ayrılma apikal bölgede meydana geldiğinde endodontik bir lezyonu taklit edebilirken, orta seviyede periodontal cep oluşumuna yol açarak periodontal hastalık ile benzer bir klinik tablo sergileyebilir (Pedercini et al. 2021; Stewart and McClanahan 2006). Genellikle interproksimal yüzeyde (%79) ve kesici dişlerde (%74) görülür (Lin et al. 2012). Vakaların %71'i 60 yaş üzeri bireylerde gözlenmektedir (34,35). Bu vakaların prognozu tartışmalı olup; cerrahi yöntemler cerrahi olmayan yaklaşımlara kıyasla daha yüksek başarı oranına sahiptir (%57'ye karşı %28). Servikal ve orta üçlüde meydana gelen vakaların prognozu, apikal üçlüdeki lezyonlara kıyasla daha olumlu seyretmektedir (%60'a karşı %11) (Selvanayagam 2021).

Muayenede Önemli Hususlar

- Endo-Perio lezyonlarının teşhisinde periapikal radyografi tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Radyografide, interdental veya interradiküler bölgeden kaynaklanan radyolüsensi alanları izlenir ve lezyon genellikle lateral kök yüzeyinden apikal bölgeye doğru uzanır. İleri vakalarda veya lateral kanalların varlığında furkasyon bölgesi de etkilenebilir. Kök kırığını taklit edebilen 'J' şeklindeki' radyolüsent lezyonlara dikkat edilmeli ve kesin tanı için ek değerlendirmeler yapılmalıdır.
- Pulpa testi, dişin innervasyonunu değerlendirmek için rutin olarak uygulanır. Etil-klorür, elektriksel pulpa testi (EPT) ve sıcak gutta-perka gibi standart yöntemler yaygın olsa da her diş için uygun olmayabilir. Bu durumda alternatif sıcaklık testleri tercih edilebilir.
- Ayrıntılı periodontal muayene ve indeksler, hastalığın değerlendirilmesi ve takibi için kaydedilmelidir. Bu kayıtlar; cep derinliği, ataşman kaybı, kanama, süpürasyon, furkasyon ve mobilite gibi parametreleri içermelidir. Plak skorları, hastalığın yönetiminde kritik olup hasta iş birliği açısından klinisyene rehberlik eder. Mevcut tanılarda önceki kayıtlarla karşılaştırma yapılırken, ilk kez tespit edilen vakalarda tedavi sürecinin izlenmesi için başlangıç kayıtları tutulmalıdır.
- Okluzal testler teşhisin daraltılmasına ve geri dönüşü olmayan hasarların önlenmesine yardımcı olabilir. Hasta öyküsünde parafonksiyonel alışkanlıklar, çiğneme veya oklüzyon sırasında hissedilen semptomlar sorgulanmalıdır. Okluzal değerlendirme, rutin diş muayenesinin bir parçası olarak gerçekleştirilir. Anormallik veya travmatik etken şüphesinde daha ayrıntılı bir okluzal değerlendirme ve ek incelemeler gereklidir (McCulloch 2003).
- Çatlak bir kuspun varlığını tespit etmek için ısırma çubuğu testi kullanılabilir.
- Restorasyonlu dişlerde, artikülasyon kağıdı ile okluzal yükseklik kontrolü yapılabilir. Amalgam restorasyonlarda ise parlak alanlar, okluzal yüklenme düzensizliklerini belirlemeye yardımcı olabilir (Davies and Gray 2001).

Endo-Perio Lezyonlarda Tedavi Yaklaşımları

Endodontik-periodontal lezyonların tedavi yaklaşımları, etiyolojik faktörlere bağlıdır.

Primer endodontik lezyonlar, yalnızca endodontik kökenli olup endodontik tedavi ile yönetilebilir. Nekrotik diş ile ilişkili geniş lezyonlar ve periodontal apseler mevcut olsa dahi, öncelikli tedavi yöntemi cerrahi olmayan endodontik tedavidir.

Primer endodontik lezyon sekonder periodontal tutulum söz konusu olduğunda, öncelikle endodontik tedavi uygulanmalı ve tedavi sonuçları değerlendirildikten sonra periodontal tedavi planlanmalıdır. Endodontik tedavinin periodontal doku üzerindeki iyileştirici etkisi, diş pulpası ile periodonsiyum arasındaki aksesuar kanallar ve dentin tübülleri gibi anatomik bağlantılarla açıklanmaktadır. Primer endodontik lezyon gingival sulkus yoluyla drenaj gösterdiğinde, sadece endodontik tedavi uygulanması sınırlı bir iyileşme sağlayabilir. Klinik ve radyografik olarak periodontal hastalık bulguları mevcutsa, her iki patolojinin birlikte tedavisi gereklidir. Bu durumda, öncelikle kök kanal tedavisi tamamlanmalı, ardından periodontal tedavi uygulanmalıdır. Böylece tam iyileşme sağlanabilir.

Primer periodontal lezyonlarda, apeks kadar ataçman kaybı bulunan bir dişin, soğuk ve/veya elektrik pulpa testlerine pozitif yanıt vermesi, pulpal vitalitenin korunduğunu gösterir ve bu durumda endodontik tedavi endike değildir. Bu tür olguların tedavisinde öncelik cerrahi olmayan periodontal terapidir. Periodontal dokuların sağlığını yeniden tesis etmek amacıyla, gerekli görüldüğünde kemik defektlerinin yönetimi için cerrahi periodontal tedavi uygulanabilir.

Primer periodontal sekonder endodontik tutulumlu lezyonlar veya gerçek kombine lezyonlar önce endodontik tedaviyi, ardından periodontal yeniden değerlendirmeden 1-2 ay sonra uygun periodontal tedaviyi gerektirir (Paul and Hutter 1997).

Bağlantısı bulunmayan bileşik endodontik periodontal lezyonların yönetiminde, cerrahi olmayan periodontal tedavinin endodontik tedaviyle aynı anda yapılabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur. Bu nedenle, endodontik tedavi sonrasında gözlem süresi beklenmeksizin periodontal terapi önerilebilmektedir.

Vital pulpalı primer periodontal lezyonlar dışında tüm endo-perio lezyonlarda, kalsiyum hidroksit patı ile yapılan konvansiyonel çok seanslı endodontik tedavi önerilebilir.

Klinisyene göre, endodontik tedavinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla kök kanal tedavisinin tamamlanmasının ardından, iyileşme süreci tercih

edilebilmektedir. Bu yaklaşım kabul edilebilir olmakla birlikte, periodontal dokuların uzun süre müdahalesiz bırakılmaması gerekmektedir. En uygun yöntem, endodontik tedavinin tamamlanmasını takiben erken dönemde cerrahi olmayan periodontal terapiyi başlatarak dokuların stabilizasyonunu sağlamaktır. Her iki tedavinin etkinliği, düzenli klinik ve radyografik takiplerle değerlendirilmelidir.

İyatrojenik lezyonların yönetiminde, defekt bölgesinin uygun bir materyal ile kapatılarak sızdırmazlığın sağlanması esastır. Tedavinin başarısı; lezyon boyutu, lokalizasyonu, periodontal durumu ve tedavinin zamanlaması gibi faktörlere bağlıdır. Mineral trioksit agregat (MTA), biyouyumluluğu ve hidrofilik yapısı sayesinde, kökün iç ve dış yüzeyleri arasında etkin bir sızdırmazlık sağlayarak iyatrojenik lezyonların tedavisinde ve perforasyon bölgelerinin kapatılmasında yaygın olarak tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalar, MTA'nın özellikle furkasyon perforasyonlarının onarımında yüksek başarı oranlarına sahip olduğunu göstermektedir.

Prognoz

Primer periodontal lezyonların prognozu, primer endodontik lezyonlara kıyasla daha olumsuz olup, tedavi planlaması defektin yapısına ve kök morfolojisi göre şekillendirilmelidir. Derin (≥ 4 mm kemikiçi bileşenli) ve dar ($\leq 25^\circ$) kemikiçi defektlerde, Yönlendirilmiş Doku Rejenerasyonu gibi rejeneratif teknikler veya Mine Matris Türevleri, Trombositten Zengin Fibrin, büyüme faktörleri ve Kemik Morfogenetik Proteinler gibi biyolojik ajanların kullanımı önerilmektedir. Bu rejeneratif yaklaşımlar, periodontal hastalık sonucu kaybedilen periodontal dokuların yeniden oluşturulmasını amaçlamaktadır. Ancak, defekt morfolojisi sıg (< 4 mm) ve geniş (> 25°) ise, rezektif cerrahi prosedürler daha uygun bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmelidir.

Kombine lezyonların yönetimi, hem endodontik hem de periodontal tedavi protokollerini içermektedir. Gerçek kombine lezyonlarda öncelikli olarak endodontik tedavi uygulanmalıdır. Ancak, furkasyon bölgelerindeki morfolojik düzensizlikler, isthmus varlığı ve lateral ile aksesuar kanallar gibi kök kanal sistemindeki anatomik varyasyonlar, konvansiyonel endodontik tedavinin başarısını olumsuz etkileyebilir. Endodontik tedavi sonrasında yeterli iyileşme sağlanamazsa, dişin prognozu değerlendirilerek çekim endike olabilir. Bununla birlikte, iyileşmeyen periapikal lezyonlar söz konusu olduğunda, dişin fonksiyonunu sürdürüebilmek amacıyla kök rezeksiyonu uygulanabilir. Bu prosedür, kalıcı enfeksiyon kaynağı olabilecek kök morfolojisindeki düzensizlikleri ve furkasyon bölgesini elimine ederek tedavi başarısını artırmayı amaçlamaktadır.

Horizontal kırıklarda, kırığın konumuna bağlı olarak tedavi süreci yönetilir. Vertikal kök kırığı, yetersiz periodontal destek veya ileri düzeyde restoratif girişim gerektiren olgularda, rezeksiyon işlemi tedavi açısından kontrendike kabul edilmektedir. Çatlak dişler için tedavi seçenekleri arasında çatlak hattının apikaline cam iyonomer intraorifis bariyeri yerleştirmek (40) önerilirken vertikal kök kırıkları olanlarda kök amputasyonu veya çekimi önerilir. Ayrıca, hasta uyumunun yetersiz olması veya kontrol altına alınmamış sistemik hastalıkların varlığı da cerrahi tedavide ek kontrendikasyonlar arasında yer alır. Periodontal açıdan değerlendirildiğinde, ileri derecede ataşman kaybı bulunan kombine lezyonların prognozu genellikle kötü ya da umutsuz olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda, periodontal nedenlerle hemiseksiyon veya diş çekimi de alternatif tedavi seçenekleri arasında değerlendirilebilir.

Palatogingival oluklar gibi karmaşık anatomik varyasyonları olan olgularda, kasıtlı replantasyon veya diğer cerrahi yaklaşımlar uygulanabilir (Garrido et al. 2016).

Endodontik ve periodontal tedavinin tamamlanması başarıyı garanti etmez.

Tedavinin prognozunu etkileyen başlıca faktörler:

- Hastalığın yaygınlığı ve şiddeti arttıkça, özellikle travma veya iyatrojenik komplikasyonlar mevcutsa, tedavinin başarı şansı azalır (Herrera et al. 2018).
- Lezyon boyutu arttıkça iyileşme olasılığı azalır. Radyografik apikal lezyon bulunmayan primer endodontik tedavilerde başarı oranı %82,8'e ulaşabilirken, lezyon varlığında bu oran %49 düşmektedir. Apikal lezyonlar büyüdükçe, diğer patolojilerin eşlik edebileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Ng, Mann, and Gulabivala 2011).
- Mobilite derecesi arttıkça, özellikle ileri kemik kaybı olan dişlerde tedavinin başarı şansı azalır. Tek köklü dişlerde çekim önerilebilirken, köklerin tamamını içermeyen defektlerde hemiseksiyon veya kök rezeksiyonu gibi cerrahi yaklaşımlar düşünülebilir.
- Hastanın tedaviden sonra ağız bakım önerilerine uyum yeteneği, periodontal sağlığın sürdürülebilirliği açısından kritiktir. Başarılı periodontal tedavi, etkin plak kontrolüne bağlıdır; bu nedenle, hastaya hastalığın etiyojisi açıklanmalı ve bireyselleştirilmiş ağız hijyeni önerileri sunulmalıdır. Bu öneriler, takip ziyaretlerinde değerlendirilerek pekiştirilmelidir.
- Diş hekiminin klinik becerisi, başarılı tedavi sonuçlarının elde edilmesinde kritik bir faktördür. Klinisyen kendi yetkinlik sınırlarını

değerlendirebilmeli, klinik deneyimini aşan karmaşık vakalarda hastayı bilgilendirerek alternatif tedavi seçeneklerini sunmalı, gerekli durumlarda uzman yönlendirmesini etik ve profesyonel bir sorumlulukla yapmalıdır.

- Çevresel faktörler, tedavinin uygulanacağı klinik koşulları ve mevcut ekipmanı kapsar. Yetersiz izolasyon veya gerekli ekipman olmadan yapılan işlemler tedavinin başarısını olumsuz etkiler. Ayrıca, yoğun klinik ortamlarında karmaşık vakalara yeterli süre ayrılmayabilir. Bu nedenle, hastanın gereksiz zaman kaybı ve maliyetle karşılaşmaması için uygun vakaların en baştan uzmana yönlendirilmesi düşünülmelidir.

Endo-perio lezyonlar, deneyimli klinisyenler için bile yönetimi zor olabilen karmaşık vakalar oluşturabilir. Lezyonların farklı etiyolojilerinin doğru şekilde değerlendirilmesi ve gerektiğinde multidisipliner yaklaşım uygulanması, hastalar için daha başarılı tedavi planlarının oluşturulmasını sağlar.

Kaynaklar

- American Association of Endodontists AAE. 2020. 'Glossary of Endodontic Terms'.
- Arola, D., and R. K. Reppel. 2005. 'Effects of Aging on the Mechanical Behavior of Human Dentin'. *Biomaterials* 26(18):4051–61. doi: 10.1016/j.biomaterials.2004.10.029.
- Belk, C., and James Gutmann. 1990. 'Perspectives, Controversies and Directives on Pulpal-Periodontal Relationships'. *Journal (Canadian Dental Association)* 56:1013–17.
- Bender, I. B. 1997. 'Factors Influencing the Radiographic Appearance of Bony Lesions'. *Journal of Endodontics* 23(1):5–14. doi: 10.1016/S0099-2399(97)80199-9.
- Bergenholtz, Gunnar, and Jan Lindhe. 1978. 'Effect of Experimentally Induced Marginal Periodontitis and Periodontal Scaling on the Dental Pulp'. *Journal of Clinical Periodontology* 5(1):59–73. doi: 10.1111/j.1600-051X.1978.tb01907.x.
- Davies, S. J., and R. M. J. Gray. 2001. 'The Examination and Recording of the Occlusion: Why and How'. *British Dental Journal* 191(6):291–302. doi: 10.1038/sj.bdj.4801169.
- Garrido, Iván, Francesc Abella, Ronald Ordinola-Zapata, Fernando Duran-Sindreu, and Miguel Roig. 2016. 'Combined Endodontic Therapy and Intentional Replantation for the Treatment of Palatogingival Groove'. *Journal of Endodontics* 42(2):324–28. doi: 10.1016/j.joen.2015.10.009.
- Herrera, David, Belén Retamal-Valdes, Bettina Alonso, and Magda Feres. 2018. 'Acute Periodontal Lesions (Periodontal Abscesses and Necrotizing Periodontal Diseases) and Endo-periodontal Lesions'. *Journal of Periodontology* 89(S1). doi: 10.1002/JPER.16-0642.
- Jansson, Leif E., and Helge Ehnevid. 1998. 'The Influence of Endodontic Infection on Periodontal Status in Mandibular Molars'. *Journal of Periodontology* 69(12):1392–96. doi: 10.1902/jop.1998.69.12.1392.
- Lin, Hsueh-Jen, Shu-Hui Chang, Mei-Chi Chang, Yi-Ling Tsai, Chun-Pin Chiang, Chiu-Po Chan, and Jjiang-Huei Jeng. 2012. 'Clinical Fracture Site, Morphologic and Histopathologic Characteristics of Cemental Tear: Role in Endodontic Lesions'. *Journal of Endodontics* 38(8):1058–62. doi: 10.1016/j.joen.2012.04.011.
- Mandel, Ely, Pierre Machtou, and Mahmoud Torabinejad. 1993. 'Clinical Diagnosis and Treatment of Endodontic and Periodontal Lesions.' *Quintessence International* 24(2).

- McCulloch, A. J. 2003. 'Making Occlusion Work: 1. Terminology, Occlusal Assessment and Recording'. *Dental Update* 30(3):150–57. doi: 10.12968/denu.2003.30.3.150.
- Ng, Y. L., V. Mann, and K. Gulabivala. 2011. 'A Prospective Study of the Factors Affecting Outcomes of Nonsurgical Root Canal Treatment: Part 1: Periapical Health'. *International Endodontic Journal* 44(7):583–609. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01872.x.
- Papapanou, Panos N., Mariano Sanz, Nurcan Buduneli, Thomas Dietrich, Magda Feres, Daniel H. Fine, Thomas F. Flemmig, Raul Garcia, William V. Giannobile, Filippo Graziani, Henry Greenwell, David Herrera, Richard T. Kao, Moritz Kersch, Denis F. Kinane, Keith L. Kirkwood, Thomas Kocher, Kenneth S. Kornman, Purnima S. Kumar, Bruno G. Loos, Eli Machtei, Huanxin Meng, Andrea Mombelli, Ian Needleman, Steven Offenbacher, Gregory J. Seymour, Ricardo Teles, and Maurizio S. Tonetti. 2018. 'Periodontitis: Consensus Report of Workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions'. *Journal of Periodontology* 89(S1). doi: 10.1002/JPER.17-0721.
- Parolia, Abhishek, Toh Choo Gait, Isabel C. M. Porto, and Kundabala Mala. 2013. 'Endo-Perio Lesion: A Dilemma from 19th until 21st Century'. *Journal of Interdisciplinary Dentistry* 3(1):2. doi: 10.4103/2229-5194.120514.
- PAUL, BRIAN F., and JEFFREY W. HUTTER. 1997. 'THE ENDODONTIC-PERIODONTAL CONTINUUM REVISITED: NEW INSIGHTS INTO ETIOLOGY, DIAGNOSIS AND TREATMENT'. *The Journal of the American Dental Association* 128(11):1541–48. doi: 10.14219/jada.archive.1997.0094.
- Pedercini, A., DF Weitz, JD Heyse, C. Pedercini, I. Kormas, IG Koutlas, DK Johnson, and SB McClanahan. 2021. 'Cemental Tear: An Overlooked Finding Associated with Rapid Periodontal Destruction. A Case Series'. *Australian Dental Journal* 66(S1). doi: 10.1111/adj.12844.
- Raja, VSunitha, Pamela Emmadi, Ambalavanan Namasivayam, Ramakrishnan Thyegarajan, and Vijayalakshmi Rajaraman. 2008. 'The Periodontal - Endodontic Continuum: A Review'. *Journal of Conservative Dentistry* 11(2):54. doi: 10.4103/0972-0707.44046.
- Ricucci, Domenico, José F. Siqueira, Simona Loghin, and Louis H. Berman. 2015. 'The Cracked Tooth: Histopathologic and Histobacteriologic Aspects'. *Journal of Endodontics* 41(3):343–52. doi: 10.1016/j.joen.2014.09.021.
- Ricucci, Domenico, José F. Siqueira, and Isabela N. Rôças. 2021. 'Pulp Response to Periodontal Disease: Novel Observations Help Clarify the Processes of

- Tissue Breakdown and Infection'. *Journal of Endodontics* 47(5):740–54. doi: 10.1016/j.joen.2021.02.005.
- Selvanayagam, Delphine Priscilla. 2021. 'Treatment Outcome Of Teeth With Cemental Tears In South Indian Population'. *International Journal of Dentistry and Oral Science* 2885–88. doi: 10.19070/2377-8075-21000562.
- Simon, James H. S., Dudley H. Glick, and Alfred L. Frank. 2013. 'The Relationship of Endodontic–Periodontic Lesions'. *Journal of Endodontics* 39(5):e41–46. doi: 10.1016/j.joen.2013.02.006.
- Simring, Marvin, and Maurice Goldberg. 1964. 'The Pulpal Pocket Approach: Retrograde Periodontitis'. *The Journal of Periodontology* 35(1):22–48. doi: 10.1902/jop.1964.35.1.22.
- Stewart, M. L., and S. B. McClanahan. 2006. 'Cemental Tear: A Case Report'. *International Endodontic Journal* 39(1):81–86. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.01034.x.
- Walton, RE, and JJ Garnick. 1986. 'The Histology of Periapical Inflammatory Lesions in Permanent Molars in Monkeys.' *J Endod* 12(2):49–53.
- Walton, Richard E. 2017. 'Vertical Root Fracture'. *The Journal of the American Dental Association* 148(2):100–105. doi: 10.1016/j.adaj.2016.11.014.
- Zehnder, M., S. I. Gold, and G. Hasselgren. 2002. 'Pathologic Interactions in Pulpal and Periodontal Tissues'. *Journal of Clinical Periodontology* 29(8):663–71. doi: 10.1034/j.1600-051X.2002.290801.x.



Endodontik İrrigasyonun Geliştirilmesinde Yenilikçi Yaklaşımlar

Sevda Tok

1. Giriş

Başarılı bir endodontik kök kanal tedavisi için, kanal boşluğunda bulunan bakterilerin, bakteriyel toksinlerin ve canlı ya da nekrotik pulpa dokusunun eksiksiz bir şekilde uzaklaştırılması temel bir gerekliliktir(Lee et al., 2004). Biyomekanik hazırlık sürecinde kullanılan irrigasyon solüsyonları, yalnızca dezenfektan etkileriyle değil, aynı zamanda kayganlaştırıcı özellikleri sayesinde de tedavi etkinliğini artırmaktadır. Bu solüsyonlar, doku yıkımına neden olan mikroorganizmaları ve bunlara bağlı biyolojik artıkları ortamdaki uzaklaştırarak kök kanal sisteminin temizliğini sağlar(Hülsmann & Hahn, 2000). Özellikle patojen yükünün azaltılmasında irrigasyon, endodontik tedavinin başarısını belirleyen kritik bir aşamadır(Haapasalo et al., 2010). Ultrasonik enerji ile desteklenen irrigasyon uygulamaları ise; kanal içerisindeki yumuşak dokuların çözünmesini kolaylaştırmakta, endodontik eğelerin kesici etkinliğini artırmakta ve hem ege hem de diş dokusunun aşırı ısınmasını engelleyerek termal güvenlik sağlamaktadır. Ayrıca, planktonik formdaki bakterilerin apikal bölgeye taşınması (ekstrüzyonu) irrigasyonla büyük ölçüde kontrol altına alınabilmektedir(Park et al., 2012).

Bir endodontistin temel amacı, hem enfeksiyonun periradiküler dokulara yayılmasını önlemek hem de kök kanal sistemi içerisinde bulunan enfekte debris ve mikroorganizmaları uzaklaştırmaktır. Irrigasyonun etkinliği, kullanılan irrigantın etki mekanizmasına ve kanal sistemiyle etkileşim kurabilme kapasitesine bağlıdır. Organik dokuları çözme, mikroorganizmaları elimine etme, kayganlaştırıcı etki sağlama ve toksik olmama özelliklerinden dolayı, sodyum hipoklorit (NaOCl), endodontik dezenfeksiyon için oldukça etkili bir irriganttır(Haapasalo et al., 2005).

Kök kanal sisteminde kullanılan kimyasal irrigantlar; doku artıklarının çözünmesini sağlamak, mikrobiyal yükü azaltmak ve bölgeyi kalıntı bırakmadan etkin biçimde temizlemek amacıyla uygulanmaktadır. Antimikrobiyal özellik taşıyan çeşitli irrigasyon solüsyonları, mikroorganizmalarla temas ettiklerinde onları elimine etme kapasitesine sahiptir. Bu özellikler, ideal bir irrigasyon solüsyonunda bulunması gereken temel niteliklerdendir. Mükemmel bir irrigant; nekrotik pulpa kalıntılarını çözebilmeli, endotoksinleri etkisiz hâle getirebilmeli ve geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahip olmalıdır(A Ashik Ahamed, 2019). Sadece mekanik biyopreparasyon ile yeterli temizlik sağlanması mümkün değildir. Bu nedenle, irrigantların kullanımı endodontik tedavinin ayrılmaz bir parçası olarak zorunludur(Khatod et al., 2020; Rajnekar et al., 2023).

2. İrrigasyon aktivasyon teknikleri ve cihazları

2.1. Manuel irrigasyon

Diş hekimleri, manuel irrigasyon tekniğini günlük uygulamalarında sıklıkla tercih etmeye devam etmektedir. Bu yöntemde irrigant, farklı çaplarda (gauge) iğne veya kanüller aracılığıyla kök kanalına uygulanmakta olup, irrigasyon işlemi düşük ya da yüksek basınçla gerçekleştirilebilmektedir(Boutsioukis et al., 2010).

2.1.1. İğne veya kanüllerle gerçekleştirilen enjektörlü irrigasyon tekniği

İrrigantın kök kanalına farklı kalınlıklardaki (gauge) iğne ya da kanüller aracılığıyla uygulanmasını içerir. Bu işlem, irrigasyon ucunun kanal içerisinde pasif bir şekilde bırakılmasıyla ya da iğnenin kanal içinde ileri-geri hareket ettirilerek gerçekleştirilir(Keir et al., 1990; Schoeffel G. J., 2008). Kullanılan irrigasyon ucunun çapı ve yapısal özellikleri; irrigantın akış biçimini, hızını, apikal bölgeye ulaşma derinliğini ve kanal duvarları ile apeks üzerindeki basıncını doğrudan etkilemektedir. Özellikle irrigasyon ucunun gauge değeri, irrigantın kanal içinde ne kadar derine ulaşabileceğini belirleyen temel faktördür. Başarılı bir endodontik kök kanal tedavisinin gerçekleştirilebilmesi için, kanal sisteminden bakterilerin, bakteriyel toksinlerin ve canlı ya da nekrotik pulpa dokusu artıklarının etkin biçimde uzaklaştırılması büyük önem taşır. Biyomekanik hazırlık sürecinde kullanılan irrigasyon solüsyonları, hem kayganlaştırıcı hem de temizleyici olarak görev yaparak, doku bozulmasıyla ilişkili mikrobiyal yükün azaltılmasına katkı sağlar(Al-Ali et al., 2012).

2.1.2. Manuel dinamik irrigasyon

Bir irrigantın etkin bir şekilde çalışabilmesi için, kök kanal duvarlarına mümkün olduğunca yakın temas etmesi gerekmektedir. Ancak irrigantın, kanal sisteminin periapikal bölgesine ulaşması sıklıkla güçleşmektedir; bu durum, literatürde "buhar kilidi etkisi" (vapor lock effect) olarak tanımlanan olgudan kaynaklanır(Garip et al., 2010; Rödig et al., 2010). Şekillendirilmiş bir kanal içerisinde sıkı uyumlu bir gutta-percha konisinin nazikçe yukarı-aşağı hareket ettirilmesi, irrigantın yer değiştirmesini artırarak etkili bir hidrodinamik akış oluşturmaktadır. Manuel dinamik irrigasyonun etkinliğini etkileyen unsurlar arasında, gutta-percha konisinin ileri-geri hareket frekansının yüksek olması (yaklaşık 3.3 Hz) yer almaktadır. Bu yüksek frekanslı hareket, kanal içerisinde itme sırasında oluşan basınç değişimlerini artırmakta ve böylece irrigantın daha güçlü bir şekilde kanal içerisinde yer değiştirmesini sağlamaktadır. Bu durum, RinsEndo (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) cihazında görülen pozitif-negatif hidrodinamik basınç sistemi ile elde edilen 1.6 Hz'lik frekansa

kıyasla daha fazla sıvı hareketine yol açmaktadır. Bununla birlikte, RinsEndo sisteminin ise reaksiyona girmiş irrigant ile taze irrigantın daha etkili bir şekilde karışmasına olanak sunduğu düşünülmektedir(Tronstad et al., 1985).

2.2. Makine destekli irrigasyon

Manuel destekli sistemlerin geliştirilmesiyle birlikte, irrigant ile doldurulmuş kök kanallarına yavaşça dönebilecek şekilde tasarlanmış ve el motorlarıyla uyumlu çalışan enstrümanlar evrilmiştir.

2.2.1. Döner mikro fırçalar

Bu sistemlerde kullanılan eğeler ve diğer enstrümanlar, artan tapera sahip düzgün yüzeyli olabildiği gibi, lateral uzantıları bulunan plastik yüzeylerle de donatılmış olabilir(Ahmad et al., 1987; Pasricha et al., 2015; Sharma et al., 2021; Walters et al., 2002). Ruddle tarafından geliştirilen döner el motoruna bağlanabilen, mikrofırça, kök kanalındaki dentin artıkları ve debris'in uzaklaştırılmasına yardımcı olmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu mikrofırçalar yaklaşık olarak dakikada 300 devirle dönmektedir. Ancak bu fırçaların temel amacı kanal boşluklarını doğrudan irrigasyonla temizlemek değil; irrigantların kanal içinde aktive edilmesine yardımcı olmaktır. Bu alanda geliştirilen bir diğer cihaz ise, piyasaya yeni sunulan Canal Brush (Roeko Canal Brush™, Coltène/Whaledent, Langenau, Almanya) adlı endodontik mikrofırçadır. Tamamen polipropilenden üretilen bu son derece esnek mikrofırça, manuel olarak döner hareketle kullanılabilmekte ve kök kanalından irrigantla birlikte biriken debrisin etkin bir şekilde uzaklaştırılmasına olanak tanımaktadır (Elumalai et al., 2014). (Şekil 1)

2.2.2. Döner aletle şekillendirme sırasında sürekli irrigasyon

2.2.2.1. Quantec-E irrigasyon sistemi

Quantec-E Endo Sistemi'ne (Sybron Endo, Orange, CA) entegre edilmiş Quantec-E irrigasyon sistemi, kendi içinde sıvı rezervuarına sahip, otomatik bir irrigasyon ünitesidir(Elumalai et al., 2014). Bu sistem, daha yüksek hacimlerde irrigant uygulamasına olanak tanıyarak irrigantın maruz kalma süresini artırmakta ve kök kanal sisteminin daha derin bölgelerine ulaşmasını mümkün kılmaktadır. Walters ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalarda, Quantec-E irrigasyonunun smear tabakasını ve debris'i etkin biçimde uzaklaştırarak kök kanal duvarlarının daha temiz hale gelmesini sağladığı gösterilmiştir (Walters et al., 2002). Bu sistemin önemli avantajlarından biri de şekillendirme işlemi sırasında sürekli irrigasyon sağlayabilmesidir. Endodontik tedavi sırasında irrigantın aralıklı olarak enjekte edilmesi yerine, kanal içerisine sürekli ve

kontrollü bir akış sağlamak tedavi etkinliği açısından kritik öneme sahiptir(Setlock et al., 2003). (Şekil 2)

2.2.2.2. Self-Adjusting File

Self-Adjusting File (SAF) sistemi kök kanal tedavisi için geliştirilmiş, şekillendirme ve irrigasyon işlemlerini minimal fiziksel müdahaleyle gerçekleştirmeyi amaçlayan yenilikçi bir teknolojidir(Metzger, 2014). SAF sistemi, sürekli irrigasyon sağlayan VATEA irrigasyon pompası ve özel bir el aleti başlığı (Rement Dental Technology, Kowloon, Hong Kong) ile çalışır. Bu sistem, irrigantın ege boyunca kesintisiz olarak akmasına olanak tanır. SAF eğeleri 1.5 mm ve 2.0 mm olmak üzere iki farklı çapta sunulmakta olup, son derece sıkıştırılabilir bir yapıya sahiptir. 0.5 mm sıkıştırılmış ege 20K, 2.0 mm olan ise 35K boyutundadır(Sharma et al., 2021). SAF sistemi, sürekli irrigasyon özelliği sayesinde irrigantın kanal boyunca etkili bir şekilde dolaşmasını sağlar, debrisin uzaklaştırılmasını kolaylaştırır, mikrobiyal yükü azaltır ve çalışma alanının net bir şekilde görülmesine olanak tanır. Kendi kendine uyum sağlayan bu sistem sayesinde, geleneksel yöntemlere kıyasla tedavi süresi belirgin şekilde azalmaktadır. Yapılan klinik çalışmalar, SAF sisteminin kök kanallarını etkin şekilde temizlediğini ve şekillendirdiğini; bunun da yüksek tedavi başarı oranları ve hasta memnuniyetinde artış sağladığını ortaya koymuştur(Sharma et al., 2021). (Şekil 3)

2.2.3. Sonic irrigasyon

Tronstad ve arkadaşları(Tronstad et al., 1985), 1985 yılında sonik enstrümanları endodontik uygulamalarda tanıtmışlardır. Sonik irrigasyon, ultrasonik sistemlere kıyasla daha düşük kesme gerilimleri üretir ve genellikle 1–6 kHz frekans aralığında çalışır. Günümüzde piyasada birçok farklı sonik irrigasyon cihazı mevcuttur(Gu et al., 2009).

Sonik irrigasyon sistemleri, akustik akım (acoustic streaming) oluşturarak dezenfektan solüsyonun aktivasyonunu sağlar ve irrigasyon sürecinin etkinliğini artırır. Bu yöntem, smear tabakasının parçalanmasını kolaylaştırır ve kanal içi debris uzaklaştırma kapasitesini artırır(Walmsley & Williams, 1989). Geleneksel iğne ile irrigasyon tekniklerine kıyasla, sonik irrigasyon sistemleri kanal içi debris ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha etkili bulunmuştur. Bu sistemlerden biri olan EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental

Specialties, Tulsa, OK, USA), el aleti ve farklı polimer uçlardan oluşan mekanik temelli bir sistemdir. Bu uçlar esnek olup, kırılmaya karşı dirençlidir. Özellikle karmaşık morfolojiye sahip, dar ve kıvrımlı kök kanallarında yerleşmiş

biyofilmi yerinden sökerek etkin irrigasyon sağlar. EndoActivator sistemi, yaklaşık dakikada 10.000 salınım (cpm) frekansında çalışmaktadır (Cunningham & Martin, 1982). (Şekil 4)

2.2.4. Ultrasonik irrigasyon

Ultrasonik irrigasyon sistemleri, genellikle 25 ila 30 kHz arasında değişen frekanslarda çalışmaktadır. Bu sistemler iki ana grupta incelenir: hem kanal şekillendirme hem de irrigasyonu eş zamanlı gerçekleştiren yöntemler ile yalnızca irrigantın aktivasyonuna odaklanan pasif ultrasonik irrigasyon (PUI)(Boutsoukis & Arias-Moliz, 2022).

Pasif ultrasonik irrigasyon tekniği, özellikle karmaşık kanal anatomilerinde irrigantın daha etkin dağılmasına olanak tanır. Lateral kanallar, isthmuslar ve diğer dar yapılar gibi ulaşılması zor bölgelerde dezenfeksiyon etkinliğini artırır. Aynı zamanda, klasik yöntemlere kıyasla debris ve mikrobiyal yükün uzaklaştırılmasında daha başarılıdır. PUI, kesici bir işlem içermediğinden, kök kanalının yapısını bozmadan irrigasyonu mümkün kılar ve düzensiz kanal genişlemeleri gibi komplikasyon riskini azaltır. Bu yöntemin etkinliği, hekimin deneyimi, kullanılan cihazların teknolojik düzeyi ve vakanın zorluk derecesi gibi birçok faktöre bağlıdır. Ultrasonik enerji, irrigasyon solüsyonuna aktarıldığında sıvı içinde kavitasyon ve akustik akım (streaming) gibi fiziksel olaylar oluşur. Bu iki mekanizma sayesinde, solüsyonun temizleyici etkisi artar (Van Der Sluis et al., 2007). Sonuç olarak, doğru uygulandığında ultrasonik irrigasyon, kök kanal sisteminin daha kapsamlı biçimde temizlenmesini sağlayarak tedavi başarısını önemli ölçüde artırabilir.

2.2.5. Basınç Değişimi Temelli İrrigasyon Cihazları

Geleneksel enjektör ve iğne ile yapılan irrigasyon uygulamalarında, apikal uçlu bölgeye ulaşmak oldukça güçtür. Bu durum, özellikle kanal içerisinde hava sıkışması sonucu oluşan buhar kilidi (vapor lock) etkisinden kaynaklanır(Garip et al., 2010). Bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla geliştirilen basınca dayalı irrigasyon sistemleri, irrigantın hem kanal içine gönderilmesini hem de eş zamanlı olarak aspire edilmesini sağlar. Böylece irrigantın hem daha etkin şekilde kanal sistemine yayılması hem de sürekli yenilenmesi mümkün olur(Pasricha et al., 2015).

Bu sistemlerden biri olan EndoVac, apikal bölgede negatif basınç oluşturarak irrigantın güvenli şekilde kök ucuna kadar ulaşmasını sağlar. Sistem, irrigantın dağıtımı ve tahliyesini aynı anda gerçekleştiren bir ana iletim ucu, makrokannül ve mikrokannülden oluşur. Makrokannül, 55 mm uzunluğunda, plastik yapıda ve

0.02 konikliğe sahip olup titanyum sap üzerine monte edilmiştir. EndoVac, irrigantı sürekli olarak çalışma alanına ulaştırırken, irrigantın kök kanal dışına taşmasını engeller ve etkili bir temizleme sağlar(Nielsen & Craig Baumgartner, 2007). (Şekil 5)

RinsEndo ise yaklaşık 100 rpm hızla çalışan, basınçlı emme prensibine dayalı bir sistemdir. Hava kompresörüyle çalışan bu cihaz, üzerinde çıkış ağzı bulunan bir el aleti ve özel olarak tasarlanmış bir kannülden oluşur. Dakikada 6.2 mL irrigant uygulanmasını sağlar. Sistemde, 1.6 Hz frekansında salınım yapan yaklaşık 65 mL'lik irrigasyon solüsyonu, bir enjektörden çekilerek kanal içine iletilir. Ancak yapılan çalışmalar, RinsEndo'nun irrigasyon etkinliğinin, manuel dinamik irrigasyon yöntemine kıyasla daha düşük seviyede kaldığını göstermektedir(Hauser et al., 2007). (Şekil 6)

2.2.6. Fotoaktive dezekfeksiyon

Fotoaktive dezenfeksiyon (PAD) ile gerçekleştirilen endodontik irrigasyonun temel amacı, kök kanalı içerisindeki bakteriyel yükü azaltmaktır. Bu teknikte kullanılan fotosensitizer (PS), oksijen ile etkileşime girdiğinde sitotoksik türler üretir ve bu süreç düşük yoğunlukta görünür ışıkla aktive edilir. Bu aktivasyon sonucunda bakterilerin hücre duvarı yapısı bozulur ve hücre bütünlükleri zarar görerek bakteriler ölür. PAD yöntemi yalnızca bakterilere karşı değil, aynı zamanda protozoa ve virüslere karşı da etkili bir antimikrobiyal etki gösterir(Jaramillo et al., 2012; Peters et al., 2011). (Şekil 7)

Fotosensitizer ajan, mikroorganizmaların yüzeyine tutunarak burada bağlanır. PAD'de yaygın olarak kullanılan ajan, yüksek derecede seyreltilmiş toluidin mavisi O formudur. Bu madde ışık enerjisini absorbe eder, ardından oksijen açığa çıkarır ve bunu yüksek derecede reaktif oksijen radikallerine ve iyonlara dönüştürerek antimikrobiyal etki oluşturur(Olivi et al., 2021).

2.2.7. Ozon bazlı irrigasyon sistemleri

Ozon, üç oksijen atomundan oluşan triatomik bir moleküldür. Endodontik uygulamalarda, oksijen/ozon gazı ya da ozonlanmış su formlarında topikal olarak kullanılmaktadır. Ozon, kimyasal yapısı gereği kararsız bir moleküldür ve kolaylıkla tekrar oksijene (O_2) ayrışır. Bu ayrışma sürecinde açığa çıkan singlet oksijen (O_1), güçlü bir oksidatif ajandır ve mikroorganizmalar üzerinde yıkıcı etki gösterir. Endodontik irrigasyona yönelik çeşitli ozon uygulama sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında OzoTop, Heal Ozone (Kavo) ve Neo Ozone Water-S üniteleri yer almaktadır. Nagayoshi ve arkadaşları, ozonlanmış suyun

hem Gram-pozitif hem de Gram-negatif mikroorganizmaların eliminasyonunda oldukça etkili olduğunu göstermiştir(Nagayoshi et al., 2004). (Şekil 8)

2.2.8. Lazer

Güncel araştırmalar, lazerden gelen pulsatif enerjinin irrigasyon solüsyonlarını aktive edebileceğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, erbiyum, krom: itriyum-skandiyum-galyum-granat ve erbiyum katkılı itriyum-alüminyum-granat (Er:YAG) lazer ışığının kullanıldığı lazer destekli irrigasyon sistemlerinin, dentinal debris ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha etkili olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, sodyum hipoklorit solüsyonunun antimikrobiyal özellikleri, lazer enerjisiyle artırılabilir. Yapılan birçok çalışmada, dentinal kalıntıların ve smear tabakasının uzaklaştırılmasında Er:YAG lazeri en etkili sistem olarak bildirilmiştir (Noiri et al., 2008). Lazer enerjisi, kanal boyunca iletmek üzere optik fiber ucundan yayılır; ancak bu enerji her zaman kanal duvarlarına dik yönde (lateral) iletilmez. Bu sınırlamayı aşmak ve antimikrobiyal etkinliği artırmak amacıyla, lateral yönlü radyasyon yayılımına izin veren taşıyıcı sistemler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, kök kanallarının yüksek güçlü lazerlerle doğrudan dezenfekte edilmesine yönelik güçlü bilimsel kanıtlar hâlâ yetersizdir(George & Walsh, 2010). (Şekil 9)

3. Sonuç

Diş hekimliğinde kanal şekillendirme işlemi sırasında kanalların etkin bir şekilde temizlenip dezenfekte edilebilmesi için, kanalların içerisine yeterli hacimde sodyum hipoklorit solüsyonu uygulanması önerilmektedir. Şekillendirme işlemi tamamlandıktan sonra, kanalların sitrik asit veya EDTA solusyonu ile iyice yıkanması gereklidir. Her bir kanal için 5–10 mL şelatlayıcı irrigant kullanılması ve bu solüsyonun en az bir dakika boyunca kanal içerisinde kalmasına dikkat edilmelidir. Smear tabakasının uzaklaştırılmasının ardından, bölgenin antibakteriyel bir solüsyon ile son kez durulanması tedavi başarısı açısından önem arz etmektedir.

Referanslar

- A Ashik Ahamed, J. D. R. (2019). Negative pressure irrigation system: a reveiw. J Pharm Res. https://scholar.google.com/scholar_lookup?journal=J%20Pharm%20Res&title=Negative%20pressure%20irrigation%20system:%20a%20reveiw&volume=13&publication_year=2019&#d=gs_cit&t=1747484449172&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AzjXzRvBUG-UJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26hl%3Dtr
- Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., & Crum, L. A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved. *Journal of Endodontics*, 13(3), 93–101. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(87\)80173-5](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(87)80173-5)
- Al-Ali, M., Sathorn, C., & Parashos, P. (2012). Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *International Endodontic Journal*, 45(10), 898–906. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2012.02046.X>
- Boutsoukis, C., & Arias-Moliz, M. T. (2022). Present status and future directions – irrigants and irrigation methods. *International Endodontic Journal*, 55(Suppl 3), 588. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13739>
- Boutsoukis, C., Gogos, C., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., & van der Sluis, L. W. M. (2010). The effect of root canal taper on the irrigant flow: evaluation using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *International Endodontic Journal*, 43(10), 909–916. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2010.01767.X>
- Cunningham, W. T., & Martin, H. (1982). A scanning electron microscope evaluation of root canal débridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 53(5), 527–531. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(82\)90471-6](https://doi.org/10.1016/0030-4220(82)90471-6)
- Elumalai, Dr. D., Kumar, Dr. A., K Tewari, Dr. R., K Mishra, Dr. S., Iftekhhar, Dr. H., Alam, Dr. S., & Andrabi, Dr. M. (2014). Newer Endodontic irrigation devices: An update. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(6), 04–08. <https://doi.org/10.9790/0853-13650408>
- Garip, Y., Sazak, H., Gunday, M., & Hatipoglu, S. (2010). Evaluation of smear layer removal after use of a canal brush: An SEM study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 110(2), e62–e66. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.02.037>
- George, R., & Walsh, L. J. (2010). Thermal effects from modified endodontic laser tips used in the apical third of root canals with erbium-doped yttrium aluminium garnet and erbium, chromium-doped yttrium scandium gallium

- garnet lasers. *Photomedicine and Laser Surgery*, 28(2), 161–165.
<https://doi.org/10.1089/PHO.2008.2423>,
- Gu, L. sha, Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791–804. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.03.010>
- Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H., & Coil, J. M. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10(1), 77–102. <https://doi.org/10.1111/J.1601-1546.2005.00135.X>
- Haapasalo, M., Shen, Y., Qian, W., & Gao, Y. (2010). Irrigation in Endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54(2), 291–312.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2009.12.001>
- Hauser, V., Braun, A., & Frentzen, M. (2007). Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo®). *International Endodontic Journal*, 40(8), 644–652. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2007.01264.X>;JOURNAL:JOURNAL:13652591;WGROU:STRING :PUBLICATION
- Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation - Literature review and case reports. *International Endodontic Journal*, 33(3), 186–193. <https://doi.org/10.1046/J.1365-2591.2000.00303.X>,
- Jaramillo, D., Aprecio, R., Angelov, N., Enrico, Divito, & McClammy, T. V. (2012). Efficacy of photon induced photoacoustic streaming (PIPS) on root canals infected with *Enterococcus faecalis* : A pilot study.
- Keir, D. M., Senia, E. S., & Montgomery, S. (1990). Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *Journal of Endodontics*, 16(7), 323–327. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81942-4](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81942-4)
- Khatod, S., Ikhar, A., Nikhade, P., Chandak, M., Khatod, K., Jaiswal, A., Chandak, M., Rathi, C., & Motwani, N. (2020). Comparative evaluation of different irrigation techniques with conventional irrigation technique for the removal of double antibiotic paste from root canal-An in vitro study. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11(4), 5578–5583.
<https://doi.org/10.26452/IJRPS.V11I4.3194>
- Lee, S. J., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2004). The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals. *International Endodontic Journal*, 37(9), 607–612.
<https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2004.00857.X>,
- Metzger, Z. (2014). The self- A djusting file (SAF) system: An evidence-based update. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(5), 401–419.
<https://doi.org/10.4103/0972-0707.139820>,

- Nagayoshi, M., Fukuizumi, T., Kitamura, C., Yano, J., Terashita, M., & Nishihara, T. (2004). Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiology and Immunology*, 19(4), 240–246. <https://doi.org/10.1111/J.1399-302X.2004.00146.X;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Nielsen, B. A., & Craig Baumgartner, J. (2007). Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canals. *Journal of Endodontics*, 33(5), 611–615. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.01.020>
- Noiri, Y., Katsumoto, T., Azakami, H., & Ebisu, S. (2008). Effects of Er:YAG Laser Irradiation on Biofilm-forming Bacteria Associated with Endodontic Pathogens In Vitro. *Journal of Endodontics*, 34(7), 826–829. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.04.010>
- Olivi, M., Raponi, G., Palaia, G., Berlutti, F., Olivi, G., Valentini, E., Tenore, G., Del Vecchio, A., & Romeo, U. (2021). Disinfection of Root Canals with Laser-Activated Irrigation, Photoactivated Disinfection, and Combined Laser Techniques: An Ex Vivo Preliminary Study. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*, 39(1), 62–69. <https://doi.org/10.1089/PHOTOB.2020.4879>,
- Park, E., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2012). Irrigation of the apical root canal. *Endodontic Topics*, 27(1), 54–73. <https://doi.org/10.1111/ETP.12028>
- Pasricha, S. K., Makkar, S., & Gupta, P. (2015). Pressure Alteration Techniques in Endodontics- A Review of Literature. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 9(3), ZE01. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/9249.5613>
- Peters, O. A., Bardsley, S., Fong, J., Pandher, G., & Divito, E. (2011). Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. *Journal of Endodontics*, 37(7), 1008–1012. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.016>
- Rajnekar, R., Mankar, N., Nikhade, P., & Chandak, M. (2023). Comparative evaluation of apical debris extrusion during root canal preparation using three different rotary file systems. *F1000Research*, 12, 797. <https://doi.org/10.12688/F1000RESEARCH.135235.2>
- Rödig, T., Bozkurt, M., Konietschke, F., & Hülsmann, M. (2010). Comparison of the vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1410–1413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.023>
- Schoeffel G. J. (2008). The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2--efficacy . *Dentistry Today*, 82–87. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18240636/>

- Setlock, J., Fayad, M. I., BeGole, E., & Bruzick, M. (2003). Evaluation of canal cleanliness and smear layer removal after the use of the Quantec-E irrigation system and syringe: A comparative scanning electron microscope study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 96(5), 614–617. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00302-0](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00302-0)
- Sharma, D., Goyal, P., Goyal, V., Misgar, B. A., Koul, T., & Kour, T. (2021). Endodontic File Systems with Special Emphasis on Self-adjusting Files: A Comprehensive Review. *Journal of Operative Dentistry & Endodontics*, 6(1), 14–23. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10047-0108>
- Tronstad, L., Barnett, F., Schwartzben, L., & Frasca, P. (1985). Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Dental Traumatology*, 1(2), 69–76. <https://doi.org/10.1111/J.1600-9657.1985.TB00564.X;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER>
- Van Der Sluis, L. W. M., Versluis, M., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415–426. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2591.2007.01243.X;JOURNAL:JOURNAL:13652591;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Walmsley, A. D., & Williams, A. R. (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *Journal of Endodontics*, 15(5), 189–194. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(89\)80233-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(89)80233-X)
- Walters, M. J., Baumgartner, J. C., & Marshall, J. G. (2002). Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 28(12), 837–839. <https://doi.org/10.1097/00004770-200212000-00011>



Bitkisel Ürünlerin Endodontide Kullanımı

İlke Doğa Şeker¹

¹ Dr. Dt., Bağımsız Endodontist, ORCID ID: 0000-0001-9531-240X

Giriş

Son yıllarda hem diş hekimliği genelinde hem de özellikle endodonti alanında tıbbi bitkilerin kullanımına kanıt sağlayan bilimsel çalışmaların sayısında belirgin bir artış gözlemlenmektedir. Bu durum, doğal, sürdürülebilir ve bitkisel kaynaklı medikamanların alternatif bir seçenek olarak görülmesine ve bu alana yönelik ilginin artmasına neden olmuştur (Almadi & Almohaimede, 2018; Susila ve ark., 2023).

Antibiyotikler ve sentetik ilaçlara karşı gelişen dirençli mikroorganizma sayısındaki artış ile bu ilaçların oluşturduğu olumsuz yan etkiler, endodontide de araştırmacıları bitkisel alternatif arayışına yöneltmiştir (Kishan, Shah, Das & Parikh, 2019). Endodontide kullanılan pek çok kanal içi medikamanın sitotoksik etkiler göstermesi ve dentin tübüllerindeki bakterileri tamamen elimine edememesi, araştırmacıların bitkilerden elde edilen doğal ajanlara yönelmesine neden olmuştur. Tıbbi bitkiler; antimikrobiyal, antiinflamatuvar, analjezik, antioksidan, antiseptik, antitümör, antikaryojenik, sedatif/anksiyolitik ve antikoagülan gibi çeşitli farmakolojik etkilere sahiptir (Dakshita J. Sinha & Sinha, 2014; Tewari, Kapoor, Mishra & Kumar, 2016; Vishnuvardhini, Sivakumar, Ravi, Prasad & Sivakumar, 2018). Tıbbi bitkiler, sahip oldukları bu etkiler sayesinde endodontide; irrigasyon solüsyonu, kanal içi medikaman, şelasyon ajanı, gutta perka çözücü, vital pulpa tedavilerinde tamir materyali, rejeneratif endodonti ve travmatik yaralanmalarda kullanılabilecek saklama ortamı gibi çok farklı alanda kullanıma potansiyeline sahiptir (Almadi & Almohaimede, 2018).

Endodontide eliminasyonunda en çok zorlanılan ve araştırmaların çoğunun konusu olan mikroorganizma *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*)'tir (G. Kayaoğlu & Ørstavik, 2004). Bitkisel ürünler ile yapılan çoğu çalışma özellikle bu mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal etkileri araştırmıştır. Bu araştırmalar sırasında çok çeşitli bitkisel ürünler kullanılmıştır (Agrawal, Kapoor & Agrawal, 2017; Almadi & Almohaimede, 2018; D. Gupta, Kamat, Hugar, Nanjannawar & Kulkarni, 2020; Lima ve ark., 2011; Manjunatha & Kini, 2016; Nassar ve ark., 2015; Pourhajibagher ve ark., 2020; Seker, Akca & Alacam, 2022; Shakya, Luqman, Tikku, Chandra & Singh, 2019; Silva ve ark., 2019; Dakshita J. Sinha & Sinha, 2014; Tewari ve ark., 2016; Venkateshbabu ve ark., 2016; Vishnuvardhini ve ark., 2018) (Tablo 1). Bitkisel ürünlere genel bir bakış açısı oluşturulmak amacıyla, endodontideki kullanım alanları incelenmiştir.

Tablo 1. Endodontideki çalışmalara konu olmuş bazı bitkisel ürünler

Zerdeçal (<i>Curcuma longa</i>)	Limon (<i>Citrus limonum</i>)
Sarımsak (<i>Allium sativum</i>)	Mandalina Yağı (<i>Citrus reticulata</i>)
Tarçın (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	Greyfurt (<i>Citrus paradisi</i>)
Zencefil (<i>Zingiber officinale</i>)	Portakal Yağı (<i>Citrus sinensis</i>)
Aloe Vera (<i>Aloe barbadensis miller</i>)	Bergamot (<i>Citrus aurantium bergamia</i>)
Karanfil (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Misket Limonu (<i>Citrus aurantifolia</i>)
Biberiye (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Üzüm Çekirdeği
Kekik otu (<i>Origanum vulgare</i> , karvakrol)	Çarkıfelek (<i>Passiflora edulis</i>)
Bahçe kekiği (<i>Thymus vulgaris</i> , karvakrol)	Papaya (<i>Carica papaya</i>)
Meyan kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	Guava (<i>Psidium guajava</i>)
Misvak Ağacı (<i>Salvadora persica</i>)	Hindistan Cevizi suyu (<i>Cocos nucifera</i>)
Çörek Otu Yağı (<i>Nigella sativa</i>)	Nim (<i>Azadirachta indica</i>)
Kutsal Fesleğen (Tulsi, <i>Ocimum sanctum</i>)	Noni (<i>Morinda citrifolia</i>)
Okaliptüs (<i>Eucalyptus galbie</i>)	Vetiver (<i>Chrysopogon zizanioides</i>)
<i>Moringa oleifera</i>	Amla (<i>Embllica officinalis</i>)
Kopaiba (<i>Copaifera langsdorffii</i> , <i>Copaifera officinalis</i>)	Triphala (<i>Embllica officinalis</i> , <i>Terminalia bellerica</i> , <i>Terminalia chebula</i>)
Alman Papatyası (<i>Marticaria recutita</i>)	Mersin (<i>Myrtus communis</i> L.)
Papatya (<i>Matricaria chamomilla</i>)	Çay Ağacı Yağı (Hint Defnesi, <i>Melaleuca alternifolia</i>)
Gardenya (<i>Gardenia jasminoides</i>)	Hint Yağı Bitkisi (<i>Ricinus communis</i>)
Portakal nergisi (Aynısefa, <i>Calendula arvensis</i>)	Cadı findığı (<i>Hamamelis virginiana</i>)
<i>Hybanthus enneaspermus</i>	Dul Avrat Otu (<i>Arctium lappa</i>)
Kültür Mantarı (<i>Agaricus bisporus</i>)	Dikenli Akasya (<i>Acacia nilotica</i> / <i>Acacia arabica</i>)
Çin Takkesi (<i>Scutellaria baicalensis</i>)	<i>Symphonia globulifera</i>
<i>Lippia sidoides</i>	<i>Ipomoea alba</i>
Fitik asit	<i>Psidium densicomum</i>
Elma Sirkesi	<i>Moronobeacoccinea</i> ,
Klorella	<i>Connarus ruber</i>
<i>Zataria multiflora</i>	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>
<i>Casearia sylvestris</i>	

Endodontide kullanım alanlarına göre bitkisel ürünler

1. Kök kanallarında irrigasyon solüsyonu

Endodontide irrigasyonun amaçları; debrisin uzaklaştırılması, kök kanalının lubrikasyonu, organik ve inorganik dokuların çözünmesi, enstrümantasyon sırasında smear tabakası oluşumunun engellenmesi ya da oluşmuş smear tabakasının ortadan kaldırılması, biyofilmin ayrıştırılması ve ortadan kaldırılmasıdır (Peters, Peters & Basrani, 2020).

İrrigasyon solüsyonlarının bu amaçları yerine getirebilmesi için bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. “İdeal” bir irrigasyon solüsyonunun özellikleri aşağıda sıralanmıştır (Alaçam, 2012d; Peters ve ark., 2020):

- Doku ve debrisi eritebilmelidir.
- Smear tabakasını tamamen ortadan kaldırabilmeli, altındaki dentini ve dentin tübüllerini dezenfekte edebilmelidir.
- Maruz kalan dentinin fiziksel özelliklerini olumsuz etkilememelidir.
- Etkili bir germisit ve fungusit olmalıdır. Endotoksinleri etkisiz hale getirebilmelidir.
- Uzun süreli antimikrobiyal etki gösterebilmelidir. Biyofilm veya planktonik haldeki mikroorganizmalara karşı etkili olmalıdır.
- Periapikal dokular için irritan olmamalıdır.
- Periapikal dokuların iyileşmesini engellememelidir.
- Solüsyon içinde stabil kalmalıdır.
- Kan, serum ve dokuya ait protein türevlerinin varlığında da aktif kalmalıdır.
- Düşük yüzey gerilimine sahip olmalıdır.
- Diş yapısında renklenmeye neden olmamalıdır.
- Kayganlaştırıcı özellik göstererek kanal aletlerinin kanalda ilerlemelerini kolaylaştırmalıdır.
- Kültür ortamında inaktive edilebilmelidir.
- Hücre aracılı immün yanıt oluşturmamalıdır.
- Diş çevresindeki doku hücrelerine karşı antijenik, toksik ya da karsinojenik olmamalıdır.

- Kanal dolgu materyallerinin sızdırmazlık özelliğini bozucu etkide bulunmamalıdır.

- Uygulaması pratik ve kolay olmalıdır.
- Raf ömrü uzun olmalıdır.
- Uygulayıcı için zararlı olmamalıdır.
- Tat ve kokusu kabul edilebilir olmalıdır.
- Göreceli olarak ekonomik olmalıdır.

Günümüzde irrigasyon solüsyonu olarak; sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin (CHX), etilendiamintetraasetik asit (EDTA), hidroksietiliden bifosfonat (HEBP), fosfat bazlı tensidler ve bazı kombinasyon solüsyonlar kullanılmaktadır. Sodyum hipoklorit çok etkili ve sık kullanılan bir irrigasyon solüsyonudur. Kimyasal yapısı gereği oldukça etkili olan bu solüsyon dikkatli kullanılmadığında ciddi toksik etkilere ve nadiren alerjik reaksiyonlara sebep olabilir (Peters ve ark., 2020).

Bahsedilen özellikler göz önünde bulundurulduğunda “ideal” bir irrigasyon solüsyonu günümüzde mevcut değildir. Bu nedenle araştırmacılar uygun özellikte farklı irrigasyon solüsyonu arayışı içindedirler. Bitkisel ürünler, çevre dostu olması, toksisitesinin düşük olması, antimikrobiyal etkileri gibi bazı özelliklerinden dolayı birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir.

Neelakantan ve ark. (2013) yapmış oldukları *in vitro* çalışmada, zerdeçal (*Curcuma longa*) bitkisinden elde edilen kurkuminin, diş yüzeyinde oluşturulan *E. faecalis* biyofilmlerine karşı antimikrobiyal etkinliği değerlendirmişlerdir. En etkili bulunan %3'lük sodyum hipoklorit, ardından kurkumin ve %2'lik klorheksidin olarak sıralanmıştır. Bu sebeple kurkuminin endodontik tedavilerde alternatif bir irrigasyon solüsyonu olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir.

Çarkıfelek meyvesi (*Passiflora edulis*, Passion Fruit) suyunun incelendiği *in vitro* bir çalışmada, bu meyve suyunun *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu ve endodontik irrigasyon solüsyonuna alternatif olabileceği bildirilmiştir (Jayahari, Niranjan & Kanapathy, 2014).

Karanfil (*Syzygium aromaticum*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*), kutsal fesleğen (*Ocimum sanctum*, tulsi) bitki özütlerinin hem planktonik hem de biyofilm formundaki *E. faecalis*'e karşı etkinliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, her bitki özütü etki göstermiştir; ancak hiçbirisi sodyum hipoklorit kadar etkili bulunmamıştır (A. Gupta ve ark., 2013).

Üzüm çekirdeği özütü kullanılan bir çalışmada, bu özütün *E. faecalis* biyofilmlerine karşı anlamlı bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu,

klorheksidin ve salin solüsyonuna göre daha üstün olduğu bildirilmiştir. Ancak yine de sodyum hipokloritin daha etkili bir irrigasyon solüsyonu olduğu bildirilmiştir (Fiallos ve ark., 2020).

Goud, Aravelli, Dronamraju, Cherukuri ve Morishetty (2018) çalışmalarında *Aloe vera* (*Aloe barbadensis miller*)'nın *E. faecalis*'e karşı anlamlı antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu ve %3'lük sodyum hipoklorit ile benzer etkinlik gösterdiğini; ancak %2'lik klorheksidinin her iki solüsyondan da daha etkili bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kekik (*Thymus vulgaris*), misvak ağacı (*Salvadora persica*), dikenli akasya (*Acacia nilotica*) ve portakal nergisinin (aynısefa, *Calendula arvensis*) değerlendirildiği çalışmada; kekik (*Thymus vulgaris*), dikenli akasya (*Acacia nilotica*) ve portakal nergisi (aynısefa, *Calendula arvensis*) bitki özütleri, misvak ağacına (*Salvadora persica*) göre *E. faecalis* üzerinde daha etkili bulunmuş; ama en yüksek etkinlik sodyum hipoklorit olarak bildirilmiştir (D. Gupta ve ark., 2020).

Çay ağacı yağı (Hint defnesi, *Melaleuca alternifolia*), %3'lük sodyum hipoklorit ve %2'lik klorheksidinin karşılaştırıldığı *in vitro* bir çalışmada, çay ağacı yağının *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliğinin, %3'lük sodyum hipoklorit ve %2'lik klorheksidin ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir (Kamath, Sheth, Ramesh & Singla, 2013).

Triphala (*Emblica officinalis*, *Terminalia bellerica*, *Terminalia chebula*) ve yeşil çay polifenollerinin, MTAD ve %5'lik sodyum hipoklorit ile karşılaştırıldığı *in vitro* çalışmada, %5'lik sodyum hipoklorit, *E. faecalis* biyofilmlerine karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteyi göstermiş olmasına rağmen; triphala, yeşil çay polifenoller ve MTAD, istatistiksel olarak anlamlı antibakteriyel aktivite gösterdiği için bu bitkisel ürünlerin alternatif bir irrigasyon solüsyonu olabilecekleri bildirilmiştir (Prabhakar ve ark., 2010).

Castilho, Saraceni, Díaz, Paciencia ve Suffredini (2013) endodontik tedavilerde sıkça karşılaşılan ve tedavi başarısızlıklarına neden olan *E. faecalis* bakterisine karşı *Ipomoea alba*, *Symphonia globulifera*, *Moronebea coccinea*, *Connarus ruber*, *Psidium densicomum*, *Stryphnodendron pulcherrimum* bitkilerinin etkinliğini değerlendirmişler; bu bitkilerin gösterdiği antibakteriyel etki sayesinde klorheksidine alternatif ajan olabileceğini bildirmişlerdir.

Guava (*Psidium guajava*) ve amla (*Emblica officinalis*) ile yapılan çalışmada, her iki bitkisel ürünün de antimikrobiyal etki gösterdiği; ancak geleneksel MTAD ve sodyum hipoklorit solüsyonlarına göre daha az etkili oldukları için,

endodontide yardımcı alternatif olarak kullanılabilecekleri bildirilmiştir (Dubey, 2016).

Agarwal ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada okaliptüs (*Eucalyptus galbie*) özütünün *E. faecalis* üzerinde geleneksel olarak kullanılan sodyum hipoklorit ve klorheksidine benzer bir etki gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Agnihotri, Jhamb, Shrama ve Rohtagi (2020) yapmış oldukları derlemelerinde, nim (*Azadirachta indica*), noni (*Morinda citrifolia*) ve triphalanın (*Emblica officinalis*, *Terminalia bellerica*, *Terminalia chebula*) geleneksel irrigasyon solüsyonlarına bitkisel alternatif olabilme potansiyeli olduğunu bildirmişlerdir.

Susila ve ark. (2023)'nın sarımsak (*Allium sativum*), nim (*Azadirachta indica*), noni (*Morinda citrifolia*), papain, misvak ağacı (*Salvadora persica*), propolis ve Hint yağı bitkisinin (*Ricinus communis*) içinde bulunduğu sistematik derlemesinde, bu doğal ürünlerin sodyum hipoklorite yeterli üstünlük sağlamadığını, bu nedenle tamamen alternatif olamayacaklarını bildirmişlerdir. Ancak sodyum hipokloritin dentin üzerindeki potansiyel hasar verici etkileri göz önüne alındığında, nim, noni ve sarımsak gibi doğal ürünlerin, pediatrik hastalar ve periservikal dentini zayıf olan yetişkinler gibi ilgili vakalarda sodyum hipoklorit yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

%5'lik sodyum hipoklorit, %2'lik klorheksidin, %10'luk nim (*Azadirachta indica*) ve %10'luk tulsı (*Ocimum sanctum*) kullanımının kırılma direnci açısından karşılaştırıldığı *in vitro* bir çalışmada, bitkisel irrigasyon solüsyonlarının daha yüksek kırılma direnci gösterdikleri için sodyum hipoklorite alternatif olarak kullanılabilecekleri düşünülmüştür (D. J. Sinha ve ark., 2023).

Hybanthus enneaspermus bitkisi ile yapılan çalışmada, bu bitkinin *E. faecalis*'e karşı etkili bulunması sonucu doğal bir alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Vamsi & Bholla, 2014).

Yeşil alg türünden elde edilen doğal bir fotosensitizer olan klorella, ışıkla aktive edilen dezenfeksiyon yöntemiyle birlikte kullanıldığında, kök kanal sistemindeki *E. faecalis* biyofilmlerine karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Pourhajibagher ve ark., 2020).

Veras ve ark. (2014), *Lippia sidoides* bitkisinin esansiyel yağı ve ana bileşeni olan timolün, kök kanal enfeksiyonlarında sıkça karşılaşılan ve tedaviye dirençli olan *E. faecalis*'e karşı etkili bulunduğu için adjuvan olarak alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Smear tabakasını uzaklaştırmaya alternatif olarak; Nassar ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmalarında fitik asit içeren solüsyonların potansiyel ve biyoyumlu bir şelasyon solüsyonu olabileceğini vurgulamışlardır.

Elma sirkesi gibi ürünlerin test edildiği çalışmada; en etkili smear tabakası uzaklaştırmasını %15'lik EDTA ve %10'luk sitrik asit göstermiştir (Spanó ve ark., 2009).

Teja ve ark. (2022) *in vitro* çalışmaların dahil edildiği sistematik derlemelerinde; quixabeira, noni (*Morinda citrifolia*), kekik özütü ve nimin (*Azadirachta indica*) smear tabakasını uzaklaştırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ancak EDTA'ya göre daha az smear tabakası uzaklaştırdığını bildirmişlerdir.

Sarımsak (*Allium sativum*) özütünün smear tabakasını uzaklaştırması üzerine yapılan bir çalışmada, sodyum hipoklorit + EDTA kombinasyonu daha etkili temizlik sağlasa da, sarımsak + EDTA kombinasyonunun da umut verici olduğu bildirilmiştir (Prabhakaran & Mariswamy, 2018).

Alman papatyası (*Marticairea recutita L.*) özütü, MTAD ve %2,5'luk sodyum hipokloritin smear tabakasının uzaklaştırılması üzerine yapılan çalışmada, papatya özütünün, smear tabakasını uzaklaştırmada sodyum hipokloritten daha etkili, ancak MTAD'dan daha az etkili olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, papatya özütünün, özellikle çocuk hastalarda veya kimyasal irrigasyon solüsyonlarına karşı hassasiyeti olan bireylerde, daha biyoyumlu bir alternatif olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Venkataram, Gokhale, Kenchappa & Nagarajappa, 2013).

2. Kanal içi medikaman

Kanal içi medikasyonun temel amaçları, bakterilerin yeniden üremesini engellemek, sürekli dezenfeksiyon sağlamak ve fiziksel bir bariyer oluşturmaktır (Peters ve ark., 2020). Bunlara ek olarak özellikle inatçı enfeksiyonlarda periapikal bölgede mikroorganizma kontrolü, tedavisi esnasında ya da sonrasında oluşan ağrı kontrolü ve anestezi etkisinin artırılması da sayılabilmektedir (Alaçam, 2012c). Ayrıca devam eden eksudasyonun kontrol altına alınması, inflamatuvar kök rezorpsiyonunun kontrol altına alınması, özellikle apeksi kapanmamış dişlerde sert doku oluşumunun uyarılması için de kanal içi medikasyon uygulaması yapılmaktadır (Siqueira Jr & Roças, 2019).

“İdeal” bir kanal içi medikamanın özellikleri şu şekilde özetlenebilir (Alaçam, 2012c):

- Kök kanalında bulunan bütün mikroorganizmaları etkisiz hale getirebilmelidir.
- Kök ucundan kanal içine gelen eksuda veya püy varlığında stabil kalabilmelidir.
- Tüm kök kanal sistemine etkili olabilmeli, dentin tübüllerine diffüze ve penetre olabilmelidir.
- Hızlı etki göstermeli ve etkisi uzun sürmelidir.
- Canlı konak dokularına irritan olmamalıdır.
- Periapikal dokuların onarımını uyarmalıdır.
- Yüzey gerilimi sayesinde mikroorganizmaların adezyonunu engellemelidir.
- Kolay uygulanabilir, ucuz ve raf ömrü uzun olmalıdır.
- Etkisi bittiğinde kolay uzaklaştırılabilir.
- Çevre dokularda ve dişlerde renklenmeye sebep olmamalıdır.
- Kalan artıklar, kök kanal dolumu sırasında kanal patlarının adezyonunu ve dolgu materyallerini olumsuz etkilememelidir.

Kalsiyum hidroksit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), en yaygın kullanılan kanal içi medikamandır. Bunun yanı sıra klorheksidin, fenolik preparatlar, formaldehit, halojenler, steroidler, üçlü-ikili antibiyotik patları gibi farklı medikamanlar kullanılmıştır. Özellikle fenolik preparatların ve formaldehit gibi ajanların toksisiteleri göz önünde bulundurulduğunda kullanımı tavsiye edilmemekte (Peters ve ark., 2020) ve daha güvenli alternatif arayışları devam etmektedir.

Kalsiyum hidroksit en yaygın kanal içi medikaman olmasına rağmen bazı limitasyonları vardır. Bunlardan en düşündürücüsü bazı endodontik patojenlere, özellikle *E. faecalis* ve *Candida albicans*'a karşı etkili olmamasıdır (Peters ve ark., 2020). Kanal içi medikamanlardaki bu sınırlamalar ve eksiklikler araştırmacıları bitkisel ürünler ile alternatif arayışına yöneltmiştir.

Vasudeva ve ark. (2017) yürüttükleri *in vitro* çalışmada, *E. faecalis*'e karşı %2'lik klorheksidin jel, bal, *Aloe vera* jeli, zerdeçal (*Curcuma longa*), propolis jeli ve kalsiyum hidroksit kullanılarak dentin tübüllerinin dezenfeksiyonunu değerlendirmişlerdir. Klorheksidin jel en etkili olarak bulunmuş, ardından propolis ve zerdeçal (*Curcuma longa*) gelmiştir. Her iki doğal ürünün umut verici olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Aloe vera ve *Zataria multiflora* esansiyel yağlarının ve kalsiyum hidroksitin *E. faecalis* üzerinde zamana bağlı antimikrobiyal etkisinin *in vitro* olarak değerlendirildiği çalışmada, her iki esansiyel yağ da etkili bulunmuş ve 14 günlük uzun bir temas süresi boyunca kullanıldığında kalsiyum hidroksite benzer sonuçlar bildirilmiştir (Abbaszadegan ve ark., 2016).

Kusuma, Manjunath ve Gehlot (2018) nim (*Azadirachta indica*), *Aloe vera*, klorheksidin ve kalsiyum hidroksiti *E. faecalis* üzerinde antimikrobiyal etki açısından karşılaştırmışlar ve en etkili kanal içi medikamanın klorheksidin, ardından sırasıyla nim, kalsiyum hidroksit ve *Aloe vera* olarak bildirmişlerdir.

Noni (*Morinda citrifolia*), papain ve *Aloe vera* jel formunun kalsiyum hidroksit ve %2'lik klorheksidin ile karşılaştırıldığı çalışmada, bu bitkisel jellerin *E. faecalis* üzerinde antibakteriyel aktivite gösterdiği ve özellikle noni (*Morinda citrifolia*)'nin güçlü bir doğal alternatif olabileceği bildirilmiştir (Bhardwaj, Ballal & Velmurugan, 2012).

Aloe vera özütü, mantar özütü ve kalsiyum hidroksitin karşılaştırıldığı *in vitro* çalışmada; mantar özütünün en etkili antimikrobiyal etkiyi gösterdiği, ardından *Aloe vera* ve kalsiyum hidroksitin geldiği bildirilmiştir (Kurian ve ark., 2016).

Aloe vera, limon (*Citrus limonum*), Hint yağı bitkisi (*Ricinus communis*) özütleri ve kalsiyum hidroksitin *E. faecalis* üzerinde değerlendirildiği çalışmada; kalsiyum hidroksitin, *Aloe vera*, limon ve *R. communis*'ten önemli ölçüde daha fazla antimikrobiyal etkinlik gösterdiği belirtilmiştir (Varshini ve ark., 2019).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), zencefil (*Zingiber officinale*), bergamot (*Citrus aurantium bergamia*) ve Kopaiba (*Copaifera officinalis*) esansiyel yağları tek başına ve kalsiyum hidroksit ile kombinasyonlarının, *E. faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliğinin değerlendirildiği *in vitro* bir çalışma yapılmıştır. Bitkilerden elde edilen esansiyel yağların kombine olarak kullanımlarının *E. faecalis*'e karşı etkili olabildiği için alternatif olarak dikkate değer bir potansiyele sahip oldukları bildirilmiştir (Silva ve ark., 2019).

Seker ve ark. (2022) *Citrus limonum* esansiyel yağını kullanarak yapmış oldukları *in vitro* bir çalışmada, *E. faecalis*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* ve *Escherichia coli* üzerindeki antimikrobiyal etkinlik araştırılmıştır. *C. limonum* esansiyel yağının, oral patojenlere karşı antimikrobiyal aktivite açısından kalsiyum hidroksitten daha üstün olduğunu bildirmişler ve alternatif bir kanal içi medikaman olabileceğini vurgulamışlardır. Bunun üzerine Şeker, Alacam, Akca, Yılmaz ve Takka (2025) turunçgillerin ana bileşeni olan limonenin, hem kendi hem de nanoemülsiyon formunun *E. faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkilerini araştırmışlardır. Bu *in vitro* çalışmada, R-limonenin her iki formu da kalsiyum hidroksite yakın etki gösterdiği, ama hiçbir kanal içi medikamanın *E. faecalis*'i tamamen elimine edemediği bildirilmiştir.

Domingues ve ark. (2023) yaptıkları çalışmalarında *Phyllanthus paniculatus*, cadı fındığı (*Hamamelis virginiana*), şeker otu (*Gymnema sylvestre*), *Stryphnodendron barbatiman* bitkilerinin *Candida albicans*, *Streptococcus*

mutans, *Staphylococcus aureus*, *E. faecalis* veya *Pseudomonas aeruginosa*'dan oluşan çok türlü biyofilm üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bhamare, Dahake, Kale, Dadpe ve Kendre (2024) çalışmalarında, *Spilanthes acmella* (dişotu) ve tarçın yağını kanal içi medikaman alternatifi olarak kullanarak *E. faecalis*'e karşı ümit verici bir antibakteriyel etkinlik gösterdiğini raporlamışlardır. Ayrıca tarçın yağının, *Spilanthes acmella* ve kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında biyofilmi önemli ölçüde ortadan kaldırdığını bildirmişlerdir.

De Vincenzi, Stammati, De Vincenzi ve Silano (2004) yapmış olduğu derlemede, özellikle kekik otu (*Origanum vulgare*) ve kekik (*Thymus vulgaris*) içeriğinde bulunan ana bileşen karvakrolün endodontik patojen *E. faecalis* üzerindeki güçlü etkilerinden dolayı, endodontik tedaviler için umut vadeci bir ajan olarak düşünülmektedir.

Mersin (*Myrtus communis* L.) ve okaliptüs (*Eucalyptus galbie*) özütlerinin kalsiyum hidroksit tozuyla karıştırıldığı bir çalışmada, bu kombine kullanımın 48 saatlik zaman içinde *E. faecalis*'i ortadan kaldıramadığı bildirilmiştir (Raoof ve ark., 2019).

Meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) özütü bir çalışmada, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Actinomyces viscosus*, *E. faecalis*, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* üzerinde test edilmiştir. Bu *in vitro* çalışma, diş çürüğü ve endodontik enfeksiyonların kontrol edilmesine yardımcı olabilecek bir alternatif olabileceğini ve bu bitki özütlerini, plak ve diş çürüğünü azaltmak için sakız, diş macunu, ağız gargarası ve diş ürünlerine dahil edilmesinin daha faydalı olabileceğini bildirmişlerdir (Sedighinia & Afshar, 2012).

Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) ve papatya (*Matricaria chamomilla*) esansiyel yağlarının kalsiyum hidroksit ve klorheksidin jeli ile karşılaştırıldığı çalışmada, *E. faecalis*'e karşı kök kanal enfeksiyonunda papatya (*Matricaria chamomilla*) esansiyel yağının farklı zaman aralıklarında klorheksidin ve kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında daha etkili olduğu ve Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) etkisinin uzun sürmediği bildirilmiştir (Shakya ve ark., 2019).

3. Vital pulpa tedavileri

Vital pulpa tedavisinin amacı, travma, çürük, restoratif işlemler ve anatomik anomaliler gibi etkenlerle zarar görmüş dişlerde pulpa sağlığını korumak ve sürdürmektir. Bu tedavi, geri dönüşümlü pulpal hasar belirtileri gösteren daimi dişlerde uygulanabilir ve tedavi başarısı birçok faktöre bağlıdır. Temel hedef, yeni mineralize doku oluşumunu başlatmaktır. Bu tedavi prosedürü, kök gelişimi

tamamlanmamış ve maksillofasiyal gelişim sürecinde ark bütünlüğünün korunmasının kritik olduğu olgunlaşmamış daimi dişlerin korunması açısından hayati öneme sahiptir (Bogen, Dammaschke & Chandler, 2020).

Başarılı bir vital pulpa tedavisi için zararlı uyaranların ortadan kaldırılması, enfeksiyonun kontrol altına alınması ve kullanılan materyalin biyouyumluluğu önemli ön koşullardır. Vital pulpa tedavisinde kullanılan materyal, vital pulpa ile ağız boşluğu arasında yapay bir bariyer oluşturmali ve mikroorganizmaların girişini engellemelidir. Ayrıca, antimikrobiyal özelliklere sahip olmalı ancak pulpa için toksik olmamalıdır.

Bununla birlikte, sadece dentinin dezenfeksiyonu ve sızdırmazlığı yeterli değildir; tamir materyalinin ayrıca pulpa hücrelerini uyatarak sert doku rejenerasyonunu teşvik etmesi ve pulpa canlılığını koruması beklenir (Bogen ve ark., 2020).

Vital pulpa tedavilerinde hedef yeni mineralize doku oluşumu yani dentin köprüsü oluşumudur. Dış ortama açılmış pulpa dokusuna uygulanacak materyalin türüne göre dentin köprüsünün oluşma şekli değişebilir. Perfore olan pulpa dokusuna uygulanan materyal sonrası; pulpa hücrelerinin göçleri, proliferasyonları ve farklılaşmaları beklenir (Alaçam, 2012a).

Vital pulpa tedavilerinde geçmişten günümüze birçok materyal kullanılmıştır. Bunlar aköz kalsiyum hidroksit süspansiyonları, sertleşen kalsiyum hidroksit simanları, ışıkla sertleşen linerlar, rezin modifiye cam iyonomer simanlar, kompozit rezinler, dentin adezivleri, mineral trioksit agregat (MTA), kalsiyum silikat simanlardır. Bu materyallerden özellikle MTA ve kalsiyum silikat simanlar oldukça etkili materyaller olarak kabul edilmektedir. MTA'nın bir dezavantajı, sert diş dokusunda renklenmeye neden olabilmesidir. Bu durum özellikle travma sonrası tedavi edilen ön dişlerde problem oluşturabilir (Bogen ve ark., 2020).

Biyouyum ve düşük toksisite ile öne çıkan bitkisel ürünler, özellikle vital pulpa tedavilerinde tamir materyallerine alternatif olup olamayacağı yönünden araştırmalara konu olmuştur.

Songsiripraduboon, Banlunara, Sangvanich, Trairatvorakul ve Thunyakitpisal (2016) *Aloe vera* yapraklarından elde edilen mukopolisakkarit olan acemannanı, çocukların süt dişleri üzerinde vital pulpa tedavisinde tamir materyali olarak test etmişlerdir. 6 aylık takip ile elde edilen histopatolojik sonuçlar, acemannan ile tedavi edilen grubun kalsiyum hidroksit ile tedavi edilen gruba karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha iyi histopatolojik yanıtlara sahip

olduğunu göstermiştir. Bu veriler, acemannanın süt dişlerinde vital pulpa tedavisi için değerli bir alternatif biyomateryal olabileceğini vurgulamıştır.

Gardenya (genipin, *Gardenia jasminoides*) ile yapılan çalışmada, genipinin insan dental pulpa hücreleri üzerinde odontojenik farklılaşmayı desteklediği ve bu sayede dentin-pulpa kompleksinin rejenerasyonu için yeni bir strateji olabileceği vurgulanmıştır (Kwon ve ark., 2015).

Çin takkesi (baicalein, *Scutellaria baicalensis*) ile yapılan çalışmada, baicaleinin sinyal yollarını aktive ederek insan dental pulpa hücrelerinin odontoblastik farklılaşmasını ve anjiyogenezini desteklediği bildirilmiştir. Baicaleinin dental pulpa onarımına ve rejeneratif endodontiye katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Lee, Kim, Park & Kim, 2016).

Kopaiba (*Copaifera langsdorffii*), yeşil propolis özütü, iyodoform bazlı pat ve fibrin sünger ile ratlarda yapılan pulpotomi sonrası, pulpa dokusunun onarımı ve pulpa histolojik olarak değerlendirilmiştir. Vital pulpa tedavisi için kullanılan materyallerden, mineralize doku bariyeri oluşumu yalnızca Kopaiba (*Copaifera langsdorffii*) ile tedavi edilen dişlerde gözlemlendiği bildirilmiştir (Lima ve ark., 2011).

Sarımsak (*Allium sativum*) yağı ile yapılan çalışmada, bu yağın vital pulpa dokusuyla uyumlu olduğu, iyi bir iyileşme potansiyeli olduğu, pulpa dokusunun sağlıklı kaldığı ve işlevine devam edebildiği bildirilmiştir. Bu nedenle, pulpotomi tedavileri için alternatif bir ilaç olarak başarıyla kullanılabileceği vurgulanmıştır (Mohammad, Raheel & Baroudi, 2015).

Çörek otu (*Nigella sativa*) yağı ile köpekler üzerinde yapılan bir çalışmada, çörek otu yağının olumlu histolojik sonuçları, klinik uygulamada pulpotomi uygulanmış dişler için alternatif bir medikaman olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Omar, Khattab & Khater, 2012).

MTA ile karışım sıvısı alternatifi olarak, dul Avratar Otu (*Arctium lappa*, Burdock) ve *Casearia sylvestris* kullanılan çalışmada, *Casearia sylvestris* özleri MTA'nın antimikrobiyal etkisini biyouyumluluğu etkilemeden artırdığı ancak bazı fizikokimyasal özelliklerini değiştirdiği bildirilmiştir (Cavenago ve ark., 2017).

Jaidka ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmalarında çinko oksit ojenolü, kutsal fesleğen (*Ocimum sanctum*, tulsi) özütü ile karıştırılmış çinko oksiti ve *Aloe vera* ile karıştırılmış çinko oksiti antimikrobiyal olarak karşılaştırmışlardır. Bu yapılan *in vitro* çalışmada en etkili çinko oksit ojenol olmasına rağmen, tulsi özütü ile oluşturulan alternatif karışımın da etkisinin benzer olduğu bildirilmiştir.

4. Rejeneratif endodonti

Rejeneratif endodonti; dentin-pulpa kompleksindeki dokuların canlılığını ve fonksiyonunu korumaya yönelik biyolojik bazı tedaviler olarak tanımlanmıştır (Duncan, Smith & Cooper, 2019). Diğer bir deyişle rejeneratif endodontik prosedürler, dentin, kök yapıları ve dentin-pulpa kompleksi hücreleri gibi hasar görmüş dokuları yeniden oluşturmak üzere tasarlanmış tedavilerdir. Bu yeni tedavi yöntemi, apikal periodontitisin iyileştirilmesine ek olarak, pulpanın normal fizyolojik işlevlerini yeniden kazandırmayı amaçlayan bir tedavi seçeneği olarak ortaya çıkmıştır. Bu fizyolojik işlevler arasında; kök gelişiminin devam etmesi, bağışıklık sistemi yeterliliği ve normal nosiseptif yanıtların sağlanması yer almaktadır. Dolayısıyla, bu prosedürlerin nihai hedefi, dentin-pulpa kompleksinin bileşenlerini ve işlevlerini yeniden oluşturarak dişin uzun ömürlü ve fonksiyonel kalmasını sağlamaktır (Diogenes, Simon & Law, 2020).

Dentin-pulpa kompleksinin tamirinde uygulanacak materyallerin sahip olması gereken özellikler; antiinflamatuvar, antibakteriyel olmasının yanı sıra pulpa kök hücrelerinin çoğalmalarını ve odontoblastlara farklılaşmalarını uyarmalarıdır. Ayrıca bu materyallerin dentin-pulpa dokusunun tamirine neden olacak büyüme faktörleri gibi çeşitli biyoaktif moleküllerin de salınımına olanak sağlamalıdır (Yıldırım, 2012). Kalsiyum hidroksit, MTA ve trikalsiyum silikat gibi maddeler klinik kullanımda öne çıkmaktadır (Duncan ve ark., 2019). Bu materyallerin yanı sıra irrigasyon solüsyonları ve kanal içine uygulanan ilaçlar da, büyüme faktörlerini uyarma ve ortamı dezenfekte etme açısından büyük öneme sahiptir.

Moringa oleifera hakkında yapılmış bir derlemede, bu bitkisel ürünün antimikrobiyal etkinliği, antiinflamatuvar etkileri, mine yüzeyini remineralize etme potansiyeli, rejenerasyon potansiyeli gibi konular araştırılmıştır. Bu derlemeye göre çeşitli kök hücrelerin ve diğer hücrelerin çoğalmalarını, yara iyileşmesini ve doku yenilenmesini, hatta anjiyogenezi teşvik etme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (Shafiq & Mahdee, 2023).

5. Tekrarlayan kök kanal tedavileri

Yapılmış bir kök kanal tedavisi, bazı durumlarda tekrar tedavi gerektirebilmektedir. Bu durum “tedavi sonrası hastalık” olarak adlandırılabilir. Böyle durumlarda ilk endodontik tedavinin “başarısızlık” nedenleri literatürde kapsamlı bir şekilde tanımlanmıştır. Bu nedenler; kötü hazırlanmış kavite tasarımı gibi iyatrojenik prosedür hataları, tedavi edilmeyen ana ve aksesuar kanallar, yetersiz şekilde temizlenmiş ve doldurulmuş kanallar, alet kullanımı sırasında meydana gelen komplikasyonlar (basamak oluşumu, perforasyonlar veya kırılmış aletler), kök dolgu materyalinin taşması, koronal

sızıntı, kanal içi ve dışı kalıcı enfeksiyonlar, radiküler kistler olarak sıralanabilir (Roda, Gettleman & Johnson, 2020).

Gerekli testler ve muayeneler yapıldıktan sonra tekrar kök kanal tedavisi yapılmaya karar verildikten sonra izlenmesi gereken adımlar şöyledir:

- Koronal erişim sağlanmalıdır.
- Daha önce yapılan restorasyonlar dikkatli şekilde uzaklaştırılmalıdır.
- Önceki kök dolgu materyalleri tamamen uzaklaştırılmalıdır.
- Kanal tıkanıklıkları yönetilmelidir.
- Kanal içindeki basamak, blokaj, kırık alet gibi engeller temizlenmelidir.
- Çalışma boyu tam olarak belirlenmelidir.
- Etkin bir temizlik ve şekillendirme işlemi yapılmalı, böylece, uygun bir obturasyon yapılabilir ve vaka başarılı şekilde sonlandırılabilir (Roda ve ark., 2020).

Kök dolgusunu uzaklaştırmak için bazen mekanik yöntemler tek başına yeterli olmayabilir. Bu durumlarda gutta perkayı uzaklaştırmak için çözücüler kullanılabilir. Gutta perka çözücüsü olarak kullanılan bazı solventler; kloroform, metilkloroform, ökaliptol, halotan, rektifiye terebentin, ksilendir. Tüm bu solventlerin belirli bir düzeyde toksisiteleri vardır, bu nedenle mümkünse kullanılmamaları tavsiye edilir. Ancak, iyi kondense edilmiş gutta perkanın çıkarılması genellikle solvent kullanımını gerektirir. Kloroform, en yaygın kullanılan solventtir; çünkü gutta perkayı hızlıca çözer ve uzun bir klinik kullanım geçmişine sahiptir (Roda ve ark., 2020). Ancak kloroform; çok uçucu olması, uzun süreli ve fazla miktarlarda kullanımının karsinojenik etkileri olması, apikalden taşması durumunda çok ciddi zarar vermesi gibi nedenlerden dolayı kullanımı sınırlandırılmalıdır (Alaçam, 2012b). Bu yüksek toksisitesi nedeniyle daha güvenli seçenekler aranmıştır.

Tekrarlayan kök kanal tedavilerinde gutta perka çözücü alternatifi olarak; greyfurt (*Citrus paradisi*), mandalina, misket limonu (*Citrus aurantifolia*) ve limon (*Citrus limonum*) esansiyel yağlarının değerlendirildiği çalışmada, greyfurt yağı ve mandalina yağının gutta perkayı yumuşatma etkinliğinin limon yağı ve misket limonu yağından önemli ölçüde daha etkili olduğu bulunmuştur. Bunun yanı sıra en etkili olanın kloform olduğu bildirilmiştir (Jantarat, Malhotra & Sutimuntanakul, 2013).

Portakal, okalıptüs, karanfil esansiyel yağlarını içeren Kulkarni ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada; portakal yağı, diğer yağlarla karşılaştırıldığında hem

rezin kaplı gutta perkayı hem de geleneksel gutta perkayı çözmede en etkili olduğu bildirilmiştir.

Bunların yanı sıra Hint yağı bitkisi (*Ricinus communis*), nane yağı, kış yeşili yağı, kakule tohumu yağı, kuru zencefil rizomları, çay ağacı yağı (*Melaleuca alternifolia*, Hint defnesi), zerdeçal (*Curcuma longa*) etki gösteren bitkisel ürünler olarak literatürde araştırmalara konu olmuştur (Karobari ve ark., 2022).

6. Travmatik yaralanmalar sonucu avülse olan dişlerin saklanması

Travma sonucu avülse olan dişler için bazı saklama ortamları önerilmektedir. Tercih sırasına göre önerilen saklama ortamları süt, tükürük, fizyolojik serum ve sudur. Su, hipotonik ortamın hızlı hücre lizisine ve replantasyon sırasında artmış inflamasyona neden olması nedeniyle en az tercih edilen saklama ortamıdır. Hücre kültürü ortamları, Hanks Dengelenmiş Tuz Solüsyonu (HBSS) gibi özel taşıma kaplarında bulunanlar ise periodontal ligament liflerinin canlılığını uzun süre koruma konusunda üstün başarı göstermiştir. Günümüzde bu ortamlar, yaralanmadan önce kaza yerinde hazır bulunmaları gerektiği için pratik bulunmamaktadır. Okul, hastane, ambulans gibi kazaların sık olduğu veya müdahale edildiği yerlerde bulunması tavsiye edilmektedir (Kahler, 2020).

Travmatik yaralanmalarda kullanılabilecek saklama ortamına alternatif olarak; en çok propolis, Hindistan cevizi suyu ve *Aloe vera* araştırılmıştır. Aynı zamanda yeşil çay, nar suyu gibi bitkisel ürünler de araştırılmıştır (Resende, Faria, Longo, Martins & Costa, 2020).

7. Kök kanal dolum materyallerinin içeriğine eklenmesi ve dezenfeksiyonu

Meyan kökü, bakul, guguchi, propolis, yeşil çay, tamarillo kabuğu özütü, moringa kökü, tarçın yağı, amla, misvak ve muskat gibi bitkisel ürünler literatürde kanal patlarına eklenerek sızdırmazlığı ve bağlanması açısından test edilmişlerdir (Karobari ve ark., 2022).

Panwar ve ark. (2023) çalışmalarında, nanopartikül hale getirilmiş kurkumin ile kaplanmış gutta perkaların *E. faecalis* üzerinde antimikrobiyal etkiler gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca taramalı elektron mikroskobu incelemelerinde gutta perka konları üzerinde nanokurkumin kaplamasının düzgün bir tabaka oluşturduğunu, bunun da kök kanalında kanal içi medikaman olarak düzgün bir şekilde dağıldığını iddia etmişlerdir.

Gutta perka dezenfektanı olarak; nim, zerdeçal ve *Calotropis procera* test edilmiş ve zerdeçalın etkili olduğu görülmüştür (Vanapatla ve ark., 2022).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) özütünün gutta perka dezenfektanı olarak düşünülerek dizayn edilen çalışmada; *E. faecalis* üzerinde etkili görülmüş ve potansiyel bir alternatif olabileceği bildirilmiştir (Brito-Júnior, Nobre, Freitas, Camilo & Faria-e-Silva, 2012).

Bitki kökenli ama hayvansal bir ürün: Propolis

Propolis; reçine, balsam, balmumu, aromatik yağlar, arı poleni, flavonoidler, aminoasitler ve B vitamini içeren arıların ürettiği kahverengi bir maddedir (Alaçam, 2012a).

Propolis birçok çalışmaya konu olmuş oldukça etkili bir doğal üründür. Bitkisel olmamasına rağmen bahsedilmesi gereken doğal bir üründür. Endodontide özellikle antimikrobiyal etkileri ile dikkat çeken bu doğal ürün, endodontik tedavi rutinlerinde alternatif bir ürün olabilme potansiyeline sahiptir.

Güven Kayaoğlu ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada, propolisin *E. faecalis* üzerindeki antimikrobiyal etkinliği kalsiyum hidroksit ile klorheksidin arasında bulunmuştur. Bu antimikrobiyal etki kanal içi medikaman olarak umut vadedicidir, ancak klorheksidin kadar etkili bulunmamıştır.

Propolisi ratlara uygulayıp, histolojik inceleme yapan bir çalışmada, propolis flavonoidlerinin vital pulpa tedavisinde uygulandığında, pulpa iltihabını geciktirebileceği ve reparatif dentini uyurabileceği bildirilmiştir (Sabir, Tabbu, Agustiono & Sosroseno, 2005).

El-Tayeb, Abu-Seida, El Ashry ve El-Hady (2019) yapmış oldukları çalışmada, nekrotik immatür daimi köpek dişlerinde, propolisin rejeneratif endodontide kanal içi medikaman olarak üçlü antibiyotik patı ile karşılaştırılabilir olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada dişlerin revaskülarizasyonundan sonra kök kanal orifis tıkaçı olarak propolis, kök uzunluğunda ve dentin kalınlığında kademeli bir artışa ve MTA'ya benzer şekilde apikal çapta azalma sağlamıştır.

Kök kanal patının içeriğine propolis eklenerek mikrosızıntı ve fiziksel özellik açısından karşılaştırma yaptıkları çalışmada, fiziksel özelliklerinin standartlara uygun olması ve mikrosızıntı açısından geleneksel patlardan daha az olması nedeniyle umut vadedici bir ürün olduğunu bildirmişlerdir (Ekici, 2019).

Sonuç

Endodontide kullanılan bitkisel ürünlerin az toksik olma, kullanım kolaylığı, uzun süre saklanabilme, düşük maliyet ve mikroorganizmaların tolerans geliştirememesi gibi çeşitli avantajları vardır. Bunların yanı sıra biyoyumlu olmaları, bitkisel ürüne göre değişkenlik gösteren hoş tat ve kokuya sahip olmaları, elde edilmelerinin kolay olması, hem kullanıcı hem de hasta için tolere

edilebilirliğinin yüksek olması, sürdürülebilir ve çevre dostu olması gibi olumlu özellikleri her alan da olduğu gibi endodontide de dikkat çeken bir konudur. Bu olumlu özellikleri nedeniyle çocuk hastalar, hassasiyeti veya alerjisi olan yetişkin hastalar için de alternatif bir potansiyele sahiptir.

Rejeneratif endodontik tedavilerde materyallerin özellikler biyouyumlu olması, hiç veya az toksisite göstermesi, iyileşme dokularını tetiklemesi, aynı zamanda dokularda hasar oluşturmaması önemlidir. Bu nedenle bu tedavilerde kullanılabilecek materyal alternatifi olarak doğal ürünler daha da önem kazanmaktadır. Hem bitkisel ürünler hem de hayvanlardan elde edilen doğal ürünler bu alan için araştırılmaya değerdir. Bu tedavi alanının gelişmekte olması sebebiyle, kısıtlı çalışmalar mevcuttur. Gelecekte özellikle bitkisel ürünlerin alternatif olarak kullanılabileceği en önemli alanlardandır.

Bitkisel ürünler, *in vitro* ortamda, sınırlı sayıdaki hayvan ve insan dişleri üzerinde yapılmış çalışmalarda umut verici görünse de, endodontide kullanılmaları kesin olarak önerilmeden önce biyouyumlulukları ve güvenlikleri araştırmalarla değerlendirilmelidir. İncelenmiş olan çalışmaların çoğunda, bitkisel ürünlerin etkili olduğu ancak daha detaylı çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir. Bitkiler genellikle uygun şekilde kullanıldığında zararsızdır; ancak yanlış kullanıldıklarında tehlikeli olabilirler. Bu nedenle ileri sitotoksikite çalışmaları, klinik araştırmalar ile gelişimleri multidisipliner araştırmalarla takip edilmelidir.

Günümüzde doğal, güvenilir ve temiz içerikli ilaç, kozmetik, gıda, tekstil, enerji gibi çok farklı sektörlerde bitkisel ürünler dikkate değer bir yer almaktadır. Diş hekimliği ve tıp alanında da her geçen gün artan çalışma sayısı da bunu kanıtlar niteliktedir. Bitkisel ürünlerin potansiyellerinin bu kadar yüksek ve çeşitli olması nedeniyle, şu an için tavsiye edilecek düzeyde olmasa da gelecekte bitkisel ürünleri içeren ve onaylı olarak kullanılabilecek pek çok ürünün hayatımıza gireceği beklenmektedir.

Kaynakça

- Abbaszadegan, A., Sahebi, S., Gholami, A., Delroba, A., Kiani, A., Iraj, A., & Abbott, P. V. (2016). Time-dependent antibacterial effects of Aloe vera and Zataria multiflora plant essential oils compared to calcium hydroxide in teeth infected with *Enterococcus faecalis*. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 7(1), 93–101. doi:10.1111/jicd.12123
- Agarwal, L. K., Anamika, D., Nair, R., Sharma, S., Preethi, D., Priyanka, P., . . . Santosh, K. (2023). Antimicrobial effect of herbal and conventional root canal endodontic irrigants against persistent pathogens. *Bioinformation*, 19(13), 1312–1317. doi:10.6026/973206300191312
- Agnihotri, A., Jhamb, S., Shrama, U., & Rohtagi, S. (2020). Azadirachta indica A. juss, Morinda citrifolia L. and Triphala as herbal endodontic irrigants: A scoping review. *Ayu*, 41(3), 148–158. doi:10.4103/ayu.AYU_102_20
- Agrawal, V., Kapoor, S., & Agrawal, I. (2017). Critical review on eliminating endodontic dental infections using herbal products. *Journal of Dietary Supplements*, 14(2), 229–240. doi:10.1080/19390211.2016.1207004
- Alaçam, T. (2012a). Dentin ve pulpa tedavileri. T. Alaçam (Ed.), *Endodonti* (ss. 181–238). Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Alaçam, T. (2012b). Konservatif endodontik tekrarlayan tedaviler. T. Alaçam (Ed.), *Endodonti* (ss. 913–946). Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Alaçam, T. (2012c). Kök kanallarında ilaç kullanımı. T. Alaçam (Ed.), *Endodonti* (ss. 673–704). Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Alaçam, T. (2012d). Kök kanallarının irrigasyonu. T. Alaçam (Ed.), *Endodonti* (ss. 529–588). Ankara: Özyurt Matbaacılık.
- Almadi, E. M., & Almohaimede, A. A. (2018). Natural products in endodontics. *Saudi Medical Journal*, 39(2), 124–130. doi:10.15537/smj.2018.2.21038
- Bhamare, S. A., Dahake, P. T., Kale, Y. J., Dadpe, M. V., & Kendre, S. B. (2024). Effect of herbal extract of *Spilanthes acmella* and cinnamon oil on *Enterococcus faecalis* biofilm eradication: An in vitro study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 17(9), 1004–1013. doi:10.5005/jp-journals-10005-2922
- Bhardwaj, A., Ballal, S., & Velmurugan, N. (2012). Comparative evaluation of the antimicrobial activity of natural extracts of *Morinda citrifolia*, papain and aloe vera (all in gel formulation), 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide, against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 293–297. doi:10.4103/0972-0707.97964

- Bogen, G., Dammaschke, T., & Chandler, N. (2020). Vital pulp therapy. L. H. Berman & K. M. Hargreaves (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp* (12th ed., ss. 902–938). St. Louis: Elsevier.
- Brito-Júnior, M., Nobre, S. A., Freitas, J. C., Camilo, C. C., & Faria-e-Silva, A. L. (2012). Antibacterial activity of a plant extract and its potential for disinfecting gutta-percha cones. *Acta Odontologica Latinoamericana*, 25(1), 9–13.
- Castilho, A. L. d., Saraceni, C. H. C., Díaz, I. E. C., Paciencia, M. L. B., & Suffredini, I. B. (2013). New trends in dentistry: plant extracts against *Enterococcus faecalis*. The efficacy compared to chlorhexidine. *Brazilian Oral Research*, 27(2), 109–115. doi:10.1590/s1806-83242013000100017
- Cavenago, B. C., del Carpio-Perochena, A. E., Ordinola-Zapata, R., Estrela, C., Garlet, G. P., Tanomaru-Filho, M., . . . Duarte, M. A. H. (2017). Effect of using different vehicles on the physicochemical, antimicrobial, and biological properties of white mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 43(5), 779–786. doi:10.1016/j.joen.2016.12.023
- De Vincenzi, M., Stamatii, A., De Vincenzi, A., & Silano, M. (2004). Constituents of aromatic plants: Carvacrol. *Fitoterapia*, 75(7-8), 801–804. doi:10.1016/j.fitote.2004.05.002
- Diogenes, A., Simon, S., & Law, A. S. (2020). Regenerative endodontics. L. H. Berman & K. M. Hargreaves (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp* (12th ed., ss. 475–510). St. Louis: Elsevier.
- Domingues, N., Ramos, L. P., Pereira, L. M., do Rosário Estevam Dos Santos, P. B., Scorzoni, L., Pereira, T. C., . . . de Oliveira, L. D. (2023). Antimicrobial action of four herbal plants over mixed-species biofilms of *Candida albicans* with four different microorganisms. *Australian Endodontic Journal*, 49(2), 262–271. doi:10.1111/aej.12681
- Dubey, S. (2016). Comparative antimicrobial efficacy of herbal alternatives (*Emblica officinalis*, *Psidium guajava*), MTAD, and 2.5% sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 6(1), 46–49. doi:10.1016/j.jobcr.2015.12.010
- Duncan, H. F., Smith, A. J., & Cooper, P. R. (2019). Diş pulpasının canlılığının korunması (B. Özçelik, Çev. Ed.). B. S. Chong (Ed.), *Harty klinik uygulamada endodonti* (7th ed., ss. 65–86). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Ekici, M. A., Ömürlü, H. (2019). Propolis içeren çinko oksit öjenol esaslı deneysel kök kanal patlarının fiziksel özelliklerinin standart patlarla in vitro olarak karşılaştırılması. *Acta Odontologica Turcica*, 36(2), 59 – 66. doi:10.17214/gaziaot.440060

- El-Tayeb, M., Abu-Seida, A., El Ashry, S., & El-Hady, S. (2019). Evaluation of antibacterial activity of propolis on regenerative potential of necrotic immature permanent teeth in dogs. *BMC Oral Health*, 19(1), 174. doi:10.1186/s12903-019-0835-0
- Fiallos, N. d. M., Cecchin, D., de Lima, C. O., Hirata Jr, R., Silva, E. J. N. L., & Sassone, L. M. (2020). Antimicrobial effectiveness of grape seed extract against *Enterococcus faecalis* biofilm: A confocal laser scanning microscopy analysis. *Australian Endodontic Journal*, 46(2), 191–196. doi:10.1111/aej.12390
- Goud, S., Aravelli, S., Dronamraju, S., Cherukuri, G., & Morishetty, P. (2018). Comparative evaluation of the antibacterial efficacy of aloe vera, 3% sodium hypochlorite, and 2% chlorhexidine gluconate against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Cureus*, 10(10), e3480. doi:10.7759/cureus.3480
- Gupta, A., Duhan, J., Tewari, S., Sangwan, P., Yadav, A., Singh, G., . . . Saini, H. (2013). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of *Syzygium aromaticum*, *Ocimum sanctum* and *Cinnamomum zeylanicum* plant extracts against *Enterococcus faecalis*: A preliminary study. *International Endodontic Journal*, 46(8), 775–783. doi:10.1111/iej.12058
- Gupta, D., Kamat, S., Hugar, S., Nanjannawar, G., & Kulkarni, R. (2020). A comparative evaluation of the antibacterial efficacy of *Thymus vulgaris*, *Salvadora persica*, *Acacia nilotica*, *Calendula arvensis*, and 5% sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis*: An in-vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 23(1), 97–101. doi:10.4103/JCD.JCD_48_20
- Jaidka, S., Somani, R., Singh, D. J., Sheikh, T., Chaudhary, N., & Basheer, A. (2017). Herbal combat against *E. faecalis* - An in vitro study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 7(3), 178–181. doi:10.1016/j.jobcr.2017.08.001
- Jantarat, J., Malhotra, W., & Sutimuntanakul, S. (2013). Efficacy of grapefruit, tangerine, lime, and lemon oils as solvents for softening gutta-percha in root canal retreatment procedures. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 4(1), 60–63. doi:10.1111/j.2041-1626.2012.00143.x
- Jayahari, N. K., Niranjana, N. T., & Kanaparthi, A. (2014). The efficacy of passion fruit juice as an endodontic irrigant compared with sodium hypochlorite solution: An in vitro study. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 5(2), 154–160. doi:10.1111/jicd.12023
- Kahler, B. (2020). The role of endodontics after dental traumatic injuries. L. H. Berman & K. M. Hargreaves (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp* (12th ed., ss. 808–847). St. Louis: Elsevier.
- Kamath, U., Sheth, H., Ramesh, S., & Singla, K. (2013). Comparison of the antibacterial efficacy of tea tree oil with 3% sodium hypochlorite and 2%

- chlorhexidine against *E. faecalis*: An in vitro study. *Journal of Contemporary Dentistry*, 3(3), 117–120. doi:10.5005/jp-journals-10031-1049
- Karobari, M. I., Adil, A. H., Assiry, A. A., Basheer, S. N., Noorani, T. Y., Pawar, A. M., . . . Scardina, G. A. (2022). Herbal medications in endodontics and its application-A review of literature. *Materials (Basel)*, 15(9). doi:10.3390/ma15093111
- Kayaoğlu, G., & Ørstavik, D. (2004). Virulence factors of *Enterococcus faecalis*: Relationship to endodontic disease. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 15(5), 308–320. doi:10.1177/154411130401500506
- Kayaoğlu, G., Ömürlü, H., Akca, G., Gürel, M., Gençay, Ö., Sorkun, K., & Salih, B. (2011). Antibacterial activity of Propolis versus conventional endodontic disinfectants against *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 37(3), 376–381. doi:10.1016/j.joen.2010.11.024
- Kishan, K. V., Shah, N. C., Das, D. T., & Parikh, M. (2019). Herbal medicaments in endodontics - Current guidelines for in vivo studies in India. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(5), 411–414. doi:10.4103/JCD.JCD_169_19
- Kulkarni, G., Podar, R., Singh, S., Dadu, S., Purba, R., & Babel, S. (2016). Comparative evaluation of dissolution of a new resin-coated gutta-percha, by three naturally available solvents. *Endodontology*, 28(2), 143–147. doi:10.4103/0970-7212.195442
- Kurian, B., Swapna, D., Nadig, R. R., Ranjini, M., Rashmi, K., & Bolar, S. R. (2016). Efficacy of calcium hydroxide, mushroom, and Aloe vera as an intracanal medicament against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Endodontology*, 28(2), 137–142. doi:10.4103/0970-7212.195427
- Kusuma, C. S., Manjunath, V., & Gehlot, P. M. (2018). Comparative evaluation of neem, aloe vera, chlorhexidine and calcium hydroxide as an intracanal medicament against *E. faecalis*-An in vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12(3), 21–25. doi:10.7860/JCDR/2018/29382.11293
- Kwon, Y.-S., Lim, E.-S., Kim, H.-M., Hwang, Y.-C., Lee, K.-W., & Min, K.-S. (2015). Genipin, a cross-linking agent, promotes odontogenic differentiation of human dental pulp cells. *Journal of Endodontics*, 41(4), 501–507. doi:10.1016/j.joen.2014.12.002
- Lee, S.-I., Kim, S.-Y., Park, K.-R., & Kim, E.-C. (2016). Baicalein promotes angiogenesis and odontoblastic differentiation via the BMP and Wnt pathways in human dental pulp cells. *The American Journal of Chinese Medicine*, 44(07), 1457–1472. doi:10.1142/s0192415x16500816
- Lima, R. V. E., Esmeraldo, M. R. A., de Carvalho, M. G. F., de Oliveira, P. T., de Carvalho, R. A., da Silva, F. L., & de Brito Costa, E. M. M. (2011). Pulp

repair after pulpotomy using different pulp capping agents: A comparative histologic analysis. *Pediatric Dentistry*, 33(1), 14–18.

- Manjunatha, M., & Kini, A. (2016). Botanicals in endodontics: A review. *Journal of Advanced Clinical and Research Insights*, 3(5), 173–176. doi:10.15713/ins.jcri.132
- Mohammad, S. G., Raheel, S. A., & Baroudi, K. (2015). Histological evaluation of Allium sativum oil as a new medicament for pulp treatment of permanent teeth. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 16(2), 85–90. doi:10.5005/jp-journals-10024-1641
- Nassar, M., Hiraishi, N., Tamura, Y., Otsuki, M., Aoki, K., & Tagami, J. (2015). Phytic acid: An alternative root canal chelating agent. *Journal of Endodontics*, 41(2), 242–247. doi:10.1016/j.joen.2014.09.029
- Neelakantan, P., Subbarao, C., Sharma, S., Subbarao, C. V., Garcia-Godoy, F., & Gutmann, J. L. (2013). Effectiveness of curcumin against Enterococcus faecalis biofilm. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(6), 1453–1457. doi:10.3109/00016357.2013.769627
- Omar, O. M., Khattab, N. M., & Khater, D. S. (2012). Nigella sativa oil as a pulp medicament for pulpotomized teeth: A histopathological evaluation. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 36(4), 335–341. doi:10.17796/jcpd.36.4.n6674435856q86w8
- Panwar, D., Sidhu, K., Bhushan, J., Kakkar, V., Mehta, M., & Sharma, J. (2023). Evaluation of antimicrobial efficacy of nanocurcumin-coated gutta-percha against Enterococcus faecalis: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 26(2), 160–164. doi:10.4103/jcd.jcd_512_22
- Peters, O. A., Peters, C. I., & Basrani, B. (2020). Cleaning and shaping of the root canal system. L. H. Berman & K. M. Hargreaves (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp* (12th ed., ss. 236–303). St. Louis: Elsevier.
- Pourhajibagher, M., Miri-Moosavi, R. S., Chiniforush, N., Safarai, Y., Kia, S. A., Lalegani, M. R., . . . Bahador, A. (2020). Anti-biofilm activity of Chlorella-mediated light activated disinfection: Ex vivo inhibition of intracanal mature Enterococcus faecalis biofilms via application of natural product. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 31, 101853. doi:10.1016/j.pdpdt.2020.101853
- Prabhakar, J., Senthilkumar, M., Priya, M. S., Mahalakshmi, K., Sehgal, P. K., & Sukumaran, V. G. (2010). Evaluation of antimicrobial efficacy of herbal alternatives (Triphala and green tea polyphenols), MTAD, and 5% sodium hypochlorite against Enterococcus faecalis biofilm formed on tooth substrate: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 36(1), 83–86. doi:10.1016/j.joen.2009.09.040

- Prabhakaran, P., & Mariswamy, A. B. (2018). A scanning electron microscope evaluation of efficacy of sodium hypochlorite and *Allium sativum* in smear layer removal in root canals with the use of modified evacuation system: An ex vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 21(4), 401–407. doi:10.4103/JCD.JCD_373_16
- Raof, M., Msc, M. K., Siasar, N., Mohannadalizadeh, S., Haghani, J., & Amanpour, S. (2019). Antimicrobial activity of methanolic extracts of *Myrtus communis* L. and *Eucalyptus galbie* and their combination with calcium hydroxide powder against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Dentistry (Shiraz, Iran)*, 20(3), 195–202. doi:10.30476/DENTJODS.2019.44898
- Resende, K. K. M., Faria, G. P., Longo, D. L., Martins, L. J. O., & Costa, C. R. R. (2020). In vitro evaluation of plants as storage media for avulsed teeth: A systematic review. *Dental Traumatology*, 36(1), 3–18. doi:10.1111/edt.12501
- Roda, R. S., Gettleman, B. H., & Johnson, S. C. (2020). Nonsurgical retreatment. L. H. Berman & K. M. Hargreaves (Eds.), *Cohen's pathways of the pulp* (12th ed., ss. 343–410). St. Louis: Elsevier.
- Sabir, A., Tabbu, C. R., Agustiono, P., & Sosroseno, W. (2005). Histological analysis of rat dental pulp tissue capped with propolis. *Journal of Oral Science*, 47(3), 135–138. doi:10.2334/josnusd.47.135
- Sedighinia, F., & Afshar, A. S. (2012). Antibacterial activity of *Glycyrrhiza glabra* against oral pathogens: An in vitro study. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 2(3), 118–124.
- Seker, I. D., Akca, G., & Alacam, T. (2022). In vitro evaluation of antimicrobial effects of citrus limonum essential oil on some endodontic pathogens. *Annals of Medical Research*, 29(5), 427–433. doi:10.5455/annalsmedres.2021.07.494
- Shafiq, N. E., & Mahdee, A. F. (2023). *Moringa oleifera* use in maintaining oral health and its potential use in regenerative dentistry. *The Scientific World Journal*, 2023, 8876189. doi:10.1155/2023/8876189
- Shakya, V. K., Luqman, S., Tikku, A. P., Chandra, A., & Singh, D. K. (2019). A relative assessment of essential oil of *Chrysopogon zizanioides* and *Matricaria chamomilla* along with calcium hydroxide and chlorhexidine gel against *Enterococcus faecalis* in ex vivo root canal models. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(1), 34–39. doi:10.4103/JCD.JCD_69_18
- Silva, S., Alves, N., Silva, P., Vieira, T., Maciel, P., Castellano, L. R., . . . Albuquerque, D. (2019). Antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis*, *Zingiber officinale*, *Citrus aurantium bergamia*, and *Copaifera officinalis*

- alone and in combination with calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis*. *BioMed Research International*, 2019. doi:10.1155/2019/8129439
- Sinha, D. J., Rani, P., Vats, S., Bedi, K., Sharma, N., & Manjiri, H. N. (2023). Comparative evaluation of fracture resistance among conventional versus herbal irrigants in root canal treated teeth: In vitro study. *Australian Endodontic Journal*, 49 Suppl 1, 433–438. doi:10.1111/aej.12760
- Sinha, D. J., & Sinha, A. A. (2014). Natural medicaments in dentistry. *Ayu*, 35(2), 113–118. doi:10.4103/0974-8520.146198
- Siqueira Jr, J. F., & Roças, I. N. (2019). Kanal içi ilaç (medikament) uygulaması (B. Özçelik, Çev. Ed.). B. S. Chong (Ed.), *Harty klinik uygulamada endodonti* (7th ed., ss. 129–150). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Songsiripradubboon, S., Banlunara, W., Sangvanich, P., Trairatvorakul, C., & Thunyakitpisal, P. (2016). Clinical, radiographic, and histologic analysis of the effects of acemannan used in direct pulp capping of human primary teeth: Short-term outcomes. *Odontology*, 104(3), 329–337. doi:10.1007/s10266-015-0215-4
- Spanó, J. C. E., Silva, R. G., Guedes, D. F. C., Sousa-Neto, M. D., Estrela, C., & Pécora, J. D. (2009). Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *Journal of Endodontics*, 35(5), 727–730. doi:10.1016/j.joen.2009.02.008
- Susila, A. V., Sai, S., Sharma, N., Balasubramaniam, A., Veronica, A. K., & Nivedhitha, S. (2023). Can natural irrigants replace sodium hypochlorite? A systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 27(5), 1831–1849. doi:10.1007/s00784-023-04913-7
- Şeker, İ. D., Alacam, T., Akca, G., Yılmaz, A., & Takka, S. (2025). The antimicrobial effect of R-limonene and its nano emulsion on *Enterococcus faecalis* - In vitro study. *European Oral Research*, 59(1), 33–39. doi:10.26650/eor.20241459780
- Teja, K. V., Janani, K., Alqahtani, A. A., Robaian, A., Alhalabi, F., Merdad, K. A., . . . Srivastava, K. C. (2022). Herbal agents versus ethylene diamine tetra acetic acid on removal of the smear layer-A systematic review of in vitro studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11). doi:10.3390/ijerph19116870
- Tewari, R., Kapoor, B., Mishra, S., & Kumar, A. (2016). Role of herbs in endodontics. *Journal of Oral Research and Review*, 8(2), 95–99. doi:10.4103/2249-4987.192248

- Vamsi, K., & Bholla, P. K. (2014). Antibacterial activity of *Hybanthus enneaspermus* against *Enterococcus faecalis*-A root canal organism. *International Journal of Dental Sciences and Research*, 2(6C), 14–16. doi:10.12691/ijdsr-2-6C-4
- Vanapatla, A., Nanda, N., Satyarth, S., Kawle, S., Gawande, H. P., & Gupte, J. M. (2022). Antibacterial efficacy of herbal solutions in disinfecting gutta percha cones against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 14(Suppl 1), S748–s752. doi:10.4103/jpbs.jpbs_111_22
- Varshini, R., Subha, A., Prabhakar, V., Mathini, P., Narayanan, S., & Minu, K. (2019). Antimicrobial efficacy of Aloe vera, lemon, *Ricinus communis*, and calcium hydroxide as intracanal medicament against *Enterococcus faecalis*: A confocal microscopic study. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 11(6), 256–259. doi:10.4103/JPBS.JPBS_5_19
- Vasudeva, A., Sinha, D. J., Tyagi, S. P., Singh, N. N., Garg, P., & Upadhyay, D. (2017). Disinfection of dentinal tubules with 2% chlorhexidine gel, calcium hydroxide and herbal intracanal medicaments against *Enterococcus faecalis*: An in-vitro study. *Singapore Dental Journal*, 38, 39–44. doi:10.1016/j.sdj.2017.06.001
- Venkataram, V., Gokhale, S., Kenchappa, M., & Nagarajappa, R. (2013). Effectiveness of chamomile (*Matricaria recutita* L.), MTAD and sodium hypochlorite irrigants on smear layer. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 14(4), 247–252. doi:10.1007/s40368-013-0062-3
- Venkateshbabu, N., Anand, S., Abarajithan, M., Sheriff, S. O., Jacob, P. S., & Sonia, N. (2016). Natural therapeutic options in endodontics-a review. *The Open Dentistry Journal*, 10, 214–226. doi:10.2174/1874210601610010214
- Veras, H., Rodrigues, F., Botelho, M. A., Menezes, I. R. A. d., Coutinho, H. D. M., & da Costa, J. (2014). Antimicrobial effect of *Lippia sidoides* and thymol on *Enterococcus faecalis* biofilm of the bacterium isolated from root canals. *The Scientific World Journal*, 2014, 471580. doi:10.1155/2014/471580
- Vishnuvardhini, S., Sivakumar, A., Ravi, V., Prasad, A., & Sivakumar, J. (2018). Herbendodontics–Phytotherapy in endodontics: A review. *Biomedical and Pharmacology Journal*, 11(2), 1073–1082. doi:10.13005/bpj/1468
- Yıldırım, S. (2012). Rejeneratif pulpa tedavileri. T. Alaçam (Ed.), *Endodonti* (ss. 239–252). Ankara: Özyurt Matbaacılık.



Vital Pulpa Tedavilerinde Kalsiyum Hidroksit Kullaniminin Sağkalıma Etkisi

Ceren Turan Gökdoğan¹

¹ Uzm.Dt., Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti,
Orcid: 0000-0002-8628-1020

GİRİŞ

Vital pulpa tedavilerinin amacı, çeşitli nedenler ile oluşan geridönüşümsüz inflamasyonlu pulpayı uzaklaştırıp kalan pulpa dokusunun canlılığını devam ettirmektir. Kalan pulpa dokusunun korunması ile,

- Dentin salgılanmaya devam eder
- Bağışıklık yanıtı sürdürülür
- Propioseptif fonksiyonlarının korunmasını sağlar (Smith, 2002).

Vital pulpa tedavileri; direkt veya indirekt pulpa kaplamalarını ve kısmi veya total pulpotomiyi içerir. Vital pulpa tedavilerinde kök pulpasının korunması, yani apeksogenesiz sağlamak temel amaç olmuştur ancak güncel yaklaşımlarda kök gelişimini tamamlamış geridönüşümsüz pulpitisli dişlerde de pulpektomi dışında vital pulpa tedavileri uygulanmaktadır (Levin, Law, Holland, Abbott, & Roda, 2009).

Klinik uygulamalarda tedavi öncesi doğru tanının önemi vurgulanmaktadır. Canlı bir pulpa için üç kategori mevcuttur: normal pulpa, geri dönüşümlü pulpitis veya geri dönüşümsüz pulpitis (semptomatik/asemptomatik) (Levin et al., 2009). Pulpanın inflamasyon derecesi, hastanın detaylı bir şekilde ağrı öyküsünün değerlendirilmesi ve vitalite testlerinin uygulanması ile belirlenebilir (Chen & Abbott, 2009).

Vitalite testlerine verilen soğuk uyarana karşı abartılı ve uzun ağrı daha ileri pulpa inflamasyonunu gösterir. Dişler intraoral radyografler ile değerlendirilmesi ile kök gelişim seviyesi veya sert doku değişiklikleri tespit edilebilir (Diogenes & Henry, 2012). Elde edilen bulguların hepsi birlikte değerlendirildiğinde bile histojik tanı ile klinik tanı korele olmak olmayabilir (Dummer, Hicks, & Huws, 1980). Pulpitisin ilerleyişine dair histolojik kanıtlar, pulpanın onarılamaz hale geldiği belirli bir sınırın bulunmadığını göstermektedir. Bu sebeple pulpanın inflamasyon derecesine göre başlangıç, hafif, orta ve şiddetli pulpitis tanımlamaları önerilmiştir (Rechenberg & Zehnder, 2020).

Pulpanın inflamasyon derecesini göstermek için inflamatuvar mediatörler belirteçlerinin bulunmadığı durumlarda, mikroskop altında pulpanın doğrudan incelenmesi önerilmektedir (Lin, Ricucci, Saoud, Sigurdsson, & Kahler, 2020). Pulpanın doğrudan incelenmesi, yanlış teşhis edilmiş nekrotik dokuların tespit edilmesine ve kanama kontrolü sonrası var olan görsel bulgular, pulpa dokusunun durumu hakkında ek tanısal bilgi verir. Doğrudan gözlem ile, semptomatik olgularda dahi vital pulpa tedavisi uygulanabilir (Capping & Dammaschke, 2024).

Vital pulpa tedavilerinde; klinik karar verme süreci, pulpanın inflamasyon derecesi ile ilişkilidir (Roberto Careddu & Duncan, 2021). Pulpal inflamasyon mekanik ve kimyasal yollarla gelişebilmesine rağmen temelde mikroorganizma kaynaklıdır (MÖLLER, Fabricius, Dahlen, ÖHMAN, & Heyden, 1981). Dış çürüğünün mineyi geçerek yüzeyel dentine ulaşması durumunda, lezyonun bulunduğu bölgeye komşu pulpa boynuzunda başlangıçta hafif düzeyde bir inflamasyon gözlenebilir (Warfvinge & Bergenholtz, 1986). Bu sürece eşlik eden intratübüler dentin birikimi sonucu tübüler skleroz gelişir ve aynı zamanda tersiyer dentin oluşumu başlar. Bu değişimlerin ardından, kısa süre içerisinde pulpa dokusu histolojik olarak normal bir yapı sergileyebilir (Warfvinge & Bergenholtz, 1986). Ancak pulpal inflamasyon devam ettiğinde mikroorganizmalar sklerotik dentinin demineralize olması ile tersiyer dentine ulaşır ve pulpal inflamasyonun şiddeti artar. Süreç devam ederse nekroz alanları oluşur (Bergenholtz, Cox, Loesche, & Syed, 1982).

Histolojik çalışmalar, çürüğün aktif ya da duraksamış olmasından bağımsız olarak çürük dokularının korunması durumunda kronik inflamasyon hücrelerinin ve subklinik pulpa inflamasyonunun devam ettiğini göstermiştir (Ricucci & Siqueira Jr, 2020). Ayrıca çürükten etkilenmiş dentinin rezinle bağlantısı sağlam dentine göre daha düşük mikro gerilme dayanımına sahip olduğu bildirilmiştir (Nakajima et al., 1995). Çürük dokusu uzaklaştırmada çürük boyalarının veya lazer kullanımı ile enfekte dokuların uzaklaştırılması kolaylaşabilir ve çürük temizlemede standart oluşturabilir. Amerikan Endodonti Birliğine göre pulpa açılmasından kaçınmak yerine demineralize olmuş enfekte dentini tamamen uzaklaştırmak uzun vadeli başarı şansını yükseltir ("AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy," 2021; Manhas, Pandit, Gugnani, & Gupta, 2020).

Yapılan anket çalışmalarında hekimlerin vital pulpa tedavileri için yaşına dikkat ettiği (Asgary & Eghbal, 2013; Asgary, Eghbal, Fazlyab, Baghban, & Ghodusi, 2015) fakat günümüzde yaşın vital pulpa tedavisinde başarı oranını etkilemediği bildirilmiştir (Duncan, 2022).

Büyütme altındaki pulpa dokusunun inflamasyon durumunun incelenmesi için enfekte dokuların, çürüğün tamamen uzaklaştırılması gerekmektedir (Asgary, Hassanizadeh, Torabzadeh, & Eghbal, 2018). Demineralize mine ve enfekte dentinin tamamen uzaklaştırılmadan tanısal değerlendirme yapılması potansiyel nekroz alanlarının gözlenmesini zorlaştırır (Ricucci et al., 2020). Büyütme araçlarının kullanılması kök kanal tedavisinin başarısını arttırdığı ve pulpanın inflamasyon derecesinin belirlenmesi ve tedavi edilmesini kolaylaştırmasına (Khalighinejad et al., 2017) rağmen büyütme araçlarının uzman hekimler tarafından daha çok kullanıldığı bildirilmiştir (Edwards, Bailey, Stone, & Duncan, 2021).

Pulpanın görsel olarak incelenmesinde,

- Mikroskop ile incelemesinde nekroz, püy varlığı
- Kanamanın niteliği ve süresi değerlendirilir (Ricucci, Siqueira Jr, Li, & Tay, 2019).

Vital pulpa tedavilerinin başarısını değerlendirmedeki kan rengi, kanama süresi gibi bulguların güvenilirliği daha düşük bulunmuştur (Duncan, 2022). Careddu ve ark. yaptıkları çalışmada pulpotomi uygulanan hastalarda bir yıllık takip sonucuna göre başarı ile kanama süresi arasında anlamlı bir ilişki olmadığını bildirmiştir (Roberto Careddu & Duncan, 2021).

Kanama kontrolünde kullanılan ajanlar,

- Sodyum hipoklorit
- Ferrik sülfat
- Kalsiyum hidroksit
- Adrenalin içeren anesteziik solüsyon
- Serum fizyolojik (Munir, Zehnder, & Rechenberg, 2020)

Sodyum hipoklorit antimikrobiyal bir solüsyon olup hemostaz sağlar. Kan pıhtısının kimyasal olarak uzaklaştırılmasını ve pulpa ekspoz bölgesindeki dentin artıklarının ve hasarlı hücrelerin elimine edilmesini sağlar ("AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy," 2021; Manhas et al., 2020). Pulpa dokusunda hemostazın sağlanması amacıyla, ekspoz bölge genellikle 5 ila 10 dakika süreyle sodyum hipoklorit ile irriye edilir. Bu işlem, doğrudan pasif irrigasyon yöntemiyle veya sodyum hipoklorit ile ıslatılmış pamuk peletler aracılığıyla gerçekleştirilebilir. Süre konusunda literatürde farklı uygulamalar bildirilmiştir. ("AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy," 2021; Manhas et al., 2020). Sodyum hipokloritin, pulpa hücresi göçünü, sitodiferansiyasyonu ve sert doku birikimini olumsuz yönde etkilemediği gösterilmiştir. Ayrıca sodyum hipoklorit, kompozit renkleşmesini de ortadan kaldırır (Bogen, Kim, & Bakland, 2008). Bir sistemik derlemede kanama kontrolünde en fazla sodyum hipoklorit sonra ise serum fizyolojik kullanıldığı, sodyum hipoklorit kullanımı ile vital pulpa tedavisi başarısı arasında pozitif ilişki gözlenmiştir (Munir et al., 2020). Özgür ve ark. randomize kontrollü çalışmasında, immatür molar dişlerde 2 yıllık takip sonucu sodyum hipoklorit ve serum fizyolojik arasında başarı açısından fark bulunmamıştır (Özgür, Uysal, & Güngör, 2017). Vital pulpa tedavisi üzerine hafif semptomlar gösteren 96 hasta üzerinde yapılan randomize çalışmada sodyum hipoklorit ve serum fizyolojik irrigasyonunun postoperatif ağrı (N. V. Ballal, Duncan, Rai, Jalan, & Zehnder, 2020) ve 1 yıllık takip sonucu başarı oranı değerlendirilmiştir (N. Ballal et al., 2022). Yapılan çalışma sonuçlarına göre, %2,5'lik sodyum hipoklorit ile yapılan irrigasyon, postoperatif ağrı ve kısa

dönem başarısızlıkları azaltmıştır (N. V. Ballal et al., 2020). 1 yıllık takip sonunda ise, çürüğe bağlı pulpa açılmasının ardından sodyum hipoklorit ile kanama kontrolü, vital pulpa tedavisi başarısını belirgin artırmıştır (N. Ballal et al., 2022).

1. Vital pulpa tedavilerinde kullanılan materyaller

Vital pulpa tedavilerinde kullanılan materyallerin, pulpa sağlığının korunması, iyileşmesinin desteklenmesi ve dentin köprüsü oluşumunun teşvik etmesi hedeflenir. Bu materyaller biyouyumlu, sızdırmaz, antimikrobiyal ve pulpa üzerinde toksik olmamalıdır (Smith, 2002). Kullanılan materyaller,

- Kalsiyum hidroksit
- Mineral trioksit agregat (MTA)
- Mine matriks türevleri
- Işıkla sertleşen kalsiyum silikat esaslı materyal
- Hidroksiapatit
- Dentin talaşları
- Demineralize dentin örnek verilebilir (Yun et al., 2016).

1.1. Kalsiyum Hidroksit

Kalsiyum hidroksit ; sklerotik ve tamir dentin oluşumunu teşvik eder ve pulpayı termal ve mikrobiyal uyaranlara karşı dirençli hale getirir (HR Stanley & Pameijer, 1997). Kalsiyum hidroksit kullanım alanları,

- Direkt ve indirekt pulpa kuafajı
- Apeksogenezis ve apeksifikasyon
- Kök kanal içi medikament uygulamaları,
- Kök rezorpsiyonları
- Kök perforasyonları
- Kök kırıkları gibi travma vakalarında kullanılmaktadır (HR Stanley & Pameijer, 1997).

Vital pulpa tedavileri sonrası sert doku oluşumu ile bakteri ve kimyasal ürünlerine karşı bariyer oluşturur (Holland, 1971).Kalsiyum hidroksit ile yapılan kuafaj sonrası oluşan sert doku bariyerinde hücre kalıntıları olduğu gösterilmiştir. Kalsiyum hidroksitin yüksek pH sahip olması dentinden büyüme faktörlerinin salgılanmasına yardımcı olur (Hebling, Giro, & de Souza Costa, 1999). Kalsiyum hidroksit yüksek pH ile koagülasyon nekrozu oluşturmaktadır.

Koagülasyon nekrozunun distrofik kalsifikasyon sebep olabileceği bildirilmiştir (Pereira, Segala, & Costa, 2000). Oluşan bariyerin ile ilişkili fibronektinin odontoblast farklılaşmasına yardımcı olduğu gösterilmiştir (Yoshida, Yoshida, Nakamura, Iwaku, & Ozawa, 1996).

Bazik ortamların, serbest hidroksil iyonlarının varlığıyla pH'ı yükselterek mineralizasyon sürecini başlatabilir (Tronstad, Andreasen, Hasselgren, Kristerson, & Riis, 1981). Ancak, baryum hidroksit ve kalsiyum fosfat gibi bazik bileşiklerin bu süreci engelleyebileceğini gösteren çalışma da mevcuttur (Mitchell & Shankwalker, 1958). Yüksek pH, osteoklastlardan salgılanan laktik asidi nötralize etmesi ile mineral dokunun yıkımını engelleyebilir. Kalsiyum hidroksit inflamasyon sırasındaki asidik ortama karşı lokal bir bariyer görevi görebilir (Heithersay, 1975). Mineralizasyon sırasında gereken kalsiyum kaynağının materyalden değil kan yolu ile sağlandığını, ana kaynağın materyal olmadığı, uyarıcı bir madde olduğu bildirilmiştir (Fernandes et al., 2008).

Kalsiyum hidroksitin ayrışmasıyla açığa çıkan yüksek reaktiviteye sahip alkali hidroksil iyonları, bakteriyel hücre zarına zarar vererek proteinlerin denatürasyonuna ve DNA bütünlüğünün bozulmasına sebep olur. Antimikrobiyal etkinin, pulpa nekrozuna neden olan mikroorganizmaların engellenmesinin sağlandığı, vital pulpa tedavilerinde avantaj sağladığı ve enfekte pulpa perforasyonlarının yönetiminde etkili olabileceği bildirilmiştir (Harold Stanley, 2002). Ayrıca bakteriyel lipopolisakkaritlerin etkisini azaltarak bakterilerin doku hasarı yaratmasını inhibe etmektedir (Safavi & Nichols, 1993).

Kalsiyum hidroksitin dezavantajlarından biri suda çözünme özelliği ve dentine bağlanmasının zayıf olması ile mikrosızıntıya sebep olmasıdır. Defekli bir dentin köprüsü bakterilere karşı yetersizdir. Üst restorasyon sızdırması ile pulpaya ulaşan mikroorganizmalar nekroza neden olabilir (Tam, Pulver, McComb, & Smith, 1989).

1.2. Mineral Trioksit Agregat

Mineral trioksit agregat nem varlığında sertleşebilen, kalsiyum içerikli hidrofilik bir maddedir (Asgary, Parirokh, Eghbal, & Brink, 2005). Beyaz ve gri olmak üzere iki çeşidi olan mineral trioksit agregatın gri olanı tetrakalsiyum alumina ferrit içeriğinden dolayı renkleşme yaptığı için yerini beyaz mineral trioksit agregata bırakmıştır (Asgary et al., 2005). Mineral trioksit agregat yüksek pH (10) sahiptir ve sertleştikten sonra pH'ı tekrar yükselir (Torabinejad, Hong, McDonald, & Ford, 1995).

Mineral trioksit agregat, yüksek bazikliği dentin tübülleri içerisinde mineralizasyonu indükler, biyofilm oluşumunu inhibe eder ve proinflamatuvar mediatörlerin salınımını azaltır. Vital pulpa tedavileri sonrasında post-operatif

ağrının hafifletilmesinde rol oynar (Moinzadeh, Portoles, Wismayer, & Camilleri, 2016).

Mineral trioksit agregatın en önemli avantajları, biyouyumlu ve osteojenik etkiye sahip olmasıdır. Bakland ve ark. pulpa ve periapikal hücreler için uyumlu olduğu gösterilmiştir (Ford, Torabinejad, Abedi, Bakland, & Kariyawasam, 1996). Mineral trioksit agregatın ekspoz pulpaya uygulanması, dentin köprüsü yüzeyinde nekrotik alan gözlenmesi, bu materyalin kalsiyum hidroksite benzer biyolojik etkileri düşündürmektedir. İlk olarak yüzeyel ekstraselüler matriks oluşumu devamında odontoblast benzeri hücreler tarafından tamir dentini sentezlenmesi ile sert doku birikimi ve pulpa dokusunun fizyolojik fonksiyonlarının korunduğunu gösterilmiştir (Ford et al., 1996). Mineral trioksit agregat ve kalsiyum hidroksit arasındaki temel fark, MTA'nın mikrosızıntıya karşı daha etkili bir koruyucu bariyer oluşturabilme kapasitesidir (Ford et al., 1996).

2. Kalsiyum hidroksitin vital pulpa tedavilerindeki sağkalıma etkisi

Edward ve ark. yaptıkları çalışmada çürüğe bağlı pulpa ekspozlarında tamir materyalleri seçiminde kalsiyum hidroksitin %66 biyoseramiklerin ise %20 oranında tercih edildiğini bildirmişlerdir (Edwards et al., 2021). İrlanda ve İtalya'daki yapılan analizde, katılımcıların %70'inden fazlasının ekspoz pulpa üzerine biyoseramik materyali tercih ettiği görülmüştür ancak İtalya derneğinin genç üyeleri kalsiyum hidroksit materyallerini tercih etmiştir bu durum güncel eğitim yaklaşımlarını veya ekonomik kısıtlamaları ile açıklanabilir (R Careddu, Plotino, Cotti, & Duncan, 2021).

Cushley ve ark. çalışmasında, vital pulpa tedavilerinde biyoseramiklerin tercih edildiğinde üç yıllık takip süresinde %80'in üzerinde başarı oranı gösterirken, kalsiyum hidroksit ile başarı oranı %59 bildirilmiştir. Biyoseramiklerin daha yüksek başarı düzeyine sahip olduğunu ancak kanıt kalitesinin düşük olduğunu belirtmiştir (Cushley et al., 2021).

Aeinehchi ve ark. (2003), Mineral trioksit agregatın ve kalsiyum hidroksitin pulpa kaplama materyali olarak etkinliğini karşılaştırmış; Mineral trioksit agregatın daha az inflamasyon ve nekroza neden olduğu, daha düzenli odontoblast tabakası ve kalın dentin köprüsü oluşumunu indüklediğini bildirmiştir (Aeinehchi, Eslami, Ghanbariha, & Saffar, 2003).

Geri dönüşümsüz pulpitis tanısı alan daimi dişlerin vital pulpa tedavisinde biyoseramikler kullanıldığında 1-2 yıllık kısa dönem takiplerdeki başarı oranı %85-100 arasında değişmektedir (Linsuwanont, Wimonstuthikul, Pothimoke, & Santiwong, 2017; Qudeimat, Alyahya, Hasan, & Barrieshi-Nusair, 2017; Uesrichai et al., 2019). Kalsiyum hidroksit, cam iyonomer simanlar ve reçine bazlı malzemeler kullanıldığında başarı oranlarının %43-%92 arasında değiştiği

bildirilmiştir (Bergenholtz, 2000; de Souza Costa, do Nascimento, & Teixeira, 2002; Taha & Khazali, 2017).

Ricucci ve ark. retrospektif çalışmasında, matür dişlerde derin çürüğe bağlı olarak gelişen pulpa ekspozu vakalarında, kalsiyum hidroksit ile doğrudan pulpa kaplamasının uzun dönemli başarısını değerlendirdiğinde, geri dönüşümlü pulpit tanısı konulan hastalarda, tek operatör tarafından 15 yıl boyunca uygulanan tedaviler 1 yıldan 35 yıla kadar takip edilmiştir (Ricucci, Rôças, Alves, Cabello, & Siqueira Jr, 2023). Hastaların büyütme altında tam çürük temizliği yapılmış, pulpa ekspozu bölgesi direkt olarak incelenmiş ve kalsiyum hidroksit tozu ya da kalsiyum hidroksit bazlı bir siman ile tamir edilmiştir. Pulpa canlılığı ve periapikal sağlık başarı kriterleri olarak belirlenmiş, vitalite testlerine yanıt vermeyen ve radyografik olarak apikal periodontitis olan dişler başarısız olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, 1. yılda %100, 5. ve 10. yıllarda %95, 20. yılda %86 ve 35. yılda %89 oranında başarı bildirilmiştir (Ricucci et al., 2023). Başarısızlık sebebi, belirgin derece koronal restorasyonun kalitesizliği ve kırılması olarak gösterilmiştir ($p < 0.001$) ve çok değişkenli regresyon analizleri, kalsiyum hidroksit simanın kullanıldığı hastalarda 5. yılda başarısızlık oranı artmıştır (Ricucci et al., 2023). Kalsiyum hidroksit ile yapılan vital pulpa tedavilerinin, uygun vaka seçimi ve uygun koronal restorasyon uygulandığında, uzun vadede yüksek başarı oranlarına ulaşabileceğini göstermektedir (Ricucci et al., 2023).

Biyoseramiklerin kalsiyum hidroksite göre daha kalın mineralize köprü oluşumunu indüklediği gösterilmesine rağmen her iki materyalinde oluşturduğu sert doku tamir odaklıdır (Nair, Duncan, Pitt Ford, & Luder, 2008). Histolojik olarak gerçek dentin yapısında olmamakla birlikte dentin benzeri tübüler yapı oluşumunu teşvik etmektedir (Damaschke, Nowicka, Lipski, & Ricucci, 2019).

Vital pulpa tedavilerinde sızdırmaz üst restorasyon tedavi başarısında etkilidir (Damaschke, 2024). Kalsiyum silikatların tamir materyali olarak kullanıldığı ve restorasyonun tedaviyle eş zamanlı gerçekleştirildiği durumlarda başarı oranlarının yüksek olduğu bildirilmektedir (Chailertvanitkul et al., 2014; Harms, Schäfer, & Damaschke, 2019; Marques, Wesselink, & Shemesh, 2015; Mente et al., 2010). Yapılan alışmalar gecikmeli restorasyonun kısa ve orta vadede başarılı sonuçlar verebileceğini ortaya koysa da (Harms et al., 2019; Linsuwanont et al., 2017), uzun dönem değerlendirmeler, canlı pulpa tedavisini takiben restorasyonun en kısa sürede tamamlanmasının tedavi başarısı açısından önemli prognostik olduğunu bildirmiştir (Çalışkan & Güneri, 2017; Demarco, Rosa, Tarquínio, & Piva, 2005; El Meligy & Avery, 2006; Galani et al., 2017; Nosrat, Seifi, & Asgary, 2013). Üst restorasyonun tedavinin uygulandığı seans yapılmasının avantajları olarak mikrosızıntının önlenmesi, kullanılan tamir materyalinin yüzeyinin korunması, post-operatif hassasiyetin ve termal

iletkenliğin azaltılması ve tüberkül koruması için destek oluşturulması sayılabilir ("AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy," 2021).

Vital pulpa tedavileri, pulpanın iyileşme süreçlerini destekleyerek konak savunmasının devam ettilmesini sağlayan tedavi yaklaşımlarından oluşmaktadır. Pulpanın inflamasyon derecesi vital pulpa tedavilerinin başarısını belirleyen önemli etken olmasına rağmen, hekimin doğrudan kontrolünde olan yara yüzeyi dezenfeksiyonu, büyütme sistemlerinin kullanılması ve uygun tamir materyalinin seçimi gibi faktörler de sonuç üzerinde etkili olabilmektedir. Biyoseramik materyallerinin üstün özelliklerine rağmen kalsiyum hidroksit içerikli materyaller de hekimin o an ki klinik koşullarına göre vital pulpa tedavilerinde başarılı bir pulpa tamir materyali olarak kullanılabilir.

Kaynakça

- AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy. (2021). *J Endod*, 47(9), 1340-1344. doi:10.1016/j.joen.2021.07.015
- Aeinehchi, M., Eslami, B., Ghanbariha, M., & Saffar, A. (2003). Mineral trioxide aggregate (MTA) and calcium hydroxide as pulp-capping agents in human teeth: a preliminary report. *International Endodontic Journal*, 36(3).
- Asgary, S., & Eghbal, M. J. (2013). Treatment outcomes of pulpotomy in permanent molars with irreversible pulpitis using biomaterials: a multi-center randomized controlled trial. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(1), 130-136.
- Asgary, S., Eghbal, M. J., Fazlyab, M., Baghban, A. A., & Ghoddusi, J. (2015). Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: a non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clinical oral investigations*, 19, 335-341.
- Asgary, S., Hassanizadeh, R., Torabzadeh, H., & Eghbal, M. J. (2018). Treatment outcomes of 4 vital pulp therapies in mature molars. *Journal of endodontics*, 44(4), 529-535.
- Asgary, S., Parirokh, M., Eghbal, M. J., & Brink, F. (2005). Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*, 31(2), 101-103.
- Ballal, N., Duncan, H., Wiedemeier, D., Rai, N., Jalan, P., Bhat, V., . . . Zehnder, M. (2022). MMP-9 levels and NaOCl lavage in randomized trial on direct pulp capping. *Journal of Dental Research*, 101(4), 414-419.
- Ballal, N. V., Duncan, H. F., Rai, N., Jalan, P., & Zehnder, M. (2020). Sodium hypochlorite reduces postoperative discomfort and painful early failure after carious exposure and direct pulp capping—initial findings of a randomized controlled trial. *Journal of Clinical Medicine*, 9(8), 2408.
- Bergenholtz, G. (2000). Evidence for bacterial causation of adverse pulpal responses in resin-based dental restorations. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 11(4), 467-480.
- Bergenholtz, G., Cox, C. F., Loesche, W. J., & Syed, S. A. (1982). Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. *Journal of Oral Pathology & Medicine*, 11(6), 439-450.
- Bogen, G., Kim, J. S., & Bakland, L. K. (2008). Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: an observational study. *The Journal of the American Dental Association*, 139(3), 305-315.

- Capping, D. P., & Dammaschke, T. (2024). Vital Pulp Treatment Modalities. *Vital Pulp Treatment*, 84.
- Careddu, R., & Duncan, H. F. (2021). A prospective clinical study investigating the effectiveness of partial pulpotomy after relating preoperative symptoms to a new and established classification of pulpitis. *International Endodontic Journal*, 54(12), 2156-2172.
- Careddu, R., Plotino, G., Cotti, E., & Duncan, H. (2021). The management of deep carious lesions and the exposed pulp amongst members of two European endodontic societies: a questionnaire-based study. *International Endodontic Journal*, 54(3), 366-376.
- Chailertvanitkul, P., Paphangkorakit, J., Sooksantisakoonchai, N., Pumas, N., Pairojamornyoot, W., Leela-Apiradee, N., & Abbott, P. (2014). Randomized control trial comparing calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate for partial pulpotomies in cariously exposed pulps of permanent molars. *International Endodontic Journal*, 47(9), 835-842.
- Chen, E., & Abbott, P. V. (2009). Dental pulp testing: a review. *International journal of dentistry*, 2009(1), 365785.
- Cushley, S., Duncan, H., Lappin, M., Chua, P., Elamin, A., Clarke, M., & El-Karim, I. (2021). Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 54(4), 556-571.
- Çalışkan, M. K., & Güneri, P. (2017). Prognostic factors in direct pulp capping with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide: 2-to 6-year follow-up. *Clinical Oral Investigations*, 21, 357-367.
- Dammaschke, T. (2024). Vital Pulp Treatment Modalities: Direct Pulp Capping. *Vital Pulp Treatment*, 84-107.
- Dammaschke, T., Nowicka, A., Lipski, M., & Ricucci, D. (2019). Histological evaluation of hard tissue formation after direct pulp capping with a fast-setting mineral trioxide aggregate (RetroMTA) in humans. *Clinical Oral Investigations*, 23, 4289-4299.
- de Souza Costa, C. A., do Nascimento, A. B. L., & Teixeira, H. M. (2002). Response of human pulps following acid conditioning and application of a bonding agent in deep cavities. *Dental Materials*, 18(7), 543-551.
- Demarco, F. F., Rosa, M. S., Tarquínio, S. B. C., & Piva, E. (2005). Influence of the restoration quality on the success of pulpotomy treatment: a preliminary retrospective study. *Journal of Applied Oral Science*, 13, 72-77.

- Diogenes, A., & Henry, M. (2012). Pain pathways and mechanisms of the pulpo-dentin complex. *Seltzer and Bender's Dental Pulp, 2nd ed.*; Hargreaves, KM, Goodis, HE, Tay, FR, Eds, 159-184.
- Dummer, P., Hicks, R., & Huws, D. (1980). Clinical signs and symptoms in pulp disease. *International Endodontic Journal*, 13(1).
- Duncan, H. F. (2022). Present status and future directions—Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *International Endodontic Journal*, 55, 497-511.
- Edwards, D., Bailey, O., Stone, S. J., & Duncan, H. (2021). How is carious pulp exposure and symptomatic irreversible pulpitis managed in UK primary dental care? *International Endodontic Journal*, 54(12), 2256-2275.
- El Meligy, O. A., & Avery, D. R. (2006). Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide as pulpotomy agents in young permanent teeth (apexogenesis). *PEDIATRIC DENTISTRY*, 28(5), 399-404.
- Fernandes, A. M., Silva, G. A., Lopes Jr, N., Napimoga, M. H., Benatti, B. B., & Alves, J. B. (2008). Direct capping of human pulps with a dentin bonding system and calcium hydroxide: an immunohistochemical analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105(3), 385-390.
- Ford, T. R. P., Torabinejad, M., Abedi, H. R., Bakland, L. K., & Kariyawasam, S. P. (1996). Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. *The Journal of the American Dental Association*, 127(10), 1491-1494.
- Galani, M., Tewari, S., Sangwan, P., Mittal, S., Kumar, V., & Duhan, J. (2017). Comparative evaluation of postoperative pain and success rate after pulpotomy and root canal treatment in cariously exposed mature permanent molars: a randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*, 43(12), 1953-1962.
- Harms, C. S., Schäfer, E., & Dammaschke, T. (2019). Clinical evaluation of direct pulp capping using a calcium silicate cement—treatment outcomes over an average period of 2.3 years. *Clinical Oral Investigations*, 23, 3491-3499.
- Hebling, J., Giro, E. M. A., & de Souza Costa, C. A. (1999). Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp. *Journal of Endodontics*, 25(10), 676-682.
- Heithersay, G. S. (1975). Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *International Endodontic Journal*, 8(2), 74-93.
- Holland, R. (1971). Histochemical response of amputated pulps to calcium hydroxide. *Rev Bras Pesq Med Biol*, 4(1-2), 83-95.

- Khalighinejad, N., Aminoshariae, A., Kulild, J. C., Williams, K. A., Wang, J., & Mickel, A. (2017). The effect of the dental operating microscope on the outcome of nonsurgical root canal treatment: a retrospective case-control study. *Journal of endodontics*, 43(5), 728-732.
- Levin, L. G., Law, A. S., Holland, G., Abbott, P. V., & Roda, R. S. (2009). Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. *Journal of endodontics*, 35(12), 1645-1657.
- Lin, L. M., Ricucci, D., Saoud, T. M., Sigurdsson, A., & Kahler, B. (2020). Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Australian Endodontic Journal*, 46(1), 154-166.
- Linsuwanont, P., Wimonstuthikul, K., Pothimoke, U., & Santiwong, B. (2017). Treatment outcomes of mineral trioxide aggregate pulpotomy in vital permanent teeth with carious pulp exposure: the retrospective study. *Journal of Endodontics*, 43(2), 225-230.
- Manhas, S., Pandit, I. K., Gugrani, N., & Gupta, M. (2020). Comparative evaluation of the efficacy of stepwise caries excavation vs indirect pulp capping in preserving the vitality of deep carious lesions in permanent teeth of pediatric patients: an in vivo study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 13(Suppl 1), S92.
- Marques, M. S., Wesselink, P. R., & Shemesh, H. (2015). Outcome of direct pulp capping with mineral trioxide aggregate: a prospective study. *Journal of Endodontics*, 41(7), 1026-1031.
- Mente, J., Geletneky, B., Ohle, M., Koch, M. J., Ding, P. G. F., Wolff, D., . . . Pfefferle, T. (2010). Mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide direct pulp capping: an analysis of the clinical treatment outcome. *Journal of Endodontics*, 36(5), 806-813.
- Mitchell, D. F., & Shankwalker, G. B. (1958). Osteogenic potential of calcium hydroxide and other materials in soft tissue and bone wounds. *Journal of Dental Research*, 37(6), 1157-1163.
- Moinzadeh, A. T., Portoles, C. A., Wismayer, P. S., & Camilleri, J. (2016). Bioactivity potential of EndoSequence BC RRM putty. *Journal of Endodontics*, 42(4), 615-621.
- MÖLLER, Å. J., Fabricius, L., Dahlen, G., ÖHMAN, A. E., & Heyden, G. (1981). Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *European Journal of Oral Sciences*, 89(6), 475-484.
- Munir, A., Zehnder, M., & Rechenberg, D.-K. (2020). Wound lavage in studies on vital pulp therapy of permanent teeth with carious exposures: a qualitative systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4), 984.

- Nair, P., Duncan, H., Pitt Ford, T., & Luder, H. (2008). Histological, ultrastructural and quantitative investigations on the response of healthy human pulps to experimental capping with mineral trioxide aggregate: a randomized controlled trial. *International Endodontic Journal*, 41(2), 128-150.
- Nakajima, M., Sano, H., Burrow, M., Tagami, J., Yoshiyama, M., Ebisu, S., . . . Pashley, D. (1995). Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *Journal of dental research*, 74(10), 1679-1688.
- Nosrat, A., Seifi, A., & Asgary, S. (2013). Pulpotomy in caries-exposed immature permanent molars using calcium-enriched mixture cement or mineral trioxide aggregate: a randomized clinical trial. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 23(1), 56-63.
- Özgür, B., Uysal, S., & Güngör, H. C. (2017). Partial pulpotomy in immature permanent molars after carious exposures using different hemorrhage control and capping materials. *PEDIATRIC DENTISTRY*, 39(5), 364-370.
- Pereira, J. C., Segala, A. D., & Costa, C. (2000). Human pulpal response to direct pulp capping with an adhesive system. *American Journal of Dentistry*, 13(3), 139-147.
- Qudeimat, M., Alyahya, A., Hasan, A., & Barrieshi-Nusair, K. (2017). Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a preliminary study. *International Endodontic Journal*, 50(2), 126-134.
- Rechenberg, D. K., & Zehnder, M. (2020). Call for a review of diagnostic nomenclature and terminology used in endodontics. *International Endodontic Journal*, 53(10), 1315-1317.
- Ricucci, D., Rôças, I. N., Alves, F. R., Cabello, P. H., & Siqueira Jr, J. F. (2023). Outcome of direct pulp capping using calcium hydroxide: a long-term retrospective study. *Journal of Endodontics*, 49(1), 45-54.
- Ricucci, D., & Siqueira Jr, J. F. (2020). Bacteriologic status of non-cavitated proximal enamel caries lesions. A histologic and histobacteriologic study. *Journal of Dentistry*, 100, 103422.
- Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Li, Y., & Tay, F. R. (2019). Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *Journal of dentistry*, 86, 41-52.
- Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Lipski, M., Shiban, A., & Tay, F. R. (2020). Pulp and dentine responses to selective caries excavation: a histological and histobacteriological human study. *Journal of Dentistry*, 100, 103430.

- Safavi, K. E., & Nichols, F. C. (1993). Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *Journal of Endodontics*, 19(2), 76-78.
- Smith, A. (2002). Pulpal responses to caries and dental repair. *Caries research*, 36(4), 223-232.
- Stanley, H. (2002). Calcium hydroxide and vital pulp therapy. *Seltzer and Bender's dental Pulp*, 309-324.
- Stanley, H., & Pameijer, C. (1997). Dentistry's friend: calcium hydroxide. *Operative dentistry*, 22, 1-3.
- Taha, N. A., & Khazali, M. A. (2017). Partial pulpotomy in mature permanent teeth with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1417-1421.
- Tam, L., Pulver, E., McComb, D., & Smith, D. (1989). Physical properties of calcium hydroxide and glass-ionomer base and lining materials. *Dental Materials*, 5(3), 145-149.
- Torabinejad, M., Hong, C., McDonald, F., & Ford, T. P. (1995). Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *Journal of Endodontics*, 21(7), 349-353.
- Tronstad, L., Andreasen, J., Hasselgren, G., Kristerson, L., & Riis, I. (1981). pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 7(1), 17-21.
- Uesrichai, N., Nirunsittirat, A., Chuveera, P., Srisuwan, T., Sastraruji, T., & Chompu-Inwai, P. (2019). Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6-to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial. *International Endodontic Journal*, 52(6), 749-759.
- Warfvinge, J., & Bergenholtz, G. (1986). Healing capacity of human and monkey dental pulps following experimentally-induced pulpitis. *Dental Traumatology*, 2(6), 256-262.
- Yoshida, K., Yoshida, N., Nakamura, H., Iwaku, M., & Ozawa, H. (1996). Immunolocalization of fibronectin during reparative dentinogenesis in human teeth after pulp capping with calcium hydroxide. *Journal of Dental Research*, 75(8), 1590-1597.
- Yun, J.-Y., Choi, Y.-H., Kim, Y.-K., Um, I.-W., Park, J.-C., & Kim, J.-Y. (2016). Experimental study of pulp capping using xenogenic demineralized dentin paste. *Journal of Hard Tissue Biology*, 25(3), 321-328.