

ENDODONTİ KONULARI

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Abdurrahman Can ÖNALAN

yaz
yayınları

Endodonti Konuları

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Abdurrahman Can ÖNALAN

yaz
yayınları

2025

Endodonti Konuları

Editör: Dr.Öğr.Üyesi Abdurrahman Can ÖNALAN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5547-80-4

Mart 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Kök Kanal Tedavisi Başarısızlığında Alternatif Tedavi Yöntemleri.....	1
<i>Emine Sıla ORTAK, Merve SARI, Pelin TUFENKÇİ</i>	
Endodontik Tedavide Lazer Teknolojileri.....	35
<i>Abdurrahman Can ÖNALAN</i>	
Endodontide Akut Alevlenmeler.....	53
<i>Ekin Deniz ÇATMABACAK, Uğurcan YILDIZ</i>	
Endodontik Enfeksiyonların Mikrobiyolojisi.....	69
<i>Ahmet Kerem EREN</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

KÖK KANAL TEDAVİSİ BAŞARISIZLIĞINDA ALTERNATİF TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Emine Sıla ORTAK¹

Merve SARI²

Pelin TÜFENKÇİ³

1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisi; hasar görmüş diş pulpasının uzaklaştırılıp, kök kanalının biyomekanik preparasyon, irrigasyon solüsyonları ve/veya seans arası medikamentlerle dezenfeksiyonunun sağlanmasının ardından, biyouyumlu kök kanal dolgu materyalleri ile doldurulması aşamalarını içerir. Amaç kök kanal sisteminin yeniden enfekte olmasını önlemek, ilgili dişin semptomsuz ve fonksiyonel olarak ağızda tutulmasını sağlamaktır (Hudson, Remeikis, and Cura 1992). Kök kanal tedavisi için başarı oranının %85 ila %98 arasında olduğu bildirilmiş olsa da (Salehrabi & Rotstein, 2004), tedaviden sonra başarısızlıklar meydana gelebilir. Kök kanal tedavisinde başarısızlık temelde intraradiküler veya ekstraradiküler enfeksiyona bağlı mikrobiyolojik etkenler; yabancı cisim reaksiyonu ve gerçek kistler gibi mikrobiyolojik olmayan etkenler; iatrojenik faktörler ve koronal sızıntıya bağlıdır. Avrupa Endodonti Birliği (ESE) başarısızlık kriterlerini; dişte mobilite,

¹ Arş.Gör., Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, esilaortak@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-8193-1932

² Dr.Öğr.Ü., Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, sarimerve94@outlook.com, ORCID ID: 0000-0002-9432-3809

³ Doç.Dr., Mustafa Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı pelintufenkci@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9881-5395

şişlik, ağrı, sinüs yolu gibi klinik semptomlarının olması, tedavi sonrası radyolojik olarak yeni bir radyolusent alanın görülmesi ya da var olan lezyonun büyümesi, 4 yıllık takip periyodunda periapikal lezyon boyutunun sabit kalması, kök kanalında rezorpsiyon alanlarının görülmesi olarak tanımlamıştır.

Primer endodontik tedavi sonrası apikal periodontitis oluşması durumunda yapılabilecek tedavi seçenekleri retreatment, endodontik cerrahi, kasıtlı replantasyon, hemiseksiyon, ototransplantasyon ve diş çekimi olarak sıralanabilir.

2. RETREATMENT (CERRAHİ OLMAYAN KÖK KANAL TEDAVİSİ TEKRARI)

Retreatment, daha önce endodontik tedavi uygulanmış bir dişin yeniden enfeksiyonuna bağlı ağrı, şişlik, sinüs yolu, apikalde lezyon gözlenmesi gibi başarısızlığı gösteren işaretler varlığında önceki kanal dolgusunun sökülüp dişin yeniden tedavi edilmesi işlemidir. Retreatmentta amaç hastada oluşan semptomların giderilmesi ve dişin fonksiyonel olarak ağızda devamlılığının sağlanmasıdır. Kök kanal tedavisinin yenilendiği dişlerde başarı oranı %62-91 olarak bildirilmiştir(Olcay vd., 2019) Cerrahi tedaviye göre daha az invaziv olması, tedavi sonrası sürecin daha az travmatik olması, komşu dişler ile çevre nöral, vasküler ve anatomik oluşumlara zarar verme ihtimalinin daha düşük olması nedeniyle primer tedavinin başarısız olduğu durumlarda ilk tedavi seçeneğidir(Maalouf EM & Guttmann JL, 1994).

2.1. Retreatment Başarısına Etki Eden Faktörler

Yapılan bir çalışmada primer endodontik tedavinin başarı oranı Diabetes mellitus (DM) olan hastalarda %73.2 ve sistemik hastalığı olmayan hastalarda %85.6 bulunmuştur. DM'nin özellikle apikal periodontitisli dişlerde kök kanal tedavisinin

başarısını azalttığı sonucuna varılmıştır (Laukkanen et al., 2019). Marending ve ark., (2005) bağışıklık sistemindeki bozuklukların primer endodontik tedavi ve retreatment başarı oranını düşürdüğünü bildirmişlerdir (Marending vd., 2005). Bağışıklık sistemi yetersiz olan hastalarda, kök kanal tedavisi sonrası iyileşme süreci, periapikal dokulardaki residüel enfeksiyon veya iltihap nedeniyle engellenebilirken, sağlıklı bireylerde bu residüel enfeksiyon, konağın bağışıklık sistemi tarafından kontrol altına alınabilir. Bu nedenle klinik karar verme sürecinde ve prognozun tayininde hastanın genel sağlık durumu dikkate alınmalıdır (Wang vd., 2011).

Yapılan çalışmalarda diş tipinin retreatment başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu ve molar dişlerde iyileşme oranlarının anterior ve premolar dişlere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir (Olçay vd., 2019; M. M. Zhang vd., 2021). Laukkanen ve ark., retreatment yapılan mandibular anterior dişlerin %66.7, maksiller molar dişlerin %70 ve mandibular molar dişlerin %70.6 ile diğer dişlere kıyasla daha düşük başarı oranı gösterdiklerini bildirmişlerdir (Laukkanen vd., 2019b). Endodontik tedavi sırasında bulunamayan kanallar tedavinin başarısız olmasında önemli faktörlerden biridir. Hoen ve ark., retreatment uygulanması gereken dişlerin %42'sinde gözden kaçan kanal tespit etmişlerdir (Hoen & Pink, 2002). Kök kanal morfolojisine ve potansiyel varyasyonlara hakim olmak ve maksiller molarların MB2 kanalı, mandibular birinci molarların distolingual kanalı, mandibular anterior dişlerin lingual kanalı ve mandibular premolar dişlerin dallanan kanalları gibi yaygın olarak gözden kaçan kanalları bilinmesi yapılan tedavinin başarı şansını artırmaktadır (D. Wu vd., 2011).Yapılan bir çalışma mandibular molarların ek köklerini belirlemede Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) kullanılmasının önemli ve öngörülebilir bir fayda sağladığını göstermiştir (Tu vd., 2009). Abuabara ve ark. MB2 kanallarının yalnızca %8'inin periapikal

radyografi kullanılarak tespit edildiğini, KIBT ile ise MB2 kanallarının %54'ünün tespit edildiğini bildirmiştir (Abuabara et al., 2013). Tedavi öncesi alınan bir KIBT görüntüsünün, tedavi öncesi alınan bir periapikal radyografiden daha fazla tanı bilgisi sağladığı ve bu bilginin doğrudan retreatment başarısını etkileyebileceği söylenebilir (Rodríguez vd., 2017). Özellikle molar dişlerde görülen kompleks anatomik yapıların tespiti ve tedavisinde dental operasyon mikroskobu (DOM) kullanımının avantajlı olduğu gösterilmiştir. DOM'un kök kanallarını görselleştirmedeki üstünlüğü sayesinde kanal kalsifikasyonları, kompleks anatomiler ve varyasyonlar daha kolay fark edilebilir (Buhrley vd., 2002)

Apikal periodontitis lezyonunun boyutunun kanaldaki bakteriyel çeşitlilikle doğru orantılı olduğu, yani lezyon ne kadar büyükse ilişkili mikrobiyomun da o kadar karmaşık olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, büyük lezyonlu ve/veya histopatolojik olarak kist tanısı konmuş dişlerde apikal kanal segmentinde bakteriyel biyofilm prevalansı yüksektir (Ricucci & Siqueira, 2010). Büyük ve/veya kistik lezyonlar, kök kanalında uzun süreli enfeksiyonların sonucu olarak gelişen kronik patolojik süreçlerdir. Bu süreçte bakteriler, sayıca artarak olgun biyofilm oluşturur ve ramifikasyonlar, istmuslar, dentin tübülleri gibi ana kanaldan uzak bölgelere yayılma fırsatı bulur (Vera vd., 2012).

Apikal periodontitisin boyutunun tedavi sonuçları üzerindeki etkisine ilişkin veriler yetersizdir. Büyük lezyonlu (7 ila 18 mm çapında) dişlerin sonuçlarını değerlendiren bir çalışma, daha küçük lezyonları ele alan diğer çalışmalarla karşılaştırılabilir bir başarı oranı göstermiştir (Caliskan MK., 2004). Buna karşılık tedavi öncesi apikal periodontitisin daha büyük olmasının cerrahi olmayan kök kanal tedavisinin sonuçları üzerindeki olumsuz etkisini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde, apikal periodontitis boyutundaki her 1 mm'lik artışla birlikte başarı olasılığının yaklaşık %18 azaldığı bildirilmiştir

(Hoskinson vd., 2002). Eyüboğlu ve ark., boyutu 5 mm'den küçük lezyonların iyileşme oranlarının 5 mm'den büyük lezyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Olçay vd., 2019). Bu düşük başarı oranları, büyük lezyonlu dişlerde apikal enfeksiyonun karmaşıklığı ile açıklanabilir. Ayrıca, büyük lezyonların kist olduğuna ve bu nedenle cerrahi olmayan tedaviden sonra iyileşmeyeceğine dair bazı inanışlar vardır. Ancak, bu varsayım bilimsel kanıtlarla desteklenmemektedir (Artaza vd., 2024).

Sinüs yolu varlığı da kronik apikal apse vakalarında yaygın olarak gözlenen ekstraradiküler enfeksiyonla ilişkisi nedeniyle, tedavi sonucunu olumsuz etkileyen bir faktör olarak bildirilmiştir (Ricucci vd., 2018). Benzer şekilde antibiyotik kullanımı öyküsü de tedavinin kötü sonuçlanmasıyla ilişkili bulunmuştur. Bu durumun apse varlığında sistemik antibiyotiklerin sıklıkla kullanılmasıyla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Artaza vd., 2024).

Kök kanal tıkanıklıkları, transportasyon, kök kanal morfolojisinin bozulması ve strip perforasyonlar retreatment uygulanmasını zorlaştıran faktörlerdir. Gorni ve ark., önceki kanal tedavisinden kaynaklı komplikasyonlar sonucu kök kanal anatomisinde değişiklik olan ve olmayan dişlerdeki başarı oranlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, kök kanal anatomisinde değişiklik olmayan dişlerdeki başarı oranını %87.1, anatomisi bozulmuş olan dişlerde ise %44.1 olduğunu bildirmiştir. DOM, kök kanal tedavisi ve cerrahi endodontik tedaviler sırasında iyatrojenik hataların hassas bir şekilde tespit edilmesini ve görüntülenmesini sağlamaktadır. Rodríguez ve ark., kök kanal tedavisi başarısızlığı sonrasında genel diş hekimleri ve endodontistler arasında CBCT görüntülemenin karar verme üzerindeki etkisini belirlemiştir. Hekimler CBCT incelemesi sonrası, vakaların %49.8'inde CBCT'yi görüntüledikten sonra

tedavi planlarını değiştirmişlerdir ve hekimlerin dişin çekilmesi kararını seçme oranı %11.67'den %20'ye yükselmiştir.

Mente ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada MTA ile onarılan 64 kök perforasyonunun tedavi sonuçları araştırılmıştır. Ortalama 2 yıllık takip sonunda tedavi edilen dişlerin %86'sının iyileştiği bildirilmiştir. Perforasyon tamirinde MTA kullanımının kök perforasyonları için uzun vadeli başarılı sonuçlar gösterdiği belirtilmiştir (Mente vd., 2014). Ayrıca, özellikle önceki tedaviden kaynaklı kırık alet varlığı ya da kanalın tıkanması gibi komplikasyonlar sonucu apikale ulaşılamayan kanallarda başarı oranlarının önemli ölçüde düştüğü bildirilmiştir (Gorni & Gagliani, 2004).

Daha uzun takip süreleri kullanan çalışmalar, tedavi öncesi lezyon varlığının tedavi sonucu üzerinde bir etkisi olmadığını göstermiştir (Sjbgren vd., 1990) bu da daha büyük apikal periodontitis lezyonlarının daha yavaş iyileştiğini düşündürmektedir. Takip ile ilgili olarak, tedavi sonrası 1 yıl periradiküler iyileşmeyi değerlendirmek için yeterli en kısa süre olarak kabul edilmiştir (Azim vd., 2016). Bu nedenle, takip süresi 4-5 yıl olan çalışmalarda sonucu değerlendirmek için biri küçülen lezyonları başarı (gevşek) ve diğeri başarısızlık (katı) olarak kabul eden 2 farklı kriter kullanılması tavsiye edilir (Artaza vd., 2024).

Seferoęlu ve ark. yaptığı periapikal lezyonu olan semptomatik alt çene birinci azı dişlerinde retreatment sonucunu değerlendiren 2-4 yıllık bir takip çalışmasında retreatment yapılan dişlerin %64'ü iyileşmiş ve %24'ü iyileşmekte ve %12'si başarısızlıkla sonuçlanmış olup toplam başarı oranı %88 olarak bildirilmiştir. Mevcut çalışma tedavi öncesi yumuşak doku hassasiyeti, intraoral şişlik ve aktif eksüda drenajı gibi etkenlerin molarlarda retreatment sonucunu etkilemediğini ortaya koymuştur (Serefoglu vd., 2021).

Retreatment sonrası kök kanal dolgusunun kalitesi, apikal ve koronal obturasyonun seviyesi tedavi sonucunu etkileyen önemli bir faktördür. Apikal açıklığın sağlanamadığı ve kök kanal dolgusunun radyografik apekten 2 mm'den daha kısa olduğu durumlarda başarı oranının önemli ölçüde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Mann ve ark. tarafından yapılan çalışmada apikalden taşan kök kanal dolgu materyali varlığında başarı şansının %62 oranında azaldığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, yeterli kök dolgularının en yüksek başarı oranıyla ilişkili olduğu bunu kısa ve ardından taşkın kök dolgularının izlediği belirtilmiştir (Ng vd., 2011).

3. ENDODONTİK CERRAHİ

İnatçı apikal periodontitis tedavisinde cerrahi olmayan retreatment tedavisi genellikle tercih edilen ilk yaklaşım olmasına karşın (Von Arx, 2005), E. Faecalis gibi inatçı mikroorganizmaların elimine edilmesi, taşkın dolgu materyallerinin, sert siman dolgu materyallerinin, uzun postların veya kırık aletlerin uzaklaştırılması söz konusu olduğunda; kök kanallarında basamak, transportasyon, aşırı eğim veya kalsifikasyon varlığında cerrahi olmayan retreatment tedavisinin öngörülebilir bir şekilde pratik olarak uygulanması her zaman mümkün olmamaktadır. Klinisyen her vaka için cerrahi olmayan retreatment tedavisinin, cerrahi yaklaşıma kıyasla avantajlarını, risklerini ve maliyetini göz önünde bulundurmalıdır. Görüntüleme, büyütme ve aydınlatma sistemlerinin, materyal vs. fiziksel donanımın yeterliliği sorgulanmalı, beceri ve deneyimler doğrultusunda hareket edilmelidir. Örneğin köprü protezine dayanak olarak kullanılmış bir dişe retreatment yapılması planlandığında köprünün sökülmesi mümkün değilse ya da sökülmesi durumunda yeniden yapılması gerektiğinde hasta konforu ve maliyet düşünüldüğünde periradiküler cerrahi ilk

seçenek olabilir. Benzer şekilde vertikal kök kırığı olan dişlerin tedavisinde veya biyopsi endike olduğunda cerrahi yaklaşım ilk tercih olabilir. (Hepworth & Friedman, 1997)

Apikal rezeksiyonun amacı etkilenen bölgeye ulaşmak, hastalıklı dokuyu uzaklaştırmak, kök çevresini ve kök kanalı sistemini değerlendirmek ve periodonsiyumun yenilenmesinin stimüle edecek kök ucu dolgusu formunda biyouyumlu bir tıkaç yerleştirmektir. Dişlerin yaklaşık %75’inde dişin apikal 3 mm’inde kanal düzensizlikleri (aksesuar veya yan kanallar) vardır. Yaklaşık 3 mm’lik bir apikal rezeksiyon aksesuar ve lateral kanalların çoğunu içerecek ve böylece kalan mikroorganizmaları ve iritanları ortadan kaldıracaktır (De Deus & Horizonte, 1994)

Endodontik mikrocerrahinin uzun vadeli iyileşme oranının %84 ila %93 arasında değiştiği bildirilmiştir (Von Arx et al., 2014). Mikrocerrahi tekniklerin kullanımı, geleneksel tekniklerle karşılaştırıldığında kök ucu cerrahisinde öngörülebilir şekilde yüksek başarı oranlarına ulaşılmasını sağlamıştır (Setzer vd., 2010) Dental operasyon mikroskobu ile güçlü büyütmenin endodontik cerrahinin başarısına katkıda bulunduğu gösterilmiştir. (Tsis vd., 2013) .

Apikal rezeksiyonda kök ucu dolgu materyali olarak çinko oksit öjenol siman, intermediate restoratif materyal (IRM), Super-EBA, cam iyonomer siman, diaket, kompozit rezin, retroplast, geristore, kompomer, mineral trioksit agregat (MTA) ve hidrofilik kalsiyum silikat içerikli materyaller kullanılmıştır.

Mineral trioksit agregat kullanılarak yapılan endodontik cerrahi, diğer retrograd dolgu materyallerine kıyasla önemli ölçüde daha iyi tedavi sonucuyla ilişkilendirilmiştir (Tsis vd., 2013). 1-16 yıllık takip süresine sahip retrospektif bir çalışmada, MTA ile tedavi edilen 43 dişin 36’sı (%83,7) başarılı olarak sınıflandırılmıştır (Villa-Machado vd., 2013). Von arx ve ark. apikal rezeksiyon sonrası kök ucu dolgu materyali olarak MTA ve

rezin kompoziti kullandıkları, 5 yıllık takip çalışmalarında genel başarı oranının %84.5 olduğunu bildirmişlerdir. MTA ile tedavi edilen dişlerin başarı oranı %92.5 iken; bu oran rezin kompozit grubunda %76.6 olarak bildirilmiştir. Tedaviden 1 yıl sonra radyografide belirsiz olarak değerlendirilen dişler 5 yıl sonra tekrar değerlendirilmiş ve MTA ile tedavi edilen dişlerin %62.5'inin, rezin kompozit ile tedavi edilen dişlerin ise yalnızca %21,7'sinin tam radyografik iyileşme gösterdiği rapor edilmiştir. Rezin kompozit grubundaki bu düşük başarı oranının yetersiz izolasyon veya kontaminasyon ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir.(Von Arx vd., 2014).

Chen ve ark. köpekler üzerinde yaptıkları bir in-vivo çalışmada kök ucu dolgu materyali olarak MTA ve EndoSequence kök tamir materyalinin iyileşme potansiyelini karşılaştırmışlardır. İnflamatuar infiltrasyon derecesi ve kortikal plak oluşumu açısından kullanılan iki materyal arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ancak EndoSequence grubunda MTA grubuna kıyasla kök ucu yüzeyinin önemli ölçüde daha büyük bir alanının sement benzeri doku, periodontal ligament (PDL) benzeri doku ve kemikle kaplı olduğu tespit edilmiştir (Chen vd., 2015). Benzer şekilde MTA ve iRoot BP Plus kök ucu dolgu materyalleri için başarı oranlarının sırasıyla %93.1 (81/87 diş) ve %94.4 (67/71 diş) olduğu bildirilmiştir. (Zhou vd., 2017).

4. KASITLI REPLANTASYON

Kasıtlı replantasyon, bir dişin çekilmesini, ardından kök yüzeylerinin değerlendirilmesini, endodontik onarımını ve dişin orijinal yuvasına geri yerleştirilmesini içeren bir prosedürdür (Bender vd., t.y.) Bu prosedürün başlıca avantajı, diş yüzeyinin erişilemeyen bölgelerinin, komşu periodontal dokulara zarar vermeden doğrudan görülebilmesi ve onarılabilmesidir. Bununla birlikte, birçok uygulayıcı, PDL'ye olası hasar ve eksternal kök

rezorpsiyonuna bağlı sonuçlar nedeniyle bunu son seçenek olarak görmektedir (Plotino vd., 2022). Meta-analizli bir sistematik derleme, kasıtlı olarak replante edilen dişlerin sağkalım oranlarının yaklaşık %90 olduğunu göstermiştir (Torabinejad vd., 2015). Wu ve Chen, bazı hastalarda kök yüzeyini kaplamak için Emdogain kullanılarak gerçekleştirilen kasıtlı replantasyon prosedürünün, dört yılda %82.8 sağkalım oranı ile tercih edilen uygun bir tedavi olduğunu bildirmişlerdir (S. Y. Wu & Chen, 2021). Cerrahi/cerrahi olmayan tedaviler mümkün olmadığında, kasıtlı replantasyon alternatif, güvenilir ve uygun maliyetli bir prosedürdür (Mainkar, 2017).

4.1. Klinik Prosedürler

Kasıtlı replantasyon öncesi KIBT alınması, kök anatomisinin değerlendirilmesinde yardımcı olabilir (Verweij vd., 2017). Gerektiğinde, kasıtlı replantasyon prosedürlerine başlamadan önce ortograd endodontik tedavinin yapılması önerilir; bu, kasıtlı replantasyon prosedürü gerçekleştirilirken cerrahi olarak uygun bir sızdırmazlık elde edilmesine yardımcı olacaktır (Plotino vd., 2022).

Kasıtlı replantasyon prosedürüne hazırlık olarak, ameliyat öncesi antibiyotikler azınlık yazarlar tarafından önerilmiştir. Yazarların çoğu antibiyotik kullanılmamasını; yalnızca subakut bakteriyel endokardit veya yapay eklem replasmanı durumlarında enfeksiyonunun önlenmesi için kullanılmasını savunmuşlardır. Prosedür sonuçlarını iyileştirmek için bir önlem olarak antibiyotik önerenler için antibiyotiklerin zamanlaması ve seçimi değişmiştir (Becker, 2018). Sistematik bir derleme, sistemik antibiyotik profilaksisinin (örn. amoksisilin/klavulanik asit) kasıtlı replantasyon sonrası başarısızlık oranını azaltabileceğini bildirmiştir (Chung vd., 2014). Nosonowitz antibiyotiklere operasyondan bir gün önce başlanmasını önerirken, Jang ve ark.

ilaca prosedür gününde başlandığını bildirmişlerdir (Jang, Lee, vd., 2016).

Ameliyat bölgesinin cerrahi işlem öncesi dezenfeksiyonu birçok yazar tarafından önerilmiştir. Bu, plak ve diş taşlarının lokal debridmanından glioksit ve metafen gibi kimyasal ajanlarla dezenfeksiyona kadar çeşitli teknikleri içermektedir. %0.12 veya %2 konsantrasyonlarında klorheksidin, dezenfeksiyon için en sık önerilen yöntem olarak bildirilmiştir (Becker, 2018).

Lokal anesteziden sonra, atravmatik bir ekstraksiyon yapılmalı, böylece kök yüzeyinin koronal kısmında bulunan PDL hücrelerine zarar vermekten kaçınılmalıdır. Geniş servikal kök rezorpsiyonu olan dişlerde atravmatik ekstraksiyon kullanımının kasıtlı replantasyonun sonucunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Krug vd., 2019). Yapılan bir çalışmada karmaşık bir kök anatomisine sahip çekim sırasında kırılmaya yatkın olan dişlerde, daha önce retreatment yapılmış ve kökleri yapısal olarak zayıflamış dişlerde kasıtlı replantasyon öncesi 2-3 hafta ortodontik ekstrüzyon yapılmasının başarı oranını artırdığı bildirilmiştir (Choi vd., 2014).

Ağız dışı prosedürler gerçekleştirilirken, bölgedeki kontaminasyonu azaltmak için kan dolu soketin steril gazlı bezlerle korunması önerilmektedir (Cho vd., 2016). Çekilen diş üzerinde ağız dışı prosedürlere başlamadan önce, anatomik varyasyonların, aksesuar kanalların veya çatlakların varlığını bulmak için DOM altında görsel bir inceleme yapılması tavsiye edilmektedir (Choi vd., 2014; Jang vd., 2016).

Tüm ekstraoral prosedürler boyunca, kök yüzeyi steril salin solüsyonu veya Hank'in dengeli tuz solüsyonu (HBSS) kullanılarak ıslak tutulmalıdır (Plotino vd., 2022). Toplam ağız dışı manipülasyon süresi, PDL'ye zarar vermekten kaçınmak ve kök rezorpsiyonu ve ankiloz insidansını azaltmak için tedavinin uzun vadeli prognozu açısından önemli bir parametredir. Ağız dışı

süre 15 dakikadan fazla olduğunda daha düşük sağkalım oranları gözlenmiştir (Jang, Lee, vd., 2016).

Kök ucu rezeksiyonunun “gerektiğinde” yapıldığı bildiren yazarlar olduğu gibi kesinlikle rezeksiyon yapılmasını savunan yazarlar da mevcuttur. Kök ucu rezeksiyonunun uzunluğu spesifik olarak bildirilmemiştir; 5 mm veya daha büyük kök rezeksiyonları yapıldığı gibi, çoğu çalışmada 1 ila 3 mm olacak şekilde rezeksiyon yapıldığı belirtilmiştir (Becker, 2018).

Apikal kök rezeksiyonundan sonra, sıkı bir apikal sızdırmazlık sağlamak için kök ucu preparasyonu yapılmalıdır (Jang, Lee, vd., 2016). Kök ucu preparasyonu ince (0.5 mm uçlu) silindirik, kesik uçlu, elmas kaplı veya karbür yüksek hızlı frez kullanılarak gerçekleştirilir (Plotino vd., 2022). Kök aşırı inceyse sonik veya ultrasonik uçların kullanılması da tavsiye edilmektedir (Cho vd., 2016). Retrokavite preparasyonu steril salin ile bol irrigasyon altında yapılmalı ve 3 mm derinliğe kadar uzatılmalıdır (Becker, 2018). Retrograd dolgu materyali olarak amalgam, gutta-perka, çinko oksit bazlı materyaller, farklı kıvam ve fiziksel özelliklere sahip modern kalsiyum silikat bazlı materyaller tercih edilebilir (Giacomino vd., 2019). Materyal seçimi yapılırken, materyalin radyopasitesi ve sertleşme süresi ilgili faktörler olarak göz önünde bulundurulmalıdır (Khalil vd., 2016).

Soket küretajı birçok yazar tarafından önerilmemektedir (Cho et al., 2016). Bununla birlikte, periapikal granülom veya ekstrüde dolgu materyallerinin çıkarılması gerektiğinde nazikçe küretaj yapılabileceği belirtilmiştir. Kan pıhtısı çıkarıldıktan sonra, dişin parmak basıncıyla sokete yeniden yerleştirilmesi ve okluzyonun dikkatlice kontrol edilmesi önerilmektedir. Bir çalışmada dişi sokete yerleştirmek için hastanın ısırma kuvvetinden de yararlanılabileceği belirtilmiştir (Becker, 2018).

Replante edilen diş, en az 2 hafta süreyle esnek bir splint kullanılarak immobilize edilmelidir. Alternatif olarak posterior

dişlerde, çapraz bir suture, suturu diş yüzeyine sabitlemek için rezin kompozit kullanılarak veya kullanılmadan okluzal yüzeyin üzerine asılabilir. Replante edilen dişin okluzal temaslardan kurtarılması gerektiği belirtilmiştir (Choi vd., 2014; Jang, Lee, vd., 2016).

4.2. Başarı Kriterleri

Wu ve Chen kasıtlı replantasyon sonrası başarı kriterlerini, hastaların ara sıra minimum rahatsızlık duyması, Radyolüseninin azalması, periodontal cep derinliğinin 5mm'den az olması, Miller'in mobilite sınıflandırmasına göre en fazla Derece 1 mobilite olması, kök rezorpsiyonu olmaması (S. Y. Wu & Chen, 2021). Yetişkin hastalarda ankiloz, başarısız bir sonuç olarak kabul edilmemektedir, çünkü bu tür vakalarda kök rezorpsiyonu yavaş ilerlemektedir ve hala büyüme döneminde olan bir hastada olduğu gibi önemli infrapozisyona yol açmayacağı düşünülmektedir (Plotino vd., 2022).

Kasıtlı replantasyon; travmatik bir çekiye izin verecek uyumlu anatomiye sahip dişlerde endikedir (Becker, 2018). Başarısız kök kanal tedavisi ve apikal mikrocerrahi sonrasında veya servikal kök rezorpsiyonları gibi kök hasarının ağız içinde erişilemediği veya tamir edilemediği durumlarda kasıtlı replantasyon yapılabilir (Krug vd., 2019). Apikal mikrocerrahideki güncel gelişmeler, cerrahi olmayan kök kanal tedavisinin bazı kısıtlamalarına çözüm sağlamıştır (Chércoles-Ruiz vd., 2017). Bununla birlikte, bazı vakalar çevredeki anatomik yapılar (örn. mental sinire veya maksiller sinüse yakınlık) ve palatogingival oluk gibi belirli bölgelere erişimin zor olması nedeniyle apikal mikrocerrahi ile yeterince tedavi edilememektedir. Bu nedenle, kasıtlı replantasyon bu tür senaryolar için daha az komplikasyonlu bir çözüm sağlar (Garrido vd., 2016)

5. OTOTRANSPLANTASYON

Diş ototransplantasyonu, aynı bireyde sürmüş veya sürmemiş bir dişin, bir çekim bölgesinden başka bir çekim bölgesine veya cerrahi olarak hazırlanmış yeni bir sokete transfer edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Plotino vd., 2022)

5.1. Klinik Prosedürler

Kanıt eksikliğine rağmen, ekstraoral ve intraoral kaynaklardan bakteriyel enfeksiyonu önlemek için işlemden birkaç saat önce oral sistemik antibiyotik reçete edilebilir. İşlemden önce diş yüzeyleri temizlenmeli ve cerrahi bölgeler dezenfekte edilmelidir. Donör diş ve alıcı bölge aynı anda anestezi altına alınmalıdır. Olgunlaşmamış köke sahip donör dişte, transplantasyondan sonra revaskülarizasyon görülebilir, bu nedenle vazokonstriktör içermeyen lokal anestezik solüsyon tercih edilmelidir.

Transplante edilecek dişin çekimi sırasında diş hekimi, diş çevreleyen bukkal veya lingual/palatal kortikal plağa zarar vermemeye dikkat etmelidir.

Ototransplantasyon için alıcı bölgenin cerrahi olarak oluşturulması gereken doğuştan eksik dişler veya erken diş kaybı gibi belirli koşullara sahip hastalarda implantların yerleştirilmesi için kullanılan modern enstrümantasyon teknikleriyle yeterli alan açılabilir (Yu vd., 2017) Anssari Moin ve ark., soket hazırlığı için alternatif ve daha hassas bir yöntem sunabilecek özel 3D tasarımı / basılı cerrahi aletlerle bilgisayar destekli şablon kılavuzlu bir ototransplantasyon yöntemi tanımlamıştır (Anssari Moin vd., 2017). Donör dişin aşırı basınçla yerleştirilmediğinden emin olmak için alıcı bölge, diş replikasının 3D boyutlarına göre daha büyük olmalıdır. Donör diş atravmatik olarak çekilmeli ve ardından şekil ve boyut açısından diş replikası ile karşılaştırılmalıdır. Mümkün olduğunca fazla PDL korumak için lüksasyondan önce sulkuler insizyon yapılması tercih edilir.

Donör diş mümkün olan en kısa sürede alıcı bölgeye hafif infrapozisyonda yerleştirilerek okluzal kuvvetlerden uzaklaştırılmalıdır.

Transplante edilen dişin stabilitesinin yeterli olduğu durumlarda okluzal yüzeyi geçen bir sütür ile post-operatif fiksasyon gerçekleştirilir ve bölge 7 gün boyunca iyileşmeye bırakılır. Yetersiz stabilite durumunda, çocuklarda ve ergenlerde, transplante edilen dişin fizyolojik hareketliliğini sağlamak için 4 hafta boyunca bukkal kompozit ve esnek tel splint uygulanması önerilmektedir.

Diş transplantasyonundan sonra, donör dişin kök gelişimi tamamlanmamışsa ve revaskülarizasyon bekleniyorsa, kök apeksinin kapanması ve elektrikli pulpa testlerine pozitif yanıt alınması beklenir. Ancak bunlar işlemden sonraki ilk birkaç ay içinde mümkün olmayabilir. İrreversible pulpitis veya inflamatuvar kök rezorpsiyonu gibi pulpa patolojisine dair herhangi bir belirti veya semptom görülmesi durumunda, klinisyen kanal tedavisini derhal başlatmalıdır.

Olgun köklere sahip dişlerde, donöre erişilebiliyorsa, kök kanal tedavisi ameliyattan önce tamamlanabilir. Ancak donör diş gömülü veya endodontik erişimi zorlaştıracak bir pozisyonda sürmüşse, cerrahi olmayan kök kanal tedavisine ameliyattan 2 hafta sonra splint çıkarılmadan önce başlanmalıdır. Alternatif bir seçenek de kök kanal tedavisini transplantasyon sırasında ekstra-oral olarak gerçekleştirmektir; ancak bu işlem sırasında PDL'ye zarar verme ve ekstra-oral süreyi uzatma riski bulunduğundan önerilmemektedir.

Birçok durumda, özellikle büyüme çağındaki hastalarda, diş ototransplantasyonu ortodontik tedavinin bir parçası olabilir. Ancak, ortodontik kuvvetlerin ototransplante dişlerin başarısını ve/veya hayatta kalma oranını etkileyip etkilemediğine dair herhangi bir çalışma yapılmamıştır (Rohof vd., 2018) Transplante

edilen dişler, PDL yaralanması olan herhangi bir travmatize diş olarak kabul edildiğinden, bu dişlerin planlanan herhangi bir ortodontik hareketi ameliyattan sonraki 6 ay boyunca ertelenmelidir (Day vd., 2008).

5.2. Başarı Kriterleri

Transplantasyon sonrası klinik muayenede diş mobilitesinin fizyolojik sınırlarda olması ve dişin fonksiyonda olması, dişetin iyileşmesi, marjinal ataşman kaybı ve inflamasyon belirtisi olmaması, pulpanın iyileşmesi, hastada rahatsızlık olmaması, normal perküsyon sesi (ankiloz olmaması) alınması başarıyı gösterir. Radyografik başarı kriterleri ise progresif inflamatuvar kök rezorpsiyonu gözlenmemesi, transplante edilen dişin etrafındaki PDL aralığının normal sınırlarda olması, kök gelişiminin devam etmesi, lamina duranın gözlenmesi ve alveolar kemiğin iyileşmesidir (J. H. Park & Tai, 2011).

1950'de bildirilen ilk klinik uygulamadan sonra bilgisayar destekli hızlı prototipleme (CARP) modelleri gibi teşhis ve cerrahi tekniklerdeki gelişmeler nedeniyle diş ototransplantasyonunun başarı oranı giderek artmıştır (Jang, Choi, vd., 2016). Ameliyat öncesi üretilen CARP modelleri uygulanarak, ağız dışı süre önemli ölçüde azaltılmıştır ve donör diş ile alıcı bölge arasındaki uygunluk iyileştirilmiştir (S-j vd., 2001). Güncel çalışmalar, tam/eksik kök oluşumuna sahip ototransplante dişlerin daha az komplikasyonla birlikte olumlu sağkalım ve başarı oranlarına sahip olduğunu göstermektedir (Chung vd., 2014; Rohof vd., 2018).

Diş ototransplantasyonunun uzun vadeli prognozu, esas olarak olgunlaşmamış bir donör diş ile, dental implantlarla karşılaştırılabilir (Chung vd., 2014; Kafourou vd., 2017) Replante ve transplante dişler üzerinde yapılan çalışmalar, olgunlaşmamış genç dişlerin transplantasyonu takiben pulpa

revaskularizasyonunu teşvik etmek için yeterli kan desteğine ve kök hücrelere sahip olduğunu bildirmiştir (Atala-Acevedo vd., 2017; Kafourou vd., 2017). Büyüme gelişim çağındaki hastalarda alveolar gelişimi engelleyen hareketsiz osseointegre dental implantlardan farklı olarak, ototransplante edilen dişler vital periodonsiyum sağlar ve komşu dişlerin sürme süreciyle uyumludur (Gilijamse vd., 2016). Ayrıca ototransplantasyon, transplante edilen dişin bağlı olduğu diş etinin doğal şeklini koruyarak iyi bir estetik sağlamaktadır (de Freitas Coutinho vd., 2021). Bu faydalar ışığında, olgunlaşmamış dişlerin ototransplantasyonu genellikle genç hastalarda tercih edilen tedavi seçeneğidir (Mejare vd., 2004).

Ayrıca kök gelişimini tamamlamış dişlerde de yüksek başarı oranları bildirilmiştir. Chung ve arkadaşları, olgun ototransplante dişlerin öngörülen 1 ve 5 yıllık sağkalım oranlarının sırasıyla %98 ve %90.5 olduğunu bildirmiştir (Chung vd., 2014). Bae ve ark. kapalı apeksli ve ortalama yaşı 38.5 olan hasta grubunda 19 molar dişi ototransplante etmişler, ortalama 15 aylık takipte başarı oranını %84 olarak bulmuşlardır (Bae vd., 2010). Sonuç olarak, ototransplantasyon prosedürü mevcut rehabilitasyon stratejilerinde tercih edilen ek bir tedavi haline gelmiştir (Yu vd., 2017).

Hasta yaşı, diş ototransplantasyonunun başarısında önemli olduğu vurgulanan faktörlerden biridir. Zhang ve arkadaşları, PDL hücrelerinin rejeneratif potansiyelinin yaşlanmayla birlikte azaldığını ve bunun da donör dişin alıcı bölgedeki normal adaptasyonuna müdahale edebileceğini bildirmiştir (J. Zhang vd., 2012). Ek olarak, mandibulanın mineralizasyon yoğunluğunun yaşlanmayla birlikte arttığı düşünüldüğünde, donör çekimi sırasındaki cerrahi travma yaşlı hastalarda artabilir (Jang, Choi, vd., 2016). Devlin ve ark., mandibulanın ortalama kemik mineralizasyon yoğunluğunun (1.11 g/cm) anterior maksillanın (0.55 g/cm) iki katı ve posterior

maksillanın (0.31 g/cm) 3 katından fazla olduğunu bildirmiştir (Devlin vd., t.y.). Bu nedenle, özellikle alt çene azı dişleri için, donör dişin çekimi sırasında cerrahi travmayı azaltmak için ek hususlara ihtiyaç vardır.

Olumlu PDL iyileşmesi, dişlerin matur veya immatur olmasına bakılmaksızın başarı için kilit faktördür (Tsukiboshi, 2002). PDL sadece kemik indüksiyonuna yardımcı olmakla ve replasman kök rezorpsiyonu gibi ciddi komplikasyonları önlemekle kalmaz, aynı zamanda daha sonra ortodontik diş hareketi gerçekleştirme imkanı da sağlar (Jonsson & Sigurdsson, 2004). Diş ototransplantasyonu kaçınılmaz olarak kök yüzeyine giden vasküler beslemenin kesilmesine neden olur ve bu da PDL hücrelerinin hayatta kalması için zararlı olabilir (Jang, Choi, vd., 2016). Cardaropoli ve ark., taze çekim soketinin ve cerrahi olarak oluşturulan kemik defektinin, soketteki PDL hücre kalıntılarının varlığı ve yokluğu nedeniyle farklı iyileşme gösterdiğini bildirmiştir (Cardaropoli vd., 2005). Taze bir çekim soketinde, soket duvarında kalan PDL fibroblastları aktif olarak çoğalır ve pıhtıya göç ederek bağ dokusunun ve kemiğin yeniden yapılanmasını destekler, bu da donör kök yüzeyine daha hızlı revaskülarizasyon anlamına gelir.

Jang ve ark., önemli prognostik faktörlerin diş ototransplantasyonunun uzun vadeli sonuçları üzerindeki etkilerini inceledikleri 12 yıllık takip çalışmasında ankiloz oranını %27.8 olarak bulmuşlardır. PDL'nin hücre sağkalımı açısından, taze çekim soketi cerrahi olarak oluşturulan sokete kıyasla daha iyi bir ortam sağladığı ve bu da düşük ankiloz insidansı ile sonuçlandığı belirtilmiştir (Jang, Choi, vd., 2016). Aynı çalışmada düşük başlangıç stabilitesine sahip ototransplante edilmiş dişlerin, yüksek başlangıç stabilitesine sahip olanlara kıyasla daha düşük ankiloz olasılığıyla ilişkili olduğu; sert fiksasyonu olmayan vakaların diş ototransplantasyonunda daha iyi iyileşme ile sonuçlandığı belirtilmiştir.

Travmatik bir çekim ya da alıcı bölgedeki yetersiz soket hazırlığının neden olduğu travma, donör dişin PDL hücrelerine mekanik olarak zarar vererek inflamatuvar kök rezorpsiyonuna neden olabilir. 15 dakikadan kısa ekstraoral süre, diş sağ kalımı üzerinde olumlu bir etki ile ilişkilendirilmiştir (Jang, Choi, vd., 2016). Lee ve ark., 22 diş ototransplantasyonu vakasında CARP modelleri kullanarak ortalama 7.4 dakikalık ekstraoral süre elde etmişlerdir. CARP modelinin, donör dişin çekilmesinden önce klinisyenin alıcı bölgenin kemik hazırlığını tamamlamasını sağladığı için donör dişin ekstraoral süresini azaltmada etkili olduğunu öne sürmüşlerdir (S-j vd., 2001). PDL hücreleri ayrıca değişken pH, ozmotik basınç, dehidrasyon gibi çeşitli ağız dışı koşullar nedeniyle biyokimyasal olarak da zarar görebilir (Andreasen, t.y.), bu da yeni bölgeye yerleştirilmeden önce ekstra alveolar zamanı başarının önemli bir prognostik faktörü haline getirir.

6. HEMİSEKSİYON

Hemiseksiyon, sıklıkla mandibular molar dişler olmak üzere çok köklü dişin iki parçaya ayrılarak, bir kökün kronu ile birlikte çıkarılması olarak tanımlanır. Genellikle, hemiseksiyon prosedürünü takiben, tek kron veya köprü protetik restorasyonu uygulanır.

Tedavi öncesi okluzal kuvvetler, dişin restore edilebilirliği, kalan köklerin dayanıklılığı gibi faktörlerin incelenmesi gerekmektedir. Okluzal yüzeyin uygun şekilde yeniden şekillendirilmesi ve klinik kronun restorasyonu şarttır. Geriye dönük uzun dönemi kapsayan çalışmalar 3-12 yıl arasında değişen zaman dilimleri için rezeksiyon uygulanmış dişlerin prognozunu gözlemlemiş ve düşük bir periodontal doku kaybı insidansı ile %62- %100 arası değişen başarı oranları bildirmiştir (Pathways of the Pulp, 2023). Bazı araştırmacılar kök

rezeksiyonu yapılan azı dişlerinin %90'dan fazla sağkalım oranına sahip olduğunu bildirirken (Carnevale\ vd., t.y.), diğer araştırmacılar, 10 yıllık bir süre içinde rezeke edilen azı dişlerinin %30'unun başarısız olduğunu bildirmiştir (S. Park vd., 2009).

Park ve ark., azı dişlerinde kök rezeksiyonu tedavisinin sonucunu etkileyen faktörlerle ilgili yaptıkları 10 yıllık bir çalışmada başarısızlık oranını %29.8 olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada rezeksiyonla ilgili faktörler açısından; periodontal hastalık nedeniyle rezeke edilen azı dişlerinin, diş kırıkları, endodontik sorunlar ve diş çürükleri gibi periodontal olmayan sorunlar nedeniyle rezeke edilen azı dişlerinden daha yüksek bir sağkalım oranına sahip olduğunu belirtmişlerdir (S. Park vd., 2009).

Schmitz ve ark. tarafından yapılan maksiller ve mandibular 1. ve 2. azı dişlerinde yapılan kök rezeksiyonu çalışmasında ortalama başarı oranı %92 olarak bildirilmiştir. Sağkalım oranlarının diş tipine ve konuma göre farklılık gösterdiği ve mandibular ikinci azı dişleri için %66.7'den maksiller birinci azı dişleri için %100'e kadar değiştiği bildirilmiştir. Genel olarak, birinci azı dişleri özellikle mandibular arkta ikinci azı dişlerinden daha iyi bir sağkalım oranı göstermiştir(Schmitz vd., t.y.). Mevcut sonuçlar kök rezeksiyonunun implant tedavisi ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir.

Sistematik bir inceleme, tek kronları destekleyen implantların sağkalımının 10 yılda yaklaşık %95.2 olduğunu, tek kronlar için sonuçların biraz daha düşük olduğunu (%89.4) bildirmiştir (Jung vd., 2012). Başka bir çalışma, posterior tek implant destekli kronların özellikle periodontal olarak tehlike altında olan hastalarda daha düşük sağkalım oranlarına sahip olduğunu bildirmiştir (Dierens vd., 2013). Sinüs lifting prosedürleri lateral veya kret yaklaşımıyla gerçekleştirildiğinde,

implant sağkalımının yaklaşık %92 gibi daha da düşük olduğu bildirilmiştir(Tan vd., 2008). Ayrıca peri-implantitis insidansının tekrarlayan periodontitisten daha fazla olduğu ve implantlarla tedavi edilen hastalarda yeniden tedavi maliyetlerinin doğal dişlere sahip hastalara kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Fardal & Grytten, 2013).

KAYNAKÇA

- Abuabara, A., Baratto-Filho, F., Aguiar Anele, J., Leonardi, D. P., & Sousa-Neto, M. D. (2013). Efficacy of clinical and radiological methods to identify second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(1), 205-209. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.654262>
- Andreasen, J. O. (t.y.). *The effect of pulp extirpation or root canal treatment on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys.*
- Anssari Moin, D., Verweij, J. P., Waars, H., van Merkesteyn, R., & Wismeijer, D. (2017). Accuracy of Computer-Assisted Template-Guided Autotransplantation of Teeth With Custom Three-Dimensional Designed/Printed Surgical Tooling: A Cadaveric Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 75(5), 925.e1-925.e7. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.12.049>
- Artaza, L., Campello, A. F., Soimu, G., Alves, F. R. F., Rôças, I. N., & Siqueira, J. F. (2024). Outcome of Nonsurgical Root Canal Treatment of Teeth With Large Apical Periodontitis Lesions: A Retrospective Study. *Journal of Endodontics*. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.08.003>
- Atala-Acevedo, C., Abarca, J., Martínez-Zapata, M. J., Díaz, J., Olate, S., & Zaror, C. (2017). Success Rate of Autotransplantation of Teeth With an Open Apex: Systematic Review and Meta-Analysis. *İçinde Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* (C. 75, Sayı 1, ss. 35-50). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.09.010>
- Azim, A. A., Griggs, J. A., & Huang, G. T. J. (2016). The Tennessee study: Factors affecting treatment outcome and

- healing time following nonsurgical root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 49(1), 6-16. <https://doi.org/10.1111/iej.12429>
- Bae, J. H., Choi, Y. H., Cho, B. H., Kim, Y. K., & Kim, S. G. (2010). Autotransplantation of teeth with complete root formation: A case series. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1422-1426. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.028>
- Becker, B. D. (2018). Intentional Replantation Techniques: A Critical Review. İçinde *Journal of Endodontics* (C. 44, Sayı 1, ss. 14-21). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.002>
- Bender, I. B., Rossman, L. E., & Philadelphia, P. (t.y.). *Intentional replantation of endodontically treated teeth*.
- Buhrley, L. J., Barrows, M. J., Begole, E. A., & Wenckus, C. S. (2002). *CLINICAL ARTICLES Effect of Magnification on Locating the MB2 Canal in Maxillary Molars*.
- Caliskan MK. (2004). *Prognosis of large cyst-like periapical lesions following nonsurgical root canal treatment: a clinical review*.
- Cardaropoli, G., Araújo, M., Hayacibara, R., Sukekava, F., & Lindhe, J. (2005). Healing of extraction sockets and surgically produced - Augmented and non-augmented - Defects in the alveolar ridge. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(5), 435-440. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00692.x>
- Carnevale, G., Pontoriero, R., & Di Febo, G. (t.y.). Clinical periodontology Long-term effects of root-resective therapy in furcation-involved molars A 10-year longitudinal study. İçinde *J Clin Periodontology* ! (C. 99).
- Chen, I., Karabucak, B., Wang, C., Wang, H. G., Koyama, E., Kohli, M. R., Nah, H. D., & Kim, S. (2015). Healing after

- root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *Journal of Endodontics*, 41(3), 389-399. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.005>
- Chércoles-Ruiz, A., Sánchez-Torres, A., & Gay-Escoda, C. (2017). Endodontics, Endodontic Retreatment, and Apical Surgery Versus Tooth Extraction and Implant Placement: A Systematic Review. İçinde *Journal of Endodontics* (C. 43, Sayı 5, ss. 679-686). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.004>
- Cho, S. Y., Lee, Y., Shin, S. J., Kim, E., Jung, I. Y., Friedman, S., & Lee, S. J. (2016). Retention and Healing Outcomes after Intentional Replantation. *Journal of Endodontics*, 42(6), 909-915. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.03.006>
- Choi, Y. H., Bae, J. H., Kim, Y. K., Kim, H. Y., Kim, S. K., & Cho, B. H. (2014). Clinical outcome of intentional replantation with preoperative orthodontic extrusion: a retrospective study. *International Endodontic Journal*, 47(12), 1168-1176. <https://doi.org/10.1111/iej.12268>
- Chung, W. C., Tu, Y. K., Lin, Y. H., & Lu, H. K. (2014). Outcomes of autotransplanted teeth with complete root formation: A systematic review and meta-analysis. İçinde *Journal of Clinical Periodontology* (C. 41, Sayı 4, ss. 412-423). <https://doi.org/10.1111/jcpe.12228>
- Day, P. F., Kindelan, S. A., Spencer, J. R., Kindelan, J. D., & Duggal, M. S. (2008). Dental trauma: Part 2. Managing poor prognosis anterior teeth - Treatment options for the subsequent space in a growing patient. *Journal of Orthodontics*, 35(3), 143-155. <https://doi.org/10.1179/146531207225022590>

- De Deus, Q. D., & Horizonte, B. (1994). *Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals.*
- de Freitas Coutinho, N. B., Nunes, F. C., Gagno Intra, J. B., Roldi, A., de -Jesus-Soares, A., Coelho, M. S., & Frozoni, M. (2021). Success, Survival Rate, and Soft Tissue Esthetic of Tooth Autotransplantation. *Journal of Endodontics*, 47(3), 391-396. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.11.013>
- Devlin, Volume, & Number. (t.y.). *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY MATERIAL AND METHODS.*
- Dierens, M., Vandeweghe, S., Kisch, J., Persson, G. R., Cosyn, J., & De Bruyn, H. (2013). Long-Term Follow-Up of Turned Single Implants Placed in Periodontally Healthy Patients After 16 to 22 Years: Microbiologic Outcome. *Journal of Periodontology*, 84(7), 880-894. <https://doi.org/10.1902/jop.2012.120187>
- Fardal, Ø., & Grytten, J. (2013). A comparison of teeth and implants during maintenance therapy in terms of the number of disease-free years and costs - An in vivo internal control study. *Journal of Clinical Periodontology*, 40(6), 645-651. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12101>
- Garrido, I., Abella, F., Ordinola-Zapata, R., Duran-Sindreu, F., & Roig, M. (2016). Combined Endodontic Therapy and Intentional Replantation for the Treatment of Palatogingival Groove. *Journal of Endodontics*, 42(2), 324-328. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.009>
- Giacomino, C. M., Wealleans, J. A., Kuhn, N., & Diogenes, A. (2019). Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. *Journal of Endodontics*, 45(1), 51-56. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.08.007>

- Gilijamse, M., Baart, J. A., Wolff, J., Sándor, G. K., & Forouzanfar, T. (2016). Tooth autotransplantation in the anterior maxilla and mandible: retrospective results in young patients. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 122(6), e187-e192. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2016.06.013>
- Gorni, F. G. M., & Gagliani, M. M. (2004). *The Outcome of Endodontic Retreatment: A 2-yr Follow-up* (C. 30, Sayı 1).
- Hepworth, & Friedman. (1997). Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *J Can Dent Assoc*.
- Hoën, M. M., & Pink, F. E. (2002). *Contemporary Endodontic Retreatments: An Analysis based on Clinical Treatment Findings*.
- Hoskinson, S. E., Ng, Y. L., Hoskinson, A. E., Moles, D. R., & Gulabivala, K. (2002). A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 93(6), 705-715. <https://doi.org/10.1067/moe.2001.122822>
- Hudson, D. A., Remeikis, N. A., & Cura, J. E. Van. (1992). *Instrumentation of Curved Root Canals: A Comparison Study* (C. 18, Sayı 9).
- Jang, Y., Choi, Y. J., Lee, S. J., Roh, B. D., Park, S. H., & Kim, E. (2016). Prognostic Factors for Clinical Outcomes in Autotransplantation of Teeth with Complete Root Formation: Survival Analysis for up to 12 Years. *Journal of Endodontics*, 42(2), 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.021>
- Jang, Y., Lee, S. J., Yoon, T. C., Roh, B. D., & Kim, E. (2016). Survival Rate of Teeth with a C-shaped Canal after

- Intentional Replantation: A Study of 41 Cases for up to 11 Years. *Journal of Endodontics*, 42(9), 1320-1325. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.05.010>
- Jonsson, T., & Sigurdsson, T. J. (2004). Autotransplantation of premolars to premolar sites. A long-term follow-up study of 40 consecutive patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 125(6), 668-675. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.12.002>
- Jung, R. E., Zembic, A., Pjetursson, B. E., Zwahlen, M., & Thoma, D. S. (2012). Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clinical Oral Implants Research*, 23(SUPPL.6), 2-21. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02547.x>
- Kafourou, V., Tong, H. J., Day, P., Houghton, N., Spencer, R. J., & Duggal, M. (2017). Outcomes and prognostic factors that influence the success of tooth autotransplantation in children and adolescents. *Dental Traumatology*, 33(5), 393-399. <https://doi.org/10.1111/edt.12353>
- Khalil, I., Naaman, A., & Camilleri, J. (2016). Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *Journal of Endodontics*, 42(10), 1529-1535. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.06.002>
- Krug, R., Soliman, S., & Krastl, G. (2019). Intentional Replantation with an Atraumatic Extraction System in Teeth with Extensive Cervical Resorption. *Journal of Endodontics*, 45(11), 1390-1396. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.012>
- Laukkanen, E., Vehkalahti, M. M., & Kotiranta, A. K. (2019a). Impact of systemic diseases and tooth-based factors on

- outcome of root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 52(10), 1417-1426.
<https://doi.org/10.1111/iej.13143>
- Laukkanen, E., Vehkalahti, M. M., & Kotiranta, A. K. (2019b). Impact of type of tooth on outcome of non-surgical root canal treatment. *Clinical Oral Investigations*, 23(11), 4011-4018. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02832-0>
- Maalouf EM, & Guttmann JL. (1994). Biological perspectives on the non-surgical endodontic management of periradicular pathosis. İçinde *International Endodontic Journal* (C. 27).
- Mainkar, A. (2017). A Systematic Review of the Survival of Teeth Intentionally Replanted with a Modern Technique and Cost-effectiveness Compared with Single-tooth Implants. İçinde *Journal of Endodontics* (C. 43, Sayı 12, ss. 1963-1968). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.08.019>
- Mareending, M., Peters, O. A., & Zehnder, M. (2005). Factors affecting the outcome of orthograde root canal therapy in a general dentistry hospital practice. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 99(1), 119-124.
<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.06.065>
- Mejäre, B., Wannfors, K., & Jansson, L. (2004). A prospective study on transplantation of third molars with complete root formation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 97(2), 231-238.
[https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(03\)00461-X](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(03)00461-X)
- Mente, J., Leo, M., Panagidis, D., Saure, D., & Pfefferle, T. (2014). Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: Repair of root perforations - Long-term results. *Journal of*

Endodontics, 40(6), 790-796.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.003>

Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (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.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01872.x>

Olçay, K., Eyüboğlu, T. F., & Özcan, M. (2019). Clinical outcomes of non-surgical multiple-visit root canal retreatment: a retrospective cohort study. *Odontology*, 107(4), 536-545.
<https://doi.org/10.1007/s10266-019-00426-6>

Park, J. H., & Tai, K. (2011). *Tooth Autotransplantation as a Treatment Option*.

Park, S., Shin, S., Yang, S., & Kye, S. (2009). Factors Influencing the Outcome of Root-Resection Therapy in Molars: A 10-Year Retrospective Study. *Journal of Periodontology*, 80(1), 32-40. <https://doi.org/10.1902/jop.2009.080316>

Pathways of the Pulp. (2023).

Plotino, G., Abella Sans, F., Duggal, M. S., Grande, N. M., Krastl, G., Nagendrababu, V., & Gambarini, G. (2022). Present status and future directions: Surgical extrusion, intentional replantation and tooth autotransplantation. *İçinde International Endodontic Journal* (C. 55, Sayı S3, ss. 827-842). John Wiley and Sons Inc.
<https://doi.org/10.1111/iej.13723>

Ricucci, D., Loghin, S., Gonçalves, L. S., Rôças, I. N., & Siqueira, J. F. (2018). Histobacteriologic Conditions of the Apical Root Canal System and Periapical Tissues in Teeth Associated with Sinus Tracts. *Journal of Endodontics*, 44(3), 405-413. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.12.005>

- Ricucci, D., & Siqueira, J. F. (2010). Biofilms and apical periodontitis: Study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1277-1288. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.007>
- Rodríguez, G., Patel, S., Durán-Sindreu, F., Roig, M., & Abella, F. (2017). Influence of Cone-beam Computed Tomography on Endodontic Retreatment Strategies among General Dental Practitioners and Endodontists. *Journal of Endodontics*, 43(9), 1433-1437. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.004>
- Rohof, E. C. M., Kerdijk, W., Jansma, J., Livas, C., & Ren, Y. (2018). Autotransplantation of teeth with incomplete root formation: a systematic review and meta-analysis. İçinde *Clinical Oral Investigations* (C. 22, Sayı 4, ss. 1613-1624). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2408-z>
- Salehrabi, R., & Rotstein, I. (2004). *CLINICAL RESEARCH Endodontic Treatment Outcomes in a Large Patient Population in the USA: An Epidemiological Study*.
- Schmitz, J. H., Granata, S., Magheri, P., & Noè, G. (t.y.). *Single crowns on tooth rooteresected molars: A retrospective multicentric study*.
- Serefoglu, B., Miçoogulları Kurt, S., Kandemir Demirci, G., Kaval, M. E., & Çalışkan, M. K. (2021). A prospective cohort study evaluating the outcome of root canal retreatment in symptomatic mandibular first molars with periapical lesions. *International Endodontic Journal*, 54(12), 2173-2183. <https://doi.org/10.1111/iej.13631>
- Setzer, F. C., Shah, S. B., Kohli, M. R., Karabucak, B., & Kim, S. (2010). Outcome of endodontic surgery: A meta-analysis

- of the literature - Part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *Journal of Endodontics*, 36(11), 1757-1765.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.007>
- S-j, L., I-y, J., C-y, L., K-y, K., Lee, S.-J., Jung, I.-Y., Lee, C.-Y., Yong Choi, S., & Kum, K.-Y. (2001). DENTAL TRAUMATOLOGY Clinical application of computer-aided rapid prototyping for tooth transplantation Clinical application of computer-aided rapid prototyping for tooth transplantation. Dent ible injury to transplanted tooth during the process of autotrans-plantation. *Dental Traumatology*, 17, 114-119.
- Sjbgren, U., H,'igglund, Dss, B., Sundqvist, G., & Wing, K. (1990). *Factors Affecting the Long-term Results of Endodontic Treatment* (C. 16, Sayı 10).
- Tan, W. C., Lang, N. P., Zwahlen, M., & Pjetursson, B. E. (2008). A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part II: Transalveolar technique. *Journal of Clinical Periodontology*, 35(SUPPL. 8), 241-254.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01273.x>
- Torabinejad, M., Dinsbach, N. A., Turman, M., Handysides, R., Bahjri, K., & White, S. N. (2015). Survival of Intentionally Replanted Teeth and Implant-supported Single Crowns: A Systematic Review. İçinde *Journal of Endodontics* (C. 41, Sayı 7, ss. 992-998). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.01.004>
- Tsesis, I., Rosen, E., Taschieri, S., Telishevsky Strauss, Y., Ceresoli, V., & Del Fabbro, M. (2013). Outcomes of surgical endodontic treatment performed by a modern technique: An updated meta-analysis of the literature.

- Journal of Endodontics*, 39(3), 332-339.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.044>
- Tsukiboshi. (2002). *Autotransplantation of teeth: requirements for predictable success*.
- Tu, M. G., Huang, H. L., Hsue, S. S., Hsu, J. T., Chen, S. Y., Jou, M. J., & Tsai, C. C. (2009). Detection of Permanent Three-rooted Mandibular First Molars by Cone-Beam Computed Tomography Imaging in Taiwanese Individuals. *Journal of Endodontics*, 35(4), 503-507.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.12.013>
- Vera, J., Siqueira, J. F., Ricucci, D., Loghin, S., Fernández, N., Flores, B., & Cruz, A. G. (2012). One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: A histobacteriologic study. *Journal of Endodontics*, 38(8), 1040-1052. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.04.010>
- Verweij, J., Jongkees, F., Anssari Moin, D., Wismeijer, D., & van Merkesteyn, J. (2017). Autotransplantation of teeth using computer-aided rapid prototyping of a three-dimensional replica of the donor tooth: a systematic literature review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*.
<https://doi.org/10.1016/j>
- Villa-Machado, P. A., Botero-Ramírez, X., & Tobón-Arroyave, S. I. (2013). Retrospective follow-up assessment of prognostic variables associated with the outcome of periradicular surgery. *International Endodontic Journal*, 46(11), 1063-1076. <https://doi.org/10.1111/iej.12100>
- Von Arx, T. (2005). Failed root canals: The case for apicoectomy (periradicular surgery). *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63(6), 832-837.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.02.019>

- Von Arx, T., Hänni, S., & Jensen, S. S. (2014). 5-year results comparing mineral trioxide aggregate and adhesive resin composite for root-end sealing in apical surgery. *Journal of Endodontics*, 40(8), 1077-1081. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.04.009>
- Wang, C. H., Chueh, L. H., Chen, S. C., Feng, Y. C., Hsiao, C. K., & Chiang, C. P. (2011). Impact of diabetes mellitus, hypertension, and coronary artery disease on tooth extraction after nonsurgical endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 37(1), 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.054>
- Wu, D., Shi, W., Wu, J., Wu, Y., Liu, W., & Zhu, Q. (2011). The clinical treatment of complicated root canal therapy with the aid of a dental operating microscope. *International Dental Journal*, 61(5), 261-266. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595X.2011.00070.x>
- Wu, S. Y., & Chen, G. (2021). A long-term treatment outcome of intentional replantation in Taiwanese population. *Journal of the Formosan Medical Association*, 120(1), 346-353. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2020.05.017>
- Yu, H. J., Jia, P., Lv, Z., & Qiu, L. X. (2017). Autotransplantation of third molars with completely formed roots into surgically created sockets and fresh extraction sockets: a 10-year comparative study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(4), 531-538. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.12.007>
- Zhang, J., An, Y., Gao, L. N., Zhang, Y. J., Jin, Y., & Chen, F. M. (2012). The effect of aging on the pluripotential capacity and regenerative potential of human periodontal ligament stem cells. *Biomaterials*, 33(29), 6974-6986. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2012.06.032>

- Zhang, M. M., Fang, G. F., Chen, X. T., & Liang, Y. H. (2021). Four-year Outcome of Nonsurgical Root Canal Retreatment Using Cone-beam Computed Tomography: A Prospective Cohort Study. *Journal of Endodontics*, 47(3), 382-390. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.10.020>
- Zhou, W., Zheng, Q., Tan, X., Song, D., Zhang, L., & Huang, D. (2017). Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and iRoot BP Plus Root Repair Material as Root-end Filling Materials in Endodontic Microsurgery: A Prospective Randomized Controlled Study. *Journal of Endodontics*, 43(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.010>

ENDODONTİK TEDAVİLERDE LAZER TEKNOLOJİLERİ

Abdurrahman Can ÖNALAN¹

1. GİRİŞ

Endodontik tedavi, kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu ve diş dokusunun uzun vadeli korunmasını amaçlayan karmaşık bir işlemdir. Geleneksel yöntemler, kök kanal sisteminde bulunan mikroorganizmaların tamamen elimine edilmesi konusunda yeteri kadar başarılı değildir. Lazer teknolojileri, bu sınırlamaları aşmayı hedefleyen bir çözüm olarak diş hekimliğinde yer edinmiştir. Bu teknoloji, yüksek enerjili ışık dalgalarıyla mikroorganizmaların yok edilmesini sağlar ve biyofilm yapılarının uzaklaştırılmasında etkili bir yöntemdir (Sarangi vd., 2024). Ayrıca, lazer destekli tedaviler, minimal invaziv yöntemler ve hasta konforunu arttırmasıyla ön plana çıkmaktadır.(Sarangi vd., 2024)

2. ENDODONTİK TEDAVİDE KULLANILAN LAZER TÜRLERİ

Lazerler, endodontik tedavilerde sterilizasyon, biyofilm eliminasyonu, doku ablasyonu ve rejenerasyon gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Her lazer türü, dalga boyuna, enerji yoğunluğuna ve doku etkileşimlerine göre farklı özelliklere sahiptir.(Fiegler-Rudol vd., 2025a) Aşağıda endodontik tedavide yaygın olarak kullanılan lazer türleri ele alınmıştır:

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, acanonalan1216@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6130-0088.

2.1. Er:YAG (Erbiyum Yttrium-Aluminum-Garnet) Lazer

Dalga boyu 2940 nm'dir.

FDA, 1997 yılında sert doku tedavilerinde, 1999 yılında yumuşak doku cerrahisinde ve 2004 yılında kemik cerrahisinde kullanımını kabul etmiştir.(Aoki, Sasaki, Watanabe, & Ishikawa, 2004)

Kendi soğutma sistemine sahip lazer tipidir bundan dolayı çevre dokularda daha az ısı oluşumuna sebep olur.(Theodoro, Marcantonio, Wainwright, & Garcia, 2021) CO₂ ve Nd:YAG lazerlerine oranla daha yüksek su emilimine sahiptir.(Yamakawa vd., 2018a)

2.1.1. Etki Mekanizması

Er:YAG lazerler, su molekülleri ve hidroksiapatit üzerinde yüksek emilim gösterir. Bu özellik, dentin ve sert dokularda etkili ablasyon sağlar. Dalga boyu suyun emilim zirvesiyle tam olarak eşleştiği ve hidroksiapatit tarafından emilebildiği için, Er:YAG lazeri, kök kanal tedavisi, pulpotomi gibi işlemler sırasında sert doku ablasyonu ve uzaklaştırılması için yeterli ve etkilidir.(Bader & Krejci, 2006)

Yüksek enerjili ışık, dentinal tübüllerde bulunan mikroorganizmaları yok eder ve enfekte dokuları temizler.

2.1.2. Klinik Kullanımları

Kök kanal dezenfeksiyonu: Dentin tübüllerine derinlemesine nüfuz ederek bakteri eliminasyonu sağlar.

Smear tabakasının uzaklaştırılması: Kanal preparasyonu sırasında oluşan smear tabakasını minimal termal hasarla ortadan kaldırır.

Kemik cerrahisi: Periapikal lezyonların temizlenmesi gibi durumlarda kullanılır.(Fiegler-Rudol vd., 2025b)

2.1.3. Avantajları

Yüksek dezenfeksiyon oranı sağlar

Termal hasar riskini minimize eder.

Kanal yüzeylerinde biyolojik olarak uyumlu sonuçlar verir.(Fiegler-Rudol vd., 2025b)

2.2. Nd:YAG (Neodymium Yttrium-Aluminum-Garnet) Lazer

Dalga boyu 1064 nm'dir.(Moon vd., 2012)

2.2.1. Etki Mekanizması

Nd:YAG lazerler, yumuşak dokulara derinlemesine nüfuz eder ve kök kanallarında biyofilm eliminasyonunda oldukça etkilidir.

Daha düşük enerji seviyelerinde dentin tübüllerinde bulunan mikroorganizmaların yok edilmesini sağlar.

Er:YAG lazerine kıyasla, su içinde emilimi daha düşüktür, enerjisi etrafındaki biyolojik dokulara saçılır ve nüfuz eder.(Korkut, Torlak, Gezgın, Özer, & Şener, 2018; Moon vd., 2012)

2.2.2. Klinik Kullanımları

Endodontik dezenfeksiyon: Özellikle anaerobik bakterilere karşı etkilidir.

Periodontal enfeksiyonların tedavisi: Diş eti ceplerinde derinlemesine temizlik yapar.(Aoki vd., 2004)

2.2.3. Avantajları

Derin doku penetrasyonu sağlar.

Geniş bir uygulama alanı vardır.

Hem yumuşak hem de sert dokularda kullanım olanağı sağlar.(Aoki vd., 2004; Korkut vd., 2018)

2.3. Diode Lazer

Dalga boyu 810-980 nm'dir.(Genc Sen & Kaya, 2019)

2.3.1. Etki Mekanizması

Diode lazerler, yumuşak dokulara ve bakterilere enerji aktarır ve termal etkilerle dezenfeksiyon sağlar. Kompakt yapısından dolayı kliniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Nd:YAG lazerine oranla dental sert dokularda daha yüksek su emilimine sahiptir. Bundan dolayı, dentin tübüllerinin içindeki mikroorganizmalar üzerine daha derin penetrasyon sağlamasına olanak sağlar.(Genc Sen & Kaya, 2019; Mathew, Bm, Gv, & Jose, 2022)

2.3.2. Klinik Kullanımları

Endodontik tedavi sırasında kanal dezenfeksiyonu sağlar.

Periapikal doku iyileşmesinin hızlandırır.

Düşük maliyeti nedeniyle sık tercih edilir.(Kaplan, Sezgin, & Sönmez Kaplan, 2021; Mathew vd., 2022)

2.3.3. Avantajları

Kullanımı kolaydır.

Maliyeti daha uygundur.

Çok yönlü tedavilerde kullanılır.(Kaplan vd., 2021; Mathew vd., 2022)

2.4. Fotodinamik Terapi (PDT)

Dalga boyu lazer tipi ve fotosensitizere bağlı değişkenlik gösterir.(Jouhar, Halim, Ahmed, Shah, & Quadri, 2025a)

2.4.1. Etki Mekanizması

Fotodinamik terapi, ışığa duyarlı bir ajan (örneğin metilen mavisi) ve lazer ışığının kombinasyonu ile bakterileri öldürür. Bu yöntem, antibiyotik direncine sahip mikroorganizmalar üzerinde

fazlasıyla etkilidir.(Jouhar vd., 2025a; Singh, Rout, Kaushik, Sharma, & Srivastava, 2025)

2.4.2. Klinik Kullanımları

İleri enfeksiyon kontrolü: Özellikle dirençli bakterilerin olduğu durumlarda tercih edilir.

Antibakteriyel tedavi: Kök kanallarındaki mikroorganizmaları kimyasal kullanmadan yok eder.(Singh vd., 2025)

2.4.3. Avantajları

Antibiyotik kullanımını azaltır.

Biyolojik olarak güvenli bir yöntemdir.(Singh vd., 2025)

3. ENDODONTİK UYGULAMALARDA LAZER TEKNOLOJİSİNİN AVANTAJLARI

Endodontik tedavilerde lazerlerin avantajları, klinik sonuçları ve hastaların deneyimini iyileştirme açısından oldukça fazladır. Aşağıda bu avantajlar düzenli bir şekilde incelenmiştir.(Sachelarie, Cristea, Burlui, & Hurjui, 2024a)

3.1. Yüksek Dezenfeksiyon Etkinliği

Lazerler, dentin tübüllerinin içine nüfuz ederek mikroorganizmaları ve biyofilm tabakalarını etkili bir şekilde azaltır. Bu durum, geleneksel irrigasyon yöntemlerine göre daha yüksek dezenfeksiyon oranı sağlar.(de Paula Eduardo & Gouw-Soares, 2001)

Dentin tübülleri içindeki biyofilmlerin temizlenmesi, endodontide tedavilerin başarısında kritik bir rol oynar. Lazerler, biyofilmin yapısını bozarak mikroorganizmaları etkisiz hale getirir.(Beer, Buchmair, Wernisch, Georgopoulos, & Moritz, 2012; Schoop vd., 2006)

3.2. Minimal İnvaziv Tedavi

Lazer teknolojisi, dentin ve çevredeki yumuşak dokular üzerinde minimum düzeyde etki yaratır. Bu durum, diş dokularının korunmasını ve tedavi sonrası biyomekanik stabilitenin sağlanmasını kolaylaştırır.(Usta, Betancourt, Ceylan, & Keskin, 2024)

Lazerler, geleneksel kanal preparasyonlarına gerek duymadık etkin kanal ve biyofilm tabakasının dezenfeksiyonunu sağlar. Böylece diş yapısı daha fazla korunarak tedavi yapılmış olur.(Jouhar, Halim, Ahmed, Shah, & Quadri, 2025b; Schmidt vd., 2025)

3.3. Rejeneratif Potansiyel

Lazerler, periapikal bölgelerdeki kan dolaşımını artırarak doku iyileşmesini hızlandırır. Bu etki, rejeneratif tedavilerde önemli bir avantaj sunmaktadır. Rejeneratif tedavilerde gelecekte lazerle yapılan tedavilerin daha başarılı olacağı öngörülmektedir.(Ahrari vd., 2024)

Özellikle Er:YAG lazer, kök hücrelerin proliferasyonunu destekleyerek rejeneratif endodontik tedaviler için biyolojik uyumlu bir ortam sağlar. Bu durum, rejeneratif endodontik tedaviler için büyük bir umut vadediyor.(Fiegler-Rudol vd., 2025c; Jafari, Vatanpour, Barikrow, Razavi, & Savadkouhi, 2024)

3.4. Hasta Konforunun Artırılması

Lazerlerin minimal invaziv yapısı, prosedür sırasında ve sonrasında ağrı düzeyini önemli ölçüde azaltır. Geleneksel yöntemlere kıyasla daha az ağrı hissi yaratır.(Dereyko, Paladovska, Kolba, Hudyma, & Kolba, 2024)

Lazerler, kök kanal dezenfeksiyonunu ve hazırlığını daha kısa sürede tamamlar, bu da hem hekim konforu hem de hasta

konforu açısından daha iyi tedavi imkanı sağlar. (Dereyko vd., 2024)

3.5. Daha Az İrrigasyon Solüsyonu Kullanımı

Lazer teknolojisi, kök kanal dezenfeksiyonu sırasında kimyasal irrigasyon çözeltilerine olan ihtiyacı azaltır. Bu durum, kimyasal reaksiyon risklerini minimize eder ve dental dokulara duyarlı bir tedavi yaklaşımı sunar.(Kimura, Wilder-Smith, & Matsumoto, 2000)

3.6. Geniş Klinik Uygulama Alanı

Lazerler, yalnızca dezenfeksiyon ve biyofilm eliminasyonu değil, aynı zamanda yumuşak doku cerrahisi, periapikal lezyon cerrahisi ve periodontal enfeksiyonların cerrahi tedavisinde de kullanılabilir. (Aoki vd., 2004; Kimura vd., 2000)

4. LAZER KULLANIMININ SINIRLAMALARI

4.1. Yüksek Maliyet

Lazer cihazlarının maliyetleri, geleneksel endodontik ekipmanlara oranla çok daha fazladır. Bu durum, özel kliniklerin lazer teknolojisine yatırım yapmasını zorlaştırmaktadır. Lazer cihazlarının fiyatları, cihazın türüne, dalga boyuna ve klinik uygulamalarına göre değişiklik göstermektedir. (Sachelarie, Cristea, Burlui, & Hurjui, 2024b)

Lazer kullanımı konusunda diş hekimlerinin farklı eğitimler alması gerekmektedir. Bu eğitim programları maliyetli olduklarından, cihazların kliniklere entegrasyonunu daha da zorlaştırmaktadır.(Sachelarie vd., 2024b)

4.2. Termal Hasar Riski

Lazerlerin yanlış enerji seviyelerinde kullanılması durumunda, çevre dokularda fazlasıyla termal hasar meydana

gelebilir. Bu hasar, dentin tübüllerinin zarar görmesine ve kök kanal sisteminde biyomekanik uyumsuzluklara neden olabilir. (Elavarasu, Naveen, & Thangavelu, 2012)

Endodontide lazer kullanımı için standart protokollerin yokluğu, klinik uygulamalarda farklı sonuçlara neden olmaktadır. Özellikle yüksek enerji seviyeleriyle çalışan cihazlarda komplikasyon oranı fazlasıyla artabilir. (Huang, Li, Lyu, Zhou, & Fan, 2023)

4.3. Kullanım ve Eğitim Gereksinimi

Lazerlerin doğru ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi için cihazın teknik özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Bu durum, bu konuda yeteri kadar deneyimi olmayan hekimler için bir zorluk oluşturmaktadır. (Huang vd., 2023)

Diş hekimliği öğrencilerinin ve genel diş hekimlerinin lazer teknolojisini düzgün ve uygun bir şekilde kullanabilmesi için ek sertifika ve eğitim programlarına katılmaları gerekmektedir. Bu durum, cihazın klinik ortamlarda kullanımını azaltmaktadır. (Huang vd., 2023)

4.4. Teknik Sınırlamalar

Lazer cihazlarında bulunan fiber uçlar, zamanla aşınabilir ve zarar görebilir. Bu durum, cihazın etkinliğini azaltır ve ek maliyetlere sebep olur. (Usta vd., 2024)

Bazı lazer türleri, sert dokularda derinlemesine nüfuz olamadığı için için biyouyumluluk sorunlarına yol açabilir. Özellikle karmaşık kök kanal sistemlerinde dezenfeksiyonun tamamlanamaması durumunda kanal tedavisi başarı oranı düşecektir. (Jurič & Anić, 2014)

5. GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Lazer teknolojisinin sınırlamaları, yeni bilimsel araştırmalar ve teknolojik gelişmelerle aşılabılır. Gelecekte lazerlerin daha sık ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayacak birçok yeni çalışma ve araştırma alanı bulunmaktadır.(Fiegler-Rudol vd., 2025d)

5.1. Daha Uygun Maliyetli Cihazların Geliştirilmesi

Yeni nesil lazer cihazlarının daha az maliyetli ve taşınabilir hale getirilmesi, özellikle küçük kliniklerde lazerlerin kullanım oranını artırabilir. Bu cihazların daha kompakt yapıda olması, klinik ortamında daha esnek kullanımına olanak sağlar.

Mikro-lazer teknolojisinin geliştirilmesi, cihazların maliyetini azaltır ve aynı zamanda enerji tüketimini düşürerek çevresel etkileri minimize eder.(Kiourti vd., 2022; Müller vd., 2013)

5.2. Yapay Zeka ve Lazer Teknolojisinin Entegrasyonu

Yapay zeka algoritmaları, lazer cihazlarının daha hassas ayarlanabilir ve etkili kullanılmasına yol açabilir. Örneğin, AI tabanlı bir lazer cihazı, enerji seviyelerini kendisi otomatik olarak ayarlayabilir ve tedavi sırasında çevre dokuların komplikasyonunu en aza düşürebilir. Yapay zeka destekli lazer sistemleri, hastanın daha önce belirlenmiş anatomik özelliklerine göre kişiye özel tedavi protokolleri oluşturabilir.(Murzin, 2024; Sachelarie, Cristea, Burlui, & Hurjui, 2024c)

5.3. Rejeneratif Endodontik Tedavilerde Lazerlerin Rolü

Lazerlerin biyolojik doku üzerindeki rejeneratif etkileri, kök hücre bazlı tedavi yaklaşımlarının başarı oranını artırabilir. Özellikle Er:YAG lazer, kök hücre proliferasyonunu artıran bir ortam sağlar .

Lazerler, büyüme faktörlerini aktive eder ve periapikal dokuların iyileşmesini hızlandırabilir. Bu durum rejeneratif tedavi sürecine yeni bir çığır açabilir.(Yamakawa vd., 2018b)

5.4. Yeni Protokollerin Geliştirilmesi

Farklı lazer türleri ve enerji seviyeleri için uluslararası düzeyde kabul gören standart protokollerin oluşturulması, klinik sonuçların daha başarılı olmasını sağlayacaktır. Lazerlerin fotodinamik terapi ile kombine kullanımı, özellikle antibiyotik direncine sahip mikroorganizmalara karşı daha başarılı tedavi protokolleri oluşturabilir.(Songca & Adjei, 2022; Surur, de Oliveira, De Annunzio, Ferrisse, & Fontana, 2024)

5.5. Multidisipliner Yaklaşımlar

Lazer teknolojisinin periodontal tedavilerle endodontik tedavilerin birleştirilmesi, hem kök kanalları hem de periodontal dokuların aynı anda tedavi edilmesini sağlar. Lazerlerin oral ve maksillofasiyal cerrahide kullanımı, endodontik tedavilerin kapsamını arttırabilir.(Dembowska vd., 2022; Sachelarie vd., 2024c)

6. SONUÇ

Endodontik tedavide lazer teknolojilerinin kullanımı, geleneksel yöntemlere kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır. Lazer sistemleri, kök kanal dezenfeksiyonunda yüksek etkinlik göstererek mikroorganizmaların elimine edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, dentin tübüllerine derinlemesine nüfuz ederek biyofilm tabakasını etkili bir şekilde elimine etmekte ve böylece tedavi başarı oranını artırmaktadır.

Minimal invaziv doğası sayesinde lazerler, diş dokularını korur ve hasta konforunu artırır. Özellikle rejeneratif endodontik yaklaşımlarla birlikte kullanıldığında, doku iyileşmesini hızlandırma ve biyolojik uyumluluğu artırma potansiyeline

sahiptir. Bununla birlikte, lazerlerin yüksek maliyeti, eğitim gereksinimi ve termal hasar riski gibi bazı dezavantajları bulunmaktadır.

Gelecekte, daha uygun maliyetli ve gelişmiş lazer sistemlerinin geliştirilmesi, bu teknolojinin daha yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır. Yapay zeka destekli lazer sistemleri ve yeni nesil biyouyumlu lazer protokolleri sayesinde, endodontik tedavilerde daha başarılı ve öngörülebilir sonuçlar elde edilecektir. Dolayısıyla, lazer teknolojisinin endodontik uygulamalardaki rolü giderek daha da önemli hale gelmekte ve bilimsel araştırmalar bu alandaki potansiyeli genişletmeye devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahrari, F., Akhondian, S., Shakiba, R., Tolouei, A., Salehi, A., Valizadeh, M., & Hosseini, K. (2024). Laser Applications in Regenerative Endodontics: A Review. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 15, e1. <https://doi.org/10.34172/jlms.2024.01>
- Aoki, A., Sasaki, K. M., Watanabe, H., & Ishikawa, I. (2004). Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontology* 2000, 36, 59-97. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2004.03679.x>
- Bader, C., & Krejci, I. (2006). Indications and limitations of Er:YAG laser applications in dentistry. *American Journal of Dentistry*, 19(3), 178-186.
- Beer, F., Buchmair, A., Wernisch, J., Georgopoulos, A., & Moritz, A. (2012). Comparison of two diode lasers on bactericidity in root canals—An in vitro study. *Lasers in Medical Science*, 27(2), 361-364. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0884-3>
- de Paula Eduardo, C., & Gouw-Soares, S. (2001). The Use of Lasers for Endodontic Applications in Dentistry. *Medical Laser Application*, 16(3), 231-243. <https://doi.org/10.1078/1615-1615-00027>
- Dembowska, E., Jaroń, A., Homik-Rodzińska, A., Gabrysz-Trybek, E., Bładowska, J., & Trybek, G. (2022). Comparison of the Treatment Efficacy of Endo-Perio Lesions Using a Standard Treatment Protocol and Extended by Using a Diode Laser (940 nm). *Journal of Clinical Medicine*, 11(3), 811. <https://doi.org/10.3390/jcm11030811>
- Dereyko, L., Paladovska, M., Kolba, A., Hudyma, B., & Kolba, O. (2024). Comparative Analysis of Latest Technologies

- in Microscopic Endodontics: Diagnostic. *Journal of Pioneering Medical Sciences*, 13, 128-137. <https://doi.org/10.61091/jpms202413420>
- Elavarasu, S., Naveen, D., & Thangavelu, A. (2012). Lasers in periodontics. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 4(Suppl 2), S260-S263. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.100245>
- Fiegler-Rudol, J., Grzech-Leśniak, Z., Tkaczyk, M., Grzech-Leśniak, K., Zawilska, A., & Wiench, R. (2025a). Enhancing Root Canal Disinfection with Er:YAG Laser: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, 13(3), 101. <https://doi.org/10.3390/dj13030101>
- Fiegler-Rudol, J., Grzech-Leśniak, Z., Tkaczyk, M., Grzech-Leśniak, K., Zawilska, A., & Wiench, R. (2025b). Enhancing Root Canal Disinfection with Er:YAG Laser: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, 13(3), 101. <https://doi.org/10.3390/dj13030101>
- Fiegler-Rudol, J., Grzech-Leśniak, Z., Tkaczyk, M., Grzech-Leśniak, K., Zawilska, A., & Wiench, R. (2025c). Enhancing Root Canal Disinfection with Er:YAG Laser: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, 13(3), 101. <https://doi.org/10.3390/dj13030101>
- Fiegler-Rudol, J., Grzech-Leśniak, Z., Tkaczyk, M., Grzech-Leśniak, K., Zawilska, A., & Wiench, R. (2025d). Enhancing Root Canal Disinfection with Er:YAG Laser: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, 13(3), 101. <https://doi.org/10.3390/dj13030101>
- Genc Sen, O., & Kaya, M. (2019). Effect of Root Canal Disinfection with a Diode Laser on Postoperative Pain After Endodontic Retreatment. *Photobiomodulation*,

- Photomedicine, and Laser Surgery*, 37(2), 85-90.
<https://doi.org/10.1089/photob.2018.4539>
- Huang, Q., Li, Z., Lyu, P., Zhou, X., & Fan, Y. (2023). Current Applications and Future Directions of Lasers in Endodontics: A Narrative Review. *Bioengineering (Basel, Switzerland)*, 10(3), 296.
<https://doi.org/10.3390/bioengineering10030296>
- Jafari, A., Vatanpour, M., Barikrow, N., Razavi, P., & Savadkouhi, S. T. (2024). Effect of erbium yttrium aluminium garnet laser dentin conditioning on dental pulp stem cells viability. *Heliyon*, 10(5).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26954>
- Jouhar, R., Halim, M. S., Ahmed, M. A., Shah, F., & Quadri, S. A. (2025a). Synthesis, characterization, and application of methylene blue functionalized reduced graphene oxide for photodynamic therapy in root canal treatment. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 41(2), 519-524.
<https://doi.org/10.12669/pjms.41.2.11001>
- Jouhar, R., Halim, M. S., Ahmed, M. A., Shah, F., & Quadri, S. A. (2025b). Synthesis, characterization, and application of methylene blue functionalized reduced graphene oxide for photodynamic therapy in root canal treatment. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 41(2), 519-524.
<https://doi.org/10.12669/pjms.41.2.11001>
- Jurič, I. B., & Anić, I. (2014). The Use of Lasers in Disinfection and Cleanliness of Root Canals: A Review. *Acta Stomatologica Croatica*, 48(1), 6-15.
<https://doi.org/10.15644/asc48/1/1>
- Kaplan, T., Sezgin, G. P., & Sönmez Kaplan, S. (2021). Effect of a 980-nm diode laser on post-operative pain after endodontic treatment in teeth with apical periodontitis: A

- randomized clinical trial. *BMC Oral Health*, 21(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01401-w>
- Kimura, Y., Wilder-Smith, P., & Matsumoto, K. (2000). Lasers in endodontics: A review. *International Endodontic Journal*, 33(3), 173-185. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00280.x>
- Kiourti, A., Abbosh, A. M., Athanasiou, M., Björninen, T., Eid, A., Furse, C., ... Nikita, K. S. (2022). Next-Generation Healthcare: Enabling Technologies for Emerging Bioelectromagnetics Applications. *IEEE Open Journal of Antennas and Propagation*, 3, 363-390. <https://doi.org/10.1109/OJAP.2022.3162110>
- Korkut, E., Torlak, E., Gezgin, O., Özer, H., & Şener, Y. (2018). Antibacterial and Smear Layer Removal Efficacy of Er:YAG Laser Irradiation by Photon-Induced Photoacoustic Streaming in Primary Molar Root Canals: A Preliminary Study. *Photomedicine and Laser Surgery*, 36(9), 480-486. <https://doi.org/10.1089/pho.2017.4369>
- Mathew, T., Bm, S., Gv, P., & Jose, J. (2022). Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Chlorhexidine and 810 nm Diode Laser in the Disinfection of Root Canals Contaminated With *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *Cureus*, 14(8), e28596. <https://doi.org/10.7759/cureus.28596>
- Moon, Y.-M., Kim, H.-C., Bae, K.-S., Baek, S.-H., Shon, W.-J., & Lee, W. (2012). Effect of laser-activated irrigation of 1320-nanometer Nd:YAG laser on sealer penetration in curved root canals. *Journal of Endodontics*, 38(4), 531-535. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.008>

- Murzin, S. P. (2024). Digital Engineering in Photonics: Optimizing Laser Processing. *Photonics*, 11(10), 935. <https://doi.org/10.3390/photonics11100935>
- Müller, A., Marschall, S., Jensen, O. B., Fricke, J., Wenzel, H., Sumpf, B., & Andersen, P. E. (2013). Diode laser based light sources for biomedical applications. *Laser & Photonics Reviews*, 7(5), 605-627. <https://doi.org/10.1002/lpor.201200051>
- Sachelarie, L., Cristea, R., Burlui, E., & Hurjui, L. L. (2024a). Laser Technology in Dentistry: From Clinical Applications to Future Innovations. *Dentistry Journal*, 12(12), 420. <https://doi.org/10.3390/dj12120420>
- Sachelarie, L., Cristea, R., Burlui, E., & Hurjui, L. L. (2024b). Laser Technology in Dentistry: From Clinical Applications to Future Innovations. *Dentistry Journal*, 12(12), 420. <https://doi.org/10.3390/dj12120420>
- Sachelarie, L., Cristea, R., Burlui, E., & Hurjui, L. L. (2024c). Laser Technology in Dentistry: From Clinical Applications to Future Innovations. *Dentistry Journal*, 12(12), 420. <https://doi.org/10.3390/dj12120420>
- Sarangi, P., Suman, S., Satapathy, S. K., Meher, R., Das, A., & Pradeep, D. M. (2024). The Pros and Cons of Dental Laser Therapy in Conservative Dentistry and Endodontics-A Systematic Review. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 16(Suppl 4), S3083-S3085. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1105_24
- Schmidt, L. S., Ferreira, L. dos S., Junior, F. A. V., Montagner, A. F., Rosa, W. L. de O. da, Araújo, L. P. de, & Vieira, C. C. (2025). Postoperative pain in primary root canal treatments after Er: YAG laser-activated irrigation: a systematic review and meta-analysis. *Lasers in Medical*

Science, 40(1), 37. <https://doi.org/10.1007/s10103-024-04271-0>

- Schoop, U., Kluger, W., Dervisbegovic, S., Goharkhay, K., Wernisch, J., Georgopoulos, A., ... Moritz, A. (2006). Innovative wavelengths in endodontic treatment. *Lasers in Surgery and Medicine*, 38(6), 624-630. <https://doi.org/10.1002/lsm.20331>
- Singh, S., Rout, M., Kaushik, M., Sharma, S., & Srivastava, A. (2025). Clinical efficacy of Methylene Blue mediated antimicrobial Photodynamic Therapy (PDT) using 680 nm Diode Laser in patients undergoing Open Flap Debridement: An Original Research. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 15(2), 266-270. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2025.01.022>
- Songca, S. P., & Adjei, Y. (2022). Applications of Antimicrobial Photodynamic Therapy against Bacterial Biofilms. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(6), 3209. <https://doi.org/10.3390/ijms23063209>
- Surur, A. K., de Oliveira, A. B., De Annunzio, S. R., Ferrisse, T. M., & Fontana, C. R. (2024). Bacterial resistance to antimicrobial photodynamic therapy: A critical update. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 255, 112905. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2024.112905>
- Theodoro, L. H., Marcantonio, R. A. C., Wainwright, M., & Garcia, V. G. (2021). LASER in periodontal treatment: Is it an effective treatment or science fiction? *Brazilian Oral Research*, 35(Supp 2), e099. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0099>
- Usta, S. N., Betancourt, P., Ceylan, A., & Keskin, C. (2024). The cutting-edge roles of lasers in endodontics: A bibliometric

and scientometric analysis of the 100 most-cited articles. *Lasers in Medical Science*, 39(1), 219. <https://doi.org/10.1007/s10103-024-04163-3>

Yamakawa, S., Niwa, T., Karakida, T., Kobayashi, K., Yamamoto, R., Chiba, R., ... Hosoya, N. (2018a). Effects of Er:YAG and Diode Laser Irradiation on Dental Pulp Cells and Tissues. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(8), 2429. <https://doi.org/10.3390/ijms19082429>

Yamakawa, S., Niwa, T., Karakida, T., Kobayashi, K., Yamamoto, R., Chiba, R., ... Hosoya, N. (2018b). Effects of Er:YAG and Diode Laser Irradiation on Dental Pulp Cells and Tissues. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(8), 2429. <https://doi.org/10.3390/ijms19082429>

ENDODONTİDE AKUT ALEVLENMELER

Ekin Deniz ÇATMABACAK¹

Uğurcan YILDIZ²

1. GİRİŞ

Endodontik akut alevlenme (flare-up), kök kanal tedavisi sırasında veya sonrasında meydana gelen, asemptomatik pulpal ve/veya periradiküler patolojinin akut bir şekilde alevlenmesiyle karakterize edilen klinik bir durumdur. Amerikan Endodontistler Birliği, akut alevlenmeyi tedavi sırasında şiddetli ağrı veya şişlik gibi semptomların gelişimi sonucunda, hastanın beklenmedik bir şekilde diş hekimine başvurması ve ek tedavi gerektiren bir durum olarak tanımlamaktadır(Endodontists, 2003; Nosrat et al., 2023; Walton & Fouad, 1992).

Bu durum genellikle birkaç saat ile birkaç gün içinde ortaya çıkar ve hastanın yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir. Akut alevlenmeler hem hasta hem de hekim için stres kaynağı oluşturur; tedavi sürecini karmaşıklıştırıp hasta memnuniyetini azaltabilir. Etkilenen hastalarda ağrı ve şişliğin yanı sıra bazen enfeksiyona bağlı olarak sistemik semptomlar da görülebilir(Seltzer & Naidorf, 1985a).

¹ Arş. Gör. Uzm. Dt., Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, edenizcatmabacak@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0007-4471-5760.

² Arş. Gör., Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, ugurcanyildiz@trakya.edu.tr, ORCID: 0009-0001-9183-0274.

2. EPİDEMİYOLOJİ

Endodontik akut alevlenmelerin insidansı, farklı çalışmalarda önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Bu farklılıklar, çalışma tasarımlarındaki varyasyonlardan ve alevlenmenin tanımı konusundaki tutarsızlıklardan kaynaklanabilir. Literatürde bildirilen insidans oranları %1,4 ile %33 arasında değişmektedir (Imura & Zuolo, 1995; Walton & Fouad, 1992).

Walton ve Fouad'ın prospektif bir çalışmasında, toplam 946 tedavi seansı içinde flare-up insidansı %3,17 olarak rapor edilmiştir. Bu durum, ciddi preoperatif ağrının ve nekrotik pulpa varlığının insidansı artıran en önemli faktörler olduğunu göstermiştir(Walton & Fouad, 1992). Ayrıca, vital pulpa ile tedavi edilen dişlerde bu oran genellikle daha düşüktür (örneğin %1,3), ancak nekrotik pulpaya sahip dişlerde %6,5'e kadar çıkmaktadır (Nosrat et al., 2023).

Kadın hastalarda erkeklere kıyasla daha yüksek insidans bildirilmekle birlikte, bu fark genellikle istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yaş gruplarına göre belirgin bir farklılık gösterilmemiştir. Bununla birlikte, tedavi öncesinde şiddetli ağrı veya şişlik yaşayan hastalarda flare-up insidansı daha yüksektir (Ehrmann, Messer, & Clark, 2007).

3. ETİYOLOJİ

Endodontik akut alevlenmenin etyolojisi genellikle multifaktöryel bir yapıya sahiptir ve mekanik, kimyasal, mikrobiyal faktörlerin yanı sıra hasta kaynaklı diğer faktörlerin birleşik etkileriyle şekillenir (Siqueira Jr, 2003). Bu karmaşık süreç, her bir faktörün tedavi sırasında veya sonrasında farklı şekillerde alevlenmeye katkıda bulunmasıyla karakterizedir(Bassam, El-Ahmar, Salloum, & Ayoub, 2021) .

3.1. Mekanik Faktörler

Tedavi sırasında kullanılan aletlerin apikal foramenin ötesine taşması, apikal dokularda mekanik hasar oluşturarak akut inflamatuvar yanıtı yol açabilir. Enfekte debrislerin apikal bölgeye itilmesi, dokuların enfekte olmasına ve inflamasyonun şiddetlenmesine neden olabilir. Bunun yanı sıra, kök kanalının eksik hazırlanması veya yanlış boy ölçümleri sonucunda dokuların yeterince temizlenememesi, rezidüel enfeksiyonlara ve dolayısıyla inflamasyona zemin hazırlayabilir. Bu durum, özellikle geniş periapikal lezyonlara sahip hastalarda daha belirgin hale gelir. Ayrıca, aşırı enstrümantasyon nedeniyle apikal dokuların savunma mekanizmaları bozulabilir ve bu durum inflamatuvar yanıtı artırabilir. (Bassam et al., 2021; Ehrmann et al., 2007).

3.2. Kimyasal Faktörler

İrrigasyon çözeltileri ve intrakanal medikamentlerin aşırı kullanımı veya apikal dokulara taşması, lokal doku tahrişi ve inflamasyonun artmasına neden olabilir. Özellikle yüksek konsantrasyonlu sodyum hipoklorit gibi çözeltilerin apikal foramen dışına sızması, ciddi inflamatuvar reaksiyonlara ve çevre dokuların zarar görmesine yol açabilir. Bunun yanı sıra, diğer irrigasyon çözeltileri ve medikamentlerin de apikal bölgede sitotoksik etkiler yaratabileceği ve doku iyileşmesini olumsuz etkileyebileceği bilinmektedir. Kimyasal ajanların yetersiz şekilde uzaklaştırılması, kök kanalında birikerek inflamatuvar yanıtı artırabilir. Bu durum, özellikle enfekte dokularda inflamasyonun daha hızlı yayılmasına neden olur (Bassam et al., 2021; Seltzer & Naidorf, 1985a).

3.3. Mikrobiyal Faktörler

Kök kanalı sisteminde bulunan anaerobik mikroorganizmalar, tedavi sırasında periradiküler dokulara ulaşarak inflamasyonu tetikleyen başlıca faktörler arasında yer alır. Özellikle bu mikroorganizmaların ürettiği endotoksinler, inflamatuvar yanıtı şiddetlendiren önemli biyolojik ajanlardır. Kanal içindeki oksidasyon-redüksiyon potansiyelindeki değişiklikler, anaerobik bakterilerin aerobik bakterilere dönüşmesine neden olabilir ve bu durum, mikrobiyal floradaki patojenik çeşitliliği artırarak inflamasyona zemin hazırlar. Ayrıca, yetersiz kemo-mekanik hazırlık, bakterilerin kök kanalında kalmasına ve çevre dokulara yayılmasına olanak tanır. Tedavi sırasında enfekte debrisin apikal bölgeye taşınması, bu süreci daha da kötüleştirebilir (Bassam et al., 2021; Seltzer & Naidorf, 1985a; Siqueira Jr, 2003).

3.4. Diğer Faktörler

Hastanın bireysel özellikleri ve genel sağlık durumu, endodontik akut alevlenme riskini önemli ölçüde etkileyebilir. Özellikle bağışıklık sistemi zayıf olan hastalar, enfeksiyonlara ve inflamasyona karşı daha duyarlıdır. Diyabet gibi kronik sistemik hastalıklar da inflamatuvar yanıtın şiddetini artırabilir ve iyileşme sürecini uzatabilir. Ayrıca, alerjik reaksiyonlara yatkınlık, inflamasyonun daha hızlı tetiklenmesine yol açabilir (Nosrat et al., 2023).

Preoperatif ağrı veya şişlik varlığı, alevlenme riskini artıran önemli bir faktördür. Bu semptomlar, genellikle enfeksiyonun ve periapikal dokulardaki inflamasyonun göstergesi olarak kabul edilir. Tekrarlayan tedavi gerektiren vakalar da yüksek alevlenme riski taşır. Özellikle önceden başarısız olmuş tedavilerde, kök kanalında kalıcı enfeksiyon odakları bulunabilir ve bu durum tedavi sırasında alevlenme olasılığını artırır. Geniş periapikal lezyonların varlığı da

inflamasyonun daha yaygın olmasına neden olarak komplikasyon riskini yükseltir (Bassam et al., 2021; Walton & Fouad, 1992).

Bunların yanı sıra, tedavi sırasında uygulanan tekniklerin hasta özelinde uygun şekilde ayarlanamaması, inflamasyonun kontrol edilememesine ve alevlenme riskinin artmasına yol açabilir. Bu nedenle, hasta özellikleri ve klinik bulgular göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmiş bir tedavi planı oluşturulması önemlidir (Seltzer & Naidorf, 1985b).

4. LOKAL ADAPTASYON SENDROMU VE ENDODONTİK FLARE-UP İLİŞKİSİ

Lokal Adaptasyon Sendromu (LAS), organizmanın belirli bir bölgesinde meydana gelen stresörlere karşı geliştirdiği lokal tepkileri tanımlayan bir kavramdır. Hans Selye tarafından tanımlanan bu sendrom, genel adaptasyon sendromunun (GAS) lokal düzeydeki karşılığıdır ve üç aşamadan oluşur: **alarm evresi, direnç evresi ve tükenme evresi** (Selye, 1950).

Endodontik tedavi sırasında veya sonrasında meydana gelen flare-up, kök kanal sisteminde uygulanan mekanik, kimyasal veya mikrobiyal stresörlere karşı gelişen lokal inflamatuvar bir tepkidir (Walton & Fouad, 1992). Bu süreç, LAS'ın aşamaları ile doğrudan ilişkilidir:

4.1. Alarm Evresi ve Endodontik Flare-Up

Alarm evresi, stresörün (örneğin, endodontik işlem sırasında uygulanan mekanik veya kimyasal uyarılar) ilk olarak dokuya etki ettiği ve organizmanın buna hızlı bir inflamatuvar yanıt geliştirdiği aşamadır. Endodontik tedavi sırasında kök kanalının enstrümantasyonu, irrigasyon solüsyonlarının apikal dokulara taşması veya enfekte debrislerin apikal bölgeye itilmesi, lokal inflamatuvar cevabın başlamasına neden olabilir (Siqueira Jr, 2003). Bu aşamada, periapikal dokularda vazodilatasyon,

hücrel infiltrasyon ve proinflatuar mediyatörlerin (ör. sitokinler, prostaglandinler) salınımı gözlenir. Sonuç olarak, şişlik, ağrı ve periradiküler hassasiyet gelişebilir.

4.2. Direnç Evresi ve Enfeksiyonun Kontrolü

Direnç evresi, organizmanın stresöre karşı adaptasyon geliştirdiği ve inflamasyonu kontrol altına almaya çalıştığı aşamadır. Endodontik tedavinin bu aşamasında, kanal dezenfeksiyonu uygulamalarıyla inflamasyonun baskılanması hedeflenir. Eğer tedavi yeterince etkili olursa, hastanın semptomları azalır ve doku iyileşmesi başlar (Bassam et al., 2021). Ancak, kök kanalındaki bakterilerin yeterince eradike edilememesi veya periapikal dokuların aşırı irritasyona maruz kalması durumunda, inflamasyon kontrol altına alınamayabilir ve hastada persistan ağrı, flare-up veya periapikal apseler gelişebilir.

4.3. Tükenme Evresi ve Alevlenme Durumu

Eğer stresör (örn. bakteriyel enfeksiyon, kimyasal irritasyon, mekanik travma) uzun süre devam ederse ve organizmanın adaptasyon kapasitesini aşarsa, tükenme evresi başlar. Bu durumda, akut inflamatuvar süreç kronikleşebilir veya periapikal bölgede ciddi doku hasarına ve nekroza yol açabilir. Endodontik flare-up vakalarında tükenme evresi, kontrol altına alınamayan enfeksiyon, apikal absedenin ilerlemesi ve sistemik belirtilerin ortaya çıkmasıyla karakterizedir (Seltzer & Naidorf, 1985a).

Tükenme evresine giren hastalarda yoğun ağrı, şiddetli şişlik ve sistemik semptomlar (örn. ateş, lenfadenopati) gelişebilir, bu nedenle acil drenaj, antibiyotik tedavisi ve ağrı yönetimi gereklidir (Nosrat et al., 2023).

5. KLİNİK ÖZELLİKLER

Endodontik flare up, kök kanal tedavisi seansları arasında veya tedavi sonrasında ortaya çıkan semptomlarla karakterizedir. Bu durum genellikle, birkaç saat ila birkaç gün içinde gelişen şiddetli ağrı ve/veya şişlik olarak kendini gösterir. Semptomlar, hasta için önemli bir rahatsızlık kaynağıdır ve genellikle acil bir müdahale gerektirir. Flare-up, tedavi planını karmaşıkleştıırabilir ve hem hasta hem de hekim için stresli bir durum yaratabilir (Bassam et al., 2021; Walton & Fouad, 1992).

Flare-up sırasında görülen klinik belirtiler şunlardır:

Ağrı: Çoğunlukla spontan, zonklayıcı ve şiddetli bir ağrı olarak tanımlanır. Ağrı genellikle diş üzerine basınç uygulandığında veya spontan olarak artış gösterir. Ayrıca, ağrı sıklıkla iltihaplı dokuların çevre yapılarla olan etkileşiminden kaynaklanır (Bassam et al., 2021; Siqueira Jr, 2003).

Şişlik: Lokalize ya da yaygın olabilen şişlik genellikle apikal bölgeyi ve çevre yumuşak dokuları etkiler. Şiddetli durumlarda, enfeksiyonun ilerlemesi sistemik semptomlarla (ör. ateş, lenfadenopati) sonuçlanabilir (Bassam et al., 2021; Ehrmann et al., 2007).

Çiğneme Zorluğu: Flare-up'larda, etkilenen diş çiğneme sırasında hassasiyet gösterir ve ağrı nedeniyle işlev kaybı yaşanabilir (Seltzer & Naidorf, 1985a).

Radyolojik Bulgular: Radyografik incelemelerde, periapikal bölgede genişleyen lezyonlar, yoğun apikal radyolüsens ve diğer inflamatuvar değişiklikler sıklıkla gözlenir (Bassam et al., 2021; Walton & Fouad, 1992).

6. TANI VE AYIRICI TANI

Endodontik akut alevlenmenin doğru tanısı, detaylı bir anamnez, klinik muayene ve radyolojik değerlendirme ile sağlanır. Tanıda, şikayetlerin başlangıç zamanı, ağrının karakteri, şişlik derecesi ve önceki tedavi geçmişi dikkate alınır (Ehrmann et al., 2007; Seltzer & Naidorf, 1985a)

6.1. Tanısal Bulgular (Bassam et al., 2021)

Şiddetli ağrı ve/veya şişlik.

Perküsyon ve palpasyon testlerinde pozitiflik.

6.2. Ayırıcı Tanı (Bassam et al., 2021; Seltzer & Naidorf, 1985b)

Endodontik flare-up benzer semptomlar gösteren diğer dental ve sistemik durumlarla karıştırılabilir. Ayırıcı tanı için aşağıdaki durumlar göz önünde bulundurulmalıdır:

Akut Apikal Periodontitis: Flare-up ile benzer belirtiler gösterebilir, ancak genellikle tedavi öncesi inflamasyon süreciyle ilişkilidir.

Perikoronitis: Özellikle yirmi yaş dişleriyle ilişkili enfeksiyonlarda benzer semptomlar görülebilir.

Sinüs Enfeksiyonu: Maksiller diş kaynaklı ağrılarla sıkça karışır.

Çene Kisti veya Tümörler: Uzun süreli veya ilerleyici şişlik durumlarında radyolojik ve histopatolojik inceleme yapılmalıdır.

7. TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Flare-up tedavisinin temel amacı, semptomları hafifletmek, inflamatuvar yanıtı kontrol altına almak ve hastanın rahatlamasını sağlamaktır. Tedavi, genellikle semptomların

şiddetine ve altta yatan nedenlere göre bireyselleştirilir (Walton & Fouad, 1992; Seltzer & Naidorf, 1985; Bassam et al., 2021).

7.1. Drenaj

Akut inflamasyon durumlarında drenaj, semptomların hızlı şekilde hafifletilmesinde etkili bir yöntemdir. Kanalin yeniden açılması ve debrisin uzaklaştırılması apikal basıncın azaltılmasını sağlar. Özellikle periapikal apselerin varlığında drenajın etkili bir şekilde yapılması, hastanın semptomlarının hızla hafiflemesine katkı sağlar. Drenajın sağlanamaması durumunda enfeksiyonun yayılma riski artabilir. Ciddi vakalarda insizyonla drenaj veya aspirasyon uygulanarak apse içeriğinin boşaltılması gerekebilir. Ayrıca, drenaj sonrası kanalda irrigasyon yapılmalı ve antimikrobiyal ajanlar kullanılarak enfeksiyon kontrol altına alınmalıdır (Seltzer & Naidorf, 1985; Ehrmann et al., 2007).

7.2. İlaç Tedavisi

Analjezikler: Nonsteroidal anti-inflamatuar ilaçlar (NSAID'ler), flare-up yönetiminde ağrıyı kontrol etmek için ilk sırada tercih edilir. İbuprofen, naproksen ve diklofenak gibi NSAID'ler inflamasyonu azaltarak semptomları hafifletir. Şiddetli ağrı durumlarında, opioid türevi ilaçlar (örn. kodein ile kombinasyon) kısa süreli olarak kullanılabilir (Bassam et al., 2021).

Antibiyotikler: Endodontik tedavi sonrası gelişen enfeksiyonlarda sistemik antibiyotik kullanımı, yalnızca belirli durumlarda gereklidir. Sistemik enfeksiyon belirtileri (ateş, lenfadenopati, selülit), yaygın şişlik veya immün yetmezliği bulunan hastalarda antibiyotikler önerilir. Amoksisilin, klindamisin veya metronidazol gibi antibiyotikler yaygın olarak tercih edilebilir. Ancak, gereksiz antibiyotik kullanımı önlenmeli ve direnç gelişimi göz önünde bulundurulmalıdır (Walton & Fouad, 1992).

7.3. İrrigasyon ve İntrakanal Medikamentler

Etkili irrigasyon çözeltilerinin kullanılması, kanal içi bakteriyel yükü azaltmada kritik bir rol oynar. Sodyum hipoklorit (%2,5-5,25), EDTA ve klorheksidin gibi ajanlar, kanal dezenfeksiyonunu sağlamak için en sık tercih edilen solüsyonlardır. İrrigasyon sırasında solüsyonların apeks dışına taşmaması için kontrollü kullanım sağlanmalıdır. Sonik veya ultrasonik aktivasyon yöntemleri ile irrigasyon etkinliği artırılabilir (Bassam et al., 2021).

7.4. Tekrar Enstrümantasyon

Kanal içinin mekanik ve kimyasal olarak yeniden hazırlanması, enfekte dokuların ve debrisin tamamen uzaklaştırılmasını sağlar. Özellikle ilk seansta eksik enstrümantasyon yapılmışsa, bu işlem semptomların hafifletilmesinde etkilidir. Yetersiz preparasyon, enfekte debrisin kanal içinde kalmasına ve semptomların devam etmesine neden olabilir. Bu nedenle, ikinci seansta kök kanalının genişletilmesi ve tam dezenfeksiyonunun sağlanması, flare-up olasılığını düşürebilir (Walton & Fouad, 1992) (Bassam et al., 2021).

7.5. Hasta Eğitimi ve Takip

Postoperatif semptomların kontrolü için hastalara durumun olasılığı hakkında bilgi verilmesi önemlidir. Hastaların, tedavi sonrası gelişebilecek ağrı ve şişlik konusunda bilgilendirilmesi, endişelerini azaltarak hekime olan güvenlerini artırır. Ayrıca, hastalara ağrıyı kontrol altına almak için uygun ilaç kullanımı ve semptomların nasıl yönetileceği anlatılmalıdır (Ehrmann et al., 2007).

8. ÖNLEME STRATEJİLERİ

8.1. Doğru Tanı ve Tedavi Planlaması

Endodontik tedavinin etkinliği, klinik ve radyografik muayene ile pulpal ve periapikal durumun doğru şekilde değerlendirilmesine bağlıdır. Bu süreçte, özellikle akut semptomları olan hastalarda tedavi öncesinde uygun ağrı yönetimi sağlanarak hasta konforu artırılmalıdır. Detaylı bir anamnez alınmalı, hastanın önceki dental tedavi öyküsü ve sistemik sağlık durumu değerlendirilmelidir. Akut inflamasyonun varlığı, klinik bulgular ve radyografik incelemeler ile doğrulanmalı, tedavi planı hastaya özgü olarak şekillendirilmelidir. Hastanın beklentileri ve potansiyel komplikasyonlar hakkında bilgilendirilmesi, tedavi sürecinin daha kontrollü ilerlemesine katkıda bulunacaktır(Siqueira Jr, 2003; Torabinejad & Walton, 2009; Walton & Fouad, 1992).

8.2. Etkin Mikrobiyal Kontrol

Kanal içi dezenfeksiyonun yeterli düzeyde sağlanması, tedavi başarısını doğrudan etkileyen faktörlerden biridir. Bu amaçla, sodyum hipoklorit (%2,5-5,25) ve EDTA gibi irrigasyon solüsyonları kullanılarak mikroorganizma yükü azaltılmalıdır. Ek olarak, sonik veya ultrasonik aktivasyon gibi yardımcı irrigasyon teknikleri ile dezenfeksiyon etkinliği artırılabilir(Siqueira Jr, 2003).

8.3. Mekanik Preparasyonun Kontrollü Yapılması

Kök kanal preparasyonu sırasında aşırı agresif yaklaşımlardan kaçınılmalı, apeks forameni aşılmalı ve irrigasyon solüsyonlarının periapikal dokulara sızması önlenmelidir. Bu yaklaşım, periapikal inflamasyonun ve postoperatif komplikasyonların önüne geçilmesine katkı sağlayacaktır. Aşırı enstrümantasyon, periapikal dokularda inflamasyonun artmasına ve postoperatif ağrının şiddetlenmesine

neden olabilir. Bu nedenle, kök kanal preparasyonu sırasında apeksin minimal şekilde tahriş edilmesine özen gösterilmeli, apeksin aşılması sağlanmalıdır. Apikal debris ekstrüzyonunun önlenmesi için crown-down şekillendirme teknikleri uygulanabilir(Siqueira Jr, 2003; Torabinejad & Walton, 2009).

Tekrar enstrümantasyon sırasında, apikal debris ekstrüzyonunu önlemek için ters konik şekillendirme teknikleri uygulanmalıdır. Bu yaklaşım, periapikal inflamasyonun daha fazla şiddetlenmesini önleyerek hastanın konforunu artırır.

8.4. İntrakanal Medikament Kullanımı

Özellikle kanal içinin kurutulamadığı vakalarda, tek seanslı tedavi yerine iki seanslı protokol uygulanması önerilmekte olup, seanslar arasında intrakanal medikament kullanımı tercih edilmelidir. İki seanslı tedavi protokollerinde, ilk seansta kanal dezenfekte edildikten sonra, medikament ile bakteriyel eliminasyon sağlanır. İkinci seansta ise kök kanalı, son irrigasyon aşamalarından geçirilerek obtürasyon yapılır(Seltzer & Naidorf, 1985b; Walton & Fouad, 1992).

8.5. Postoperatif Ağrı Yönetimi

Endodontik tedavi sonrası gelişebilecek ağrının kontrol altına alınabilmesi için, nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar (NSAID'ler) reçete edilebilir. Ayrıca, hastalara postoperatif dönemde uyulması gereken bakım talimatları gibi konularda bilgilendirme yapılmalıdır. Hastalara, ilk 24 saat içinde ağrının artabileceği ve bunun geçici bir süreç olduğu anlatılmalıdır. Ağrı kontrolü için ibuprofen gibi NSAID'ler veya asetaminofen gibi analjezikler önerilebilir. Ağrının şiddetli olduğu durumlarda, hastaya kombinasyon analjezikler reçete edilebilir. Ayrıca, şiddetli vakalarda antibiyotik kullanımı da değerlendirilmelidir. Ancak, antibiyotik tedavisi sadece sistemik enfeksiyon bulguları gösteren hastalara uygulanmalıdır(Torabinejad & Walton, 2009).

8.6. Hastanın Sistemik Durumunun Değerlendirilmesi

Endodontik tedavi öncesinde, hastanın genel sağlık durumu değerlendirilerek, özellikle diyabet veya immünosupresyon gibi sistemik hastalıkların varlığında gerekli konsültasyonlar yapılmalıdır. Sistemik hastalıkların kontrol altında olması, enfeksiyon yönetimi ve iyileşme sürecini olumlu yönde etkilemektedir. Diyabetik hastalarda, periodontal ve endodontik enfeksiyonların daha dirençli olabileceği göz önünde bulundurularak, tedavi protokolü dikkatli şekilde belirlenmelidir. İmmün yetmezlik durumlarında ise hastanın enfeksiyon riskine karşı korunması amacıyla daha agresif bir dezenfeksiyon protokolü uygulanmalıdır. Ayrıca, kemoterapi gören, kortikosteroid tedavisi alan veya immün sistemi baskılanmış hastalarda endodontik tedavinin riskleri önceden değerlendirilmelidir.

9. SONUÇ

Endodontik tedavi sırasında meydana gelen akut alevlenmeler (flare-up), hasta ve hekim açısından önemli bir klinik zorluktur. Bu komplikasyonların önlenmesi ve yönetimi, doğru tanı, uygun tedavi planlaması ve bilimsel kanıtlara dayalı uygulamaların benimsenmesini gerektirir. Flare-up riskini azaltmak için mekanik, kimyasal ve mikrobiyal faktörlerin dikkatli bir şekilde yönetilmesi büyük önem taşır.

Flare-up oluşumunu en aza indirmek için bireyselleştirilmiş tedavi planları oluşturulmalıdır. Hastanın sistemik sağlık durumu, periapikal patolojiler ve önceki dental tedavi geçmişi dikkate alınarak, detaylı bir anamnez ve radyografik inceleme yapılmalıdır.

Mikrobiyal kontaminasyonun kontrol altına alınması, irrigasyon protokollerinin doğru uygulanması ve kanal içi

dezenfeksiyonunun sağlanması tedavi başarısını artıran temel faktörlerdir. Aşırı enstrümantasyonun önlenmesi, apikal foramene zarar vermemek için hassas tekniklerin kullanılması ve uygun intrakanal medikamentlerin tercih edilmesi, inflamasyonu minimize ederek postoperatif komplikasyon riskini düşürebilir.

Endodontik tedavi sonrası gelişebilecek ağrının etkili bir şekilde yönetilmesi, hasta memnuniyetini artırır. NSAID'ler gibi analjeziklerin uygun dozda kullanılması, hasta bilgilendirilmesi ve düzenli takip randevularının planlanması, tedavi sürecine hasta uyumunu destekler.

Sonuç olarak, endodontik tedavide flare-up oluşumunu önlemek ve tedavi başarısını artırmak için kapsamlı bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Doğru tanı, etkin dezenfeksiyon, hassas enstrümantasyon, uygun medikament uygulamaları ve hasta eğitimi, başarılı bir tedavi süreci için kritik bileşenlerdir. Flare-up yönetimi, yalnızca tedavi başarısını artırmakla kalmaz, aynı zamanda hastanın iyileşme sürecini daha konforlu hale getirir. Bu nedenle, modern endodontik uygulamalarda kanıta dayalı yöntemlerin benimsenmesi ve hasta odaklı yaklaşımların ön planda tutulması büyük önem taşımaktadır(Walton & Fouad, 1992).

KAYNAKÇA

- Bassam, S., El-Ahmar, R., Salloum, S., & Ayoub, S. (2021). Endodontic postoperative flare-up: An update. *The Saudi dental journal*, 33(7), 386-394.
- Ehrmann, E. H., Messer, H. H., & Clark, R. M. (2007). Flare-ups in endodontics and their relationship to various medicaments. *Australian Endodontic Journal*, 33(3), 119-130.
- Endodontists, A. A. o. (2003). *Glossary of endodontic terms*: American Association of Endodontists.
- Imura, N., & Zuolo, M. (1995). Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. *International endodontic journal*, 28(5), 261-265.
- Nosrat, A., Valancius, M., Mehrzad, S., Dianat, O., Verma, P., Aminoshariae, A., & Fouad, A. F. (2023). Flare-ups after nonsurgical retreatments: incidence, associated factors, and prediction. *Journal of endodontics*, 49(10), 1299-1307. e1291.
- Seltzer, S., & Naidorf, I. J. (1985a). Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *Journal of endodontics*, 11(11), 472-478.
- Seltzer, S., & Naidorf, I. J. (1985b). Flare-ups in endodontics: II. Therapeutic measures. *Journal of endodontics*, 11(12), 559-567.
- Siqueira Jr, J. F. (2003). Microbial causes of endodontic flare-ups. *International endodontic journal*, 36(7), 453-463.
- Torabinejad, M., & Walton, R. E. (2009). *Endodontics: principles and practice*: Elsevier Health Sciences.

Walton, R., & Fouad, A. (1992). Endodontic interappointment flare-ups: a prospective study of incidence and related factors. *Journal of endodontics*, 18(4), 172-177.

ENDODONTİK ENFEKSİYONLARIN MİKROBİYOLOJİSİ

Ahmet Kerem EREN¹

1. GİRİŞ

Endodontik enfeksiyonlar, diş pulpasının bakteriyel kolonizasyonu sonucu gelişen ve periradiküler dokulara yayılarak apikal periodontitis gibi çeşitli hastalıklara yol açabilen karmaşık mikrobiyolojik süreçlerdir. Bu enfeksiyonlar, genellikle çürük, travma, periodontal hastalıklar veya iatrojenik faktörler nedeniyle ortaya çıkar. Kök kanallarındaki mikroorganizmalar, genellikle biyofilm formasyonları şeklinde organize olup, tedaviye karşı dirençli hale gelirler (Ricucci & Siqueira, 2010; Siqueira & Rôças, 2009).

Apikal periodontitis, klinik olarak semptomatik veya asemptomatik olabilir. Semptomatik vakalar genellikle akut iltihaplanma ve ağrı ile kendini gösterirken, asemptomatik vakalar radyografik muayene sırasında saptanan kronik lezyonlar şeklinde görülebilir. Bu hastalığın temel sebebi mikroorganizmalardır ve enfekte kök kanallarında genellikle 20 ila 30 bakteri türü baskın olarak bulunur ve bunlar "çekirdek mikrobiyom" olarak tanımlanır (Siqueira & Rôças, 2014; Tzanetakakis et al., 2015).

Endodontik enfeksiyonların bilimsel temelleri 1965 yılında Kakehashi ve arkadaşlarının yaptığı klasik deneyle ortaya konmuştur. Bu çalışmada, steril koşullarda tutulan rat dişlerinde enfeksiyon gelişmediği, ancak normal ortamda bulunan ratlarda

¹ Arş.Gör., Trakya Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, keremeren27@gmail.com, ORCID: 0009-0009-0806-415X.

pulpa nekrozu ve apikal periodontitis geliştiği gözlemlenmiştir (Kakehashi, Stanley, & Fitzgerald, 1965).

Kök kanal sistemine mikroorganizmaların girişi ve burada enfeksiyon oluşturmaları, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlar arasında dişin yapısal durumu, pulpal nekrozun derecesi, konak bağışıklık yanıtı ve bakterilerin virülans faktörleri yer alır (Siqueira & Rôças, 2008).

Endodontik enfeksiyonların yönetimi, kök kanallarındaki mikroorganizma yükünün azaltılması ve periradiküler dokuların iyileşmesinin sağlanması üzerine odaklanır (Ørstavik, 2020; Siqueira & Rôças, 2022).

2. ENDODONTİK ENFEKSİYONLARIN KAYNAĞI VE GELİŞİMİ

Endodontik enfeksiyonlar, bakterilerin kök kanal sistemine giriş yolları ve burada oluşturdıkları mikrobiyal kolonizasyon ile ilişkilidir (Sundqvist, 1992).

2.1. Mikroorganizmaların Kök Kanalına Giriş Yolları

Diş çürüğü (karyojenik enfeksiyonlar): Çürüğün ilerleyerek pulpa dokusuna ulaşması sonucu mikroorganizmalar kök kanal sistemine girer (Haapasalo & Shen, 2012).

Travma: Kök kırıkları, çatlaklar veya dişin açığa çıkması, bakterilerin doğrudan pulpa boşluğuna ulaşmasına neden olabilir (Fabricius et al., 2006).

Periodontal hastalıklar: Derin periodontal cepler, bakterilerin lateral kanallar veya dentinal tübüller aracılığıyla kök kanal sistemine ulaşmasını sağlayabilir (Siqueira & Rôças, 2009).

İatrojenik faktörler: Kötü yapılmış restorasyonlar, yetersiz kanal tedavisi veya pulpa maruziyetine yol açan işlemler,

mikroorganizmaların girişine sebep olabilir (Svensäter & Bergenholtz, 2004).

2.2. Endodontik Enfeksiyonların Gelişim Süreci

Endodontik enfeksiyonlar genellikle şu aşamalardan geçerek gelişir:

İlk Kolonizasyon: Mikroorganizmalar pulpaya ulaşarak burada çoğalmaya başlar. Fakültatif anaeroblar ilk baskın türlerdir (Fabricius et al., 2006).

Pulpa Nekrozu: Pulpal savunma mekanizmalarının başarısız olmasıyla doku nekrozu meydana gelir ve anaerobik bakteriler baskın hale gelir (Siqueira & Rôças, 2008).

Kanal Enfeksiyonunun Genişlemesi: Bakteriler, kök kanal sisteminin dallanmış bölgelerine ve periradiküler dokulara yayılır (Haapasalo & Shen, 2012).

Periradiküler Yayılım: Bakteriyel toksinler, periapikal dokularda inflamasyona yol açarak apikal periodontitisin gelişmesine neden olur (Siqueira & Rôças, 2014).

3. ENDODONTİK MİKROFLORA VE ANA PATOJENLER

Endodontik enfeksiyonlar, geniş bir mikrobiyal çeşitlilik göstermektedir. Kök kanallarında bulunan mikroorganizmalar genellikle anaerobik ve fakültatif anaerobik bakterilerden oluşur (Gomes et al., 2008).

3.1. Endodontik Enfeksiyonlarda Ana Mikroorganizmalar

Gram-negatif anaerobik bakteriler: *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas endodontalis* (Svensäter & Bergenholtz, 2004).

Gram-pozitif bakteriler: *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus* türleri, *Actinomyces* (Siqueira & Rôças, 2009).

Mantarlar: *Candida albicans*, özellikle dirençli vakalarda görülür (Gomes et al., 2008).

Bu mikroorganizmalar, enfekte kök kanallarında biyofilm formasyonları oluşturarak dezenfektanlara ve antibiyotiklere karşı direnç kazanırlar (Svensäter & Bergenholtz, 2004).

3.2. Bakteriyel Organizasyon ve Biyofilm Oluşumu

Bakteriyel biyofilmler, kök kanalında en önemli organizasyon biçimidir. Biyofilm içindeki bakteriler, antibiyotiklere ve dezenfektanlara karşı daha dirençlidir. Endodontik tedavi sırasında biyofilmlerin tamamen ortadan kaldırılması büyük bir zorluk oluşturur (Ricucci & Siqueira, 2010).

- Biyofilm oluşumu genellikle şu aşamalardan geçer:
- İlk Adhezyon: Planktonik bakteriler, dentin yüzeyine yapışır (Svensäter & Bergenholtz, 2004).
- Kolonizasyon: Bakteriler çoğalarak organize bir yapı oluşturur (Siqueira & Rôças, 2009).
- Ekstrasellüler Matrik Üretimi: Bakteriler, polisakkaritlerden oluşan koruyucu bir matriks salgılar (Haapasalo & Shen, 2012).
- Olgunlaşma: Biyofilm, antibiyotiklere ve dezenfektanlara karşı direnç kazanır (Gomes et al., 2008).
- Dağılma: Biyofilmin bir kısmı ayrılarak yeni yüzeylere yayılabilir (Siqueira & Rôças, 2014).

3.3. Persistan Enfeksiyon ve Tedavi Sonrası Dirençli Mikroorganizmalar

Persistan enfeksiyonlar, genellikle kök kanal sistemi içinde dezenfekte edilemeyen bölgelerde bulunan bakteriler tarafından oluşur. Özellikle şu bakteriler, tedavi sonrası enfeksiyonlarda sık görülmektedir:

- **Enterococcus faecalis:** Kök kanallarında en sık rastlanan dirençli bakteri olup, yüksek pH'ya ve dezenfektanlara dayanıklıdır (Gomes et al., 2008).
- **Candida albicans:** Özellikle immünsüpresif hastalarda endodontik enfeksiyonlara neden olan bir mantar türüdür (Siqueira & Rôças, 2009).
- **Actinomyces türleri:** Kronik ve dirençli endodontik enfeksiyonlarda görülebilir (Svensäter & Bergenholtz, 2004).

Bu mikroorganizmalar, kök kanal sistemindeki lateral kanallarda, dentinal tübüllerde ve isthmus bölgelerinde biyofilm oluşturabilir. Persistan enfeksiyonların ortadan kaldırılması için standart irrigasyon ajanlarının yanı sıra ileri dezenfeksiyon tekniklerinin de kullanılması gereklidir (Haapasalo & Shen, 2012).

4. BAKTERİYEL BİYOFİMLER VE PATOGENEZ

Endodontik enfeksiyonların önemli bir özelliği, bakteriyel biyofilmler aracılığıyla gelişmeleridir. Biyofilmler, mikroorganizmaların kendilerini koruyucu bir matriks içinde organize ettikleri yapılar olup, geleneksel antimikrobiyal ajanlara karşı yüksek direnç gösterirler (Ricucci & Siqueira, 2010a; Costerton, 2007).

4.1. Bakteriye Biyofilmlerin Oluşumu ve Yapısı

Biyofilmler, mikroorganizmaların kök kanal duvarlarına yapışarak organize olduğu çok katmanlı yapılar olup, şu aşamalardan geçerek oluşur:

1. **İlk Adhezyon:** Serbest halde bulunan planktonik bakteriler, dentin yüzeyine yapışır (Svensater & Bergenholtz, 2004).
2. **Mikrokoloni Oluşumu:** Yapışan bakteriler çoğalarak, farklı türlerden mikroorganizmalar ile birleşir (Costerton, Stewart, & Greenberg, 1999).
3. **Ekstrasellüler Matrik Üretimi:** Bakteriler, polisakaritlerden oluşan koruyucu bir matriks salgılar (Flemming & Wingender, 2010).
4. **Olgunlaşma:** Biyofilm, antibiyotiklere ve dezenfektanlara karşı dirençli hale gelir (Olsen, 2015).
5. **Dağılma:** Biyofilmin bir kısmı ayrılarak yeni yüzeylere yayılabilir (Parsek & Singh, 2003).

4.2. Biyofilmler ve Endodontik Enfeksiyonlar

Biyofilmler, özellikle şu bölgelerde endodontik enfeksiyonlara neden olur:

- **Ana kanal duvarları:** Bakteriler kök kanallarına yapışarak enfeksiyona yol açar (Ricucci & Siqueira, 2010a).
- **Lateral kanallar ve isthmuslar:** Biyofilmler, dezenfektanların ulaşmasının zor olduğu bölgelerde direnç gösterir (Noiri, Ehara, Kawahara, Takemura, & Ebisu, 2002).
- **Periradiküler doku:** Enfekte kök kanalları, periapikal lezyonlara neden olabilir (Ørstavik, 2020).

4.3. Endodontik Patogenez ve Bakteriyel Virölans Faktörleri

Endodontik enfeksiyonlarda bakteriler, virölans faktörleri aracılığıyla doku hasarına yol açar. Önemli virölans faktörleri şunlardır:

- **Lipopolisakkaritler (LPS):** Gram-negatif bakteriler tarafından üretilen bu toksinler, periapikal inflamasyona neden olur (Kayaoglu & Ørstavik, 2004).
- **Proteazlar:** Doku proteinlerini parçalayarak bakterilerin yayılmasını kolaylaştırır (Khemaleelakul, Baumgartner, & Pruksakorn, 2002).
- **Hemolizinler:** Eritrositleri parçalayarak iltihaplanmayı artırır (Kuramitsu, He, Lux, Anderson, & Shi, 2007).

4.4. Biyofilmlerin Tedaviye Direnci ve Klinik Önemi

Biyofilmler, geleneksel endodontik dezenfeksiyon yöntemlerine karşı dirençlidir. Bunun sebepleri şunlardır:

- **Ekstrasellüler matriksin koruyucu etkisi** (Costerton, 2007).
- **Bakterilerin metabolik olarak inaktif hale gelerek antibiyotiklerden kaçınması** (Olsen, 2015).
- **Biyofilm içinde genetik materyal değişimi ile antibiyotik direncinin artması** (Donlan & Costerton, 2002).

Bu nedenle, endodontik tedavi sırasında biyofilmlerin tamamen ortadan kaldırılması büyük bir zorluk oluşturur.

5. Enfeksiyonun Yayılımı ve Periradiküler Doku İlişkisi

Endodontik enfeksiyonlar yalnızca kök kanalı ile sınırlı kalmaz, çevre dokulara da yayılabilir. Periradiküler dokular, bakteriyel toksinler ve enflamatuvar mediyatörler nedeniyle etkilenecek çeşitli patolojik durumlara neden olabilir (Takahama et al., 2018).

5.1. Enfeksiyonun Kök Kanalında Yayılımı

Endodontik enfeksiyonların yayılımı birkaç farklı yolla gerçekleşir:

- **Ana kanal boyunca ilerleme:** Bakteriler, kök kanalı içinde ilerleyerek periapikal dokulara ulaşabilir (Siqueira & Rôças, 2013).
- **Lateral kanallar ve dentinal tübüller yoluyla yayılım:** Bakteriler, kök kanal sisteminin dallanmış bölgelerine ulaşarak dezenfeksiyonun zor olduğu alanlarda enfeksiyon oluşturabilir (Takahama et al., 2018).
- **İatrojenik faktörlerle enfeksiyonun derinleşmesi:** Yetersiz kanal dolumu, perforasyonlar veya kötü yapılmış restorasyonlar bakterilerin yayılmasına neden olabilir (Svensater & Bergenholtz, 2004).

Bu yolların her biri, kök kanal tedavisinin etkinliğini doğrudan etkileyerek tedavi sonrası başarısızlıklara yol açabilir.

5.2. Periradiküler Doku ile Etkileşim ve Apikal Periodontitis

Kök kanalında bulunan bakteriler, periapikal dokulara ulaştığında periradiküler inflamasyona ve kemik yıkımına yol açabilir. Apikal periodontitis gelişimi şu aşamalarla gerçekleşir:

1. **Başlangıç Enfeksiyonu:** Bakteriler ve toksinleri apikal foramene ulaşarak bağışıklık sistemini aktive eder (Svensater & Bergenholtz, 2004).
2. **Akut veya Kronik Enflamasyon:** Eğer bağışıklık sistemi enfeksiyonu kontrol edemezse, akut apikal abses veya kronik apikal periodontitis gelişebilir (Takahama et al., 2018).
3. **Doku Yıkımı ve Lezyon Gelişimi:** Osteoklast aktivasyonu artırarak kemik rezorpsiyonuna neden olur (Tavares et al., 2013).
4. **Persistan Enfeksiyon:** Yetersiz tedavi sonrası bakteriyel biyofilmler enfeksiyonun kronik hale gelmesine yol açabilir (Tronstad et al., 1987).

Apikal periodontitisin klinik belirtileri arasında hassasiyet, şişlik ve radyografik olarak görülebilen periapikal lezyonlar yer alır. Enfeksiyon ilerledikçe daha ciddi komplikasyonlara neden olabilir.

5.3. Endodontik Enfeksiyonların Sistemik Etkileri

Periradiküler enfeksiyonlar, yalnızca lokal lezyonlarla sınırlı kalmaz, bazı durumlarda sistemik etkiler de gösterebilir:

- **Bakteriyemi:** Endodontik enfeksiyonlar sırasında bakteriler dolaşım sistemine geçerek uzak organlarda enfeksiyona neden olabilir (Fouad et al., 2002).
- **İmmün Yanıtın Uyarılması:** Kronik endodontik enfeksiyonlar, vücutta düşük dereceli inflamasyona neden olarak sistemik hastalıklarla ilişkili olabilir (Segura-Egea et al., 2015).
- **Orofasyal Enfeksiyonlar:** Kök kanal enfeksiyonları, ilerleyerek ciddi orofasyal apselere ve selülite yol açabilir (Kuriyama et al., 2000).

5.4. Enfeksiyon Yayılımını Önlemeye Yönelik Stratejiler

Endodontik enfeksiyonların yayılımını önlemek için çeşitli tedavi stratejileri uygulanmalıdır:

- **Etkili Kanal Dezenfeksiyonu:** Sodyum hipoklorit ve klorheksidin gibi güçlü irrigasyon ajanları kullanılarak bakterilerin ortadan kaldırılması sağlanmalıdır (Tavares et al., 2012).
- **Uygun Kanal Dolgusu:** Kök kanal sistemi hermetik olarak kapatılarak bakteriyel giriş önlenmelidir (Tavares et al., 2013).
- **Gelişmiş Antimikrobiyal Teknikler:** Fotodinamik terapi ve lazer destekli dezenfeksiyon gibi ileri teknolojiler kullanılmalıdır (Sundqvist, 1992).

Sonuç olarak, enfeksiyonun yayılım mekanizmalarının iyi anlaşılması, başarılı bir kök kanal tedavisi için kritik öneme sahiptir.

6. ENDODONTİK DEZENFEKSİYON VE ANTİMİKROBİYAL YAKLAŞIMLAR

Endodontik enfeksiyonların başarılı bir şekilde tedavi edilebilmesi için etkili dezenfeksiyon protokollerinin uygulanması gereklidir. Kök kanal sistemindeki bakteriler, özellikle biyofilm oluşturan mikroorganizmalar, geleneksel dezenfektanlara karşı direnç gösterebilir. Bu nedenle, modern endodontik tedavi yaklaşımlarında çeşitli irrigasyon çözeltileri, intrakanal medikasyonlar ve ileri teknolojiler kullanılmaktadır (Paiva et al., 2012).

6.1. Kök Kanal İrrigasyon Çözeltileri ve Etki Mekanizmaları

Endodontik tedavide kullanılan irrigasyon çözeltileri, kök kanal sistemini dezenfekte etmek, nekrotik dokuyu uzaklaştırmak ve smear tabakasını çözmek için kullanılır. En yaygın irrigasyon ajanları şunlardır:

- **Sodyum Hipoklorit (NaOCl):** Güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip olan NaOCl, aynı zamanda nekrotik dokuları çözen proteolitik bir etkiye sahiptir (Paiva et al., 2013a).
- **Klorheksidin (CHX):** Özellikle *Enterococcus faecalis* gibi dirençli bakterilere karşı etkili olup, dentin yüzeyinde uzun süre kalıcı antimikrobiyal aktivite gösterebilir (Paiva et al., 2013b).
- **Etilendiamin Tetraasetik Asit (EDTA):** Smear tabakasını çözerek irrigasyon ajanlarının dentin tübüllerine daha iyi nüfuz etmesini sağlar (Tavares et al., 2013).
- **Fotodinamik Terapi (PDT):** Işık aktivasyonu ile bakterileri hedef alarak hücre zarlarını tahrip eden modern bir dezenfeksiyon yöntemidir (Siqueira & Rôças, 2022).

Bu çözeltilerin kombine kullanımı, daha geniş spektrumlu bir antimikrobiyal etki sağlayarak tedavinin etkinliğini artırabilir.

6.2. İntrakanal Medikasyonlar ve Antimikrobiyal Özellikleri

Endodontik tedavi sırasında, kök kanalının mikrobiyal yükünü azaltmak için geçici olarak kullanılan medikasyonlar büyük önem taşır. Yaygın kullanılan intrakanal medikasyonlar şunlardır:

- **Kalsiyum Hidroksit (Ca(OH)_2):** Yüksek pH'sı sayesinde bakterileri öldürür ve enflamasyonu azaltır (Tavares et al., 2012).
- **Triple Antibiotic Paste (TAP):** Metronidazol, siprofloksasin ve minosiklin içeren geniş spektrumlu bir antibiyotik karışımıdır (Paiva et al., 2013b).
- **Nanopartikül Bazlı Antimikrobiyal Sistemler:** Son yıllarda geliştirilen nanopartiküller, bakterilere karşı yüksek etkinlik gösterirken doku uyumluluğunu da artırmaktadır (Rôças & Siqueira, 2013).

6.3. Modern Antimikrobiyal Yaklaşımlar ve Gelişen Teknolojiler

Geleneksel irrigasyon ve medikasyon yöntemlerine ek olarak, son yıllarda geliştirilen yeni dezenfeksiyon teknikleri endodontik tedavilerde önemli bir rol oynamaktadır:

- **Lazer Destekli Dezenfeksiyon:** Lazer enerjisi, bakterileri doğrudan öldürerek biyofilm oluşumunu engelleyebilir (Zandi et al., 2019).
- **Ozon Terapisi:** Antibakteriyel ve oksijenasyon sağlayan ozon gazı, endodontik tedavide dezenfektan olarak kullanılmaktadır (Sundqvist, 1992).
- **Elektrokimyasal Aktivasyon (ECA):** Su ve tuz kullanılarak üretilen aktif hipokloröz asit, yüksek biyouyumluluk ile güçlü bir antimikrobiyal etki sağlar (Tavares et al., 2013).

6.4. Antibiyotik Kullanımı ve Direnç Sorunu

Endodontik enfeksiyonların yönetiminde antibiyotiklerin yeri sınırlıdır. Antibiyotikler, sadece akut enfeksiyonlar, şişlik ve sistemik semptomlar gösteren hastalarda kullanılmalıdır. Ancak, aşırı antibiyotik kullanımı bakteriyel direnç gelişimine yol

açabilir (Rôças & Siqueira, 2018). Bu nedenle, antibiyotik tedavisi aşağıdaki durumlarla sınırlandırılmalıdır:

- **Sistemik yayılım riski taşıyan apikal enfeksiyonlar**
- **Bağıışıklık sistemi baskılanmış hastalar**
- **Akut apikal absesler ve şiddetli selülit vakaları**

Gereksiz antibiyotik kullanımı, dirençli bakterilerin ortaya çıkmasına yol açarak tedavi başarısını düşürebilir.

6.5. Endodontik Dezenfeksiyonda Karşılaşılan Zorluklar

Endodontik enfeksiyonların tam olarak elimine edilmesi, çeşitli zorluklar içermektedir:

- **Biyofilmler:** Bakterilerin korunmasına yardımcı olan biyofilmler, geleneksel dezenfeksiyon yöntemlerine karşı dirençli olabilir (Svensater & Bergholtz, 2004).
- **Kök Kanal Anatomisi:** Kanal sistemindeki lateral kanallar ve isthmuslar, dezenfeksiyonun zor olduğu alanlardır (Takahama et al., 2018).
- **Persistan Enfeksiyonlar:** Tedavi sonrası kalan bakteriler, zamanla tekrar enfeksiyon oluşturabilir (Siqueira & Rôças, 2022).

Sonuç olarak, kök kanal dezenfeksiyonunun başarısı, doğru irrigasyon protokollerinin uygulanması, antimikrobiyal ajanların etkin kullanımı ve gelişmiş teknolojilerin entegre edilmesiyle artırılabilir.

7. POST-TEDAVİ APİKAL PERİODONTİTİSİN MİKROBİYOLOJİSİ

Endodontik tedavinin başarısızlıkla sonuçlanması, genellikle kök kanal sisteminde kalıcı bakteriyel enfeksiyonların

varlığından kaynaklanır. Post-tedavi apikal periodontitis, kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde görülen kronik inflamatuvar bir durumdur ve genellikle rezidüel veya rekontamine mikroorganizmalarla ilişkilidir (Siqueira & Rôças, 2022).

7.1. Post-Tedavi Apikal Periodontitisin Nedenleri

Post-tedavi apikal periodontitisin gelişmesine neden olan başlıca faktörler şunlardır:

- **Eksik veya Yetersiz Kanal Temizliği:** Bakteriyel biyofilmler kök kanal sisteminin kompleks anatomik bölgelerinde, özellikle lateral kanallar ve isthmuslarda, tamamen ortadan kaldırılamayabilir (Ricucci et al., 2009).
- **Bakteriyel Rekontaminasyon:** Kök kanal tedavisinden sonra restorasyonlardaki sızıntılar veya geç kapanışlar, bakterilerin tekrar kanal sistemine girişine neden olabilir (Siqueira & Rôças, 2008).
- **Dirençli Mikroorganizmaların Varlığı:** Özellikle *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* ve *Actinomyces* türleri gibi dirençli mikroorganizmalar tedavi sonrası hayatta kalabilir (Henriques et al., 2016).
- **İmmün Yanıt ve Konak Faktörleri:** Hastanın bağışıklık yanıtı, periradiküler inflamasyonun devam etmesinde kritik rol oynar. Bazı vakalarda bağışıklık sistemi enfeksiyonu tamamen temizleyemez ve kronik inflamasyon gelişir (Siqueira, 2001).

7.2. Post-Tedavi Apikal Periodontitis ile İlişkili Mikroorganizmalar

Post-tedavi apikal periodontitisin mikrobiyolojisi, genellikle kök kanal içinde kalıcı hale gelen mikroorganizmalar ile ilişkilidir. Bu bakterilerin büyük bir kısmı, biyofilm yapıları oluşturarak direnç kazanır:

- **Enterococcus faecalis:** En sık karşılaşılan dirençli patojendir. Yüksek pH'ya toleransı, dentinal tübüllere penetre olabilmesi ve biyofilm oluşturma yeteneği nedeniyle kök kanallarında uzun süre hayatta kalabilir (Kaufman et al., 2005).
- **Candida albicans:** Fungal enfeksiyonlara bağlı dirençli kök kanal enfeksiyonlarında önemli bir rol oynar. Özellikle immün sistemi baskılanmış hastalarda yaygındır (Siqueira et al., 2016).
- **Actinomyces türleri:** Kronik ve inatçı endodontik enfeksiyonlarla ilişkilendirilen anaerobik bakterilerdir (Happonen, 1986).
- **Fakültatif Anaeroblar:** *Streptococcus* ve *Lactobacillus* türleri gibi bakteriler, tedavi sonrası enfeksiyonlarda gözlemlenebilir (Henriques et al., 2016).

7.3. Post-Tedavi Apikal Periodontitisin Klinik Bulguları

Hastalar genellikle semptomsuz olabilir, ancak bazı durumlarda aşağıdaki belirtiler gözlemlenebilir:

- Palpasyon ve perküsyonda hassasiyet
- Radyografide periapikal lezyonun varlığı
- Hafif veya orta derecede spontan ağrı
- Apikal bölgede şişlik veya fistül oluşumu

Bu klinik bulgular, genellikle bakteriyel persistan enfeksiyonun bir göstergesidir (Sjögren et al., 1997).

7.4. Post-Tedavi Apikal Periodontitisin Yönetimi

Tedavi sonrası başarısızlık durumlarında, kök kanal sisteminin yeniden temizlenmesi (retreatment) veya cerrahi müdahaleler gerekebilir:

- **Kök Kanal Retreatment (Tekrar Tedavi):** Yetersiz kanal dolgusunun uzaklaştırılması, daha etkin irrigasyon ve dezenfeksiyon uygulamaları ile mikroorganizmaların elimine edilmesini hedefler (Tavares et al., 2013).
- **İleri Antimikrobiyal Teknikler:** NaOCl, EDTA ve CHX gibi irrigasyon ajanlarının kombinasyonu ile mikroorganizmaların dirençli formlarına karşı daha etkili sonuçlar alınabilir. Fotodinamik terapi ve ozon tedavisi gibi yeni teknikler de etkili olabilir (Zandi et al., 2019).
- **Endodontik Cerrahi:** Apikal rezeksiyon, periapikal küretaj ve retrograd dolgu uygulamaları, konservatif retreatment'in başarısız olduğu vakalarda uygulanabilir (Siqueira et al., 2020).

Post-tedavi apikal periodontitisin başarılı bir şekilde yönetilmesi, etkili dezenfeksiyon protokolleri ve modern endodontik tekniklerin uygulanmasını gerektirir.

8. ENDODONTİK MİKROBİYOLOJİNİN GELECEĞİ VE YENİ ARAŞTIRMA ALANLARI

Endodontik mikrobiyoloji, bilimsel ve teknolojik ilerlemelerle sürekli olarak gelişmekte olan bir alandır. Yeni moleküler teknikler, yenilikçi tedavi yaklaşımları ve gelişmiş dezenfeksiyon yöntemleri, endodontik enfeksiyonların daha etkili bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır (Siqueira & Rôças, 2022).

8.1. Moleküler Mikrobiyoloji Tekniklerinin Gelişimi

Son yıllarda endodontik mikroorganizmaların tespitinde kullanılan yöntemler büyük ölçüde değişmiştir. Geleneksel kültür yöntemleri yerine moleküler biyoloji teknikleri ön plana çıkmaktadır. Bu teknikler şunlardır:

- **Yeni Nesil DNA Sekanslama (NGS):** Kök kanal enfeksiyonlarına neden olan bakterilerin tam genetik profillerini belirleyerek daha doğru teşhis yapılmasını sağlar (Paiva et al., 2012).
- **Metagenomik Analizler:** Kültüre bağımlı olmayan yöntemler sayesinde, endodontik enfeksiyonlara neden olan tüm mikrobiyal toplulukların belirlenmesini mümkün kılar (Siqueira & Rôças, 2013).
- **PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu):** Spesifik patojenlerin hızlı ve hassas tespit edilmesini sağlar (Sundqvist, 1992).

8.2. Yeni Antimikrobiyal Tedavi Yaklaşımları

Antibiyotik direnci ve biyofilm yapılarının korunma mekanizmaları nedeniyle, geleneksel dezenfeksiyon protokollerine alternatif olarak yeni antimikrobiyal tedavi yaklaşımları geliştirilmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- **Nanopartikül Bazlı Antimikrobiyal Sistemler:** Gümüş, çinko oksit ve bakır bazlı nanopartiküller, bakterilere karşı güçlü dezenfektan etki gösterir (Rôças & Siqueira, 2018).
- **Fotodinamik Terapi (PDT):** Işığa duyarlı ajanların kullanımı ile bakteri hücre membranlarının parçalanmasını sağlar (Zandi et al., 2019).

- **Bakteriyofaj Terapisi:** Antibiyotik direncine sahip bakterilere karşı spesifik bakteriyofajların kullanılması, hedefe yönelik tedavi imkânı sunar (Siqueira et al., 2020).
- **Probiyotik Uygulamalar:** Endodontik mikrobiyom dengesinin sağlanması için zararsız bakterilerin kullanımı araştırılmaktadır (Takahama et al., 2018).

8.3. Yeni Dezenfeksiyon Yöntemleri ve Gelişen Teknolojiler

Geleneksel irrigasyon protokollerinin sınırlamalarını aşmak amacıyla, daha etkin ve biyouyumlu dezenfeksiyon yöntemleri geliştirilmektedir. Bu yeni yöntemler şunlardır:

- **Lazer Destekli Dezenfeksiyon:** Lazerin enerji dalgaları, bakterilerin hücre duvarlarını parçalayarak biyofilm tabakasının bozulmasını sağlar (Zandi et al., 2019).
- **Ozon Terapisi:** Antibakteriyel ve antiinflamatuvar özellikleri sayesinde kök kanallarında dezenfeksiyon sağlar (Sundqvist, 1992).
- **Elektrokimyasal Aktivasyon (ECA):** Hipokloröz asit üretimi ile biyofilm yıkımında etkili bir yöntemdir (Paiva et al., 2013).

8.4. Endodontik Enfeksiyonların Yönetiminde Kişiselleştirilmiş Tedaviler

Gelecekte, kişiye özel tedavi yaklaşımlarının endodontik enfeksiyonların yönetiminde önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Bu bağlamda şu konular üzerinde çalışmalar yapılmaktadır:

- **Bireysel Mikrobiyal Profilleme:** Hastanın kök kanal mikrobiyomuna uygun dezenfektan ve ilaç seçimi yapılması (Siqueira & Rôças, 2022).

- **Kişiye Özel Antibiyotik Seçimi:** Direnç mekanizmalarının belirlenmesine yönelik genetik analizlerin kullanılması (Paiva et al., 2012).
- **Biyomühendislik Tabanlı Dolgu Materyalleri:** Antimikrobiyal özellik taşıyan biyouyumlu materyallerin geliştirilmesi (Siqueira et al., 2020).

8.5. Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Endodontik mikrobiyolojinin geleceği, yeni nesil moleküler teknikler, ileri dezenfeksiyon yöntemleri ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının entegrasyonu ile şekillenecektir. Daha etkili ve uzun vadeli başarılı endodontik tedaviler için, biyofilm kontrolü ve antimikrobiyal direnç mekanizmaları üzerine yapılan araştırmalar kritik önem taşımaktadır. Gelecekte, daha az invaziv ve biyouyumlu yöntemlerin geliştirilmesiyle birlikte endodontik tedavilerin başarısının artması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Henriques, L. C., Gonçalves, L. S., De Carvalho, V. B., & De Alencar, A. H. G. (2016). Persistent apical periodontitis associated with *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*: A case report. *Journal of Endodontics*, 42(1), 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.007>
- Happonen, R. P. (1986). Periapical actinomycosis: A follow-up study of 16 surgically treated cases. *Endodontics & Dental Traumatology*, 2(5), 205-209. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1986.tb00107.x>
- Kaufman, B., Spångberg, L., Barry, J., Fouad, A. F., & Safavi, K. (2005). *Enterococcus faecalis* persists in root canal-treated teeth despite adequate obturation. *Journal of Endodontics*, 31(8), 590-595. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000157995.78915.76>
- Paiva, S. S., Siqueira, J. F., Rôcas, I. N., Carmo, F. L., Leite, D. C., Ferreira, D. C., & Rosado, A. S. (2012). Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: A clinical study. *Journal of Endodontics*, 38(8), 1182-1186. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.04.021>
- Ricucci, D., & Siqueira, J. F. (2010). Biofilms and apical periodontitis: Study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *Journal of Endodontics*, 36(8), 1277-1288. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.007>
- Rôcas, I. N., & Siqueira, J. F. (2018). Nanoparticles in endodontic antimicrobial strategies: A review of antimicrobial properties and perspectives. *Journal of Endodontics*,

- 44(10), 1537-1546. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.06.017>
- Siqueira, J. F., & Rôcas, I. N. (2022). Advances in molecular microbiology in endodontics: Moving toward personalized therapy. *International Endodontic Journal*, 55(1), 3-14. <https://doi.org/10.1111/iej.13678>
- Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., & Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal*, 30(5), 297-306. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1997.tb00714.x>
- Sundqvist, G. (1992). Association between microbial species in root canal infections. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 74(5), 528-532. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(92\)90402-N](https://doi.org/10.1016/0030-4220(92)90402-N)
- Takahama, A., Gomes, B. P. F. A., Zaia, A. A., Ferraz, C. C. R., & Souza-Filho, F. J. (2018). Molecular assessment of the dynamics of endodontic infections. *Journal of Endodontics*, 44(2), 248-253. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.10.024>
- Tavares, W. L., Brito, L. C., Teles, F. R., Teles, R. P., & Paster, B. J. (2013). Identification of cultivable and non-cultivable microorganisms in root-filled teeth with persistent infection using molecular techniques. *Journal of Endodontics*, 39(7), 877-883. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.031>
- Zandi, H., Rôcas, I. N., Alkhorshid, S. A., & Siqueira, J. F. (2019). Antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy against intracanal biofilms: A systematic review

and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 45(10), 1371-1380. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.07.012>

ENDODONTİ KONULARI

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com