



KALSİYUM HİDROKSİTİN ENDODONTİDEKİ KULLANIM ALANLARI

CALCIUM HYDROXIDE IN ENDODONTICS

Şefika Nur AKYÜZ¹, Ali ERDEMİR²

ÖZET

Kalsiyum hidroksit, geçtiğimiz yüz yılın ilk yarısından bu yana diş hekimliğinde çeşitli amaçlarla kullanılan bir materyaldir. Kalsiyum hidroksit; kanama ve infeksiyon kontrol edilebilirse pulpa vitalitesini sürdürmek amacıyla, kök kırıklarının tedavisinde, perforasyonlarda, apeksifikasyonda ve kök rezorbsiyonlarında kullanılabilir. Bu derleme, özel endodontik işlemler için kullanılması gereken kalsiyum hidroksit hakkında karar vermek için klinisyenlere yardım edecektir.

Anahtar kelimeler: Kalsiyum Hidroksit, Endodonti, pH, Hidroksil iyonları

ABSTRACT

Calcium hydroxide is a material used for various purposes since its introduction into dentistry in the early part of the twentieth century. Calcium hydroxide may be used to preserve the vital pulp if infection and bleeding are controlled; to repair root fractures, perforations, apexification and root resorptions. This review will help clinicians to make inferred judgements about calcium hydroxide should be used for specific endodontic procedures.

Keywords: Calcium Hydroxide, Endodontics, pH, Hydroxyl Ions

1. Arş. Gör. Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Kırıkkale, TÜRKİYE
2. Doç. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Kırıkkale, TÜRKİYE

GİRİŞ

İlk olarak 1838 yılında fistula dentalis tedavisi için Nygren tarafından ve 1851 yılında Codman tarafından da dental pulpayı korumak amacıyla kullanılan kalsiyum hidroksitin asıl diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılması 1920 yılında Herman tarafından pulpa kaplama ajanı olarak önerilmesinden sonra başlamıştır¹ ve İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra kalsiyum hidroksitin klinik kullanımı artmıştır. 1934 ve 1941 yılları arasındaki literatürlerde pulpal iyileşmedeki başarısından söz edilmiştir¹. O zamandan bu yana kalsiyum hidroksitin klinik kullanım alanları genişlemiş ve günümüzde, vital pulpal ve periapikal dokularda iyileşmeyi sağlayan ve sert doku oluşumunu uyaran özelliklerinden dolayı endodontide vazgeçilmez bir medikament olarak yerini almıştır.

Limestone, diğer adıyla kireç taşı, dağlarda ve deniz suyunda bulunan kalsiyum karbonatın kristalize olmasıyla oluşan doğal bir taştır.² Limestoneun 900 ve 1200°C arasında yanması ile oluşan reaksiyon ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$) sonucu kireç olarak bilinen ve yüksek koroziv özelliğe sahip olan kalsiyum oksit (CaO) oluşur. Bunun suyla reaksiyonu sonucu ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$) beyaz ve kokusuz bir toz olan kalsiyum hidroksit oluşur. Moleküler ağırlığı 74.08 olan kalsiyum hidroksit suda düşük çözünürlüğe sahiptir (25°C de yaklaşık 1.2 g L^{-1}) ve sıcaklığın artması ile de çözünürlüğü azalır. Yüksek pH'ya sahiptir ve alkolde çözünmez. Kalsiyum hidroksitin düşük çözünürlüğe sahip olması istenilen bir özelliktir ve böylece doku sıvılarında çözünmeden uzun periyotta vital dokularla temasta kalabilir.^{3,4}

Kalsiyum hidroksitin antiinflamatuvar ve antibakteriyel etkinliği⁵, osteoklastlar üzerindeki

inhibe edici etkisi^{6,8,9} ve buna ilaveten alkalen fosfataz etkisiyle sert dokular üzerinde uyarıcı etkisi^{6,7}, kök kanal sistemindeki organik dokuları ve nekrotik materyali çözücü etkisi^{10,11} ve hemostatik etkisinin⁸ olduğu bildirilmiştir. Ayrıca kistik lezyonlarda kist epitelinin çeperini parçalayarak iyileşmeye katkı sağladığı düşünülmektedir.¹²

Kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkisinin hidroksil iyonlarının salımına bağlı olduğu ve bunların ortama salınmasıyla bakteriyel stoplazmik membran hasarı oluşturarak⁸, protein denatürasyonu yaparak^{11,8} ve bakteriyel hücrenin DNA'sına zarar vererek¹³ etki gösterdiği bildirilmiştir.

Hidroksil iyonlarının etkinliği tamponlama sistemleri, asitler, proteinler ve karbondioksit tarafından sınırlandırılır bu da kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinliğinin azalmasına neden olur.¹⁴ Kalsiyum hidroksitin düşük çözünürlüğe sahip olması, dentin tübülleri ve anatomik varyasyonlar içerisindeki bakterileri elimine etmesi için gerekli olan hızlı pH artışını güçleştirmektedir, aynı etki dentin tübüllerinin tamponlama etkisiyle de oluşmaktadır.¹⁵ Haapasalo ve ark.¹⁶, ortamda bulunan dentinin, hidroksiapatitin ve albuminin kalsiyum hidroksitin bakteriler üzerindeki etkinliğini azalttığını savunmaktadırlar.

Siqueira ve ark.¹⁷ kalsiyum hidroksitin salın solusyonu ile dentin tübülleri içerisindeki *E. faecalis* ve *F. nucleatum* bakterilerine karşı bir haftalık süreçte bile etkinliğinin olmadığını bulmuşlardır. Enterokokların kök kanal mikroflorasından sıkça izole edilen bir bakteri olduğu göz önünde bulundurulduğunda, kalsiyum hidroksitin kanal içi medikasyonunun rutin olarak kullanımı sorgulanmaktadır.^{6,18}

Pulpa Tedavilerinde Kalsiyum Hidroksit

Kullanımı

Günümüzde, sertleşen kalsiyum hidroksit materyalleri kavite örtülenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Açık pulpal dişlerde pulpa üzerine kalsiyum hidroksit uygulandığında üç katmanlı bir nekroz alanı oluşur. Basınç nekrozu alanı yüzeyde oluşan nekroz bölgesidir. Bunun altında hidroksil iyonlarının kimyasal etkisiyle oluşan likefaksiyon nekrozu alanı oluşur. En altta da koagülasyon nekrozu alanı meydana gelir. Bu nekroz, kanamanın devam etmesini önler ve bu nekroz alanının etrafındaki canlı pulpa dokusunda hafif şiddette bir iltihap başlar. Yaklaşık 12 saat içerisinde bu alanda nötrofilik hücre infiltrasyonu, dört gün sonra pulpal hücrelerin proliferasyonu yedinci günün sonunda fibroblastlar görülür. Yaklaşık üç ay sonunda da düzensiz yapılı mineralleşmiş sert dokudan oluşan bir bariyer meydana gelir.⁶ Bazı araştırmacılar dentin köprüsünün 1-4 aylar arasında oluştuğunu belirtirken^{19,20} Heide ve ark.²¹ parsiyel amputasyon sonrası dentin yapımının 4. ve 6. aylarda hala devam ettiğini ileri sürmüşlerdir. Direk pulpa kuafajının prognozunu kuafaj materyali olarak saf kalsiyum hidroksit kullanılması veya Dycal kullanılması, kullanılan geçici dolgu tipi, sızdırmazlık özelliği, uygulama esnasındaki hekimin el becerisi gibi faktörler etkileyebilir.^{22,23}

Kalsiyum hidroksit canlı ve cansız dokular üzerinde bu dokuların içerdikleri karbondioksit miktarına bağlı olarak farklı etkiler göstermektedir.⁶ Canlı dokularda dokunun hemostazıyla oluşan regülasyonla dokudaki karbondioksit miktarı aynı seviyede tutulur, sarf edilen karbondioksit kalsiyum hidroksit tarafından emilir ve bunun sonucunda karşılaşma yüzeyinde meydana gelen kalsiyum

karbonat nedeniyle kalsiyum hidroksitin pulpa üzerindeki etkisi ortadan kalkar. Canlı doku ile karşılaşma esnasında oluşan nekrobiyotik tabaka ile proteolitik fermentler bloke edilir ve pulpada oluşan koagülasyonla Ca(OH)₂ ile temas eden bölgede pulpanın mikropsuz yavaş ölümü gerçekleşir. Nekrobiyotik tabaka ile bitişik olan alanda bulunan sağlıklı pulpa dokusuna ait fibroblastlar ve diferansiye olmamış mezenkim hücreleri nekrobiyotik tabakadan aldıkları indüksiyon ile odontoblastlara dönüşürler.⁶ Pulpaya çok yakın derin çürüklerde pulpanın mikroskopik düzeyde açılma olasılığına karşın, dentin köprüsü oluşumunu indüklediği için kalsiyum hidroksit kullanımı önerilmektedir.²⁴ Kalsiyum hidroksitin dentinogenetik aktiviteyi stimüle etmesiyle oluşan iyileşme şekli direkt kuafaj ve amputasyon tedavilerinde görülmektedir.

Travma veya çürük nedeniyle ağız ortamına açılmış ve enfekte olduğu düşünülen vital pulpanın koronal kısmının çıkarılarak, kesim alanının altında neofomatif dentin tabakası oluşturulması ve dişin vital kalmasını sağlamak amacıyla yapılan tedavi yöntemi vital amputasyondur. Bu tedavi seçeneği sadece açık apeksli immatür dişlerde önerilirken, matür dişlerde önerilmemektedir. Cvek tarafından geliştirilen parsiyel amputasyon tekniği, travma sonucu pulpası açılmış dişlerde oldukça başarılı bulunmuştur.^{25,26} Cvek²⁵, radyolojik incelemelerde internal rezorbsiyon, pulpa kalsifikasyonu veya pariradiküler patolojinin bulunması gibi komplikasyonların, vital amputasyon tekniğini takiben oluşabileceğini ileri sürmüştür. Bazı araştırmalarda kalsiyum hidroksitin enflame pulpa üzerine yararlı etkisinin olmadığı öne sürülmektedir.^{23,26}

Kök Kanal Tedavisinde Kalsiyum Hidroksitin

Kullanılması

Kalsiyum hidroksitin; antibakteriyel, antirezorbtif ve doku çözücü gibi özelliklerinden dolayı kanal içi medikasyonda kullanımı önerilmektedir.^{10,27,28} Dentin tübüllerine direk veya indirek kontak halinde bulunan kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinlik sağlayabilmesi için ideal bir zaman gerekmektedir.²⁹ Byström ve ark.²⁷ yaptıkları çalışmalarda kök kanalından bakterilerin eliminasyonu için kanal içi örtülemeye kalsiyum hidroksitin bir ay kadar kalması gerektiğini savunurken, Sjögren ve ark.³⁰ yaptıkları çalışmada inatçı kök kanal florasının örtülenmesinde 7 günlük bir sürecin oldukça etkin bir süre olduğunu savunmaktadırlar. Orstavik ve ark.³¹ yaptığı bir çalışmada, kök kanallarına bir hafta süreyle uygulanan kalsiyum hidroksitin ardından kanalda var olan bakteri oranını %34.8 olarak bulmuşlardır. Waltimo ve ark.³² tek seansta kök kanal tedavisi uygulanmasına göre bir haftalık kalsiyum hidroksit uygulamasının bir getirisi olmadığını savunmaktadırlar. Peters ve arkadaşlarının³³ yapmış oldukları 4.5 yıllık takip çalışmasında, tek seansta kalsiyum hidroksit uygulamasının başarı oranını % 81 olarak, kalsiyum hidroksit ile kapatılan ve çift seans yapılan dişlerde ise başarı oranını %71 olarak bulmuşlardır.

Kalsiyum hidroksitin kök kanal sisteminde en iyi dezenfeksiyonu sağlayabilmesi için gerekli olan süreç henüz tam olarak bilinmemektedir.⁶ Kapsamlı bir antiseptik tedavi için enfekte kök kanalları geçici olarak kalsiyum hidroksitle kapatılabilir. Seanslar arası kök kanalı içerisinde medikametlerin bırakılması orada yaşayan bakterilerin eliminasyonuna yardımcı olur.³⁴

Periapikal Lezyonların ve Enfekte Kök

Kanallarının Tedavisinde Kullanımı

Periapikal granuloma, kök kanalındaki kronik enfeksiyona periapikal dokuların verdiği immünolojik cevaptır. Heithersay⁵ geniş periapikal lezyonlu dişlerde, periapikal eksudanın kök kanalına girmesi önlenecek şekilde kalsiyum hidroksitin kök kanalı örtülenmesinde kullanımını önermektedir. Matsumiya ve ark.³⁵ kalsiyum hidroksitin periapikal lezyonların doğal iyileşmesini hızlandırmakta olduğunu öne sürmektedirler. Yapılan çalışmalarda sodyum hipokloritin hem nekrotik doku çözme hem de kanal temizleyici aktivitesinin organik dokunun kalsiyum hidroksitle ön uygulama yapılmasının ardından arttığı tespit edilmiştir.^{11,36} Andersen ve arkadaşları'nın³⁶ yaptıkları çalışmada solüsyon formundaki kalsiyum hidroksitin herhangi bir doku çözücü etkisinin olmadığını, ancak pat formundaki kalsiyum hidroksitin bir hafta içerisinde nekrotik dokular üzerinde tamamen çözücü etkisinin olduğunu göstermişlerdir. Klinik kullanımda, kalsiyum hidroksit tozunun bir taşıyıcı madde ile birlikte kök kanalına gönderilmesi gerekmektedir. Fava ve arkadaşlarına göre ideal taşıyıcı;³⁷ Ca ve OH iyonlarının yavaş salınımına, doku likitlerinde düşük çözünürlüğüyle dokularda yavaş difüzyona izin vermeli ve periapikal iyileşmede sert doku oluşumuna ters etkiye bulunmamalıdır. Yapılan bazı in vitro çalışmalarda taşıyıcı tipinin, patın kontamine bir bölgeye taşındığındaki antibakteriyel etkinliği kadar iyonik serbestleşmenin miktar ve konsantrasyonuyla da ilgili olduğu gösterilmiştir.³⁸

Kalsiyum hidroksitin kök kanalında uygulanması için genel olarak aköz, visköz ve yağlı olmak üzere üç tip taşıyıcı kullanılır.³⁷

Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti

1-Aköz taşıyıcılar; Aköz taşıyıcılar grubunda; su, serum fizyolojik, vazokonstriktörlü ve vazokonstriksörsüz dental anestezipler, Ringer solusyonu, karboksimetilselüloz, metilselülozun aköz süspansiyonu ve anyonik deterjan solüsyonları yer almaktadır. Bu materyaller suda çözünebilme özelliğine sahiptir. Kalsiyum hidroksit bu maddelerle karıştırıldığında, hızlı bir Ca ve OH iyon salınımı gözlenir. Bunlar doku ve doku likitleriyle temas halinde olduğunda yüksek derecede çözünürlük gösterir ve bu da makrofajlar tarafından rezorbe edilmesine neden olur.¹

2-Visköz taşıyıcılar; Yüksek moleküler ağırlığından dolayı, aköz taşıyıcılarla karşılaştırıldığında daha düşük çözünürlük gösterirler.¹ Bu özelliğinden dolayı patın daha uzun süre istenen bölgede kalması sağlanır ve bu da patın etkinliğini artıran bir faktördür. Aköz taşıyıcılarda olduğu gibi suda çözünebilme özelliğine sahiptir. Gliserin, polietilenglikol ve propilenglikol visköz taşıyıcılar arasındadır.

3-Yağlı taşıyıcılar; Diğer taşıyıcılardan farkı suda çözünmemeleri ve dokularda oldukça düşük çözünürlük göstermeleridir.¹ Kanalda diğer iki tip taşıyıcıya göre daha uzun süre kalırlar. Zeytinyağı, silikon yağı, kafur, metakrisalisat ve oleik, ilinoik ve isostarik asit gibi yağlı asitler yağlı taşıyıcılara örnek olarak verilebilir.^{39,40}

Diğer tip taşıyıcılara göre endodontide daha az sıklıkla kullanılmaktadır. Başlangıçta hızlı iyon salınımı gereken durumlarda aköz tip taşıyıcılar, salınımın daha dereceli ve üniform olmasının istendiği durumlarda visköz içerikli taşıyıcılar, sadece çok yavaş iyon salınımı istenilen durumlarda ise yağlı tip taşıyıcılar kullanılmalıdır.¹

Kalsiyum hidroksit çok farklı taşıyıcılarla birlikte kullanılmıştır. Bu taşıyıcıların kalsiyum hidroksitin pH'sında herhangi bir farklılık meydana getirmemesi gerekir. Taşıyıcı olarak kullanılan materyallerin büyük bir kısmının belirgin bir antibakteriyel etkinliği yoktur. Kafurlu paramonoklorofenol (CMCP) ve metakresilasetat gibi taşıyıcılar antibakteriyel etkinliğe sahiptir.⁷ Endodontik enfeksiyonlarda sık rastlanılan dört bakteri türüne karşı üç farklı taşıyıcı ile kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada, kalsiyum hidroksit/CMCP/gliserinin bakterileri hızla öldürdüğü ve CMCP'nin kalsiyum hidroksit patının antibakteriyel etkinliğini artırdığı bulunmuştur.¹⁴ CMCP'nin güçlü sitotoksik aktivitesine rağmen kalsiyum hidroksit ile beraber kullanımında kabul edilebilir doku cevabı olduğu ve bunun salınan paramonoklorofenolün düşük yoğunluğuna, kalsiyum hidroksitin bağ doku üzerindeki denatüre edici etkisine bağlı olduğu bildirilmiştir.^{41,42}

Klorheksidin tek başına kullanımının bağ dokusunda irritatif etkilere neden olduğu ileri sürülmektedir.⁴³ Buna dayanarak kalsiyum hidroksitle karıştırılarak taşıyıcı olarak kullanıldığı bazı araştırmalar yapılmıştır. %2'lik klorheksidin kalsiyum hidroksitle karıştırıldığında *C. albicans*'a karşı oldukça etkin antifungal özelliğe sahip olduğu bulunmuştur.⁴⁴ Yapılan başka bir çalışmada, periapikal lezyonlu dişlerin retreatment tedavisinde Ca(OH)₂ ve %1'lik Klorheksidin solüsyonunun kombinasyonu kullanılmış ve dezenfeksiyon amaçlı kanal içi medikament olarak kullanımı oldukça başarılı bulunmuştur.⁴⁵ Evans ve ark.⁴⁶ yaptıkları çalışmada kalsiyum hidroksit-klorheksidin kombinasyonunun kalsiyum hidroksit-su



kombinasyonuna göre *E. faecalis* üzerinde daha etkin olduğunu bulmuşlardır. Zerella ve ark.⁴⁷ ise bu iki kombinasyon arasında herhangi bir fark bulamamışlardır. Siren ve ark.⁴⁸ iyodin potasyum iyodid ve klorheksidin ile kalsiyum hidroksit kombinasyonlarının bovine dentininde 600 µm dentin derinliğine kadar *E. faecalis* üzerine etkili olduğunu gözlemlemişlerdir. Kalsiyum hidroksitin; saline, kafurlu paramonoklorofenol, %1'lik klorheksidin solusyonu, %3' lük sodyum lauryl sülfat ve otosporin'in taşıyıcı olarak kullanıldığı bir çalışmada 48 saat sonunda *S. mutans*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis* ve *C. albicans* kültürlerine karşı antimikrobiyal etkinlik sağladığı gözlemlenmiştir.⁴⁹ Erdemir ve ark.⁵⁰, çeşitli taşıyıcılarla Ca(OH)₂'i karıştırarak elde edilen karışımlardan ortama salınan Ca iyonu ve ortamdaki pH değerlerini kıyasladıkları bir çalışmada, %1'lik Klorheksidin jel'in en düşük sonuçları verdiğini görmüşler ve taşıyıcı olarak kullanımının iyi bir seçim olmadığını ileri sürmüşlerdir. Aynı araştırmacıların⁵¹ yaptıkları başka bir in vitro çalışmada, antibakteriyel ve antienflamatuar etkilerinden dolayı kalsiyum hidroksit taşıyıcı olarak propolis önermişler ve kalsiyum hidroksitin propolis kullanımıyla su, gliserin ve klorheksidine göre daha fazla iyon salınımı gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu patların klinik kullanımından önce yapılan in vivo ve in vitro çalışmalar ile etkinlikleri incelenmiş ve bu patların hiçbirinin klinik ve biyolojik olarak birbirine üstünlüğü kanıtlanamamıştır.²⁹ Bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Apeksogenezis ve Apeksifikasyonda Kalsiyum Hidroksitin Kullanılması

Apeksogenezis fizyolojik kök ucu gelişimi ve

oluşumu olarak tanımlanmaktadır. Pulpası travma ve çürük sonucu etkilenmiş vital, apeksi açık dişlerde kron veya kök pulpasını canlı tutmayı amaçlayan direkt kuafaj, parsiyel, koronal veya derin kök vital amputasyon tedavileri uygulanarak kök ucu kapanması gerçekleştirilebilir.^{52,53} Direkt kuafaj veya vital amputasyon tekniğinde kalsiyum hidroksitin pulpa dokusuna direk temas edecek şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir.⁵⁴ Apeksifikasyon ise kök gelişimini tamamlamamış nekrotik dişlerde kök ucunda sert doku oluşumu sağlamak amacıyla yapılan bir tedavi şeklidir. Kalsiyum hidroksitin sert doku formasyonunu uyarmasına ilişkin mekanizma henüz yeterince aydınlatılamamıştır.⁶ Bu mekanizmanın kalsiyum hidroksitin yüksek pH'sı ve açığa çıkan Ca ile ilişkili olduğu ileri sürülmektedir. Kalsiyum hidroksit dokularda alkalen ortamı yükselterek, osteoklastik aktivitenin inhibe edilmesini sağlar buna bağlı olarak kök rezorpsiyonu durur ve doku iyileşmesi gerçekleşir.⁶ Kalsiyum hidroksit, kalsifiye doku formasyonunu sağlayıcı özelliği ile apeksogenezis ve apeksifikasyonda en sık kullanılan materyaldir. Kalsiyum hidroksit basit, kolay hazırlanabilen, bulunabilen ve rezorbe olabilen bir materyaldir.⁵⁵ Radyoopasitesini artırmak amacıyla 1/4 veya 1/8 oranında BaSO₄ ile karıştırılabilir.⁵⁶ Cvek'in⁵⁷, kök gelişimini tamamlamamış olan 55 maksiller kesici dişte yaptığı bir çalışmada, uyguladığı kalsiyum hidroksitin kemik iyileşmesini ve apikal kapanmayı sağladığını gözlemlemiştir.

Weinstein ve ark.⁵⁸ genç maymun dişlerinde kalsiyum hidroksitin sert doku oluşumunu gerçekleştirdiğini ancak erişkinlerde bunu gerçekleştirmediğini ileri sürmüşlerdir. Fava⁵⁹, ortodontik tedavi esnasında travmaya maruz kalmış

Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti

yetişkin bir hastada kök kanalına yerleştirilen kalsiyum hidroksitle tedavisini takiben 3 yıl içerisinde apeks formasyonunun meydana geldiğini vaka raporu olarak sunmuştur. Andreasen⁶⁰, kalsiyum hidroksitin kök kanalında uzun süre kullanımının kök yapısında zayıflamaya neden olduğunu, bunun da organik matrikdeki değişimle ilişkili olduğunu ve bundan dolayı alternatif tedavi prosedürlerinin geliştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

İnternal ve Eksternal Kök Rezorbsiyonlarında Kalsiyum Hidroksitin Kullanımı

Kalsiyum hidroksit, internal ve eksternal enflamatuvar kök rezorbsiyonunda rezorbsiyonu durdurmak ve de mineralizasyonu sağlamak amacıyla da sıklıkla kullanılmaktadır.

İnternal rezorbsiyon vakalarında; Rezorbsiyon alanındaki granülasyon dokusu zengin damarlanmadan dolayı kanama odağıdır ve bu bölgenin çıkartılması zor olabilir. Kanama kontrolü; %5.25'lik NaOCl ile irrigasyon yaparak, uzun başlı rond frez veya ultrasonik apereyler ile granülasyon dokusu temizlenerek sağlanabilir. Kanamanın durdurulamaması durumunda kanala ve rezorbsiyon bölgesine kalsiyum hidroksit yerleştirilmesi doku artıklarını nekroze eder ve bu nekrotik artıklar da NaOCl ile yıkanarak temizlenebilir. Perfore olan alan ulaşamayacak bir yerde ise cerrahi ve endodontik prosedürler beraber uygulanabilir.

Küçük perforasyonların fizyolojik onarımında katı kıvamlı kalsiyum hidroksit patı kullanılmaktadır.⁶¹ Kalsiyum hidroksitin alkali etkisi, odontoklastik aktiviteyi inhibe eder ve sert doku oluşumunu sağlar. Katı kıvamlı hazırlanan kalsiyum hidroksit içerikli pat, doku ile direk teması sağlanacak şekilde kanal

içerisine ve rezorbsiyon alanına yerleştirilmelidir.⁶¹ Çalışkan ve ark.⁶², perforasyonlu internal rezorbsiyona sahip dört klinik olguyu remineralizasyon sağlamak amacıyla kalsiyum hidroksitle tedavi etmiş fakat yalnızca bir tanesinde remineralizasyonun gerçekleştiğini bildirmişler, perforasyon olmayan on sekiz adet internal rezorbsiyonlu dişte konvansiyonel kök kanal tedavisi uygulamışlar ve hepsinde klinik ve radyografik iyileşme gözlemişlerdir.

Apikal eksternal kök rezorbsiyonu sıklıkla kronik apikal periodontitis nedeniyle oluşurken⁶³, lateral eksternal kök rezorbsiyonu okluzal travma, dişlerin hafif şiddetteki lüksasyonu ve yerinden oynamaları gibi nedenlere bağlı olarak oluşur. Agresif eksternal kök rezorbsiyonu gözlenen bir vakada, kalsiyum hidroksit kullanılarak yapılan tedavide eksternal kök rezorbsiyonu olan bölgede rezorbsiyonun ilerlemediği, 24 aylık takip sonucunda da herhangi bir patolojik durumun olmadığı saptanmıştır.⁶⁴ Otojen diş transplantasyonunu takiben gelişen eksternal kök rezorbsiyonu olgusunun tedavisinde kök kanalı 21 gün ara ile kalsiyum hidroksit içerikli pasta ile 6 ay boyunca örtülenmiş, güta perka ile dolmuş aşamasında kanal patı olarak da kalsiyum hidroksit esaslı Sealapex kanal dolgu patı kullanılmıştır. 2 yıllık takip sonucunda rezorbsiyon alanı tamamen iyileşmiş ve dişte herhangi bir semptomu rastlanmamıştır.⁶⁵

Avülse dişlerin tekrar yerine yerleştirilmesini veya dişin transplantasyonunu takiben kalsiyum hidroksiti kullanımının iltihabı önlediği ve kök rezorbsiyonunu durdurduğu gösterilmiştir.⁶⁶ Çalışkan ve ark.⁶⁷, avülse dişlerin replantasyonunu takiben enflamatuvar kök rezorbsiyonundan korumak amacıyla kalsiyum hidroksit kullanmışlar ve iki yıllık takip periyodunda oldukça başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti



Heithersay⁶⁸, avülse olmuş dişlerin replantasyonunu takiben rezorbsiyonu engellemek amacıyla kalsiyum hidroksitin kullanılması gerektiğini savunmaktadır.

İatrojenik Perforasyonların Tamirinde Kullanımı

Perforasyonlar kök kanal duvarında enstrümantasyon ve post yerleştirmesi esnasında meydana gelir ve sert doku formasyonu elde etmeye çalışıldığı için apikal tıkanmaya benzer şekilde tedavi edilebilir.⁵ Post yerleştirilmesi esnasında oluşan kök perforasyonu tamirinde Süper EBA ve kalsiyum hidroksitin beraber kullanıldığı bir olguda oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.⁶⁹ Köpekler üzerinde yapılan bir araştırmada trombosit kaynaklı growth factor-BB ve insulin-like growth factor-I' in kalsiyum hidroksite ilave edilmesiyle, apikal perforasyonun iyileşmesine büyüme faktörlerinin katkı sağladığı gözlemlenmiştir.⁷⁰

Kök Kırıklarının Tamirinde Kullanımı

Kök kırıklarının tedavisi genellikle zor ve kötü bir prognoza sahiptir. Kök kırıklarında, kökü enflamatuvar rezorbsiyondan korumak ve iyileşmeyi sağlamak amacıyla kalsiyum hidroksit kullanılmaktadır. Horizontal ve vertikal kök kırığına sahip dişlerde uygulanan kalsiyum hidroksit başarılı sonuçlar vermiştir.^{71,72} Çalışkan ve ark.⁷³ internal rezorbsiyonla beraber kök kırığının bulunduğu bir vakayı kalsiyum hidroksit kullanarak başarılı bir şekilde tedavi etmişlerdir. Robertson ve ark.⁷⁴ kök kırığına sahip anterior bir dişte kalsiyum hidroksit uygulanmasını takip eden 18 ay içerisinde kalsifik bariyer oluştuğu gözlemlenmişlerdir. Kök fraktürlü ve pulpası nekroze olmuş on altı anterior dişin kalsiyum hidroksitle tedavisini takiben on beş dişte, 2 ile 5 yıl arasında

değişen klinik kontrollerde iyileşmenin sağlandığı gözlemlenmiştir.⁷⁵

Kanal Dolgu Patlarının ve Simanların İçeriğinde Kullanımı

En çok bilinen kalsiyum hidroksit simanı olan Dycal (Dentsply, USA); ilk olarak 1962 yılında piyasaya çıkarılmıştır ve günümüze kadar vital tedavilerde kullanılmıştır.⁷⁶ Dycal'la ilgili olarak yapılan araştırmaların bir kısmında⁷⁷⁻⁷⁹ bu materyalin hemen altında koagulasyon nekrozu oluştuğu ve diferansiye olan odontoblastların materyalin hemen altında dentin köprüsü oluşturduğu saptanırken bazı olgularda da dentin⁷⁸⁻⁷⁹ köprüsünün nekrotik tabakanın hemen altında oluştuğu gözlemlenmiştir.⁷⁸ Bazı araştırmacılar bu farklılıkları Dycal'ın formülasyonundaki yapılan değişikliklere bağlı olduğunu savunmuşlardır. pH'larının farklı olmasına bağlı olarak; pulpa üzerindeki etkilerine bakıldığında kalsiyum hidroksit patları arasında çok büyük farklılıklar yokken, simanlar arasında farklılık olduğu gösterilmiştir.⁷⁶ Dycal yapısındaki hidrofilik sulfonamit içeriğine bağlı olarak suyla temas ettiğinde parafin içerikli simanlara göre daha çabuk çözünür.⁷⁹

Mineralizasyon ve apikal tıkanmayı indükleyen, travma sonucu oluşan kök rezorbsiyonunu inhibe eden, osteoklastik aktiviteyi baskılayan kalsiyum hidroksit, kök kanalı dolgu maddesi olarak da yaygın olarak kullanılmaktadır. Kalsiyum hidroksitin ilk kök kanal dolgu materyali olarak kullanımı 1940 yılında Rhoner tarafından gerçekleştirilmiştir.⁸⁰ Kalsiyum hidroksit esaslı kanal dolgu maddelerinin ortama hidroksil iyonları salınımına bağlı olarak ortam pH'sında yükselme meydana gelir ve alkalinizasyon sağlanır. Bu durum mikroorganizmaların sahip olduğu membran enzimlerini geri dönüşümsüz hasara uğratar

Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti



ve mikroorganizmaların ölmesini sağlar. Günümüzde kalsiyum hidroksit içerikli pat olarak Sealapex (Kerr, Romulus MI, USA), Apexit (Vivadentschaan, Liechtenstein, Germany), Acroseal (Septodont, Saint-Maur des Fossés, France), Calciobiotic root canal sealer CRCS (Hygenic, Akron, Ohio, USA), Sealer26 (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brazil) kullanılmaktadır. Çeşitli firmalar tarafından rezorbe olmadıkları ileri sürülmüştür ve her birinin içeriğindeki kalsiyum hidroksit miktarı farklıdır. Bu patların hazırlanması ve uygulanması kolaydır, radyoopasiteleri yeterlidir ve kök kanalından döner aletlerle uzaklaştırılabilirler fakat dentine yapışmaları zayıftır.⁸¹ Uzun dönemde yapılan bazı araştırmalarda, bu patların yüksek oranda hacimsel genleşmeye, dağılma ve yüksek çözünürlüğe sahip olduğu tespit edilmiştir, bu patlar kalın bir tabaka halinde koyulduğu takdirde, büyük oranda eriyip yok olmaktadır.⁸² Yapılan bazı in vivo çalışmalarda, Sealapex ve CRCS'nin dokularda kolaylıkla bütünlüğünün bozulduğu bulunmuştur.⁸³ Bu iki materyalle ilgili yapılan bir başka çalışmada her ikisinin de kronik enflamasyona neden olacağı tespit edilmiştir.⁸⁴ Sealapex, CRCS, Apexit ve Sealer26'nın, köpek dişlerine uygulandığı bir başka çalışmada da bu dört farklı kalsiyum hidroksit içerikli patın biouyumlulukları incelenmiş, Sealapex'in uygulandığı dişlerin apikalinde iltihabi reaksiyon meydana gelmeden apikal kapanmanın gerçekleştiği ve diğer patlarda da tam olmayan bir kapanma ve periapikal iltihap varlığı gözlemlenmiştir. Bu iltihabi reaksiyonun kök kanal dolgu patının yetersiz adaptasyonuna bağlı olarak meydana geldiği ileri sürülmüştür.⁸⁵ Yapılan bazı araştırmalarda bu patların antimikrobiyal aktivitesine bakılmıştır; bu etki patın Ca ve OH iyonlarına ayrışmasına bağlı olarak oluşur ve patın yüksek pH'sı ile ilişkilidir. Vücut

sıvılarındaki tamponlama etkisine bağlı olarak zamanla azalma meydana gelir.⁶ Apexit; yapılan in vitro bir çalışmada C. albicans ve S. aureus'un eliminasyonunda başarısız olduğu bulunmuş, bunun nedeni olarak da pH'yı yeterince yüksek tutamadığı gösterilmiştir.⁸⁶ Eldeniz ve ark.⁸⁷, Apexit ve Sealapex ile Acroseal'in pH değişimi ve kalsiyum iyon salınımını karşıladıkları bir çalışmada Acroseal'in, Sealapex'e ve Apexit'e göre ortama daha az kalsiyum iyonu saldırdığını ve ortam pH'sını da Sealapex'e göre daha düşük seviyede tuttuğunu bulmuşlardır. Kalsiyum hidroksit içerikli patların ZOE içerikli patlara oranla daha iyi bir antimikrobiyal etki sergilediği gözlemlenmiştir.⁸⁸ Byström ve ark.²⁷, kalsiyum hidroksit içerikli dolgu maddelerinin etkin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduklarını ancak AH plus kanal dolgu patının etkin bir antimikrobiyal aktiviteye sahip olmadığını ileri sürmüşlerdir. Dentin tübülüne difüzyon testlerinde, Sealapex ve Apexit'in, rezin ve ojenol içerikli patlara kıyasla daha az etkin olduğu bulunmuştur.^{89,90}

SONUÇ

Diş hekimliğinde klinik kullanım alanları oldukça geniş olan kalsiyum hidroksit, günümüzde yaygın olarak kullanılmasına rağmen tüm etki mekanizmaları henüz tam olarak anlaşılammıştır. Kalsiyum hidroksitin mevcut özelliklerinin tedavi prosedürlerindeki etkinliğinin artırılması ve başarılı sonuçların elde edilmesi amacıyla materyal üzerinde daha fazla araştırmaya ve yeni gelişmelere ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- 1- Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J.* 1999; 32: 257-282.
- 2- Allient P, Vande Voorde H. Le role de l'hydroxyde de calcium en Endodontie. *Rev Belge de Med Dent.* 1988; 43: 24-39.
- 3- Cvek M. Calcium hydroxide in the treatment of traumatized teeth. Stockholm: Eastmen Institute, 1989.
- 4- Torneck CD, Moe H, Howley TP. The effect of calcium hydroxide on porcine pulp fibroblasts in vitro. *J Endod.* 1983; 9: 131-136.
- 5- Heithersay G.S. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J Br Endod Soc.* 1975; 8: 74-93.
- 6- Çalışkan MK. Kök kanal tedavisinde kanal içi medikasyon. In: *Endodontide tanı ve tedaviler.* Ed. Çalışkan MK. 1th ed. Nobel Yayınevi. İstanbul, p: 373-400, 2006.
- 7- Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J.* 1999; 32: 361-369.
- 8- Foreman PL, Barnes IE. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J.* 1990; 23: 283-297.
- 9- Holland R, Mello W, Souza V, Nery MJ, Bernabe PF, Otoboni Filho JA. The influence of the sealing material in the healing process of inflamed pulps capped with calcium hydroxide or zinc oxide-eugenol cement. *Acta Odontol Pediatr.* 1981; 2: 5-9.
- 10- Hasselgren, Olsson B, Cvek M. Effect of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod.* 1988; 14: 125-127.
- 11-Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J.* 1997; 30: 335-342.
- 12-Caliskan MK. Prognosis of large cyst-like periapical lesions following nonsurgical root canal treatment: a clinical review. *Int Endod J.* 2004; 37: 408-416.
- 13- Imlay JA, Linn S. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science* 1988; 240: 1302-1309.
- 14- Siqueira JF, Uzeda M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide *J Endod.* 1998; 24: 663-665.
- 15- Horsted PB, Simonsen AM, Larsen MJ. Monkey pulp reactions to restorative materials. *Scand J Dent Res.* 1986; 94: 154-163.
- 16- Portenier I, Haapasalo H, Rye A, Waltimo T, Orstavik D, Haapasalo M. Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int Endod J.* 2001; 34: 184-188.
- 17-Siqueira JF Jr, Uzeda M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacterium. *J Endod.* 1996; 22: 674-676.
- 18-Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1998; 31: 1-7.
- 19-Fitzgerald M. Cellular mechanics of dentinal bridge repair using 3H Thymidine. *J Dent Res.* 1979; 58: 2198-2206.
- 20-McWalter GM, El-Kafrawy AH, Mitchell DF. Rate of reparative dentinogenesis under a pulp-capping agent in monkeys. *J Dent Res.* 1977; 56: 93.
- 21-Heide S, Kerekes K. Delayed partial pulpotomy in permanent incisors of monkeys. *Int Endod J.* 1986; 19: 78-89.
- 22-Baume LJ, Holz J. Long term clinical assesment of direct pulp capping. *Int Dent J.* 1981; 31: Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti



251-260.

23- Kirk EEJ, Lim KC, Kahn MOG. A comparison of dentinogenesis on pulp capping with calcium hydroxide in paste and cement form. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 68: 210-219.

24- Stanley HR. Pulpal response to dental techniques and materials. *Dent Clin North Am.* 1971; 15: 1-15.

25- Cvek M. A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture. *J Endod.* 1978; 4: 232-237.

26- Tronstad L, Mjor IA. Capping of the inflamed pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 34: 477-485.

27- 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: 170-175.

28- Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G. PH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod.* 1981; 7: 17-21.

29- Solak H, Oztan MD. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 436-439.

30- Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short term intracanal dressing. *Int Endod J.* 1991; 24: 119-125.

31- Haapasalo M, Orstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1987; 66: 137-159.

32- Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Orstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in

endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod.* 2005; 31: 863-866.

33- Peters LB, Wesselink PR. 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: 660-667.

34- Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985; 18: 35-40.

35- Matsumiya S, Kitamura M. Histopathological and histobacteriological studies of the relation between the condition of sterilization of the interior of the root canal and the healing process of periapical tissue in experimentally infected root canal treatment. *Bull Tokyo Dent Coll.* 1960; 1: 1-19.

36- Andersen M, Lund A, Andresen JO, Andresen FM. In-vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol.* 1992; 8: 104-108.

37- Fava LRG. Pastas de hidróxido de calcio. Considerações sobre seu emprego clínico em Endodontia. *Rev. Paul. Odontol.* 1991; 13: 36-43.

38- Marques JLL, Conti R, Antoniazzi JH, Gutz I. Avaliação da velocidade de dissociação iônica do hidróxido de cálcio associado a diferentes veículos. *Rev. Odontol. UNESP.* 1994; 8: 81-87.

39- Holland R, Souza V, Nery MJ, Mello W, Bernabe PFE. Root canal treatment with calcium hydroxide effect of an oily or a water soluble vehicle. *Rev. Odontol. UNESP.* 1983; 12: 1-6.

40- Cengiz T. 8. Bölüm. In: Endodonti. Ed. Cengiz T. 4th ed. Barış yayınları, Fakülteler Kitapevi, İzmir, p: 274-275, 1996.

41- Torneck CD, Smith JS, Grindall P. Biologic effects of endodontic procedures on developing incisor teeth. IV. Effect of debridement procedures
Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti



and calcium hydroxide-camphorated parachlorophenol paste in the treatment of experimentally induced pulp and periapical disease. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973; 35: 541-554.

42- Holland R, Souza V, Nery MJ, Mello W, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA. A histological study of the effect of calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth of dogs. *J Br Endod Soc.* 1979; 12: 15-23.

43- Faria G, Celes MR, De Rossi A, Silva LA, Silva JS, Rossi MA. Evaluation of chlorhexidine toxicity injected in the paw of mice and added to cultured L929 fibroblasts. *J Endod.* 2007; 33: 715-722.

44- Al-Nazhan S, Al-Obaida M. Effectiveness of a 2% chlorhexidine solution mixed with calcium hydroxide against *Candida albicans*. *Aust Endod J.* 2008; 34: 133-135.

45- Ercan E, Dalli M, Dülgergil CT, Yaman F. Effect of intracanal medication with calcium hydroxide and 1% chlorhexidine in endodontic retreatment cases with periapical lesions: an in vivo study. *J Formos Med Assoc.* 2007; 106: 217-224.

46- Evans MD, Baumgartner JC, Khemalelakul SU, Xia T. Efficacy of calcium hydroxide: chlorhexidine paste as an intracanal medication in bovine dentin. *J Endod.* 2003; 29: 338-339.

47- Zerella JA, Fouad AF, Spångberg LS. Effectiveness of a calcium hydroxide and chlorhexidine digluconate mixture as disinfectant during retreatment of failed endodontic cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005; 100: 756-761.

48- Siren EK, Haapasalo MP, Waltimo TM, Ørstavik D. In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine

potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 326-331.

49- Estrela C, Bammann LL, Pimenta FC, Pécora JD. Control of microorganisms in vitro by calcium hydroxide pastes. *Int Endod J.* 2001; 34: 341-345.

50- Erdemir A, Akyuz SN, ZorbaYO, Cinar M. Effect of chlorhexidine solution and gel form on pH values and calcium ion release of calcium hydroxide. 14th Congress of Balkan Stomatological Society, 6-9 May 2009, Varna Bulgaria:104

51- Erdemir A, Zorba YO, Akyuz SN, Cinar M. Effect of propolis extracts as a vehicle for calcium hydroxide. 14th Biennial Congress of the European Society of Endodontology, 24-26 September 2009, Edinburgh Scotland.

52- Camp JH. Pedodontic, endodontic treatment. In: *Pathways of the pulp.* Ed. Cohen S, Burns RC. 4th ed. Mosby, St. Louis, p: 685-722, 1987.

53- Bakland LK. Traumatic injuries. In: *Endodontics* Ed Ingle JJ, Taintor JF. 5th ed. Lea&Febiger, Philadelphia. p: 764-784, 1996.

54- Schöröder U. Effect of an extra pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odontol Rev.* 1973; 24: 257-268.

55- Bradley HL. The management of non-vital tooth with an open apex. *J Br Endod Soc.* 1977; 10: 77-83.

56- Webber RT, Schwiebert KA, Cathey GM. A technique for placement of calcium hydroxide in the root canal system. *JADA.* 1981; 103: 417-421.

57- Cvek M, Hollender L, Nord CE. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. *Odontologisk Revy.* 1976; 27: 93-108.

58- Weinstein R, Goldman M. Apical hard tissue deposition in adult monkeys with use of calcium Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti



hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1977; 43: 627-630.

59- Fava LR. Apex formation during orthodontic treatment in an adult patient: report of a case. *Int Endod J.* 1999; 32: 321-327.

60- Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol.* 2002; 18: 134-137.

61- Bayırlı G. Kök rezorbsiyonları. In: Endodontik tedavi, Ed Bayırlı G. 1th ed. İ.Ü.Basımevi ve Film Merkezi. İstanbul, p: 415, 1999.

62- Çalışkan MK, Türkün M. Prognosis of permanent teeth with internal resorption: a clinical review. *Endod Dent Traumatol.* 1997; 13: 75-81.

63- Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endod.* 1976; 2: 126-134.

64- Oktem ZB, Cetinbaş T, Ozer L, Sönmez H. Treatment of aggressive external root resorption with calcium hydroxide medicaments: a case report. *Dent Traumatol.* 2009; 25: 527-531.

65- Herrera H, Leonardo MR, Silva FW, Silva LA. Treatment of external inflammatory root resorption after autogenous tooth transplantation: case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 102: 51-54.

66- American Association of Endodontics Recommended guidelines for the treatment of the avulsed permanent tooth. Chicago III, 1994; 9: 571.

67- Çalışkan MK, Türkün M, Gökay N. Delayed replantation of avulsed mature teeth with calcium hydroxide treatment. *J Endod.* 2000; 26: 472-476.

68- Heithersay GS. Replantation of avulsed teeth. A review. *Aust Dent J.* 1975; 20: 63-72.

69- Bogaerts P. Treatment of root perforations with calcium hydroxide and SuperEBA cement: a clinical

report. *Int Endod J.* 1997; 30: 210-219.

70- Kim M, Kim B, Yoon S. Effect on the healing of periapical perforations in dogs of the addition of growth factors to calcium hydroxide. *J Endod.* 2001; 27: 734-737.

71- Turgut MD, Gönül N, Altay N. Multiple complicated crown-root fracture of a permanent incisor. *Dent Traumatol.* 2004; 20: 288-292.

72- Barkhordar RA. Treatment of vertical root fracture: a case report. *Quintessence Int.* 1991; 22: 707-709.

73- Çalışkan MK, Türkün M. Root canal treatment of a root-fractured incisor tooth with internal resorption: a case report. *Int Endod J.* 1996; 29: 393-397.

74- Robertson CU, Cunnington SA. A one-stage calcific barrier technique in a root-fractured incisor tooth: a case report. *Int Endod J.* 1991; 24: 67-71.

75- Jacobsen I, Kerekes K. Diagnosis and treatment of pulp necrosis in permanent anterior teeth with root fracture. *Scand J Dent Res.* 1980; 88: 370-376

76- Stanley HR, Lundy T. Dycal therapy for pulp exposures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 34: 818-827.

77- Horsted P, Sandergaard B, Thylstrup A, El Attar K, Fejerskov O. A retrospective study of direct pulp capping with calcium hydroxide compounds. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 29-34.

78- Pitt Ford TR. Pulpal response to MPC for capping exposures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1980; 50: 81-88.

79- Pitt Ford TR, Roberts GJ. Immediate and delayed direct pulp capping with the use of a new visible light-cured calcium hydroxide preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991; 7: 338-342.

Kalsiyum Hidroksit ve Endodonti



80- Leonardo M, Leal J, Filho A. Pulpectomy. Immediate root canal filling with calcium hydroxide. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1980; 49: 441-450.

81- Wennberg A, Orstavik D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. Int Endod J. 1990; 23: 13-19.

82- Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. Int Endod J. 1995; 28: 185-189.

83- Soares I, Goldberg F, Massone EJ, Soares IM. Periapical tissue response to two calcium hydroxide-containing endodontic sealers. J Endod. 1990; 16: 166-169.

84- Tronstad L, Barnett F, Flax M. Solubility and biocompatibility of calcium hydroxide-containing root canal sealers. Endod Dent Traumatol. 1988; 4: 152-159.

85- Leonardo MR, Silva LA, Utrilla LS, Assed S, Ether SS. Calcium hydroxide root canal sealers histopathologic evaluation of apical and periapical repair after endodontic treatment. J Endod. 1997; 23: 428-432.

86- Kaplan A, Picca M, Gonzalez M, Macchi R, Molgatini S. Antimicrobial effect of six endodontic sealers: an in vitro evaluation. Endod Dent Traumatol. 1999; 15: 42-45.

87- Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ion release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007; 103: 86-91.

88- Abdulkader A, Duguid R, Saunders EM. The antimicrobial activity of endodontic sealers to anaerobic bacteria. Int Endod J. 1996; 29: 280-283.

89- Heling I, Chandler NP. The antimicrobial

effect within dentinal tubules of four root canal sealers. J Endod. 1996; 22: 257-259.

90- Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Survival of Enterococcus faecalis in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. Int Endod J. 2004; 37: 193-198.

İletişim Adresi

Dt. Şefika Nur AKYÜZ

Kırıkkale Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti A.D.

71200, Kırıkkale-TÜRKİYE

Tel: 0 318 224 49 27

Faks: 0 318 224 36 18

E-posta: nurakyuz@yahoo.com