

KALSİYUM HİDROKSİT UYGULAMALARI

CALCIUM HYDROXIDE APPLICATIONS

Gündüz BAYIRLI (*), Jale TANALP (**)

Anahtar sözcükler: Kalsiyum hidroksit, Alkalen ortam, Toksikite

Kalsiyum hidroksit dişhekimliğinde en sık kullanılan materyallerden biridir. Bu materyal hakkında son zamanlarda çok çeşitli çalışmalar yapılmış ve görüşler öne sürülmüştür. Yeni geliştirilen düşük pH değerli kuafaj preparasyonları ile daha az doku kaybına olanak sağlanmaktadır. Yakın zamanda Ca(OH)₂ içeren kanal patlarının toksisiteleri ile ilgili de birçok çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca materyalin antibakteriyel ve nörotoksik özellikleri, apikal bariyer oluşumundaki etkinliği, debridmandaki fonksiyonları da halen araştırma konusudur. Biokompatibili-tesi daha yüksek olan ve daha olumlu sonuçlar verecek preparasyonların geliştirilmesi büyük olasılıkla ilerideki araştırmaların amacı olacaktır.

Key words: Calcium hydroxide, Alkaline environment, Toxicity.

Calcium hydroxide is a frequently employed material in dentistry and various investigations about it have been undertaken recently, while quite a few comments have also been made. The recently manufactured pulp-capping preparations with lower pH values provide a healing process with minimal tissue loss. Quite recently, many investigations have been performed concerning the toxicities of root canal sealers containing Ca(OH)₂. Also, the antibacterial and neurotoxic properties of the material, its efficiency as an apical barrier and its functions in the root canal debridement are still subjects of investigations. The processing of more biocompatible preparations will most probably be the aim of the future investigations.

Bu yazıda dişhekimliği pratiğinde çok geniş kullanım alanı olan kalsiyum hidroksit ile ilgili son zamanlarda yapılan çalışmalar ve görüşler özetlenecektir. İlk kez Hermann tarafından uygulanan bileşik, zamanla reperatif süreçlerdeki katkılarından dolayı çok yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak pulpa kuafajı ve amputasyonda uygulanan kalsiyum hidroksidin endodontideki kullanım alanlarını şu maddeler ile özetleyebiliriz:

- Pulpası canlı olan dişlerin kök kanallarında
- Pulpası nekroze olan dişlerin kök kanallarında
- Apeksifikasyon patı olarak
- Kök rezorpsiyonlarının tedavisinde
- Kanal antiseptiği olarak (3).

Pulpa kuafajı ve vital amputasyonda oldukça sıklıkla kullanılan kalsiyum hidroksidin çok başarılı sonuçlar vermesine karşın, canlı doku ile doğrudan temasta bulununca tahriş edici etkisinin saptanmış olması materyal hakkında halen bazı kuşku- ların devam

etmesine yol açmıştır. Bu kuşku- larla bir materyalin aynı anda nasıl yıkıcı ve iyileştirici olduğu konusunda yoğunlaşmaktadır (25).

Kuafaj yapılan dişlerde, kalsiyum hidroksit ürünleri ile meydana gelen iyileşme histolojisi şu şekilde açıklanabilir:

Tıkanma (Obliterasyon) bölgesi: Kalsiyum hidroksit ile doğrudan temasta bulunan ve gerek ilacın uygulanması sırasında oluşturulan basınç, gerekse yüksek hidroksil iyon konsantrasyonuna bağlı olarak meydana gelmiş bölgedir. Bu bölge debris, dentin parçacıkları; hemoraji, kan pıhtısı, kan pigmenti ve kalsiyum hidroksit partiküllerinden oluşmaktadır.

Koagülasyon nekrozu bölgesi: Yapısal olarak, tam olarak tıkanmamış 0.3-0.7mm. kalınlığındaki devitalize dokudur.

Hüresel ayrıntılar büyük miktarda kaybolması- na karşın, hemolize olmuş eritrositlerle dolu kapillerlerin diş ayrıntıları, sinir demetleri, ve piknotik nukle- uslar halen tanımlanabilmektedir (25).

Demarkasyon çizgisi: Koagülasyon nekrozu böl-

(*) Prof. Dr. İ.Ü. Dişhek.Fak.Diş Hast. ve Ted. Anabilim Dalı Başkanı

(**) Dt. İ.Ü. Dişhek.Fak. Diş Hast. ve Ted. Anabilim Dalı,

Endodonti Bilim Dalı Doktora Öğrencisi (Türk Pedodonti Derneği, 7. Bilimsel Kongresi Tebliği 20-26 Mayıs 1990.Sorgun-Antalya)

gesinin en derin kısmı ile ona komşu canlı pulpa dokusu arasında bir demarkasyon hattı gelişmektedir. Koagüle olmuş nekrotik tabaka alttaki canlı pulpa dokusu üzerine tüm iyileşme potansiyeli ile yanıt göstermesi için hafif, ancak yeterli bir uyarıcı etki yapmaktadır. Bundan sonraki doku reaksiyonları ise bir bağ dokusunun iyileşmesi sırasında beklenen yanıtlardır. Bunlar da, irrite edici ajanları elimine etmek üzere vasküler değişiklikler ve iltihapsal hücre migrasyonu ile başlamaktadır.

Yoğun katman (Köprü oluşumunun erken dönemleri): Yaralanmayı takiben 2-3 gün içerisinde önce organize olmamış kuafaj ajanına paralel seyreden yoğun bağ dokusu fibrilleri birikimi ve arjirofilik fibrillerde artış görülmektedir. 7 gün sonra kollagen oluşumu gittikçe yaygınlaşır. Bu arada mezankim hücreleri ve fibroblastlar hücreden zengin bir tabaka oluştururlar. Daha aşağıda ise arjirofilik fibriller yayılarak kollagen özellikleri taşımaya başlarlar. Fibrillerin yayılmasına kollagen bir matriks içerisinde seyrek tubuler oluşum eşlik eder. 7 gün sonunda matriks kalınlaştıkça, yüzeyel ve fonksiyon görmeyen kapillerler gömülü kalarak, kısmen ya da tümüyle tikanır. Alkalin ortam odontoblastların fibroblastlara baskın olarak farklılaşmasını ve çoğalmasını sağlar.

Köprünün kalsifikasyonu: Kalsifikasyon predentinin gelişmesini hemen takiben gerçekleşir. Başlangıçta atubuler yapıda ve düzensiz olan dentin formasyonu zamanla tubuler ve düzenli bir yapı kazanır. Yüksek pH'a sahip olan kalsiyum hidroksit preparasyonlarında kalsifiye köprü doğrudan kuafaj maddesine komşu meydana gelmez, çünkü dejenere olmuş nekrotik tabaka kalsiyum hidroksidi köprüden ayırmaktadır. Yeni geliştirilen formülasyonlarda ise görülebilir bir koagüle nekrotik ara tabaka olmaksızın kalsiyum hidroksit, pulpa arasında köprülenme olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeni de daha düşük pH değerleri ve farklı kalsiyum ve hidroksil iyon serbestlenmesidir. Kalsiyum hidroksidin oluşturduğu doku hasarından daha az bir zarar oluşmasına karşın pulpa yarısının iyileşmesini sağlamak için yeterli iritasyon bulunmaktadır. Kuafaj materyaline komşu olarak üniform bir dentin oluşumu sağlama kapasitesi de büyük avantaj olarak nitelenmektedir (25).

Kalsiyum hidroksit klinik olarak kabul edilir bir madde olmasına karşın bu maddenin direkt pulpa kuafajında uygulanmaması için görüşler öne sürülmektedir. Bu görüşlerden bir tanesi kalsiyum hidroksit bileşiklerinin pulpa tıkanması ile sonuçlanan sekonder ve reperatif dentin formasyonunu körüklediğidir (9,15,25). Stanley bu durumu ancak kalsiyum hidroksit bileşiklerinin pulpa içerisinde yanlış yerlere yer-

leştirildiğinde gerçekleşeceğini ve fazla reperatif dentin oluşacağını belirtmiştir (25). Bunun yanısıra yeni oluşan dentin köprülerinin poröz bir yapıya sahip olacağını, bu nedenle de koruyucu bir tabaka oluşturmayacağını bildiren görüşler de vardır. Stanley bu görüşleri de, başlangıçta poröz ve geçirgen olan tabakanın zamanla tıkanacağını ve poröz bir tabakanın hiç tabaka olmamasından çok daha iyi olduğunu belirterek yanıtlamıştır (25). Yine kalsiyum hidroksit ile direkt pulpa kuafajının kök rezorpsiyonlarını hızlandıracağı söylenmiştir (8,9,18,25). Stanley bu hızlanmanın kalsiyum hidroksit ile oluşmadığını, kuafaj sırasında rezorpsiyonun zaten bulunduğunu belirtmiştir. Fizyolojik kök rezorpsiyonunun devam ettiği süt dişlerinde koagüle nekrotik doku granülasyon dokusu ile yer değiştirmelidir ve ilkel pulpanın her iki tarafından kan akımının indüklenmesi rezorptif süreci artırabilir. Ancak yeni pulpa kuafaj ajanları ile koagülasyon nekrozu oluşmadığından granülasyon dokusu oluşmasına gerek yoktur (25). Lim ve Kirk 1987'de yayınladıkları pulpa kuafajı ile ilgili bir yazıda pulpa kuafajı sonucu oluşan tıkanma ve iç rezorpsiyonun pulpa açılmasının dişe gelen travmaya bağlı olduğu vakalarda daha çok oluştuğunu belirtmişlerdir (16). Kalsiyum hidroksidin endodontik tedavi uygulanana dek yalnızca kısa süreli geçici bir dolgu olarak uygulanması gerektiğini belirten görüşler de vardır. Ancak kalsiyum hidroksidin fraktürler, apeksifikasyon, apeksogenesis gibi diğer uzun süreli işlemlerde de kullanıldığı günümüzde böyle bir görüşün geçerliliği kalmamıştır (25). Stanley direkt kuafajda kalsiyum hidroksit ile başarılı sonuçlar elde edilmesi için şu noktalara dikkat edilmesi gerektiğini bildirmiştir:

1) Kanamanın kontrol altına alınması: Kanayan pulpa dokusuna kuafaj ajanı uygulandığında, yanlış bölgelerde tamir dentini oluşumu ve sekonder enfeksiyon gibi istenmeyen sonuçlar doğabilir. Besin artıkları, lokalize abselerden kaynaklanan cerahat, nekrotik doku ve işlem sırasında pulpa içine zorlanmış olan çürük veya çürük olmayan dentin parçacıklarının uzaklaştırılması için bir miktar kanama gerekli iken, 5 dakikadan uzun süre devam eden kanamalar pulpa-da irrevesibl bir iltihabın belirtisi olabilir.

2) Kalsiyum hidroksidin pulpa dokusu ile tam temasının sağlanması : Kuafaj uygulanması için pulpa yarısının genişliğinin saptanmasında bir sınır yoktur. Bazı durumlarda pulpa açılması kuafaj için çok küçükte olabilir. "Pulpotomi" adı verilen girişim daha büyük bir pulpa dokusunun kaldırılmasıyla gerçekleştirilen bir kuafaj şeklidir.

3) Dentin parçacıkları: Dentin parçacıkları tamir dentini oluşumunda rol oynamaktadırlar. Ancak kalsi-

yum hidroksit uygulanması sırasında zaten pulpa yüzeyinde bir köprü oluşmaktadır. Dentin parçacıkları çevredeki sağlıklı doku içerisine gömüldüklerinde, kendi aralarında bir tamir olayı başlatır ve düzensiz bir ikinci köprünün oluşmasına yol açarlar. Bu çift köprülenme olayı da her iki köprü arasındaki kan akımının durmasına, doku dejenerasyonuna ve pulpa nekrozuna dek gidebilen olaylara neden olabilir. Dentin parçacıklarının ortamdaki tam uzaklaştırılması ve retansiyon bölgelerinin kaldırılması için pulpa odası tavanının tümünün kaldırılması gerekebilir.

4) Kalsiyum hidroksidin embolizasyonu ve taşınması: Travmatik bir yaralanma, pulpa küretajı veya pulpotomiye bağlı olarak oluşan geniş bir pulpa açılmasında, henüz taze ve kimyasal olarak aktif halde bulunan materyal partikülleri açığa çıkan vasküler kanallar yolu ile emboli şeklinde taşınabilirler ve taşındıkları bölgelerde perivasküler koagülasyon nekrozu ve enflamasyon odakları oluşturabilirler. Bu odakların çok fazla olması da pulpanın ölümü ile sonuçlanabilir. Pulpa hayatta kalsa bile, bu odaklar taş oluşumu ve distrofik kalsifikasyona merkez teşkil edebilirler. VLC-CH ürünlerinin çalışma sürelerinin klinisyen tarafından kontrol edilmesi nedeniyle düzgün olmayan uygulamaların yol açacağı teknik problemler minimalize edilebilmektedir.

5) Kalsiyum hidroksit ajanının uygulanma noktasında pulpa dokusu içerisine yapılacak kimyasal koterizasyonun potansiyel derinliği dikkate alınmalıdır. Kalsiyum hidroksitin yol açacağı kimyasal koterizasyonun etkisi karşı duvara ulaştığında, koagüle nekrotik dokunun ötesinde kalan pulpa dokusuna kan akımı kesilip, canlılığını yitirebilir. Kalan pulpa dokusunun kalınlığına özellikle ön dişler bölgesinde dikkat edilmelidir.

6) Kuafaj ve pulpotomi konusunda verilecek kararın doğru olması çok önemlidir. Bunun içerisinde hekimin cerrahi girişimlerdeki yeteneğinin de büyük rolü vardır (25).

Kalsiyum hidroksit uygulandığında meydana getirdiği alkalin ortamın tamir olaylarını başlattığı öne sürülmektedir. Ancak kalsiyum hidroksit tek bir isim halinde düşünülmemeli, subdivizyonlar halinde ele alınmalıdır. Çünkü çok farklı preparasyonlar piyasada bulunmaktadır. 1989'da Kazuhiko ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada 8 farklı kalsiyum hidroksit içeren pulpa kuafaj ajanının pH değerleri saptanmıştır. Bu çalışmada incelenen kalsiyum hidroksit preparasyonların Nu- Cap, Dycal, Life ve Neodyne- α ile Nobudyne'in yüksek pH değerlerinin dentin duvarı tarafından nötrale dek düşürülmekte olduğu, bu durumun

Calvitol, Hypo-Cal ve GC-Altect'te gerçekleşmediği hesaplanmıştır. Bunun nedeninin bu materyalin siman gibi sertleşmediği, dolayısı ile Ca^{++} çıkışının daha fazla olması olduğu bildirilmiştir (12). 1989 yılında Staehle ve ark. tarafından yayınlanan bir çalışmada çeşitli kalsiyum hidroksit bileşiklerinin pH değerleri ve hidroksil iyon serbestlemeleri asid titrasyon metodu ile ölçülmüş, Ca^{++} iyon serbestlemeleri saptanmış, dentin yüzeyindeki alkaleleştirici etki kalitatif olarak ölçülmüş ve antimikrobial özelliklerin ölçülmesi için incelemeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda sulu kalsiyum hidroksit süspansiyonu olan pulpdent'in en fazla iyon serbestlediği ve antimikrobial etki gösterdiği, siman şekli olan Dycal'ın ise daha zayıf etkili olduğu saptanmıştır. Lak ve pat şeklinin, ayrıca kalsiyum hidroksit dolgulu reçinenin bu özelliklerden yoksun olduğu belirtilmiştir (24).

1989 yılında Kirk ve ark. Wistar rat'larında kalsiyum hidroksidin pat ve siman şekli olan Pulpdent ve Dycal'ın etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemişler, Pulpdent materyalinin reperatif dentini Dycal'dan daha çabuk ve uyumlu şekilde sağladığı sonucuna varmışlardır. Dycal'ın daha etkili bir fiziksel bariyeri, ancak kavitenin çinko oksit öjenol gibi bakteriyel sızıntıyı önleyen bir materyal ile kapatıldığında, Pulpdent'ten daha fazla oluşturacağını belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca Dycal'ın baz oranının iki katına çıkarıldığında daha etkili sonuçlar vereceğini vurgulamışlardır (14).

1988 yılında Tziafas ve Molyvdas) köpek dişlerinde yaptıkları bir çalışmada kuafaj maddesinin klasik şekilde pulpa yüzeyine temas ederek uygulanması ile, pulpa içine itilerek uygulanması arasındaki farkları değerlendirmişler, kalsiyum hidroksidin pulpa dokusu içine itildiğinde daha fazla kimyasal-mekanik yaralanmaya yol açacağını ve başarısızlık oranının artacağını saptamışlar (29).

Tziafas ve Beltes kuafaj uygulanan dişlerde elde edilen radyografik bulguların, sert doku oluşumunun teşhisinde diagnostik öneme sahip olup olmadığının saptanması için köpek dişlerinde bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar pulpanın açılma bölgesinin altında görülen radyoopasitelerin her zaman kalsifiye köprü anlamına gelmediğini bildirmişlerdir. Radyopak olarak görülen kısımlar nekrotik bölgeler de olabilmektedirler. Bu bölgelerin radyoopasiteleri kısmen pulpa kuafaj ajanlarından kaynaklanan kalsiyum tuzlarının gömülmesi ile de elde edilebilmektedirler (30).

Son zamanlarda kalsiyum hidroksit ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğu da bu materyali içeren kök kanalı patlarının toksisitesi ve biokompatibilitesi üzerindedir.

1987 yılında Zmener ve Cabrini kalsiyum hidrok- sit esaslı 3 materyalin (Sealapex, CRCS, Dycal) insan kan monositleri ve lenfositleri üzerindeki etkilerini in- celemişlerdir. Araştırmacılar materyallerin toksisitele- rinin sırasıyla Sealapex, CRCS, Dycal şeklinde arttığı- nı saptamışlardır. CRCS'nin toksik etkisinin içerdiği öjenol ve ökaliptole bağlı olabileceği belirtilmiştir. Araştırma sonucunda materyallerin gösterdikleri tok- sisite farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı bulun- muştur (31).

1988 yılında Tronstad ve Barnett tarafından yapı- lan bir çalışmada içlerine taze hazırlanmış Sealapex, CRCS, ZOE (çinko oksit öjenol) sealer ile kalsiyum hidrok- sit + salin patı yerleştirilen Teflon kaplar köpek mandibulaları içine implante edilmiş, 90 gün sonra histolojik kesitler alınarak sonuçlar gözlenmiştir. Çalı- şma sonucunda Sealapex'in kaplar içerisinden kıs- men kaybolarak, bağ dokusu ile yer değiştirdiği, buna karşılık CRCS ve ZOE'ün kapları iyi bir şekilde doldur- duğu saptanmıştır. CRCS'nin yol açtığı enflamatuar yanıt ZOE'den biraz daha fazla olmasına karşın ge- nelde ılımlı ile orta derece arasında değişmiştir. Sea- lapex ise meydana getirdiği makrofaj reaksiyonu di- şında ılımlı sonuçlar vermiştir. Çalışmanın sonunda CRCS'nin daha stabil özellikler taşıdığı düşünül- müştür (28).

1988 yılında Zmener ve Guglielmotti kalsiyum hidrok- sit esaslı iki endodontik pat olan Sealapex ve CRCS'nin rat'ın subkütan bağ dokusunda meydana getirebileceği değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda Sealapex ile temasta olan bölgelerde en fazla doku reaksiyonu gözlemlendiğini, bu reaksiyonun 30 ve 90 gün sonunda arttığını belirlemişlerdir. CRCS'ye karşı ise, başlangıçta akut enflamatuar bir yanıt gözlenmiş, 30 gün süresince bu toksisite devam etmiş, 90 gün sonunda ise azalmıştır. Sealapex'e kar- şı olan doku yanıtının, materyalin titanium dioksit içe- riğine, CRCS'ye karşı olan yanıtın ise öjenole bağlı olabileceği düşünülmüştür (32).

1989 yılında Arenhold-Bindslev ve Hörsted- Bindslev tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli kanal patları tüpler içerisine konarak doku kültüründeki in- san oral fibroblastları ile inkübe edilmiş ve 5,10,15 gün sonra hücre sayısı, hücre alan sayısı, ayrıca morfolojik hücre değişiklikleri gözlenmiştir. Çalışma sonucunda CRCS, ZOE, ECI çevresinde tam bir hü- cre iyileşmesi gözlenirken, en belirgin toksik etki N2 ile saptanmıştır (1).

1990 yılında Sonat ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada köpek dişlerine doldurulan güta-perka, saf Ca(OH)₂ + güta-perka ve Sealapex + güta-perka ile alınan sonuçlar 7,30 ve 90 gün sonunda histolojik ola-

rak değerlendirilmiş ve 3 madde halinde özetlenmiş- tir:

1) Sealapex ve Ca(OH)₂ sement deposisyonu ile periapikal iyileşmeyi sağlamaktadır.

2) Periapikal iyileşme Sealapex ile diğer gruplar- dan daha fazla olarak gerçekleşmektedir.

3) Apekten taşınıldıklarında gerek Sealapex, ge- rek saf Ca(OH)₂ kronik enflamatuar yanıtı yol açmak- tadırlar (23).

1990 yılında Soares ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada köpek dişlerinin kanallarına Sealapex + güta-perka, CRCS + güta-perka ve ZOE patı + güta- perka yerleştirilerek 30 ve 180 gün sonra karşılaştır- malı değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışmada Ca(OH)₂'in periapikal iyileşmeyi stimüle ettiği şeklinde bir sonuç elde edilmemiştir. Sealapex ve CRCS ile ZOE'ye benzer bir periapikal yanıt gözlenmiştir. Sea- lapex ile doldurulan örneklerde fagositik aktivitenin çok fazla olması, materyalde bulunan titanium dioksi- de bağlanmış (22).

1990 yılında Zmener ve ark. tarafından yayınlan- an bir çalışmada deneysel bir kalsiyum hidrok- sit esaslı endodontik pat kullanılarak rat'ın dorsal subküt- an bağ dokusundaki histolojik değişiklikler incelen- miştir. Bu çalışmada formülünden titanium diok- sit(TiO₂) uzaklaştırılarak elde edilen Sealapex (ES) kullanılarak subkütan bağ dokusu yanıtı değerlendiril- miş, 7,30 ve 90 gün sonraki doku yanıtları kayıt edil- miştir. Bu deneyden elde edilen sonuçlar da 7 günlük gözlem periyodu dışında daha önceki deneylere ben- zemektedir. Titanium dioksit formülünden çıkarılmasına karşın konsantrasyonu değişen diğer komponentlere bağlı olduğu düşünülen enflamatuar yanıtlar gerçek-leşmiştir. Bu komponentlerin de Ba(SO)₄, çinko(Zn), veya reçineler olabileceği bildirilmiştir. Kısaca özetle- mek gerekirse Sealapex formülünden titanium dioksit çıkarılması bu patın doku uyumluluğunu artırmamıştır (33).

Fakültemizde de endodontik amaçlı kullanılan materyallerin toksisitele- ri üzerine incelemeler yapılmıştır (3,10). Erişen ve ark. yaptıkları bir hücre kültürü çalışmasında Dycal, Kals-in, Traitement SPAD ve N2 maddelerini kullanmışlar ve bu maddelerin LK hücre- leri (Lamb-kitne) ile inkübasyonu sonucundaki etkileri incelemişlerdir. Çalışma sonunda Dycal en toksik madde olarak bulunmuş, N2 en az toksik madde ola- rak gözükürken, Kals-in ile SPAD hafif derecede tok- sisite göstermiştir (10).

Tagger ve Tagger tarafından 1989 yılında yayınlan- an bir çalışmada 3 genç maymunun kesici ve 2. kü-

çük azı dişlerinde vital pulpektomi yapılarak kök kanalı dolgusu gerçekleştirilmiştir. Çalışmada CRCS ile doldurulan 10 kök, Sealapex ile doldurulan 10 kök ve AH 26 ile doldurulan 7 kök incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda Sealapex ile doldurulan örneklerin çoğunda içinde sealer partikülleri içeren makrofajlar dışında hiçbir iltihapsal hücre gözlenmemiştir. Sealapex'in rezorpsiyonunu takiben kalsifiye doku oluşumu ile apikal tıkanma saptanmıştır. Kemik içine taşırıldığına AH 26 ve Sealapex'in çok irrite edici olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, Sealapex'in rezorbe olan bir madde olmasının, sert doku oluşumu için hiçbir engel oluşturmaması açısından olumlu olduğunu ancak apikal tıkanmanın tam yapılmadığı durumlarda dezavantaj olarak ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. CRCS'nin ise çinko oksit öjenole benzer reaksiyon gösterdiği ve alkallenleştirici potansiyelinin çok az olduğu vurgulanmıştır (26).

Yakın zamandaki yayınlarda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ preparasyonlarının antibakteriyel etkileri ile ilgili de çalışmalar yer almaktadır. Kalsiyum hidroksit geleneksel bir dezenfektan olarak henüz kabul edilmese de kök kanalları içinde antimikrobik etkilere sahiptir. Matsumiya ve Kitamura, kalsiyum hidroksidin kanal içi uygulamasının köpek dişlerinin kanallarından bakterilerin oldukça uzaklaşmasına yol açtığını saptamışlardır (17, 21). Ancak Stevens ve Grossman kalsiyum hidroksidin bakteriyostatik ve bakterisid aktivitesinin kamfurlu klorafenol kadar olmadığını belirtmişlerdir (21). 1985 yılında Safavi ve ark. yaptıkları in vivo bir çalışmada kalsiyum hidroksit ve iyod-potasyum iyodür kanal antiseptiği olarak karşılaştırmışlar, kalsiyum hidroksidin rutin bir kök kanalı antiseptiği olarak kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir (21). Özata ve Pişkin 1983'te yayınladıkları bir çalışmada 45 periapikal lezyonlu dişe Kals-in uygulayarak (periapikal lezyon içine taşıarak) vakaları 1 yıl süreyle kontrol etmişler, sonuçta % 77 vakada iyileşme saptamışlardır (20).

1983'te fakültemizden Keçeli, Dycal'ın kök kanallarındaki antibakteriyel etkisini incelediği bir doktora tezi hazırlamıştır. Araştırmacı kök kanallarından izole edilen mikroorganizmalar arasında Streptokokların en yüksek oranda bulunduğunu bildirmiştir. Bu, daha önceki araştırma sonuçları ile uyumludur. İncelenen vakalar sonucunda Dycal'ın ortalama % 68.9 in vitro, % 51 in vivo etkili olduğu görülmüştür. Bu sonuçta Parachlorophenol, Cresophene, Rivanol ve antibiyotiklerin etkisine hemen hemen eşittir. In vivo olarak da % 20 daha az etkilidir. Çalışmada mikrobiyolojik kontrol 2-4 gün sonra yapılmıştır. Daha uzun süreli bir çalışmada belki daha fazla etki görülebilir (13).

1989 yılında Taylor ve ark. tarafından gerçekleştirilen ve Ledermix, Pulpdent ve % 50 Ledermix + % 50 Pulpdent karışımı patların memeliler ve bakteri hücreleri üzerindeki etkilerini inceleyen ve bu patların birbirinin etkisini modifiye edip etmediğini saptayan bir çalışmada Pulpdent'in Ledermix'in antibakteriyel etkisini az miktarda artırdığını gözlenmiş ve şu sonuca varılmıştır: Ledermix ve Pulpdent'in 50:50 karışımı terapötik olarak yararlı olduğu düşünülen özelliklerin devam etmesini sağlamış, bu arada memeli hücrelerine karşı toksisitede herhangi bir artış kaydedilmemiştir (27).

Canalda ve Pumarola (1989) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ esaslı simanların bakteri büyüme inhibisyonlarının, ZOE esaslı veya epoksi reçine esaslı simanlardan elde edilene benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, ZOE simanının paraformaldehid içeriğinin inhibisyonu önemli ölçüde artırdığını vurgulamışlardır (6).

Kalsiyum hidroksit ile ultrasoniklerin alt büyük azı mesial kanallarından pulpa artıklarını temizleme potansiyellerinin karşılaştırmalı olarak saptandığı Metzler ve Montgomery tarafından yapılan bir araştırma sonucunda kanalların kalsiyum hidroksit ile birlikte sodium hipoklorit ile yıkanmasının kanalları ve isthmusları yalnız başına kullanılan ultrasonik aletler ile eşit oranda temizlediği sonucuna varılmıştır (19).

1989 yılında Barnett ve ark. tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 160 tek köklü insan dişi Sealapex, CRCS ve Roth's sealer (ZOE esaslı) ile doldurularak, subkütan tavşan dokusuna implante edilmiş ve doku sıvılarında erimeleri belirlenerek, Sealapex ve CRCS'nin sızıntı özelliğinin değerlendirilmesine çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda Sealapex ve Roth's sealer'inen fazla sızıntıya neden olduğu (90 gün), en stabil materyalin ise CRCS olduğu sonucuna varılmıştır (2).

Kalsiyum hidroksidin periodonsiyumdaki iltihapsal süreci kontrol altına almak için iltihapsal kök rezorpsiyonlarının tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Etki mekanizmasını diş dokularının pH'ını yükselterek osteoklastik aktiviteyi etkileyip, alkalin fosfatı aktive ederek gerçekleştirdiği düşünülmektedir. Ancak 1989'da yayınlanan ve Fuss ve ark.'ın yaptığı bir çalışmada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in kökü çevreleyen doku üzerine fazla bir etkisi olmadığı ve rezorpsiyonu doğrudan etkilemediği sonucuna varılmıştır (11).

1989 yılında Beeler ve ark. apikal bariyerlerin geçirgenliği ile ilgili bir çalışma yapmışlar ve çalışmada otojen dentin parçacıkları, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tozu veya durapatit partiküllerinden oluşan apikal tıkaçları karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonunda otojen dentin parça-

cıkları ve Ca(OH)_2 gibi biokompatibiliteye sahip materyallerin sağladıkları apikal bariyerlerin dolgu materyalinin taşmasını ve pulpa odası sıvısının periradiküler boşluğa sızıntısını önleyen bir tıkaç oluşturmaları bildirilmiştir (4).

1988'de yayınlanan Brodin tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Ca(OH)_2 esaslı simanların nörotoksik etkileri incelenmiş ve bu materyallerin en güçlü nörotoksite gösterenler arasında yer aldığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca Calasept'in (pH: 12.3) Dycal'dan (pH: 9.8) daha nörotoksik olduğu bildirilmiştir (5).

1988'de yayınlanan ve Cohen ile Lasfargues tarafından yapılan araştırmanın amacı bu farklı sonuçların karbonat oluşumu ile ilgili olup olmadığının saptanmasıdır. Bu çalışmadan alınan önemli bir sonuç,

bir Ca(OH)_2 süspansiyonunun pH değerinin tozun karbonat içeriğindeki artış ile önemli ölçüde değişmediği olmuştur. Anti-enflamatuar, anti-eksudatif ve bakterisid özelliklerin pH ve Ca^{++} iyon konsantrasyonu tarafından saptanması nedeniyle Ca(OH)_2 'in % 30'a kadar karbonatlınsa dahi aktif kalabileceği düşünülmüştür (7).

Bütün bu araştırmaları değerlendirdiğimizde Ca(OH)_2 'in halen en çok kullanılan ve terapötik özelliklerinden halen yararlanan bir materyal olduğunu görüyoruz. Bundan sonra yapılması gerekli çalışmalar pH değerleri daha düşük olan kuafaj ajanlarının değerlendirilmesi ve Ca(OH)_2 içeren kök kanalı patlarmındaki toksik komponentlerin saptanıp elimine edilmesi ve mümkünse biokompatibilitesi daha yüksek bir materyal formülü üzerinde olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Arentholt-Bindslev D., Hörsted-Bindslev P., "A simple model for evaluating relative toxicity of root filling materials in cultures of human or 1 fibroblasts", *Endod Dent Traumatol*, 5: 219, 1989.
2. Barnett F., Trope M., Rooney J., Tronstad L., "In vivo sealing ability of calcium hydroxide-containing root canal sealers", *Endod Dent Traumatol*, 5: 23, 1989.
3. Bayırlı G., "Endodontik Tedavi", Taş Matbaası, İstanbul: 362, 1986.
4. Beeler W.J., Marshall F.J., Brown A.C., "The permeability of apical barriers", *J.Endod*, 15:422, 1989.
5. Brodin P., "Neurotoxic and analgesic effects of root canal cements and pulp protecting dental materials", *Endod Dent Traumatol*, 4:1, 1988.
6. Canalda C., Pumarola J., "Bacterial growth inhibition produced by root canal sealer cements with a calcium hydroxide base", *Oral Surg*, 68: 99, 1989.
7. Cohen F., Lasfargues J.J. "Quantitative chemical study of root canal preparations with calcium hydroxide", *Endod Dent Traumatol*, 4: 108, 1988.
8. Cox C.F., Bergenholtz G., Heys D.R., Syed A., Fitzgerald M., Heys R.J., "Pulp capping of the dental pulp mechanically exposed to the oral microflora:an 1-2 year observation of wound healing in the monkey", *J.Oral Pathol*, 14: 156, 1985.
9. Cvek M., "A clinical report on partial pulpotomy and capping with calcium hydroxide in permanent incisors with complicated crown fracture", *J.Endod*, 4: 323, 1978.
10. Erişen R., Bayırlı G., Aşçı S., Küçükay S., Altınel C., "The investigation of cytotoxicity of several root canal filling materials on tissue cultures", *İ.Ü. Diş.Hek.Fak.Dergisi*, (Baskıda).
11. Fuss Z., Szojkis S., Tagger M., "Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents", *J.Endod*, 15: 362, 1989.
12. Kazuhiko I., Tomoharu M., Masahiro Y., Shinei H., Hiroshi N., "The pH values of pulp-capping agents", *J.Endod*, 15:365, 1989.
13. Keçeli A., "Kalsiyum hidroksidin Pulpitisi kök kanallarındaki antibakteriyel etkisi", *Doktora Tezi*, İstanbul, 1983.
14. Kirk E.E., Lim K.C., Khan M.O.G., "A comparison of dentinogenesis on pulp capping with calcium hydroxide in paste and cement form", *Oral Surg*.210, Aug 1989.
15. Krakow A.A., Berk H., Gron P., "Therapeutic induction of root formation in the exposed incompletely formed tooth with vital pulp", *Oral Surg*, 43: 755, 1977.
16. Lim K.C., Kirk E.E.J., "Direct pulp capping:a review" *Endod Dent Traumatol*, 3: 213, 1987.
17. Matsimuya S., Kitamura M., "Histo-pathological and histo-bacterial studies of the relation between the condition of sterilization of the interior of the root canal and the healing process of periapical tissues in experimentally infected root canal treatment", *Bull Tokyo Dent Coll*, 1:1, 1960.
18. Mc Walter G., El-Kafrawy, Mitchell D., "Long term study of pulp capping in monkeys with three agents. *J.Am.Dent Assoc*, 93:5, 1976.
19. Metzler R.S., Montgomery S. "The effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars, 15: 373, 1989.
20. Özata F., Pişkin B., "Periapikal lezyonların tedavisinde "Kalsin" uygulanmasından kliniğimizde alınan sonuçlar", *EDFD*, 6:1, 1983.

21. Safavi K.E., Dowden W.E., Introcoso J.H., Langeland K., "A comparison of antimicrobial effects of calcium hydroxide and Iodine-Potassium Iodide", *J.Endod*, 11: 454, 1985.
22. Soares I., Goldberg F., Massone E.J., Soares I.M., "Periapical tissue response to two calcium-containing Endodontic sealers", *J.Endod*, 16: 166, 1990.
23. Sonat B., Dalat D., Günhan O., "Periapical tissue reaction to root fillings with Sealapex", *Int.Endod Jour*, 23: 46, 1990.
24. Staehle H.J., Pioch T., Hoppe W., "The alkalizing properties of calcium hydroxide compounds", *Endod Dent Traumatol*, 5: 147, 1989.
25. Stanley H.R., "Pulp capping: Conserving the dental pulp. Can it be done? Is it worth it?" *Oral Surg*, 68: 628, 1989.
26. Tagger M., Tagger E. "Periapical reactions to calcium hydroxide containing sealers and AH26 in monkeys", *Endod Dent Traumatol*, 5: 139, 1989.
27. Taylor M.A., Hume W.R., Heithersay G.S., "Some effects of Ledermix paste and pulpdent paste on mouse fib
28. Tronstad L., Barnett F., Flax M., "Solubility and biocompatibility of calcium hydroxide containing root canal sealers", *Endod Dent Traumatol*, 4: 152, 1988.
29. Tziafas D., Molyvdas I., "The tissue reactions after capping of dog teeth with calcium hydroxide experimentally crammed into the pulp space", *Oral Surg*, 65: 604, 1988.
30. Tziafas D., Beltes P., "Pulp capping with calcium hydroxide: diagnostic value of radiographic findings", *Endod Dent Traumatol*, 260: 4, 1988.
31. Zmener O., Cabrini R.L., "Effects of three calcium hydroxidebased materials on human blood monocytes and lymphocytes", *Endod Dent Traumatol*, 3: 28, 1987.
32. Zmener O., Guglielmotti M.B., Cabrini R.L., "Biocompatibility of two calcium-hydroxide-based Endodontic sealers:A quantitative Study in the subcutaneous connective tissue of the rat", *J.Endod*, 14: 229, 1988.
33. Zmener O., Guglielmotti M.B., Cabrini R.L., "Tissue response to an experimental calcium-hydroxide based endodontic sealer:a quantitative study in the subcutaneous connective tissue of the rat.", *Endod Dent Traumatol*, 6: 66, 1990.