

## Kök Kanal Tedavisinin Yenilenmesi

Levent Akıncı<sup>1</sup>

### Özet

Bu metin, kök kanal tedavisinin yenilenmesi ve yeniden tedavi sürecindeki çeşitli aşamaları ve teknikleri ele almaktadır. Kök kanal tedavisinin başarısızlığının başlıca nedeni, yetersiz dezenfeksiyondur. Birincil kök kanal tedavisi başarısız olduğunda, periapikal lezyonlar cerrahi yöntemlerle veya cerrahi olmadan yeniden tedavi edilebilir. Kök kanal yeniden tedavisi, dıştan kök kanal dolgu materyallerinin çıkarılması, ardından kanalların temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulması işleminden oluşan cerrahi olmayan bir prosedürdür. Dışın stratejik önemi ve tedaviye değer olup olmadığına karar verilmelidir. Kısa kök dolgusu ve bozulmamış anatomisi olan dişlerde başarı şansı daha yüksektir. Yeniden tedavi, doğru teşhis, temizleme, dezenfeksiyon, dolgu ve restorasyon gibi birincil kök kanal tedavisi kurallarına dayanır ancak, vital veya nekrotik pulpalı dişlerde farklılıklar gösterir. Doğru pre-operatif tanı, yeniden tedavi sırasında karşılaşılabilecek sorunları öngörmek için önemlidir. Bu, kök dolgusu tipi, kanal anatomisi, eğrilikler ve daha önce tespit edilmeyen kök kanallarını içerir. Kök kanal sistemine yeniden girerken bu faktörlerin dikkate alınması gereklidir. Yeniden tedavi sırasında, enfekte kök kanalları bakterilerle, bazen mantar veya virüslerle de enfekte olabilir. Bu enfeksiyonlar, genellikle biyofilmle ilişkilidir. Dolgu materyalinin ve kanal sisteminin mikrobiyal çeşitliliği, tedavi başarısını etkileyebilir. Temizleme ve dezenfeksiyon işlemi önemlidir. Kök kanal sistemi tamamen temizlenmeli ve tüm kanallar tespit edilmelidir. Kök dolgusu çıkarılmadan önce, koronal kanal şekillendirmesi ve temizliği yapılmalıdır. Yeniden tedavi sırasında dolgu materyalini tamamen çıkarmak oldukça zordur. Kök kanalındaki dolgu materyali, mekanik olarak ve gerekirse çözücülerle çıkarılmalıdır. İrrigasyon, yeniden tedavi sürecinde kanalın temizliği ve dezenfeksiyonu için kritik öneme sahiptir. EDTA veya sitrik asit gibi şelatlayıcı çözeltiler, kanal duvarlarının temizlenmesine yardımcı olabilir. Sodyum hipoklorit (NaOCl) genellikle tercih edilen irriganttır ve ultrasonik aktivasyon ile etkinliği

1 Dr. Öğretim Üyesi, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı  
levent.akinci5@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8043-0267

artırılabilir. Yeniden tedavi sırasında, kök kanalının dezenfeksiyonu için sodyum hipoklorit (NaOCl) yaygın olarak kullanılır. Kök kanal tedavisinin yenilenmesi, doğru teknikler ve etkili dezenfeksiyonla başarılı bir şekilde yapılabilir. Yeniden tedavi, genellikle daha zorlayıcı olsa da, doğru tedavi planı ve hazırlık ile başarılı sonuçlar elde edilebilir.

## Giriş

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi, daha önce kök kanal tedavisi görmüş ancak başarısızlıkla sonuçlanmış veya yeniden enfeksiyon gelişmiş dişlerde yapılan bir prosedürdür. Bu tedavinin amacı, kök kanal sisteminin tamamen dezenfekte edilmesi ve yeniden şekillendirilmesiyle sağlıklı periapikal dokuların korunmasını sağlamaktır.

Birincil kök kanal tedavisi sonrası hastalıkla ilişkili yeniden tedavi, günlük endodontik pratiğin önemli bir bileşeni haline gelmiştir. Temel olarak, yeniden tedavi gerektiren vakaların yönetimi, doğru teşhis, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinden oluşan antiseptik tedavi, ardından etkili dezenfeksiyon, kanal dolgusu ve yeniden enfeksiyonu önleyen bir koronal restorasyon gibi birincil kök kanal tedavisinin genel kurallarına uymalıdır. Bununla birlikte, yeniden tedavi, vital veya nekrotik pulpal dişlerin birincil tedavisinden birkaç açıdan farklı olan kendine özgü bir tedavi modalitesini temsil eder.

### Endodontik Tedavi: İyileşme-Hastalık vs. Başarı-Başarısızlık

Endodontik tedavinin amacı, apikal periodontitisi önlemek ve gerektiğinde tedavi etmektir. Bu amaca ulaşmak, mikroorganizmaların kök kanal sisteminden uzak tutulmasına dayanır. Çalışmalar, tedavi sonuçlarını başarı ve başarısızlık olarak sınıflandırır. Ancak, farklı çalışmaların sonuçları, kullanılan yöntemler ve başarı tanımındaki tutarsızlıklar nedeniyle değişir. [1] Başarı genellikle klinik ve radyografik normal durum, azalan radyolüseni veya sabit kalan radyolüseni olarak tanımlanır. Bununla birlikte, implant destekli tek diş değişiminde başarı tanımı daha farklıdır ve hayatta kalma kategorisine daha yakındır. Bu, endodontik tedavinin başarı oranlarının karşılaştırılabilir olmadığı anlamına gelir ve hastaları yanıltabilir. Endodontik tedavi başarısızlığı terimi de sorunludur ve olumsuz bir çağrışım taşır. Bu nedenle, başarı-başarısızlık terimleri yerine iyileşme-hastalık gibi daha nötr ifadeler kullanılması önerilir. Hastalar, iyileşme-hastalık kavramını daha iyi anlayabilir ve bu, etik ve yasal gerekliliklere de daha uygundur.

Endodontik tedavide kök kanalları temizlenip, şekillendirildikten sonra tedavinin son safhası kök kanallarının doldurulmasıdır. Kök kanal sisteminin apikal, lateral ve koronal yönden tamamen doldurulmasının yanısıra kanal

dolgu maddeleri olarak doku dostu, boyutsal değişiklik göstermeyen maddelerin kullanımı tedavinin başarısını sağlayacaktır. Endodontik tedavide başarısızlık ise büyük oranda kök kanallarının tam olarak doldurulmamasından (taşkın veya eksik) meydana gelmektedir. Kök kanal dolgusu ile apikal, koronal ve lateral yönde sızdırmazlık sağlanmalıdır. Apikal sızdırmazlık, periapikal sahadaki doku sıvılarının kanala sızmasını önlemek ve kanalda kalabilecek mikroorganizmaların yaşamlarını engellemesi nedeniyle önemlidir. Plazma proteinlerini içeren doku sıvıları kök kanalına sızınca irritan kimyasallara dönüşecek ve bu irritanlar tekrar periapikal dokulara geçerek periapikal inflamasyonu başlatacaklardır. Koronal sızdırmazlık ile tükürükteki mikroorganizmalar, yiyecekler, kimyasallar gibi oral kavitedeki irritanların kök kanalına geçmesi engellenmektedir. Eğer kök kanal dolgusu ağız ortamında tükürük ile temas ederse kanal dolgu patı çözülerek kısa sürede sızıntı meydana gelecektir. Sızıntı sonucunda bakteriler, toksinler, kimyasallar kök kanalına sızacaklardır.

### **Teşhis**

Doğru pre-operatif tanı ve risk değerlendirmesi, daha önce tedavi edilmiş bir kök kanal sisteminde yeniden aletleme sırasında karşılaşılabilecek sorunları ve zorlukları öngörmek için kritik öneme sahiptir. Bu, primer tedavinin kalıcı veya yeni ortaya çıkan hastalıklarla ilişkilendirilmesinin nedenlerinin kapsamlı bir şekilde araştırılmasını içermelidir ve şunları kapsayabilir:

- Mevcut kök dolgusu tipi ve kalitesi;
- Kök kanal(ları) içindeki tıkanıklıklar;
- Kök kanal sisteminin anatomisi, kök sayısı ve kök kanalları dahil;
- Önceden tespit edilmemiş kök kanallarının potansiyeli;
- Kanal eğriliklerinin derece ve yarıçapı;
- Önceki düzleştirme, apikal ve/veya furkal taşımanın derecesi.

Bu faktörler ve kök kanal sistemine yeniden girerken operatörün karşılaşılabileceği diğer potansiyel sorunlar, risk faktörleri olarak not edilmeli ve değerlendirilmelidir. Bu, yeniden tedavi sürecinin planlanmasında ve başarılı bir sonuç elde edilmesinde kritik öneme sahiptir. Tüm bu değerlendirmeler, tedavi sürecinin güvenliğini ve etkinliğini artırmada yardımcı olur.

Elbette, başarı büyük ölçüde kanal hazırlığının etkinliğine bağlı olan etkili kimyasal dezenfeksiyon (irrigasyon, medikasyon) ile elde edilebilir. Dolgu materyalinin çıkarılması dışında, yeniden tedavinin, mikroorganizmaların ortadan kaldırılması ve ardından kanal dolgusu ve diş restorasyonu yoluyla yeniden enfeksiyonun önlenmesi gibi aynı amaç ve hedefleri vardır.

Temel olarak, yeniden tedavi üç nedenden dolayı gereklidir:

(a) Primer kök kanal tedavisinin başarısız olduğunu gösteren apikal periodontitis tedavisi;

(b) Kök dolgusunun ağız boşluğuna maruz kalması; ve

(c) Radyografide şekillendirme ve/veya dolgu kalitesinde eksiklikler gösteren kök dolgulu bir dişin restoratif tedavisi, apikal periodontiti önlemek amacıyla kök kanal yeniden tedavisi.

Yeniden tedavi (Retreatment) terimi, dolu bir kök kanal sisteminin kalıcı apikal periodontiti olan veya kök dolgusu sonrası yeni hastalık gelişen ilk kök kanal tedavisi için kullanılmıştır. En iyi yeniden tedaviyi sunmak için, kök dolgulu dişlerin periapikal bölgesinde inflamatuvar lezyonların kalıcılığı veya gelişme nedenlerini anlamak gerekir. Hem nekrotik pulpalı dişlerde hem de kök dolgulu dişlerde apikal periodontitis, biyofilmlle ilişkili bir hastalıktır. [2, 3] Nekrotik kök kanal boşluğundaki protein açısından zengin ortamda polisakkarit matriksine gömülü mikrobiyal topluluklar, periapikal alanda inflamatuvar bir konakçı reaksiyonunu tetikler.[4] Kesitsel çalışmalardan, röntgenlerde görünen kök dolularının teknik kalitesi ile periapikal sağlık arasında net bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, restorasyonun kalitesinin röntgenle değerlendirilmesi, periapikal hastalıkların prevalansı üzerinde etkili görünmektedir. [5] Randomize çalışmalar ve kohort (izleme) çalışmalarının titiz bir incelemesi, çalışmalar arasında önemli ölçüde varyasyon olmasına rağmen, [6] kök dolgusunun ve kural restorasyonun kalitesinin, tedavi öncesi periapikal durumla birlikte, tedavi sonucunun ana belirleyicileri olduğunu göstermiştir. [7] Endodontik olarak kaynaklanan periapikal lezyonların mikrobiyal etiyolojisi göz önüne alındığında, bu çalışmalar sızıntı yapan restorasyonlar ve kök dolguları yoluyla kök kanal sistemine yeniden giren mikroorganizmaların ve primer enfeksiyonlu dişlerde yetersiz enfeksiyon kontrolünün kök kanal tedavilerinin başarısız olmasının iki ana nedeni olduğunu önermektedir. Kural tıkaçlamanın periapikal sağlık üzerindeki etkisi, ilk araştırmadan 6 yıl sonra geri çağrılan 616 rastgele seçilmiş hastadan oluşan bir kohortta gösterilmiştir: kural restorasyonların kalitesi, apikal periodontitis insidansı ile ilişkili bulunmuştur.[8]

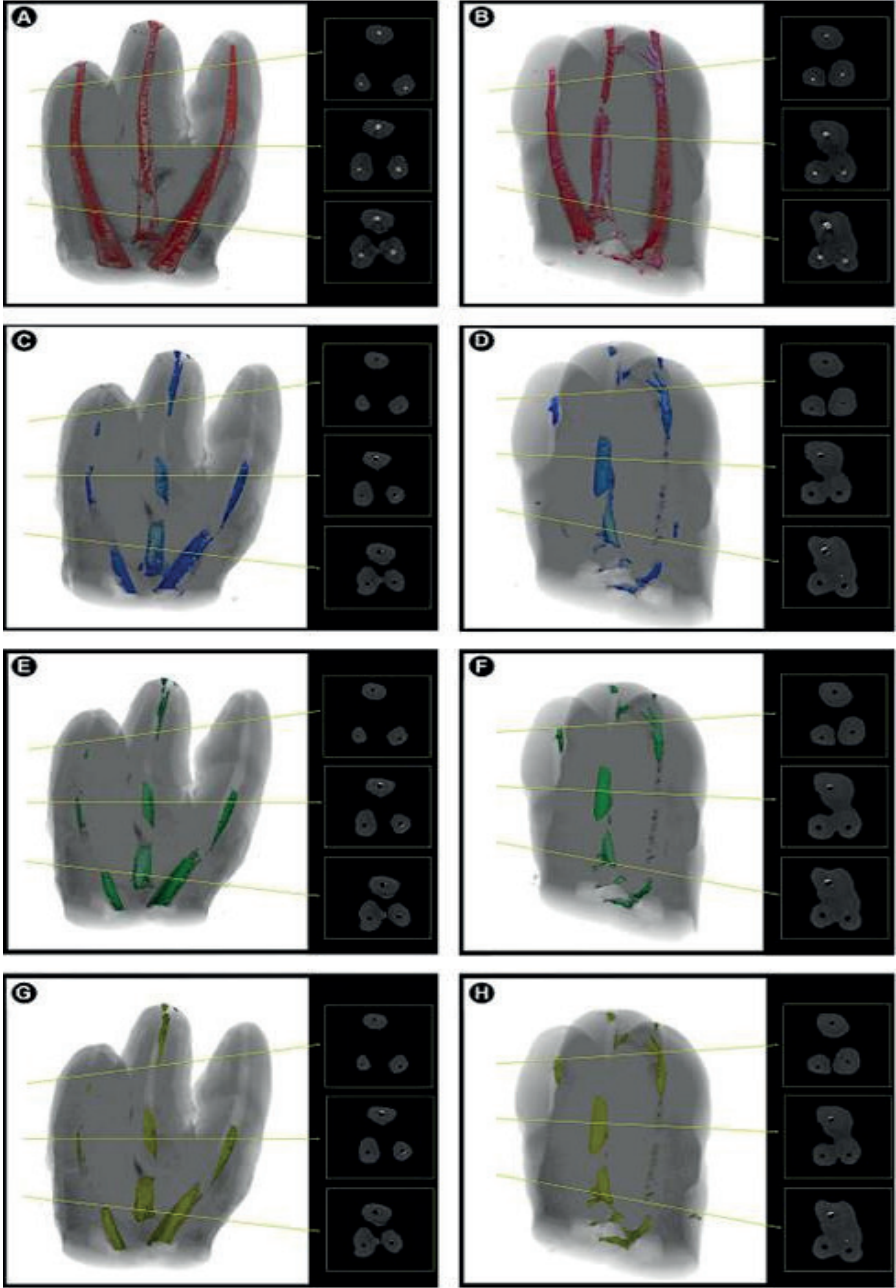
Bununla birlikte, yüksek kaliteli bir kök kanal dolgusu ile iyi bir kural restorasyon eksik olsa bile periapikal sağlık elde edilebilir veya sürdürülebilir. [9] Kök kanal tedavisi sırasında enfeksiyon kontrolünün önemi, tedavi sonucuyla ilişkilendirilen kültür sonuçlarına atıfta bulunan takip çalışmaları tarafından büyük ölçüde doğrulanmıştır. [10-14] Bu nedenle, ortograd kök kanal tedavisinden 4 ila 10 yıl sonra gerçekleştirilen bir vaka serisindeki

başarısız vakaların histolojik değerlendirilmesinin, kalıcı apikal radyolüsenli 9 vakadan 6'sında apikal bölgede mikroorganizmalar içerdiğini ortaya koyması şaşırtıcı değildir. [15] Genel olarak, dolu kök kanal sistemlerinde mikroorganizmaların varlığına neden olan her ne olursa olsun, yeniden tedavi vakalarıyla uğraşırken dezenfeksiyon en önemli konudur.

### Kanal Tedavili Dişlerde Kök Kanalı Enfeksiyonları

Retreatment sırasında kök kanal sisteminin dezenfeksiyonunu anlamak için, önce endodontik yeniden tedavi durumlarında olası enfeksiyon türlerini gözden geçirmek önemli. Maalesef, endodontik literatürde bulunan birçok çalışma, dolu kök kanallarında bulunan kalıcı ve yeni enfeksiyonlar arasında ayırım yapmamıştır. Bu nedenle, kısmen veya tamamen yanlış olabilecek paradigmlar gelişmiştir. [16] Mayalar, arkeler ve virüsler endodontik enfeksiyonların mikrobiyal çeşitliliğine katkıda bulunmalarına rağmen, enfekte kök kanallarında karşılaşılan en yaygın mikroorganizmalar bakterilerdir. [17] Herhangi bir endodontik enfeksiyonun orijinal kaynağının her zaman aynı olduğunun farkında olunmalıdır: ağız boşluğundaki geçici veya yerleşik taksonlar, kök kanal sistemine giren mikroorganizmalar olarak tanımlanır. Görünüşe göre, giriş yöntemi veya yolu ve kök kanaldaki yerel ekolojik faktörler, pulpasız kök kanal sistemlerinde tipik olarak bulunan karışık enfeksiyonun seyrini ve bileşimini yönlendiren iki ana faktördür. [18] Ancak, görünüşe göre, açık pulpalı dişlerdeki birincil kök kanal enfeksiyonları ile açık olmayan benzer dişler arasındaki enfeksiyonlarda çarpıcı bir benzerlik bulunmaktadır. [19] Enfeksiyon ve dezenfeksiyon, nekrotik pulpalı kök kanalları ile apikal periodontitisli kanal dolgulu olan dişlerin kök kanalları arasında yalnızca bir çalışmada karşılaştırılmıştır. [20] TaqMan<sup>®</sup> PCR kullanılarak toplam bakteriyel yük ve 9 hedef türün (*Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Enterococcus faecalis*, *Peptostreptococcus micros* ve *Porphyromonas endodontalis*) varlığını tespit etmek için yapılan çalışmada, primer enfeksiyonlardaki başlangıç bakteriyel yükünün sekonder enfeksiyonlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun gerçekten böyle olup olmadığı veya daha önce dolgu yapılmış kök kanallarında örnekleme zorluğuna mı dayandığı belirsizliğini korumaktadır. Kanal anatomisindeki değişiklikler veya kalan dolgu materyali nedeniyle dezenfektanın ulaşmadığı bir mikroorganizmanın örneklenmesi de pek olası değildir. Bu bağlamda, *Gorni ve Galiani*'nin [21] yaptığı çalışma muhtemelen en ilgi çekici olanı. Retreatment vakalarında anatomik komplikasyon oluşan dişlerde iyileşme oranı, anatomisi görünüşte bozulmamış vakalara kıyasla yaklaşık yarı yarıya daha düşüktü. Bu, yeniden tedavilerdeki ana sorunun özel

olarak dirençli bir mikroflora değil, aksine dezenfektanların ulaşamadığı bir anatomi olduğunu göstermektedir. Görünüşe göre, mevcut bilgiye dayanarak, kök kanal girintilerinde ve dallanmalarında bulunan biyofilm, primer apikal periodontitisli dişlerdeki ana klinik sorun olarak kabul edilmektedir. [22] Bununla birlikte, yeniden tedavi vakalarında, konak savunması ile temas halinde olan mikrobiyal topluluklara ulaşmak ve bunları ortadan kaldırmak, kanal tıkanmaları, basamaklanma ve perforasyonlar nedeniyle daha da zor hale gelebilir. Ayrıca, kök dolgusunu çıkarmaya yönelik mekanik girişim sırasında kanal dolgu maddesi ve kalıntılarının daha önce dokunulmamış alanlara sıkıştığını gösteren kanıtlar vardır. Bu mekanik engeller, daha önce dolgu yapılmış bir kök kanal sisteminin dezenfekte edilme girişimini daha da zorlaştırabilir. (Şekil 1)



Şekil 1: Kök kanal tedavisi sırasında yapılan çeşitli aşamaları göstermektedir. Her bir kök kanal seviyesinde mikroskobik bilgisayarlı tomografi (Micro-CT) 3D taramaları ve 2D kesitleri incelenmiştir. Aşamalar şu şekildedir: A, B: Başlangıç durumu. C, D: ProTaper Retreatment aletleri ile dolgu çıkartıldıktan sonra. E: ProTaper döner sistem kullanılarak yeniden hazırlama yapıldıktan sonra. F: WaveOne reciprocating döner sistem kullanılarak yeniden hazırlama yapıldıktan sonra. G: ProTaper (PT) grubunda ultrasonik aktivasyonlu irrigasyon (PUI) sonrası. H: WaveOne (WO) grubunda ultrasonik aktivasyonlu irrigasyon (PUI) sonrası. [23]

## Genel Tedavi Değerlendirmeleri

İlk olarak, söz konusu dişin ağız sağlığı ve fonksiyonu açısından stratejik öneme sahip olup olmadığı ve yeniden tedavi edilmeye değer olup olmadığı değerlendirilmelidir. Bu, büyük ölçüde, tedavi sonucunu etkileyen bilinen prognostik faktörler ve dişin protez değeri temelinde hastanın bilinçli bir kararı ile belirlenir. [24] Kök kanal tedavisinin prognozu açısından, ilk tedaviyi gerçekleştiren diş hekiminin anatomiyi ihlal edip etmediği ve ne ölçüde ihlal ettiği sorunu, tekrar tedavinin başarısı için temel bir konu olarak kalmaktadır. Kısa kök dolgusu ve/veya bozulmamış anatomisi olan dişler, yeniden tedavi edilmesi en kolay ve başarı şansı en yüksek olanlardır. Bu dişlerde, kök dolgusu çıkarıldıktan sonra, birincil tedaviye benzer bir başarı oranı beklememek için biyolojik bir neden yoktur. Sonuç olarak, bir yeniden tedavi tipik olarak iki aşamadan oluşur: (i) kanala crişim ve kanal sisteminden yabancı maddelerin tamamen çıkarılmaya çalışılması; (ii) birincil vakalar için önerildiği gibi enstrümantasyon ve dezenfeksiyon. Birçok teknik, postları ve diğer nesnelere, kök dolgusu dahil, kanal alanından fiziksel olarak çıkarmak için önerilmiştir. [25] Bu kanal dolgusunu uzaklaştırma girişimleri sırasında malzemelerin kanal dallanmalarına sıkıştırılmasından kaçınılmalıdır. Bazı uzmanlar tarafından önerildiği gibi yüksek hızlarda döner aletler kullanmak, gutta-perkayı ısıtır, böylece eski kök dolgusunu yumuşatarak onu kanal finlerine, girintiler ve dallanmalara sıkıştırma riski taşır. Yukarıda belirtildiği gibi, bu durum mekanik debridman sonrasında kanal sistemini dezenfekte etmeyi zorlaştırabilir. Aynı durum, gutta-perkayı çıkarmayı kolaylaştırmak için kullanılan çözücüler için de geçerlidir. Klorofom gibi çözücüler, gutta-perkadaki poliizopreni veya poliakprolaktonu ve reçine bağlı kök dolgu materyallerini sıvılaştırır. Çekilmiş dişlerde yapılan çalışmalar, çözücü kullanılmadan yapılan yeniden tedavinin, kloroform veya okaliptol kullanılmasına kıyasla kanal duvarlarını daha temiz bıraktığını göstermiştir. [26] Bu nedenle, herhangi bir çözücü veya sürtünme ısısının neden olduğu erime etkisi olmadan eski kök dolgusunun büyük kısmını mekanik olarak çıkarmak için el aletleri veya yavaş dönen döner aletler kullanmak uygun olabilir. [27] Ancak, bu tedavi aşamasında mekanik olarak uzaklaştırılmış dolgu materyalinden kalan boşluğu antiseptik ile irriye etmek önerilmektedir.

## Tedavi Aşamaları ve Önerilen İrrigantlar

Koronal kanal şekillendirmesi, pulpa odasının tüm dolgu materyallerinden ve kalan dokudan temizlenmesi ve tüm kök kanallarının tespit edilmesi, kanallara girmeden önce tamamlanmalıdır. Bu, yabancı maddelerin kök kanal sistemine yer değiştirmesini ve buna bağlı tıkanıklık riskini önler. Giriş kavitesi, kök kanal içinde herhangi bir koronal engel olmaksızın alet



kullanımına izin vermelidir. [28] Pulpa odası tabanı, ilave kök kanal girişleri ve çatlak hatları açısından dikkatle incelenmelidir. Kök kanalın koronal kısmının başlangıç genişlemesi için, küçük Gates-Glidden (GG) frezlerin kullanılması önerilir. [29] Bu şekilde, gutta-perkanın büyük kısmı kök kanalının bu bölümünden kolayca çıkarılabilir ve koronal kısmın antikurvatur yönünde genişletilmesiyle kök kanalın orta kısmına düz bir erişim sağlanabilir.

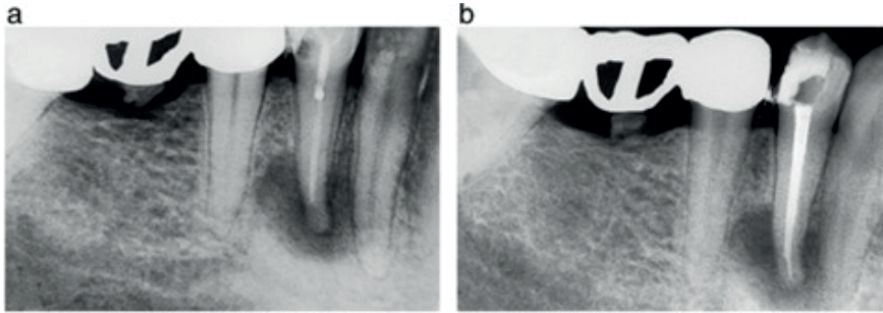
Kanal tedavisinin yenilenmesi gerektiğinde tüm kök dolgusunu çözmeye çalışmak, özellikle karmaşık anatomili ve isthmus alanlarına sahip dişlerde, sorunları çözmek yerine yeni sorunlar yaratabilir. Bunun yerine, mekanik olarak uzaklaştırılmış dolgu materyallerini durulamak için bir irrigant uygulanmalıdır. Yaygın ve kolayca bulunabilen endodontik irrigantlar arasında, EDTA (etilendiamintetraasetik asit) veya sitrik asit gibi kalsiyum bağlayıcı (şelatlayıcı) solüsyonlar bu aşamada en mantıklı olanlar gibi görünmektedir. Bu konuda herhangi bir araştırma bulunmamakla birlikte, yeniden tedavi sırasında bir dental mikroskop kullanıldığında, şelatlayıcı bir çözelti ile örneğin bir sodyum hipoklorit solüsyonuna kıyasla kanal sisteminden önemli ölçüde daha fazla dolgu malzemesinin durulandığı gözlemlenebilir. Bunun iki nedeni olabilir. Birincisi, EDTA (ve büyük olasılıkla sitrik asit) çoğu sealant üzerinde hafif çözülme etkisine sahiptir. İkincisi, agresif şelatlayıcı çözeltiler kök kanal duvarlarındaki inorganik bileşenleri çözer ve bu nedenle kök dolgusunu mekanik olarak çıkarmayı daha kolay hale getirebilir. [30]

Şelatlayıcı solüsyonların antimikrobiyal etkisi muhtemelen hafife alınmaktadır. Doğrudan mikrobiyal canlılık üzerinde belirgin bir etki göstermemekle birlikte, biyofilm bütünlüğüne müdahale ederler. [31] Ayrıca, kompleks ajanlar hücre duvarına saldırabilir ve/veya hücre duvarı sentezini engelleyebilir. Bu durum, onların mayalar üzerindeki inhibitör etkisini açıklayabilir. [32] EDTA, muhtemelen hücre duvarı oluşumundaki değişikliklere neden olarak mayaların büyümesini engeller. EDTA, enfekte insan dişlerinde fizyolojik salin solüsyonuna kıyasla canlı bakterilerin sayısında önemli ölçüde daha iyi bir azalma göstermiştir. [33]

### **Kalan Dolgu Materyali Ve Patların Çözülmesi**

Dolgu materyali istenen çalışma uzunluğunun altında sona erdiğinde, dolu ve dolmamış apikal kısımlar arasındaki geçiş kritik bir nokta olarak tanımlanmıştır ve bu noktanın yeri büyük bir hassasiyetle belirlenmelidir. [29] Bu noktada genellikle bir basamak bulunacak (Şekil 2) veya döner bir hareketle bu kritik bölgede aktif olarak çalışıldığında yeni bir basamak oluşturulacaktır. Kök kanalının apikal kısmının tıkanmasını önlemek için, kök

kanalının orta veya apikal kısmındaki boş alanlara girmeden önce tüm dolgu materyali çıkarılmış olmalıdır ve kök kanalının daha ileri seyrini dikkatlice incelemek için tam olarak önceden eğilmiş bir enstrüman kullanılmalıdır.



*Şekil 2: Karakteristik kök kanal basamakları a: Önceki tedavinin kök dolgusu bitim noktası ve basamak, b: Yeniden tedavi ile basamağın geçilip kanalların tekrar doldurulması.*

Mekanik olarak dolgu materyalinin büyük kısmı çıkarıldıktan sonra bir çözücüye geçmek uygun olabilir. Bu durumda, yumuşamış malzemenin kanal oyuklarına sıkıştırılması riski en aza indirilir, çünkü mekanik tedavi neredeyse tamamlanmıştır. Endodontide kullanılan çözücüler arasında, kloroform en iyi geçmişe sahiptir: gutta-perkadaki poliizopreni, reçine bağlı sistemlerdeki poliakprolaktonu ve çoğu sealantı çözmede son derece etkilidir. [34] Kök kanalına kloroform uygulandığında hastaya zarar verme riskinin minimal olduğu iddia edilmiştir. [35] Ayrıca kloroformun antimikrobiyal etkisi vardır ve kanal içi enfeksiyonu daha da azaltabilir. [36] Ancak, kloroform son derece toksik ve (dolaylı olarak) kanserojen etkiye sahiptir. [37]

### **Yeniden Tedavide Optimal Çalışma Uzunluğunun Tanımı**

Mikrobiyal popülasyonu azaltmak veya ortadan kaldırmak için, kök kanal sisteminin tamamı yeniden hazırlama ve dezenfeksiyon prosedürlerine dahil edilmelidir. Kanal hazırlığının nihai çapı, irrigasyonu kolaylaştıracak kadar yeterli olmalıdır ve çalışma uzunluğunun belirlenmesi de bu süreçte önemlidir. Bergholtz ve arkadaşları, [38] çalışma/dolgu uzunluğunun yeniden tedavi sonucundaki önemini göstermiştir. Yeniden tedavi edilen vakaların retrospektif değerlendirmelerinde, aşırı preparasyon yapılan veya dolgu materyalinin taşırıldığı vakalarda daha düşük bir başarı oranı bulmuşlardır. Bu, Sjögren ve arkadaşları [39] tarafından da doğrulanmıştır. Sjögren ve arkadaşları, taşkın dolgu ile ilişkili yeniden tedavi vakalarında

%50 başarı oranı bildirmişlerdir, buna karşılık dolgu materyalinin kanal içinde sınırlı olduğu dişlerde %67 başarı oranı kaydedilmiştir.

Yeniden tedavinin ilk aşamasında elektronik apeks bulucuların kullanımı etkili olmayacaktır, çünkü dolgu materyali elektrik akışını engelleyecektir. Bununla birlikte, elektronik apeks bulucuların sinyalleri yine de klinisyene yardımcı olabilir. “Sinyal yok” durumu elde edildiğinde, genellikle aletin dolgu materyali içinde kaldığı anlamına gelir; cihaz sinyal verdiğinde ise, çoğunlukla aletin dolgu materyalini geçtiğini ve elektrik devresinin foramen yoluyla veya bazı durumlarda perforasyon yoluyla kurulduğunu gösterir.

Apikal foramene erişim sağlamak, yalnızca dolgu materyalinin büyük kısmı çıkarıldıktan veya en azından bypass edildikten sonra mümkündür. Apikal bölgeye, dolgu malzemesinin çıkarılmasından önce doğrudan bir crown-down veya step-down yaklaşımı kullanarak erişmeye çalışmak, daha fazla tıkanıklık veya basamak oluşma riski taşır. Dolgu materyalinin çıkarılması sırasında, kök kanal morfolojisinde herhangi bir değişiklik, sık ve bol irrigasyonla desteklenen pasif alet kullanımı ile önlenmelidir. Pasif gutta-perka çıkarımı için bazı durumlarda az miktarda çözücü yardımcı olabilir.

### Dezenfeksiyon ve Kimyasal Temizlik

Görüldüğü üzere, yeniden tedavi vakaları ile nekrotik pulpa vakaları arasındaki ana fark, ilkinde enfekte kanal boşluğunun dezenfektanlara maruz bırakılması için daha fazla çalışmanın yapılması gerektiğidir. Ancak kök dolgu materyalinin büyük kısmı çıkarıldıktan ve orijinal kanallar açıldıktan sonra, yeniden tedavi vakası, primer enfeksiyonlu bir vaka gibi dezenfekte edilebilir. Primer kök kanal tedavilerinde, sodyum hipoklorit (NaOCl), birçok nedenle birinci tercih endodontik irriganttır: bulunabilirlik, fiyat ve antimikrobiyal etkinlik. Sodyum hipoklorit ve diğer kök kanal irrigantlarının kimyasal özellikleri, kök kanal dezenfeksiyonu için detaylı bir şekilde incelenmiştir. [40] Yeniden tedavi bağlamında, klorheksidin (CHX) genellikle NaOCl'ye olası bir alternatif olarak bahsedilir. Ancak, CHX ile ilgili kanıtlar büyük ölçüde *E. faecalis* ile enfekte dentinal tübüller üzerindeki laboratuvar çalışmaları sonuçlarına dayanmaktadır. *E. faecalis*, yanlış bir şekilde sodyum hipoklorite dirençli olduğu düşünülen bir türdür. CHX, periodontoloji ve koruyucu diş hekimliğinde nispeten iyi bir başarı oranı ile kullanılan bir dezenfektandır. Ancak, endodontide, sodyum hipokloritin aksine, CHX'in bir temizlik ajanı olmadığını göz önünde bulundurmak gerekir. Bunun yerine, CHX, temizlenmiş yüzeylere yapışır ve yeniden kontaminasyonu önler veya geciktirir. [41] CHX solüsyonlarının biyofilm üzerinde nispeten az etkisi vardır ve nekrotik dokuyu çözmez. Bu nedenle, randomize bir

klirik çalışmada, 2.5% CHX'in, primer kök kanal enfeksiyonlarında kültür ve PCR sayımlarını azaltmada, 2.5% NaOCl'ye göre önemli ölçüde daha kötü performans göstermesi şaşırtıcı değildir. [42] Endodontide CHX'in kullanımı, NaOCl'nin CHX zerindeki etkisi tarafından daha da zorlaşır. CHX okeltisi, potansiyel olarak mutajenik bileşikler içerir, örneğin 4-kloroanilin. [43] Bu nedenle, CHX, NaOCl ile birlikte veya hemen sonrasında uygulanmamalıdır. Yine de, kanal duvarlarının temiz olduğu düşünüldüğünde, CHX son irrigant olarak bazı yararlılara sahip olabilir.

### **Final Kanal şekillendirme Boyutunun Belirlenmesi**

Birincil kök kanal tedavisinin başarısız olmasının ana nedenlerinden biri, kök kanal sisteminin yetersiz dezenfeksiyonudur. Kanal yenileme işlemleri sırasında apikal çapın daha fazla genişletilmesini destekleyenler ve karşı çıkanların argümanları şu şekildedir:

Kanal çapının artırılmasını destekleyen bazı argümanlar şunları içerir:

- Genişletilmiş bir şekillendirme, (enfekte) dolgu materyalinin büyük miktarlarının geride kalma riskini azaltacaktır.
- Genişletilmiş bir şekillendirme, primer hazırlık sırasında gözden kaçan nekrotik doku veya döküntülerle dolu olan çıkıntılar, oluklar, isthmiler veya oyuklar gibi düzensizlikleri içerebilir.
- Genişletilmiş bir şekillendirme, irrigantlar tarafından daha etkili dezenfeksiyona izin verecektir.
- Genişletilmiş bir şekillendirme, daha iyi kaliteli dolguya olanak tanyabilir.

Hazırlık çapının artırılmasına karşı olan argümanlar ise şunları içerir:

- Dolgu materyalinin çıkarılması sırasında zaten genişleme meydana gelir.
- Kanalın düzleşme veya yer değiştirme riski veya kök kanalın daha fazla düzleşme riski.
- Perforasyon veya strip perforasyonu riski.
- Dentinin daha fazla kaybı ile kökün ek olarak zayıflaması.

Literatür, her iki stratejiye de yönelik bir kanıt veya öneri sunmamaktadır, bu nedenle yalnızca temel hazırlık kuralları uygulanabilir. Bu, kanalın temizlenmesi, şekillendirilmesi ve etkili bir şekilde doldurulması için temel prensiplerin takip edilmesi gerektiği anlamına gelir.

Apikal çapın ve konikliğin yeterli şekilde hazırlanması, etkin irrigasyon ve dolgu için yeniden tedavinin ana hedeflerinden biridir. Bu, irrigasyon iğnesinin neredeyse çalışma uzunluğuna kadar yerleştirilmesini gerektirir. İnce irrigasyon uçları (30 gauge) kullanarak, #30-35 K-file çapında apikal yeterli olacaktır. [44] Apikal daralma taşınmış, perforasyon meydana gelmiş, rezorpsiyon veya genişleme olmuş olabileceğinden, irrigantın periradiküler dokulara taşmasını önlemek için büyük özen gösterilmelidir. Bu, ciddi problemlere yol açabilir.

### İrrigasyon ve İrrigan Aktivasyonu

Çalışma uzunluğu belirlenmeden önce, kısa 27 gauge bir iğne kullanmak önerilir. Bu, kanal sistemine daha fazla irrigant verecektir. Basınç daha yüksek olacak ve daha fazla materyal kök kanal sisteminden uzaklaştırılacaktır. Çalışma uzunluğu belirlendikten ve kanal yeterince genişletildikten sonra, güvenlik uçlu ince (30 gauge) bir irrigasyon iğnesi tam çalışma uzunluğuna kadar kullanılabilir. Irrigantın, irrigasyon iğnesinin ucundan çok uzağa geçmediği bilinmelidir. [45] Sonuç olarak, apikal hazırlık boyutu önemli bir mesele haline gelir. Yeniden tedavi vakalarında, kanallar genellikle orijinal dolgu materyalini çıkarmak için genişletilir, böylece irrigasyon ucu uygun şekilde yerleştirilebilir. Apikal alanın irrigasyonu, apikal periodontitisin herhangi bir formunun tedavisinde son derece önemlidir, çünkü kök kanal enfeksiyonu tam olarak bu bölgede konak savunma sistemi ile karşılaşır. Sodyum hipoklorit (NaOCl) ile yapılan irrigasyonun dezenfeksiyon sırasında diğer tüm tedavi adımlarına göre üstün etkisi göz önüne alındığında, hipokloritin hedef bölgeye yakın getirilmesinin gerekliliği vurgulanamaz.

Sonik/ultrasonik aktivasyonun, irrigant etkisini artırmada popülerlik kazandığı görülüyor. Sonik aktivasyonun etkisi tartışmalı olsa da, ultrasonik aktivasyon ve sodyum hipoklorit (NaOCl) kombinasyonunun su içinde belirgin bir ek etkisi olduğu görülmektedir. [46] “Pasif ultrasonik irrigasyon” (PUI) terimi, bir ucun kök kanal duvarlarını enstrümanlamak için değil, kanal sisteminde irrigantı aktive etmek için kullanıldığını ifade eder. [47] Teoride, irrigant aktif ucu boyunca veya onun içinden verilebilir, ya da normal şırınga irrigasyonu kullanılarak yerleştirilir ve ardından aktive edilir. İkinci yöntem daha kontrollü bir avantaj sağlar. NaOCl'nin kök kanaldaki etkilerini artıran ultrasonik aktivasyonun kesin etkisi tam olarak net değildir. Akustik akım ve muhtemelen kavitasyon, yani bir sıvının basıncının buhar basıncının altına düştüğü bir bölgede, sıvı buhar kabarcıklarının oluşumu ve ardından çökmesi, her ikisi de rol oynamaktadır. [47] Kavitasyon, çöken kabarcığın mikro çevresinde yüksek ısı oluşumu ile ilişkilidir, bu da ultrasonik aktivasyon ve NaOCl'nin sinerjik etkisini açıklayabilir. [48]

Ultrasonik aktivasyonun irrigantta ısı oluşturmaları nedeniyle, PUI, kolayca tutuşabilir ve buharları potansiyel olarak tehlikeli olan çözücülerle birlikte kullanılmamalıdır. Şelatlayıcı ajanların ultrasonik uç ile aktivasyonu da tartışmalı bir değere sahiptir. Çözeltinin akışı artırılırsa da, ısı oluşumu ve kaviteasyon olasılığı faydalı olmayabilir. Şelatlayıcıların en iyi çalıştıkları belirli bir sıcaklık aralığı vardır. Örneğin, 20°C'den 90°C'ye kadar ısıtılması, EDTA ve sitrik asitin kalsiyum bağlama kapasitesini sırasıyla 219'dan 154 mg CaO/g'a ve 195'ten 30 mg CaO/g'a düşürecektir.

### **Seanslar Arası Antiseptik Uygulanması**

Birincil endodontik enfeksiyonlarda, iki ziyaretlik bir yaklaşımın mutlak gerekliliğini destekleyen çok az kanıt vardır. [49] Ancak yeniden tedavi vakalarında, kök kanal sisteminin ilk ziyarette uygun şekilde dezenfekte edilmesi için yeterli zaman sıklıkla bulunmamaktadır. Debridman aşaması ve kanal sisteminden tüm yabancı maddelerin çıkarılmaya çalışılması zaman alıcıdır. Hasta yararına, dezenfeksiyon aşamasının ikinci ziyarete ertelenmesi tavsiye edilebilir. Ancak, basit bir yeniden tedavi vakasının tek ziyarette gerçekleştirilemeyeceğine veya gerçekleştirilmemesi gerektiğine dair hiçbir kanıt yoktur. [50] Yeniden tedavi vakaları için iki topikal dezenfektan göz önünde bulundurulmalıdır: kalsiyum hidroksit süspansiyonları ve %2 CHX jeli. Kalsiyum hidroksit, sodyum hipoklorit ile iyi uyumluluğu nedeniyle birinci tercih olmalıdır. Gerçekten de, kalsiyum hidroksit tozu, önceki tedavide kullanılan NaOCl irrigantı ile karıştırılabilir ve böylece kısa ve uzun vadeli antimikrobiyal güç kombinasyonuna sahip bir aralar arası pansuman elde edilebilir. [51]

Kalsiyum hidroksitin antimikrobiyal etkisinden ve doku çözme kapasitesinden alkalın kapasitesi sorumludur. [52] Kalsiyum hidroksit ve sodyum hipokloritin hem doku çözme hem de antimikrobiyal etkileri proteolitik kapasiteleri ile ilişkili olduğundan, [53] doku çözülmesi üzerindeki gözlemler antimikrobiyal kapasiteye taşınabilir. Nitekim, kalsiyum hidroksitin 10 dakikalık uygulamasının enfekte kök kanallarında canlı bakteri sayısını azaltmadığı, ancak bir haftalık uygulamanın büyük bir etkisi olduğu gösterilmiştir. [54] NaOCl uygulamasından sonra test edilen diğer antiseptiklerde olduğu gibi, kalsiyum hidroksitin neden olduğu ek mikrobiyal azalma, klinik çalışmalarda belirlemek zordur, çünkü ölçümler tespit limitinde veya yakınında gerçekleşir. [13] Bununla birlikte, inert bir irrigant ile irrigasyondan sonra klinik olarak uygulandığında gösterildiği gibi, kalsiyum hidroksit kendi başına güçlü bir dezenfektandır. [55]

Kalsiyum hidroksitin dentin matrisinin bozulmasıyla mekanik diş özellikleri üzerindeki olumsuz etkisinden şüphelenilmektedir. [56] Sodyum

hipoklorit gibi, kalsiyum hidroksit süspansiyonlarının proteolitik etkisi pulpa-dentin arayüzünde durmaz ve bu nedenle kollajen dejenere olur. Ancak, insan kök dentini üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri, kalsiyum hidroksitin mekanik özellikler üzerindeki uzun vadeli etkisinin kendi kendini sınırladığını ve  $>2,5$  NaOCl çözeltilerinin kısa vadeli etkisinden çok daha az olduğunu öne sürülmüştür. [57] Bununla birlikte, kalsiyum hidroksitin kök kanal sisteminde aylarca bırakılması, özellikle tamamlanmamış kök oluşumuna sahip dişlerde, tavsiye edilmez.

%2'lik CHX jeli, seanslar arası bir ilaç olarak kalsiyum hidroksit/serum pansumanı ile benzer bir antimikrobiyal etkiye sahiptir. [58] Klinik sonuçlar üzerindeki etkileri, örneğin alevlenme oranı gibi, CHX ve kalsiyum hidroksit pansumanları arasında da benzer görünmektedir. [59] Ancak, kalsiyum hidroksitin aksine, CHX'in endotoksin üzerinde doğrudan bir etkisi yoktur. Buna rağmen, CHX, bu lipopolisakkaritlere bağlanarak konak reaksiyonlarını azaltabilir. [60] Kök kanal sistemlerinde, uygun şekillendirme, irrigasyon ve kalsiyum hidroksit yerleştirilmesinden sonra kanalda sürekli eksudat varsa, CHX jeli apikal bölgeden uygulamak bazen faydalı olabilir. Bu durumlarda, kronik periapikal enfeksiyondan şüphelenilmelidir ve nispeten doku dostu bir antiseptik olan CHX jelinin yerleştirilmesi mantıklıdır.

### Kanalların Yeniden Doldurulması

Basamaklı kök kanalların doldurulması, ana konunun seçimi açısından büyük sorunlar oluşturabilir. Yumuşak ve esnek gutta-perka ile basamağı geçmek zor olabilir. İstenen çalışma uzunluğuna ulaşmak için uçların dikkatlice önceden eğilmesi gerekebilir. Gutta-perkanın yerleştirilmesine ve yeterli derinliğe uygun bir plugger yerleştirilmesine izin veren genişlik ve koniklik sağlandığında, bazı durumlarda termoplastik dolgu teknikleri basamaklı kök kanallarda yardımcı olabilir. Kök dentin sertliğinin ve sağlamlığının, lateral sıkıştırma tekniklerini tehlikeli hale getirecek kadar değişip değişmediği spekülasyon kalmaktadır. Yine de, yeniden tedavi sırasında dentinin ek olarak çıkarılmasının kökü, bilinmeyen, kontrol edilemeyen ve ölçülemeyen bir dereceye kadar zayıflattığını ve dolgu sırasında kullanılan baskıya büyük özen gösterilmesi gerektiğini unutmamak önemlidir.

Sonuç olarak şu çıkarımlar yapılabilir:

**Yeniden Tedavi Ayrı Bir Tedavi Türüdür:** Yeniden tedavi, kök kanalların yeniden hazırlanması ve yeniden doldurulması açısından primer tedaviden farklı birkaç önemli yönde ayrılan ayrı bir tedavi modudur.

**Dolgu Materyalinin Tamamen Çıkarılması Zor:** Dolgu materyalini kök kanallarından tamamen çıkarmak neredeyse imkansızdır. NiTi enstrümanları

gutta-perka'yı geçmek ve çalışma uzunluğuna makul bir sürede ulaşmak için faydalıdır, ancak kanalı gutta-perka ve dolgu artıkları kalıntılarından tamamen temizleyemez.

**Kanal Hazırlık Boyutunun Artırılmasına Dair Konsensüs Yok:** Yeniden tedavi sırasında kanal hazırlık boyutunun artırılmasının gerekli olup olmadığına dair kesin bilgi veya konsensüs yoktur.

**Elektronik Apeks Bulucular:** Bu cihazlar, endodontik çalışma uzunluğunun belirlenmesinde kabul edilebilir sonuçlar verir.

**Prosedürel Hatalarla Başa Çıkma:** Yeniden hazırlığın önemli bir unsuru, primer tedaviden kaynaklanan işlemsel hataları yönetmektir, bu da basamakları veya apikal tıkanıklıkları aşmak, kırık aletleri çıkarmak veya perforasyonları onarmak gibi durumları içerir. Bu hataların bazıları, MTA, ultrasonikler ve dental mikroskoplar gibi özel stratejiler, enstrümanlar ve malzemelerle aşılabılır.

**Geri Dönüşü Olmayan Prosedürel Hatalar:** Apikal taşınma ve kök kanalın düzleşmesi, yeniden tedavi sırasında düzeltilemeyen hataları temsil eder. Önemli taşınma durumları, cerrahi veya kombine ortograd ve cerrahi yeniden tedavi yaklaşımının düşünülmesini gerektirebilir.

**Yeniden Hazırlık Güvenlidir:** Enstrüman kırılması, perforasyon ve basamak oluşumu açısından yeniden tedavi nispeten güvenlidir, ancak bu riskler primer tedavilere kıyasla daha yüksek olabilir.

**Yeniden Doldurma Üzerine Az Sayıda Çalışma:** Yeniden tedavi prosedürleri sırasında yeniden doldurma işlemleri üzerine az sayıda literatür veya araştırma bulunmaktadır.

**Sonuçların Değişkenliği:** Primer tedaviyi takiben ortaya çıkan çeşitli sorunlar nedeniyle, birçok durumda yeniden tedavi, radyografik olarak optimal bir kanal şekli veya kök dolgusu uzunluğu ile sonuçlanmaz. Bununla birlikte, yeterli dezenfeksiyon ve uygun kök dolgusu ile iyileşme meydana gelebilir, çünkü bu intrakanal mikroorganizmalarının yeterince azaltılması ve periradiküler dokulara erişimin engellenmesi ile sağlanır.



## Kaynaklar

1. Ørstavik D, P.F.T., *Apical periodontitis. Microbial infection and host responses*. . Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis., ed. T.P.F. D Ørstavik. 1998: Oxford: Blackwell Science.
2. Nair, P.N., et al., *Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2005. **99**(2): p. 231-52.
3. Carr, G.B., et al., *Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure*. J Endod, 2009. **35**(9): p. 1303-9.
4. Nair, P.N.R., *Apical periodontitis: A dynamic encounter between root canal infection and host response*. Periodontology 2000, 1997. **13**: p. 121-148.
5. Ray, H.A. and M. Trope, *Periapical Status of Endodontically Treated Teeth in Relation to the Technical Quality of the Root Filling and the Coronal Restoration*. International Endodontic Journal, 1995. **28**(1): p. 12-18.
6. Ng, Y.L., et al., *Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success*. Int Endod J, 2007. **40**(12): p. 921-39.
7. Ng, Y.L., et al., *Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors*. Int Endod J, 2008. **41**(1): p. 6-31.
8. Kirkevang, L.L., et al., *Risk factors for developing apical periodontitis in a general population*. Int Endod J, 2007. **40**(4): p. 290-9.
9. Ricucci, D., L.M. Lin, and L.S. Spangberg, *Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009. **108**(4): p. 609-21.
10. Sjogren, U., et al., *Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis*. Int Endod J, 1997. **30**(5): p. 297-306.
11. Sundqvist, G., et al., *Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1998. **85**(1): p. 86-93.
12. Peters, L.B. and P.R. Wesselink, *Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms*. Int Endod J, 2002. **35**(8): p. 660-7.
13. Waltimo, T., et al., *Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing*. J Endod, 2005. **31**(12): p. 863-6.

14. Molander, A., et al., *Clinical and radiographic evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial*. J Endod, 2007. **33**(10): p. 1145-8.
15. Nair, P.N., et al., *Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study*. J Endod, 1990. **16**(12): p. 580-8.
16. Zehnder, M. and B. Guggenheim, *The mysterious appearance of enterococci in filled root canals*. Int Endod J, 2009. **42**(4): p. 277-87.
17. Siqueira, J.F., Jr. and I.N. Rocas, *Diversity of endodontic microbiota revisited*. J Dent Res, 2009. **88**(11): p. 969-81.
18. Sundqvist, G., *Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1994. **78**(4): p. 522-30.
19. Chu, F.C., et al., *Identification of cultivable microorganisms from primary endodontic infections with exposed and unexposed pulp space*. J Endod, 2005. **31**(6): p. 424-9.
20. Blome, B., et al., *Molecular identification and quantification of bacteria from endodontic infections using real-time polymerase chain reaction*. Oral Microbiol Immunol, 2008. **23**(5): p. 384-90.
21. Gorni, F.G. and M.M. Gagliani, *The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up*. J Endod, 2004. **30**(1): p. 1-4.
22. Nair, P.N., *On the causes of persistent apical periodontitis: a review*. Int Endod J, 2006. **39**(4): p. 249-81.
23. Da Rosa, R.A., et al., *Micro-CT Evaluation of Root Filling Removal after Three Stages of Retreatment Procedure*. Braz Dent J, 2015. **26**(6): p. 612-8.
24. Zitzmann, N.U., et al., *Endodontics or implants? A review of decisive criteria and guidelines for single tooth restorations and full arch reconstructions*. Int Endod J, 2009. **42**(9): p. 757-74.
25. Ruddle, C.J., *Nonsurgical retreatment*. J Endod, 2004. **30**(12): p. 827-45.
26. Horvath, S.D., et al., *Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study*. Int Endod J, 2009. **42**(11): p. 1032-8.
27. Gergi, R. and C. Sabbagh, *Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study*. Int Endod J, 2007. **40**(7): p. 532-7.
28. Stabholz, A. and S. Friedman, *Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment*. J Endod, 1988. **14**(12): p. 607-14.
29. Mandel, E. and S. Friedman, *Endodontic retreatment: a rational approach to root canal reinstrumentation*. J Endod, 1992. **18**(11): p. 565-9.

30. Lottanti, S., et al., *Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer*. Int Endod J, 2009. **42**(4): p. 335-43.
31. Bryce, G., et al., *Contemporary root canal irrigants are able to disrupt and eradicate single- and dual-species biofilms*. J Endod, 2009. **35**(9): p. 1243-8.
32. Ates, M., B.G. Akdeniz, and B.H. Sen, *The effect of calcium chelating or binding agents on Candida albicans*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2005. **100**(5): p. 626-30.
33. Yoshida, T., et al., *Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant*. J Endod, 1995. **21**(12): p. 592-3.
34. Schafer, E. and T. Zandbiglari, *A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2002. **93**(5): p. 611-6.
35. Chutich, M.J., et al., *Risk assessment of the toxicity of solvents of gutta-percha used in endodontic retreatment*. J Endod, 1998. **24**(4): p. 213-6.
36. Edgar, S.W., J.G. Marshall, and J.C. Baumgartner, *The antimicrobial effect of chloroform on Enterococcus faecalis after gutta-percha removal*. J Endod, 2006. **32**(12): p. 1185-7.
37. Komulainen, H., *Experimental cancer studies of chlorinated by-products*. Toxicology, 2004. **198**(1-3): p. 239-48.
38. Bergenholtz, G., et al., *Influence of apical overinstrumentation and overfilling on re-treated root canals*. J Endod, 1979. **5**(10): p. 310-4.
39. Sjogren, U., et al., *Factors affecting the long-term results of endodontic treatment*. J Endod, 1990. **16**(10): p. 498-504.
40. Zehnder, M., *Root canal irrigants*. J Endod, 2006. **32**(5): p. 389-98.
41. Sekino, S., et al., *The effect of a chlorhexidine regimen on de novo plaque formation*. J Clin Periodontol, 2004. **31**(8): p. 609-14.
42. Vianna, M.E., et al., *In vivo evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue*. Int Endod J, 2006. **39**(6): p. 484-92.
43. Basrani, B.R., S. Manek, and E. Fillery, *Using diazotization to characterize the effect of heat or sodium hypochlorite on 2.0% chlorhexidine*. J Endod, 2009. **35**(9): p. 1296-9.
44. Salzgeber, R.M. and J.D. Brilliant, *An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals*. J Endod, 1977. **3**(10): p. 394-8.
45. Boutsoukis, C., T. Lambrianidis, and E. Kastrinakis, *Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study*. Int Endod J, 2009. **42**(2): p. 144-55.
46. Blume, T. and U. Neis, *Improving chlorine disinfection of wastewater by ultrasound application*. Water Sci Technol, 2005. **52**(10-11): p. 139-44.

47. van der Sluis, L.W., et al., *Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature*. Int Endod J, 2007. **40**(6): p. 415-26.
48. Sirtes, G., et al., *The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy*. J Endod, 2005. **31**(9): p. 669-71.
49. Penesis, V.A., et al., *Outcome of one-visit and two-visit endodontic treatment of necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial with one-year evaluation*. J Endod, 2008. **34**(3): p. 251-7.
50. Ng, Y.L., V. Mann, and K. Gulabivala, *Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature*. Int Endod J, 2008. **41**(12): p. 1026-46.
51. Zehnder, M., et al., *Tissue-dissolution capacity and dentin-disinfecting potential of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2003. **96**(5): p. 608-13.
52. Waltimo, T., et al., *Fine-tuning of bioactive glass for root canal disinfection*. J Dent Res, 2009. **88**(3): p. 235-8.
53. McDonnell, G. and A.D. Russell, *Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance*. Clin Microbiol Rev, 1999. **12**(1): p. 147-79.
54. Sjogren, U., et al., *The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing*. Int Endod J, 1991. **24**(3): p. 119-25.
55. Orstavik, D., K. Kerekes, and O. Molven, *Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study*. Int Endod J, 1991. **24**(1): p. 1-7.
56. Cvek, M., *Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study*. Endod Dent Traumatol, 1992. **8**(2): p. 45-55.
57. Marending, M., et al., *Comparative assessment of time-related bioactive glass and calcium hydroxide effects on mechanical properties of human root dentin*. Dent Traumatol, 2009. **25**(1): p. 126-9.
58. Manzur, A., et al., *Bacterial quantification in teeth with apical periodontitis related to instrumentation and different intracanal medications: a randomized clinical trial*. J Endod, 2007. **33**(2): p. 114-8.
59. Gama, T.G., et al., *Postoperative pain following the use of two different intracanal medications*. Clin Oral Investig, 2008. **12**(4): p. 325-30.
60. Zorko, M. and R. Jerala, *Alexidine and chlorhexidine bind to lipopolysaccharide and lipoteichoic acid and prevent cell activation by antibiotics*. J Antimicrob Chemother, 2008. **62**(4): p. 730-7.