

# İnternal Kök Rezorpsiyonları ve Tedavi Yaklaşımları

## Internal Root Resorptions and Treatment Approaches

Gözde AKBAL DİNÇER<sup>a</sup>, Ali ERDEMİR<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Özel Dentistanbul Dış Hastanesi Yıldız Endodonti Kliniği, İstanbul, TÜRKİYE

<sup>b</sup>Kırıkkale Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, Kırıkkale, TÜRKİYE

**ÖZET** Yaşam boyunca sürekli fizyolojik remodelasyona uğrayan kemikten farklı olarak, daimi dişlerin kök rezorpsiyonu doğal olarak meydana gelmez, daimi dişte kök rezorpsiyonu patolojik bir olaydır, eğer tedavi edilmezse etkilenen dişlerin erken kaybına neden olabilir. Kök rezorpsiyonu, kök yüzeyi ile ilişkili rezorpsiyonun lokasyonuna bağlı olarak, eksternal ve internal olarak sınıflandırılabilir. Klastik hücrelerin etkisinin bir sonucu olarak, dentin kaybı ile karakterize özel bir pulpa hastalığı kategorisi olan internal kök rezorpsiyonu (İKR), hem teşhis hem de tedavi açısından her zaman bir ikilem oluşturmuştur. İKR, genellikle asemptomatiktir ve rutin radyografik incelemelerde tesadüfen fark edilmektedir. Koni ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT)'nin, İKR yönetiminde bir teşhis ve tedavi planlama aracı olarak kullanımı literatürde bildirilmiştir. Günümüzde, İKR olan dişlerde tercih edilen tek tedavi kök kanal tedavisidir. Rezorpsiyon defektinin düzensiz içbükey doğası, İKR olgularında kök kanallarının kemomekanik debridmanı ve doldurulmasında farklı tedavi yaklaşımlarını zorunlu hâle getirmektedir. Prognoz, küçük lezyonlar için daha iyidir. Kök duvarının perforasyonu olduğu durumlarda, mineral trioksit agregat perforasyonu kapatmak için tercih edilen malzeme olarak düşünülmelidir. Ancak perforasyonla ilişkili geniş rezorpsiyonlarda, diş yapısı büyük ölçüde zayıfladığından prognoz kötüdür. Bu noktada rejeneratif endodontik tedavinin, İKR görülen dişlere uygulanması avantaj sağlayabilir. Bu derlemede, İKR'nin etiyoloji, histolojik görünüm, klinik özellikler, radyografik özellikler, tanı, ayırıcı tanı, geleneksel ve son tedavi yaklaşımları hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

**ABSTRACT** Unlike bone, which undergoes continuous physiological remodeling throughout life, root resorption of permanent teeth does not occur naturally, it is a pathological event; if left untreated, it can cause premature loss of affected teeth. Root resorption can be classified as external and internal depending on the location of the resorption associated with the root surface. Internal root resorption (IRR), which is a particular category of pulp disease characterized by the loss of dentine as a result of the action of clastic cells, has been a quandary from the standpoints of both its diagnosis and treatment. It is usually asymptomatic and discovered by chance on routine radiographic examinations. The use of Cone beam computed tomography (CBCT) as a diagnostic and treatment planning tool in IRR management has been reported in the literature. Today, root canal treatment is the only treatment preferred for teeth with IRR. The irregular nature of the resorption defect necessitates different treatment approaches in chemomechanical debridement and filling of root canals. Prognosis is good for smaller lesions. In cases where the root surface is perforated, mineral trioxide aggregate should be considered as the preferred material to close the perforation. However, for those with extensive resorption associated with perforation the tooth structure is greatly weakened and the prognosis remains poor. At this point, applying regenerative endodontic treatment to teeth with IRR can be advantageous. In this review, it is aimed to give information about the etiology, histological appearance, clinical features, radiographic features, diagnosis, differential diagnosis, traditional and recent treatment approaches of IRR.

**Anahtar Kelimeler:** İnternal kök rezorpsiyonu; perforasyon; rejeneratif endodontik tedavi; endodonti

**Keywords:** Internal root resorption; perforation; regenerative endodontic treatment; endodontics

Diş rezorpsiyonu, klastik aktivitelerin sonucu olarak diş sert dokularının kaybıdır.<sup>1</sup> Fizyolojik veya patolojik bir fenomen olarak ortaya çıkabilir. Primer dentisyonda kök rezorpsiyonu, rezorpsiyonun erken ortaya çıkması haricinde normal fizyolojik bir süreçtir.<sup>2,3</sup> Bu süreç, kemik remodelasyon mekanizmasındaki benzer şekilde sitokinler ve transkripsiyon faktörleri tarafından düzenleniyor gibi görünse de pri-

mer dentisyonda, fizyolojik kök rezorpsiyonunda rol oynayan faktörler tam olarak anlaşılammıştır.<sup>4,5</sup> Yaşam boyunca sürekli fizyolojik remodelasyona uğrayan kemikten farklı olarak, daimi dişlerin kök rezorpsiyonu kendiliğinden meydana gelmez, daimi dişte kök rezorpsiyonu patolojik bir olaydır, eğer tedavi edilmezse etkilenen dişlerin erken kaybına neden olabilir.

**Correspondence:** Gözde AKBAL DİNÇER

Özel Dentistanbul Dış Hastanesi Yıldız Endodonti Kliniği, İstanbul, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: gozdeakball@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 24 Feb 2020

Received in revised form: 01 Jun 2020

Accepted: 04 Jun 2020

Available online: 17 Dec 2020

2146-8966 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Kök rezorpsiyonu, kök yüzeyi ile ilişkili rezorpsiyonun lokasyonuna bağlı olarak, eksternal ve internal olarak sınıflandırılabilir.<sup>6,7</sup> Kök kanalının iç duvarlarında internal kök rezorpsiyonu (İKR), kök yüzeyinde veya servikal bölgede eksternal kök rezorpsiyonu (EKR) gözlenir. İKR'ler, internal inflamuar kök rezorpsiyonları ve internal yer değiştirme (metaplastik) kök rezorpsiyonları olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.<sup>7</sup>

İKR, ilk olarak 1830'lu yıllarda bildirilmiştir.<sup>8</sup> EKR ile karşılaştırıldığında, İKR nispeten nadir görülmekle birlikte etiyojisi ve patogenezi tam olarak aydınlatılamamıştır.<sup>9,10</sup> Sıklıkla EKR ile karıştırıldığından, İKR klinisyen için tanı koyması zor bir durumdur. Yanlış teşhis, uygun olmayan bir tedavinin yapılmasına neden olabilir.<sup>10-14</sup>

## İÇ KÖK REZORPSİYONUNUN ETİYOLOJİSİ VE PATOGENEZİ

Dentin, pulpal yüzeyden odontoblast tabakası ve pre-dentin ile ayrılmaktadır. İki tabaka, birlikte bir bariyer oluşturur ve dentinin rezorpsiyonunu önler. Birçok çalışma, osteoklastlara benzer şekilde odontoklastların, mineralize olmayan matrikse yapışmadığını veya mineralize olmayan matriksi rezorbe etmediğini kanıtlamıştır.<sup>15-17</sup> İKR'nin oluşması için pulpanın en dış tabakasındaki koruyucu odontoblast tabakası ve kanal duvarındaki pre-dentin zarar görmelidir, bu da alt tabakadaki mineralize dentinin odontoklastlara maruz kalmasına neden olur.

Bu tür bir hasara neden olan etkenler tam olarak açıklanamamıştır. Pre-dentin kaybı için travma, çürükler ve periodontal enfeksiyonlar, vital dişlerde restoratif işlemler sırasında ortaya çıkan aşırı ısı, kalsiyum hidroksit prosedürleri, vital kök rezeksiyonları, anakorez, ortodontik tedavi, çatlak dişler veya sağlıklı pulpadaki idiyopatik distrofik değişiklikler dâhil olmak üzere çeşitli etiyojistik faktörler ortaya atılmıştır.<sup>18-22</sup> Literatürdeki raporlar, travmanın ve pulpal inflamasyon/enfeksiyonun İKR'nin başlamasında ana faktörler olduğu görüşünü desteklemektedir.<sup>12,15,18,23,24</sup>

Literatürde aynı zamanda, Herpes zosterin rezorpsiyon ve sistemik viral enfeksiyon nedeniyle odontoblast dejenerasyonu ile ilişkisine de değinil-

mektedir. Solomon ve ark., sol trigeminal sinirin maksiller dalını etkileyen Herpes zoster öyküsü ile 21 ve 23 numaralı dişleri etkileyen bir İKR olgusu bildirmiştir.<sup>25</sup> Herpes zosterin, pulpadaki sinir uçlarına yerleşen virüs nedeniyle pulpayı etkilediği düşünülmektedir.<sup>26</sup> Ramchandani ve ark. ve Wadden ayrıca Herpes zoster enfeksiyonu ile bağlantılı İKR olguları bildirmişlerdir.<sup>26,27</sup> Genetik faktörler de İKR gelişiminde rol oynamıştır. Monozigotik ikizlerin dâhil edildiği bir çalışmada, interlökin-1 gen polimorfizmi ile kök rezorpsiyonu arasında ilişki olduğu bildirilmiştir.<sup>28</sup>

Wedenberg ve ark., İKR'nin geçici veya ilerleyici bir olay olabileceğini belirtmişlerdir. İn vivo bir primat çalışmasında, 32 kesici dişte kanal egesi ile kök kanallarına girilmiş ve pre-dentine kasıtlı olarak hasar verilmiştir.<sup>16</sup> Dişlerin yarısında giriş kavitesi kapatılmış, diğer yarısında giriş kavitesi ağız ortamına açık olarak bırakılmıştır. Araştırmacılar, giriş kavitesi kapatılmış grupta hasar görmüş dentinde, çok çekirdekli klastik hücrelerin geçici bir kolonizasyonunu (geçici iç kök rezorpsiyonu) tespit etmişlerdir. Bu dişlerde bakteriyel kontaminasyon bulunmadığından, aktif sert doku rezorpsiyonu belirlenmemiştir. Deneysel süreç boyunca ağız ortamına açık bırakılmış olan dişlerde, pulpal doku ve dentinal tübüllerde yaygın bakteriyel kontaminasyon belirlenmiştir. Bu dişlerde, hasarlı dentinde klastik hücrelerin geniş ve uzamış kolonizasyonu ve mineralize doku rezorpsiyonu belirtileri (ilerleyen iç kök rezorpsiyonu) görülmüştür. Daha önce belirtildiği gibi odontoblast tabakasına ve kanal duvarındaki pre-dentine zarar verilmesi, İKR'nin başlaması için bir ön koşuldur.<sup>15</sup> Ancak İKR'nin ilerlemesi, sert doku rezorpsiyonunda yer alan klastik hücrelerin bakteriyel stimülasyonuna bağlıdır. Bu stimülasyon olmadan, rezorpsiyon kendi kendini sınırlar.

İKR'nin, devam etmesi için rezorptif lezyonun apikalinde bulunan pulpa dokusunun uygun bir kan akımına sahip olması gerekir. Kan akımı, klastik hücreleri ve besin maddelerini sağlar. Enfekte olmuş nekrotik koronal pulpa dokusu, klastik hücreler için stimülasyon sağlar.<sup>7</sup> Bakteriler, pulpa kanalına dentin tübüllerinden, çürük kavitelerinden, çatlak, kırık ve lateral kanallardan girebilir. Bakteriyel bir uyarı-

cının yokluğunda, rezorpsiyon geçicidir; klinik ve radyografik olarak teşhis edilebilen aşamaya ilerlemeyebilir. Rezorpsiyon bölgesinin apikalindeki pulpa, rezorptif lezyonun ilerlemesi için canlı olmalıdır. Eğer tedavi edilmezse, rezorptif defekti dolduran inflame bağ dokusu dejenere olana kadar İKR devam eder ve lezyon apikal yönde ilerler. Sonuçta, rezorptif lezyonun apikalindeki pulpa dokusu nekroze olur ve bakteriler, tüm kanal sistemini enfekte ederek apikal periodontitise neden olur.<sup>29</sup>

## HİSTOLOJİK GÖRÜNÜM

Wedenberg ve ark., progresif İKR nedeniyle çekilen süt ve daimî dişlerden alınan örneklerdeki rezorptif sürecin histolojik, enzim histokimyasal ve taramalı elektron mikroskopik özelliklerini incelemiştir.<sup>24</sup> Histolojik ve enzim histokimyasal profilleri 2 grup için aynı bulunmuştur, ancak süt dişlerinde rezorptif sürecin daha hızlı gerçekleştiği belirlenmiştir. Pulpal doku, tüm dişlerde değişen derecelerde bazı nörofillerle birlikte, ağırlıklı olarak lenfositlerden ve makrofajlardan oluşan iltihaplı bir infiltrat ile dolmuştur. Pulpadaki bağ dokusu, sağlıklı pulpal dokudan daha az vaskülerdir ve nispeten daha fazla hücre ve lif içeren periodontal membran bağ dokusuna benzemektedir. Rezorpsiyon lakunalarını işgal eden büyük, çok çekirdekli odontoklastlar tarafından doldurulmuş, etkilenmiş dentin duvarlarında odontoblast tabakası ve predentin görülmemiştir. Odontoklastlar, aktif rezorpsiyon göstermişlerdir. Odontoklastlara, rezorpsiyon bölgesine bitişik olan bağ dokusunu dolduran, odontoklast öncülleri olduğuna inanılan mononükleer hücreler eşlik etmektedir. Her 2 hücre tipi de tartara dirençli asit fosfataz aktivitesi göstermiştir.

Kök kanal duvarı, incelenen tüm dişlerde kemiğe veya semente benzeyen mineralize bir doku ile tamamen kaplanmıştır.<sup>24</sup> Ayrıca benzer yapıdaki mineralize doku adaları, olguların 3'ünde pulpal alanı işgal etmiştir. Kök kanal boşluğunu işgal eden mineralize doku adaları, internal yer değiştirme rezorpsiyonunun belirleyici özelliğidir.<sup>30</sup> Araştırmacılar, bu mineralize doku birikiminin rezorpsiyon periyodunun sonunda osteoblastların, etkilenen bölgeye çekildiği ve kemik oluşumuna katıldığı işlemin bir parçası olabileceğini öne sürmüşlerdir.<sup>24</sup>

## KLİNİK ÖZELLİKLER

İKR'nin klinik özellikleri; büyük ölçüde etkilenen pulpanın histolojik durumuna, rezorptif sürecin neden olduğu sert doku yıkımının derecesine ve rezorptif kavitenin kök kanal boşluğundaki pozisyonuna bağlıdır. Rezorpsiyonun aktif aşamalarında, vital pulpal dokunun bakteriyel kontaminasyonu, pulpitisin klinik semptomlarına yol açan akut bir inflamatuvar yanıtı neden olabilir. Pulpal nekrozun başlaması ve kök kanal boşluğunun yerleşik bakteriyel kolonizasyonu ile akut veya kronik apikal periodontitisle ilişkili klinik belirti ve semptomlar gelişebilir. Periapikal dokularda veya muhtemelen sert doku tahribatının neden olduğu kök kanal duvarının perforasyon bölgesinde, fistül yolu veya yolları meydana gelebilir. İKR, genellikle asemptomatiktir ve yaklaşık olarak sadece %2'si klinik belirtileri gösterir.<sup>18</sup> Koronal pulpanın yoğun rezorpsiyonu, etkilenen dişin kronunda görünen pembe veya kırmızı renklenmeye neden olabilir. Pembe nokta (pink spot) diye adlandırılan bu duruma, rezorptif defektin içine uzanan ve defekti kaplayan granülatöz doku neden olur.<sup>31</sup> Rezorpsiyonun orijin merkezi hakkında bilgi veren bir başka karakteristik özellik ise pembe noktanın konumudur. Tipik olarak dişin ortasında görülen (çok köklü dişler hariç), İKR nedeniyle oluşan renk değişikliği meziodistal doğrultuda tam ortada görülür; EKR'de ise mezial, merkezî veya distal yerleşimli olabilir.<sup>12</sup> Genellikle, sürecin yaygın bir klinik göstergesi olarak bildirilmesine rağmen bu "pink spot" aslında İKR olgularında nadirdir. EKR olgularında, göreceli olarak daha sık meydana gelebilir, ancak bu rezorpsiyon tipinde de çok yaygın değildir. Genellikle etkilenen diş, asemptomatiktir ve klinik bulgular yoktur.

## RADYOGRAFİK ÖZELLİKLER VE TEŞHİS

Herhangi bir kök rezorpsiyonu tanısı, varlığının radyografik olarak gösterilmesine bağlıdır. Geleneksel radyografik görüntülemenin 2 boyutlu olması, çeşitli rezorpsiyon türlerinin tespit edilmesini ve ayırıcı tanısını zorlaştırır. Bu, özellikle benzer radyografik özelliklere sahip olabilecek İKR ve EKR'yi ayırt etme sırasında karşılaşılan bir problemdir.<sup>1,7,10,11</sup> İKR'nin "tipik" radyografik özellikleri hakkında literatürde birçok bulgu bildirilmiştir. Gartner ve ark.,

İKR lezyonlarının radyografik olarak etkilenen dişin kökünde, simetrik ve düzgün sınırları olan benzer yoğunlukta radyolusent olarak görüldüğünü bildirmişlerdir.<sup>32</sup> Ne ve ark., İKR lezyonlarını oval, kök kanal duvarı ile süreklilik gösteren sınırlandırılmış radyolusentler olarak tanımlamışlardır.<sup>33</sup> Çoğu İKR olguları, bu radyografik özelliklerin bir kısmını veya tümünü gösterse de tanı konmadan önce her olgu ayrı ayrı değerlendirilmelidir.

İKR, kök kanal sistemindeki herhangi bir yerde oluşabilir ve radyografik olarak kök kanalıyla bağlantılı olarak değişken şekil, radyolusentlik, ana hat ve simetriyle ortaya çıkabilir. İnternal inflamatuvar kök rezorpsiyon lezyonlarının, homojen olarak radyolusent olması muhtemeldir. Oysa internal yer değiştirme kök rezorpsiyonunda defekt, lezyonu kaplayan kalsifiye materyalin radyopak yapısının bir sonucu olarak, benekli veya bulanık bir görünüme sahiptir.<sup>10</sup> EKR lezyonları ağırlıklı olarak granülatöz doku, ağırlıklı olarak kalsifiye doku veya 2'sinin bir karışımını içerebilir. Bu nedenle, hastalık sürecinin klinik ayrımını zorlaştıran, her 2 iç rezorpsiyon tipine benzer bir radyodensiteye sahip olabilirler. Gartner ve ark. tarafından belirtildiği gibi en iyi uygulama, rezorpsiyon defektine komşu kök kanal duvarının ana hatlarını izlemektir.<sup>32</sup> Bir İKR boşluğu normal kök kanal duvarları ile devam eder, çünkü esasen bunların bir uzantısıdır. Bu nedenle, İKR'den etkilenen tek kanallı dişlerde, kanal duvarları defekt boyunca izlenemez. EKR'de ise kanal duvarları radyografide tespit edilebilir. Bununla birlikte, çok kanallı dişlerde İKR'den etkilenmeyen bir kanalın, geleneksel radyografilerdeki İKR rezorpsiyon defekti ile çakışabileceği, bunun da yanlış tanıya neden olabileceği unutulmamalıdır.<sup>32</sup>

Paralaktik yöntemle alınan radyografiler, her zaman rezorpsiyon süreci hakkında daha fazla bilgi edinmek için kullanılmalıdır. İKR lezyonları, açılı görünümde kök kanal sistemine göre konumlarını korur ve hep kanalın merkezinde kalır. EKR lezyonları ise palatal/lingual konumlanmışsa x-ışını tüpü kayması ile aynı yöne, bukkal konumlanmışlarsa ters yöne hareket ederler.<sup>32</sup> İKR ayırıcı tanısında konvansiyonel radyografi kullanıldığında, kök kanalı/pulpa odasının dış hatlarının izinin takip edilmesi en güvenilir yardımcıdır. Bununla birlikte, geleneksel radyogra-

fik görüntülemeyen elde edilebilecek bilgi sınırlıdır. Bu, İKR ve invaziv servikal rezorpsiyon teşhisinde yanlış tanı ve yanlış tedaviye yol açabilir.

CBCT'nin, İKR tedavisinde bir teşhis ve tedavi planlama aracı olarak kullanımı literatürde bildirilmiştir.<sup>34</sup> Bir İKR lezyonunun konumu, kapsamı ve boyutlarına ek olarak, rezorpsiyonla ilişkili herhangi bir perforasyonun varlığı CBCT ile yapılan değerlendirme ile belirlenebilir. Bu yöntemle, EKR ile İKR arasında ayırım yapabilir ve konvansiyonel radyografik incelemede ortaya çıkacak tanıya dair herhangi bir şüpheyi ortadan kaldırabilir.

## TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

İKR teşhisi konduktan sonra, sert doku tahribatının kapsamı değerlendirilmeli ve etkilenen dişin prognozu hakkında klinik bir karar verilmelidir. Etkilenen diş, kurtarılabilir ve iyi bir prognoza sahipse kök kanal tedavisi gereklidir. Enfekte olmuş herhangi bir dişte olduğu gibi kök kanalı tedavisinin asıl amacı, intradiküler bakterileri ortadan kaldırmak ve kök kanalını dezenfekte etmektir. Rezorpsiyon süreci hâlâ aktifse tedavi, rezorptif hücrelerin oluşumunu uyaran ve devam ettiren canlı apikal dokuyu ortadan kaldırmak için yardımcı bir amaca hizmet eder.

İKR olgularındaki rezorptif sürecin niteliği nedeniyle endodontistler prosedürü uygularken, zorluklarla karşılaşır. Aktif rezorpsiyonu olan dişlerde, granülatöz ve inflame pulpal dokularda oluşan bol miktarda kanama, tedavinin ilk aşamalarında görüşü azaltır ve kemomekanik preparasyondan sonra kanal kurutulmaya çalışıldığında inatçı bir kanamaya neden olabilir. Dahası rezorpsiyon defektinin düzensiz içbükey yapısı, onları doğrudan mekanik debridmanla erişilemez hâle getirir.

## KÖK KANALININ KEMOMEKANİK DEBRİDMANI

İsrarcı apikal periodontitisin başlıca nedeni, kök kanal tedavisinden sonra kanalda kalan mikroorganizmalarla ilişkilendirilebilir.<sup>35-38</sup> Kök kanalları, bakteri barındıran karmaşık morfolojiye sahiptir. Endodonti alanında kaydedilen ilerlemelere rağmen enstrümanlar ve irrigasyon solüsyonları, kanal boşluğunun her bölgesine erişememektedir.<sup>29,39-41</sup> İrri-



gasyonu aktive etmek için ultrasonik aletlerin kullanılmasının, kök kanalının erişilemeyen alanlarından nekrotik debrisin ve biyofilmlerin uzaklaştırma etkinliğini artırdığı gösterilmiştir.<sup>42</sup> Kök kanallarının mekanik preparasyonundan sonra irrigasyonun, ultrasonik aktivasyonunun bakteri sayısını azalttığı belirlenmiştir. İKR lezyonunun, kemomekanik debridmanı daha da zorlaştırdığı düşünüldüğünde, irrigasyon solüsyonlarının ultrasonik aktivasyonu, İKR defektinin dezenfeksiyonunda önemli bir adım olarak görülmelidir. Ultrasonik cihazların kullanılmasına rağmen bakteriler hâlâ ulaşılması zor alanlarda kalabilir.<sup>42</sup> Kök kanal boşluğunun kemomekanik debridmanı, kök kanal sistemini bakterisiz hâle getirememektedir.<sup>43-47</sup> Bu nedenle, erişilemeyen kök rezorpsiyon defektlerinin dezenfeksiyonu için intrakanal, antibakteriyel bir medikament kullanılmalıdır.<sup>38</sup> Kalsiyum hidroksitin, antibakteriyel olduğu ve kemomekanik enstrümantasyondan sonra kalan bakteriler üzerinde etkin olduğu gösterilmiştir.<sup>48,49</sup> Kalsiyum hidroksitin, ayrıca kök kanalından organik debris çıkarmak için sodyum hipoklorit ile birlikte kullanıldığında, sinerjik bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte bazı olgu raporlarında kalsiyum hidroksitin, düşük çözünürlük ve dentin, doku sıvıları ve organik madde tarafından etkisizleştirilmesinden dolayı kök kanalı dallanmalarında bakterileri yok edemediği bildirilmiştir.<sup>50,51</sup> Bu sınırlamalara rağmen İKR defektinin, kemomekanik debridmanını artırmak için çok seans kalsiyum hidroksit kullanımı desteklenmiştir.<sup>48,49</sup>

## KÖK KANALLARININ DOLDURULMASI

Kök kanal tedavisinin temel amacı, kök kanal sistemini dezenfekte etmektir. Bundan sonraki adım, kanalın yeniden enfekte olmasını önlemek için dezenfekte edilen kanalı uygun bir kök dolgu maddesiyle doldurmaktır. Yapısı nedeniyle İKR defektlerinin uygun bir şekilde tıkanması zor olabilir. Rezorptif defekti tamamen kapatmak için dolum materyali akıcı olmalıdır. Gütaperka, endodontide en sık kullanılan dolgu maddesidir. Gencoglu ve ark. yapay olarak oluşturulmuş, iç rezorpsiyon boşlukları olan dişlerdeki kök dolgularının kalitesini incelemişler ve Mikroseyal (SybronEndo, Orange, CA) ve Obtura II (Spartan, Fenton, MO) termoplastik gütaperka tek-

niklerinin yapay rezorptif boşlukları doldurmada Thermafil (Dentsply, York, PA), SoftCore kor sistemi (CMS Dental, Kopenhag, Danimarka) ve soğuk lateral kondensasyondan daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.<sup>52</sup> Soğuk lateral kondensasyon tekniğinde Obtura II'den daha az boşluk görülmüştür, ancak kanal boşluğunun daha büyük bir kısmı kanal patı ile dolmuştur. Goldberg ve ark., Obtura II sisteminin, rezorpsiyon defektlerinin doldurulmasında Thermafil, soğuk lateral kondensasyon ve soğuk lateral kondensasyondan sonra termomekanik kompaksiyon (hibrid teknik) kullanılan gruplardan istatistiksel olarak daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmıştır.<sup>53</sup> Stamos ve Stamos, Obtura II sisteminin kanalları başarılı bir şekilde tıkamak için kullanıldığı 2 iç kök rezorpsiyonu olgusu bildirmiştir.<sup>54</sup> Benzer sonuçlara, Wilson ve Barnes tarafından da ulaşılmıştır.<sup>55</sup>

Kök duvarının perfore olduğu durumlarda, mineral trioksit agregat (MTA) perforasyonu kapatmak için tercih edilen malzeme olarak düşünülmelidir. MTA'nın biyoyumlu olduğu, furkasyon perforasyonlarının ve lateral kök perforasyonlarının onarımında etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>56-58</sup> Materyal periradiküler dokular tarafından iyi tolere edilir ve periodonsiyumun neredeyse tamamen yenilenmesini desteklediği gösterilmiştir.<sup>57</sup> Ek olarak MTA, diğer malzemelerle karşılaştırıldığında daha üstün sızdırmazlık özelliklerine sahiptir.<sup>59</sup> Kanalları tıkamak için hibrid teknik de kullanılabilir. Bu teknikte rezorpsiyon defektinin apikalindeki kanal gütaperka ile doldurulur, daha sonra rezorpsiyon defekti ve ilgili perforasyon MTA ile kapatılır.<sup>60,61</sup> İKR, dişi tedavi edilemez veya düzeltilemez hâle getirdiğinde, çekim tek tedavi seçeneğidir.

Abdullah ve ark., 2 santral dişinde perfore İKR belirlenen dişlerden, 22 numaralı dişe kanal tedavisi, 11 numaralı dişe ise kanal tedavisi ve cerrahi yaklaşım uygulanmasına karar vermişlerdir. Kök kanal dolum materyali olarak MTA kullanılan bu olguda, tedavinin bitiminden 3 yıl sonra yapılan klinik ve radyografik incelemede apikal iyileşme gözlenmiştir.<sup>62</sup>

Diğer bir olgu raporunda, 20 yaşındaki bir kadın hastanın bukkal mukozasında fistül yolu olan maksiller santral kesici dişinde radyografik olarak, kök kanalının 1/3'ünde düzensiz şekilli ve perfore bir İKR

alanı görülmüştür. Üç aylık kalsiyum hidroksit medikasyonundan sonra kanal ve perforasyon MTA ile doldurulmuştur. Altı yıllık takipte, diş klinik olarak asemptomatiktir. Radyografik olarak sert doku onarımı ve perforasyon sahasında MTA çevresinde, periodontal membran iyileşmesi gözlenmiştir.<sup>63</sup>

## INTERNAL KÖK REZORPSİYONUNDA GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Günümüzde, İKR görülen dişlerde tercih edilen tek tedavi kök kanal tedavisidir. Rezorpsiyon defekti inflamasyon sonucunda oluştuğundan ve klastik prekürsör hücreler ağırlıklı olarak kan damarları ile bölgeye geldiğinden, İKR sürecini kontrol etmek, geleneksel kök kanal tedavisi ile rezorbe edici dokulara kan akımını kesmek suretiyle kavramsal olarak kolaydır. Bununla birlikte, kalan kök yapılarının zayıflatılmasını, perforasyonları önlemek ve İKR'nin başarılı tedavisi için erken tespit ve doğru bir ayırıcı tanı şarttır. CBCT'nin ortaya çıkışı şüphesiz klinisyenin İKR teşhis yeteneğini geliştirmiştir. Bununla birlikte İKR, genellikle asemptomatiktir ve lezyonun ileri evrelerine kadar ağırlı semptomlar ortaya çıkmaz. Bu nedenle klinisyenin, bu patolojik varlığı tespit etme yeteneği büyük ölçüde rutin radyografilerin kullanımına dayanmaktadır. CBCT'nin ortaya çıkışı, İKR ve EKR'yi ayırt etmek için önemli bir yardımcı tanı aracı sağlasa da tedavi açısından yeni bir zemin oluşturmaz. Lezyonun, histolojik olarak inflamatuvar mı yoksa yer değiştirme formu olarak mı ortaya çıktığına bakılmaksızın, prognostik açıdan uygun dişler için tercih edilen nihai tedavi hâlâ cerrahi olmayan kök kanal tedavisidir.<sup>10</sup>

Pulpal rejenerasyon kavramı öngörülebilir bir gerçekliğe dönüştüğü için böyle bir tedavi stratejisinin, İKR tanılı dişlerin tedavisi için uyarlanıp uyarlanmayacağına dikkat çekmek akıllıca olacaktır. Rejeneratif endodontik tedavi (RET) prosedürlerinin çoğu, nonvital immatür dişlere odaklanır.<sup>64-68</sup> Diğer klinik durumlarda etkinliği ile ilgili sınırlı olgu raporu bulunmaktadır.<sup>69-72</sup> RET, İKR olgularında başarılı olabilir. Böyle bir tedavi yaklaşımı, eksik diş yapılarının yerine konmasını, zayıflamış diş yapısı nedeniyle oluşabilecek kırıkların önlenmesini ve ilgili dişin daha uzun süre ağızda tutulmasını sağlayabilir.<sup>71,72</sup>

Bir olgu raporunda 16 yaşında, 2 yıl önce maksiller anterior dişlerinde travmatik yaralanma öyküsü olan erkek hasta, üst dudağın altındaki ağrı ile ilişkili şişlik nedeniyle kliniğe başvurmuştur. Klinik muayenede 11 no.lu dişin periapikal bölgesinin labial yüzeyinde lokalize fluktan şişlik görülmüştür, diş perküsyon ve palpasyona hassasiyet göstermektedir. Devital olan dişin radyografik incelemesinde; dişin kök ucunun kapandığı, kök ucunda periapikal lezyon, geniş İKR ve alveoler kemik rezorpsiyonu ile ilişkili mezial EKR olduğu belirlenmiştir. Akut apikal apse ve perfore kök rezorpsiyonu tanısı konan dişe RET yapılmasına karar verilmiştir. Kök kanal debridmanı yaparak ilk seansta CH patı, 2. seansta 3'lü antibiyotik patı uygulanmıştır. Üçüncü seansta, kan pıhtısı oluşturulmuş ve üzeri MTA ile kapatılmıştır. Kök rezorpsiyon alanının progresif iyileşmesi ve periapikal lezyondaki azalma, 19 aylık takipte belirgin bir şekilde görülmüştür.<sup>72</sup>

Priya ve ark., gecikmiş bir replantasyondan sonra (>8 saatlik ekstraoral bekleme süresi) 11 yaşında hastanın avulse olgun kesici dişinde pulpal rejenerasyon için PRP uygulamışlardır.<sup>71</sup> Dişin replantasyonundan ve splintlenmesinden sonra PRP, mine-sement seviyesine kadar enjekte edilmiş ve cam iyonomer siman ile giriş kavitesi kapatılmıştır. Altı aylık takipte periapikal radyolüsent ile birlikte İKR ve EKR tespit edilmiştir. Giriş kavitesi yeniden açılmış, 2'li antibiyotik patı (minosiklin ve metronidazol) kanala yerleştirilmiş ve giriş kavitesi yeniden kapatılmıştır. Dokuz ve 12 aylık radyografilerde, iç rezorpsiyonun ilerlemediği ve periapikal radyolüsent düzeldiği görülmüştür. Diş, termal ve elektrikli pulpa testlerine pozitif yanıt vermiştir.

Diğer bir olgu raporunda, 14 yaşındaki bir kadın hasta, maksiller sol lateral kesici ile ilişkili orta derecede ağrı şikâyeti ile sevk edilmiştir. Radyografik muayeneden sonra 22 numaralı diş kökünün orta 3'lüsünde, perfore İKR lezyonu tespit edilmiştir. Birinci ve 2. seansın sonunda, kök kanalına kalsiyum hidroksit patı yerleştirilmiştir. Üç ay sonra kalsiyum hidroksit patı uzaklaştırılmış ve kök kanalında kanama elde edilmiştir. Daha sonra kan pıhtısı üzerine MTA yerleştirilmiştir. İki yıl sonra, diş asemptomatiktir ve radyografik incelemede perfore rezorpsiyon bölgesinde sert doku oluşumu ve kök yüzeyinin yeniden şekillenmesi görülmüştür.<sup>73</sup>

## SONUÇ

İKR tanısı, ayrıcı tanısı ve perforasyon varlığının belirlenmesinde CBCT faydalı bir yöntemdir. İKR teşhis edildiğinde, kök kanalını dezenfekte etmek ve rezorptif hücreleri uyaran canlı apikal dokuyu ortadan kaldırmak için kanal tedavisine başvurulmaktadır. İKR nedeniyle meydana gelen perforasyonların tamirinde MTA, biyouyumluluğu ve periodonsiyumun yenilenmesini destekleme özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. RET prosedürleri, İKR olgularında alternatif bir tedavi yaklaşımıdır. Eksik diş yapılarının yerine konmasını ve kök kırıklarının önlenmesini sağlayabilir. Kalsiyum hidroksit patı, RET prosedürlerinde intrakanal medikamenti olarak iyi bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, RET kullanılan İKR olgularının tam iyileşme sürecini netleştirmek ve klinik endodontik uygulamada önerilen protokolün onaylanmasını sağlamak için daha ileri klinik araştırmalara ihtiyaç vardır.

## Finansal Kaynak

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

## Çıkar Çatışması

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

## Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Gözde Akbal Dinçer, Ali Erdemir; **Denetleme/Danışmanlık:** Ali Erdemir; **Kaynak Taraması:** Gözde Akbal Dinçer; **Makalenin Yazımı:** Gözde Akbal Dinçer, Ali Erdemir; **Eleştirel İnceleme:** Ali Erdemir.

## KAYNAKLAR

- Patel S, Ford TP. Is the resorption external or internal? Dent Update. 2007;34(4):218-29.[Crossref] [PubMed]
- Bille ML, Kvetny MJ, Kjaer I. A possible association between early apical resorption of primary teeth and ectodermal characteristics of the permanent dentition. Eur J Orthod. 2008;30(4):346-51.[Crossref] [PubMed]
- Bille ML, Nolting D, Kvetny MJ, Kjaer I. Unexpected early apical resorption of primary molars and canines. Eur Arch Paediatr Dent. 2007;8(3):144-9.[Crossref] [PubMed]
- Harokopakis-Hajishengallis E. Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. J Oral Sci. 2007;49(1):1-12.[Crossref] [PubMed]
- Yildirim S, Yapar M, Sermet U, Sener K, Kubar A. The role of dental pulp cells in resorption of deciduous teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;105(1):113-20.[Crossref] [PubMed]
- Andreasen JO, Andreasen J. Review of root resorption systems and models. Etiology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament. In: Davidovitch D, ed. The biological mechanisms of tooth eruption and root resorption. Birmingham: EBSCO Media; 1988. p.9-21.[Link]
- Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. Endod Dent Traumatol. 1988;4(6):241-52.[Crossref] [PubMed]
- Bell T. The Anatomy, Physiology and Diseases of The Teeth. Philadelphia: Carey & Lea; 1831.
- Levin L, Trope M. Root resorption. In: Hargreaves KM, Goodis HE, eds. Seltzer and Bender's Dental Pulp. 1st ed. Chicago, IL: Quintessence Publishing Co Inc; 2002. p.425-48.
- Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal root resorption: a review. J Endod. 2010;36(7):1107-21.[Crossref] [PubMed]
- Gulabivala K, Searson LJ. Clinical diagnosis of internal resorption: an exception to the rule. Int Endod J. 1995;28(5):255-60.[Crossref] [PubMed]
- Haapasalo M, Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. Endod Topics. 2006;14(1):60-79.[Crossref]
- Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. Int Endod J. 2009;42(9):831-8.[Crossref] [PubMed]
- Patel S, Kanagasigam S, Pitt Ford T. External cervical resorption: a review. J Endod. 2009;35(5):616-25.[Crossref] [PubMed]
- Wedenberg C, Lindskog S. Evidence for a resorption inhibitor in dentin. Scand J Dent Res. 1987;95(3):205-11.[Crossref] [PubMed]
- Wedenberg C, Lindskog S. Experimental internal resorption in monkey teeth. Endod Dent Traumatol. 1985;1(6):221-7. [Crossref] [PubMed]
- Wedenberg C, Lindskog S. Macrophage colonization of infected and non-infected dental tissues in vitro. Scand J Dent Res. 1986;94(4):311-9. [Crossref] [PubMed]
- Andreasen JO. Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. Scand J Dent Res. 1970;78(3):273-86.[Crossref] [PubMed]
- Ashrafi MH, Sadeghi EM. Idiopathic multiple internal resorption: report of case. ASDC J Dent Child. 1980;47(3):196-9.[PubMed]
- Cabrini RL, Manfredi EE. Internal resorption of dentine; histopathologic control of eight cases after pulp amputation and capping with calcium hydroxide. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1957;10(1):90-6.[Crossref] [PubMed]
- Rabinowitch BZ. Internal resorption. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1972;33(2):263-82.[Crossref] [PubMed]
- Walton RE, Leonard LA. Cracked tooth: an etiology for "idiopathic" internal resorption? J Endod. 1986;12(4):167-9.[Crossref] [PubMed]

23. Calışkan MK, Türkün M. Prognosis of permanent teeth with internal resorption: a clinical review. *Endod Dent Traumatol.* 1997;13(2):75-81. [Crossref] [PubMed]
24. Wedenberg C, Zetterqvist L. Internal resorption in human teeth—a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study. *J Endod.* 1987;13(6):255-9. [Crossref] [PubMed]
25. Solomon CS, Coffiner MO, Chalfin HE. Herpes zoster revisited: implicated in root resorption. *J Endod.* 1986;12(5):210-3. [Crossref] [PubMed]
26. Ramchandani PL, Mellor TK. Herpes zoster associated with tooth resorption and periapical lesions. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2007;45(1):71-3. [Crossref] [PubMed]
27. Wadden JV. Extensive endodontic involvements following herpes zoster attack to facial area; report of a case. *Northwest Dent.* 1991;70(2):31. [PubMed]
28. Urban D, Mincik J. Monozygotic twins with idiopathic internal root resorption: a case report. *Aust Endod J.* 2010;36(2):79-82. [Crossref] [PubMed]
29. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J.* 1998;31(6):384-93. [Crossref] [PubMed]
30. Andreasen JO, Andreasen FM. Root resorption following traumatic dental injuries. *Proc Finn Dent Soc.* 1992;88 Suppl 1:95-114. [PubMed]
31. Lyroutdia KM, Dourou VI, Pantelidou OC, Labrianidis T, Pitas IK. Internal root resorption studied by radiography, stereomicroscope, scanning electron microscope and computerized 3D reconstructive method. *Dent Traumatol.* 2002;18(3):148-52. [Crossref] [PubMed]
32. Gartner AH, Mack T, Somerlott RG, Walsh LC. Differential diagnosis of internal and external root resorption. *J Endod.* 1976;2(11):329-34. [Crossref] [PubMed]
33. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int.* 1999;30(1):9-25. [PubMed]
34. Bhuvu B, Barnes JJ, Patel S. The use of limited cone beam computed tomography in the diagnosis and management of a case of perforating internal root resorption. *Int Endod J.* 2011;44(8):777-86. [Crossref] [PubMed]
35. Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Gängler P, Langeland K. Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;71(5):603-11. [Crossref] [PubMed]
36. Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J.* 2001;34(1):1-10. [Crossref] [PubMed]
37. Fabricius L, Dahlén G, Sundqvist G, Happonen RP, Möller AJ. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(4):278-85. [Crossref] [PubMed]
38. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(2):231-52. [Crossref] [PubMed]
39. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M, et al. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002;28(3):181-4. [Crossref] [PubMed]
40. Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J.* 2006;39(4):249-81. [Crossref] [PubMed]
41. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* 2009;35(4):493-502. [Crossref] [PubMed]
42. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod.* 2007;33(7):782-7. [Crossref] [PubMed]
43. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res.* 1981;89(4):321-8. [Crossref] [PubMed]
44. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1983;55(3):307-12. [Crossref] [PubMed]
45. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. 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):297-306. Erratum in: *Int Endod J* 1998;31(2):148. [Crossref] [PubMed]
46. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)<sub>2</sub>. *J Endod.* 2005;31(5):359-63. [Crossref] [PubMed]
47. Siqueira JF Jr, Guimaraes-Pinto T, Rôças IN. Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals. *J Endod.* 2007;33(7):800-5. [Crossref] [PubMed]
48. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(5):170-5. [Crossref] [PubMed]
49. Sjögren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J.* 1991;24(3):119-25. [Crossref] [PubMed]
50. Ricucci D, Siqueira JF Jr. Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. *J Endod.* 2008;34(9):1124-9. [Crossref] [PubMed]
51. Ricucci D, Siqueira JF Jr. Anatomic and microbiologic challenges to achieving success with endodontic treatment: a case report. *J Endod.* 2008;34(10):1249-54. [Crossref] [PubMed]
52. Gencoglu N, Yildirim T, Garip Y, Karagenc B, Yilmaz H. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *Int Endod J.* 2008;41(10):836-42. [Crossref] [PubMed]
53. Goldberg F, Massone EJ, Esmoris M, Alfie D. Comparison of different techniques for obturating experimental internal resorptive cavities. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16(3):116-21. [Crossref] [PubMed]
54. Stamos DE, Stamos DG. A new treatment modality for internal resorption. *J Endod.* 1986;12(7):315-9. [Crossref] [PubMed]
55. Wilson PR, Barnes IE. Treatment of internal root resorption with thermoplasticized gutta-percha. A case report. *Int Endod J.* 1987;20(2):94-7. [Crossref] [PubMed]
56. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kaiyawasam SP. Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endod.* 1995;21(11):569-71. [Crossref] [PubMed]
57. Regan JD, Gutmann JL, Witherspoon DE. Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J.* 2002;35(10):840-7. [Crossref] [PubMed]
58. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study. *J Endod.* 2004;30(2):80-3. [Crossref] [PubMed]
59. Jacobovitz M, Vianna ME, Pandolfelli VC, Oliveira IR, Rossetto HL, Gomes BP, et al. Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an in vitro analysis of bacterial microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(1):140-4. [Crossref] [PubMed]
60. Hsien HC, Cheng YA, Lee YL, Lan WH, Lin CP. Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod.* 2003;29(8):538-9. [Crossref] [PubMed]



61. Jacobovitz M, de Lima RK. Treatment of inflammatory internal root resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *Int Endod J.* 2008;41(10):905-12. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
62. Abdullah D, Eziana Hussein F, Abd Ghani H. Management of Perforating idiopathic internal root resorption. *Iran Endod J.* 2017;12(2):257-60. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
63. Subay RK, Subay MO, Tuzcu SB. Endodontic management of root perforating internal replacement resorption. *Eur J Dent.* 2018;12(3):450-3. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
64. Cotti E, Mereu M, Lusso D. Regenerative treatment of an immature, traumatized tooth with apical periodontitis: report of a case. *J Endod.* 2008;34(5):611-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
65. Bose R, Nummikoski P, Hargreaves K. A retrospective evaluation of radiographic outcomes in immature teeth with necrotic root canal systems treated with regenerative endodontic procedures. *J Endod.* 2009;35(10):1343-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
66. Ding RY, Cheung GS, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF, et al. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. *J Endod.* 2009;35(5):745-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
67. Trope M. Treatment of the immature tooth with a non-vital pulp and apical periodontitis. *Dent Clin North Am.* 2010;54(2):313-24. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
68. Iwaya S, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with paradicular abscess after luxation. *Dent Traumatol.* 2011;27(1):55-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
69. Chaniotis A. The use of MTA/blood mixture to induce hard tissue healing in a root fractured maxillary central incisor. Case report and treatment considerations. *Int Endod J.* 2014;47(10):989-99. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
70. Santiago CN, Pinto SS, Sassone LM, Hirata R Jr, Fidel SR. Revascularization technique for the treatment of external inflammatory root resorption: a report of 3 cases. *J Endod.* 2015;41(9):1560-4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
71. Priya M H, Tambakad PB, Naidu J. Pulp and periodontal regeneration of an avulsed permanent mature incisor using platelet-rich plasma after delayed replantation: a 12-month clinical case study. *J Endod.* 2016;42(1):66-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
72. Saoud TM, Mistry S, Kahler B, Sigurdsson A, Lin LM. Regenerative endodontic procedures for traumatized teeth after horizontal root fracture, avulsion, and perforating root resorption. *J Endod.* 2016;42(10):1476-82. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
73. Kaval ME, Güneri P, Çalışkan MK. Regenerative endodontic treatment of perforated internal root resorption: a case report. *Int Endod J.* 2018;51(1):128-37. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]