



RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİNDE PULPA KAPLAMALARI PULP CAPPING TREATMENTS IN RESTORATIVE DENTISTRY

Dt. Burcu OĞLAĞÇI*

Prof. Dr. Neslihan ARHUN*

Doç. Dr. Duygu TUNCER*

Makale Kodu/Article code: 2274

Makale Gönderilme tarihi: 20.05.2015

Kabul Tarihi: 11.12.2015

ÖZ

Travmaya uğramış veya derin çürük lezyonlarına sahip dişlere, pulpa vitalitesinin devam etmesi için vital pulpa tedavileri uygulanmaktadır. Günümüzde en çok uygulanan vital pulpa tedavisi prosedürü, pulpa kaplamasıdır. Remineralize olabilen dekalsifiye dentin dokusunun veya ekspoz olmuş pulpanın biyouyumlu bir materyalle örtülmesi ve tersiyer dentin yapımının uyarılması amaçlanır. İki tip pulpa kaplaması yöntemi vardır: İndirekt pulpa kaplaması ve direkt pulpa kaplaması. İndirekt pulpa kaplamalarında en çok kendi kendine sertleşebilen kalsiyum hidroksit içerikli patlar ve çinko oksit öjenol simanlar kullanılmaktadır. Ayrıca, adeziv sistemler gibi alternatif pulpa kaplaması materyallerinin kullanımı da gündeme gelmiştir. Toz kalsiyum hidroksit, direkt pulpa kaplamalarında geleneksel olarak kullanılan en güvenilir materyal iken günümüzde mineral trioksit agregat altın standart olarak kabul edilir. Bu derlemenin amacı, pulpanın canlılığını korumak için açık pulpa üzerine veya pulpaya çok yaklaşıldığında dentine yerleştirilen, yeni nesil biyouyumlu taban materyallerini (liner ve(ya) base) değerlendirmektir.

Anahtar kelimeler: pulpa kaplaması, kalsiyum hidroksit, adeziv, mineral trioksit agregat, trikalsiyum silikat siman.

ABSTRACT

The vital pulp treatments are applied to the teeth with deep caries lesion or trauma for the purpose of maintaining the vitality of pulp. Nowadays, the most commonly performed treatment procedure is vital pulp capping. It is intended that the decalcified dentine which can be remineralized or exposed pulp are sealed with a biocompatible material and promotion of tertiary dentin formation. There are two types of pulp capping procedure: direct and indirect pulp capping. Traditionally, self-curing calcium hydroxide paste and zinc oxide-eugenol are carried out in indirect pulp capping. Furthermore, the use of alternative pulp capping materials such as adhesive systems has also been on the agenda. Even as, powdered calcium hydroxide conventionally used in direct pulp capping is the most reliable material; at the present time mineral trioxide aggregate is considered as the gold standard. Aim of this review is to evaluate new generation biocompatible base materials (liner and/or base) that used on exposed pulp or remained small amount of dentine over the pulp in order to maintain the vitality of the pulp.

Keywords: pulp capping, calcium hydroxide, adhesive, mineral trioxide aggregate, tricalcium silicate cement.

1. PULPA KAPLAMALARI

Travmaya uğramış (malokluzyon, atrizyon, abrazyon, erozyon, mekanik travma) veya derin çürük lezyonlarına sahip dişlere, pulpa vitalitesinin devam etmesi için vital pulpa tedavisi uygulanmaktadır. En çok uygulanan vital pulpa tedavisi prosedürü pulpa kaplamasıdır. Koronal pulpanın uzaklaştırılması ise

günümüzde pek tercih edilen bir tedavi seçeneği değildir.^{1,2} Çürüğün tamamen uzaklaştırılması sırasında çürük içermeyen, işleme bağlı (iatrojenik) veya travmatik yaralanmalarla, pulpanın açığa çıkma riski olan asemptomatik dişlerde, remineralize olabilen dekalsifiye dentin dokusunun veya ekspoz olmuş pulpanın biyouyumlu bir materyalle örtülmesi ve odontoblastların

*Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD



tersiyer dentin yapımının uyarılması işlemine "pulpa kaplamaları" adı verilir. İki tip pulpa kaplaması yöntemi vardır: İndirekt pulpa kaplaması ve direkt pulpa kaplaması.^{1,3}

1.1.İndirekt Pulpa Kaplaması

İndirekt Pulpa Kaplaması, derin çürük lezyonuna sahip dişlerde, çürüğün uzaklaştırılması sırasında veya mekanik travmayla meydana gelebilecek pulpa ekspozunu önlemek için kalınlığı tam olarak bilinmeyen, kalan dentin dokusunun biyouyumlu bir materyal ile örtüldüğü karmaşık bir tedavi şeklidir. Süt ve daimi dişlere uygulanır. Çürük temizleme işlemi esnasında pulpaya komşu bölgede bulunan etkilenmiş dentin (sert; fakat renkli dentin) uzaklaştırılmaz.^{2,3,4}

İndirekt pulpa kaplamalarının endikasyonları şunlardır: Dişte spontan ağrı olmamalıdır. (geri dönüşümlü pulpa iltihabı ve hiperemi). Sadece soğuğa karşı duyarlılık olabilir. Radyografik muayenede herhangi bir apikal patoloji görülmemelidir. Perküsyon ve palpasyonda ağrı olmamalıdır. Elektrikli pulpa testinde dişin vital olduğu tespit edilmelidir.^{1,2,4}

1.2.Direkt Pulpa Kaplaması

Operatif işlemler ile iatrojenik olarak veya travma ile ekspoz olan pulpanın, biyouyumlu bir materyal ile örtülmesi ve pulpa-dentin kompleksini uyararak tamir dentini yapımının teşvik edilmesi işlemine "direkt pulpa kaplaması" denir. Çoğunlukla daimi dişlere uygulanan bir tedavi şeklidir.^{2,3,5}

Direkt pulpa kaplamalarının endikasyonları şunlardır: Dişte spontan ağrı olmamalıdır (reversible pulpitis). Diş termal testlere normal cevap vermelidir, vital olmalıdır. Dişte perküsyon ve palpasyonda ağrı olmamalıdır. Radyografik muayenede herhangi bir apikal patoloji görülmemelidir. Ekspoz sahasının boyutu iğne ucu kadar (çapı 0.5 mm'den az) olmalıdır. Pulpanın açığa çıkması, travma olmadan gerçekleşmelidir. Travmaya bağlı ekpoz durumunda ise tedaviye gelene kadar geçen süre 24 saatten daha az olmalı ve ekspoz alanı 0.5 mm'den küçük olmalıdır. Ekspoz alanındaki kanama 3-5 dakika içinde kontrol edilebilmelidir. Ekspoz alanı kontamine olmamış ve kuru olmalıdır. Dişteki doku harabiyeti, vital pulpa tedavisinden sonra restore edilebilecek düzeyde olmalı ve kavitede hermetik bir kapama sağlanmalıdır. Ekspoz olan diş, kron köprü ayağı ya da parsiyel protez dayanağı olmamalıdır.^{1,3,6}

Pulpa kaplaması tedavisi ile pulpa, kimyasal ve fiziksel tehditlerden korunur. Pulpodental kompleks, bakterilerden mümkün olduğunca arındırılır. Çürüğün ilerlemesi önlenir. Primer odontoblastlar korunur. Pulpa-dentin birleşiminde tersiyer dentin yapımı uyarılır.^{1,3,4}

Pulpa kaplamalarında kullanılan materyaller, pulpa canlılığını devam ettirmelidir. Sekonder çürükleri önlemek için tercihen flor salınımı yapan pulpa kaplaması materyalleri kullanılabilir. Bakterisidal ya da bakteriyostatik olmalıdır. Dentine ve restoratif materyale adezyonu olmalıdır. Restorasyonun yerleştirilmesi sırasında veya restorasyonun ağızda kaldığı süre boyunca kuvvetlere karşı koyabilmelidir. Radyopak olmalıdır. Sızdırmaz bir kapama sağlamalıdır. Rezorbe olmamalıdır.⁷

2.İNDİREKT PULPA KAPLAMALARINDA KULLANILAN MATERYALLER

2.1.Kalsiyum Hidroksit İçerikli Patlar

İndirekt pulpa kaplamalarında en çok kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂] içerikli patlar kullanılır. Kendi kendine sertleşebilen (2.5–3.5 dk), radyopak, iki patlı bir materyaldir. Asit-baz reaksiyonu ile sertleşir. İçeriğinde kalsiyum ve çinko iyonları, reaktif polisilisilat sıvı, dilüe doldurucular, radyopasite sağlayan maddeler bulunur. pH' sı 9–11'dir.^{3,7,8}

Sertleşme reaksiyonu sonrası kalsiyum (Ca⁺) ve hidroksil (OH⁻) iyonlarına ayrışır. Bu iyonlar, dentin kanallarını bloke ederek dentin kanallarının geçirgenliğini azaltır.^{3,8}

OH⁻ iyonları sayesinde ekspoz bölgesi alkalin pH'a döner. Böylece, bakterilerin gelişimi ve dentin kanalcıklarına/pulpaya tekrardan girişleri önlenir (anti-bakteriyel etkisi). Ayrıca, dentin köprüsü yapımı uyarılır. Materyalin düşük dereceli iritan içeriği, pulpanın savunma mekanizmasını harekete geçirir. İltihap sonucu oluşan asidik reaksiyonlara karşı lokal bir tampon görevi görür. Böylece pulpanın canlılığının devam ettirilmesi sağlanır.^{6,7,8}

Ca(OH)₂, mineralizasyon için bir kaynak değildir. Materyalden ayrışan Ca⁺ iyonları, pulpa hücrelerini uyararak odontoblastlara farklılaşmalarını sağlar. Bazı durumlarda, kalsiyum seviyesi çok artarsa, pulpa kaplaması tedavisinden sonra, pulpa odasının fazla miktarda dentin oluşumu ile tıkanması meydana gelir. Bu



oluşum zamanla biriken tersiyer dentin miktarı ile ilgili değil, vital pulpadaki azalan kan desteği ile ilgilidir. Ayrıca, Ca⁺ iyonu, bakteri gelişimi için gerekli CO₂'in bu bölgeden uzaklaştırılmasını teşvik eder.^{3,9}

Dentine adezyonunun zayıf olması, kısa dönem etkilere sahip olması, mekanik olarak stabil olmaması (mekanik direncinin düşük olması), ağız sıvılarında zamanla çözünmesi (1-2 yıl), asitle pürüzlendirme işleminden sonra yapısının bozulması, tamir dentininde çoklu tünel varlığı, klinik kullanımında enflamasyonu artırması ve pulpa hücrelerine toksik etkisinin olması kalsiyum hidroksitin dezavantajları arasındadır. Bu durum, tedavinin uzun dönem başarısını olumsuz etkiler. Rezorbe olma özelliği dolayısıyla restorasyonda mikrosızıntıya neden olur. Böylece, bakteriler pulpaya ulaşır ve pulpa nekrozu meydana gelir.^{7,9,10}

2.2. Çinko Oksit Öjenol Simanlar

Çinko oksit öjenol, fiziksel ve kimyasal işlemlerin kombinasyonu şeklinde çinko öjenolat kristal matriksi arasına gömülmüştür. Sertleşmiş çinko oksit kristalleri oluşturarak donar. Kalsiyum öjenolat ve protein kompleksi oluşur.³

Direkt pulpa kaplamalarında açığa çıkmış pulpa üzerinde kullanımı uygun değildir. İndirekt pulpa kaplamalarında, derin dentine uygulandığında bakterisid etkisi vardır ve mikrosızıntıyı önler. Antienflamatuar etkisi dolayısıyla siklooksijenaz ve lipooksijenaz ürünlerinin (araşidonik asit) biyosentezini durdurur. Anestezik (sedatif) etkisi ile pulpadaki sinir aktivitesini inhibe eder. Vazodilatasyon etkisiyle toksik birikimi önler ve iritanları kısa sürede uzaklaştırır. Ancak kompozit restorasyonların altında kullanılması, materyalin polimerizasyonunu olumsuz yönde etkileyeceği için birlikte kullanımı kontrendikedir.³

2.3. Adeziv Sistemler

Kalsiyum hidroksit, uzun dönem sızdırmaz bir kapama sağlayamadığından zamanla kavite duvarlarında ve pulpada bakteri varlığı saptanabilir. Bu nedenle, araştırmacılar mikrosızıntıyı azaltan ve çözünmeyen alternatif pulpa kaplaması materyalleri üzerinde çalışmaktadırlar.¹¹

Self etch adeziv sistemler dentin tübülerine difüze olarak periferik sert dokuya güçlü adezyon gösterirler. Mikrosızıntıyı en aza indirirler. Bakterilerin pulpaya ulaşmasına engel olurlar. Böylece pulpa kendi kendine iyileşebilir. Ancak kalsifiye köprü oluşumunun

olmaması ve sitotoksitesi dezavantajları arasındadır.^{7,11,12}

Ekpoz olmuş veya olmamış enfekte kavitelere antibakteriyel ajan [MDPB (12- methacryloyloxy-dodecylpyridinium bromide)] eklenmiş self etch adezivler uygulandığında, pulpada şiddetli enflamasyon ve nekroz meydana gelmemiştir. Ayrıca, bakteri inhibisyonu görülmüştür. Bu nedenle, indirekt pulpa kaplamalarında kullanımı önerilmektedir.¹¹

Adezivlerin, direkt pulpa kaplamalarında kullanımında, adezivin tipine (self etch/etch-rinse), farklı uygulama tekniklerine (aşama sayısı) ve kimyasal bileşenleri göre (antibakteriyel ajan, rezin monomer) farklı derecelerde pulpa cevabı ve bakteri varlığı gözlenir.¹²

Self etch adezivler, etch-rinse adezivlere göre pulpa üzerinde daha olumlu sonuçlara sahiptir. Etch-rinse kullanımı ile pulpada kısa vadede orta dereceli enflamatuar yanıt ve bazen pulpa nekrozu ile görülebilir. Self etch adezivler ise direkt olarak pulpaya veya 0.5 mm kalınlığından daha az kalmış dentin üzerine yerleştirildiğinde, kan damarlarında dilatasyona ve konjesyona, pulpada hafif-orta şiddette enflamatuar cevaba neden olurlar. Ayrıca minimal pulpa doku tamiri meydana gelir.^{2,7,11,12}

Adeziv sistemlerde bulunan rezin monomerler (Bis-GMA, TEGDMA, kamforokinon, HEMA) yüzünden ekspoz sahasında kanama tetiklenebilir. Böylece bazı monomerlerin polimerizasyonu bozulabilir ve bu artık monomerler, tübüler aracılığıyla pulpaya ulaşır. Sonuçta pulpa enflamasyonu ve yabancı madde reaksiyonu tetiklenebilir.^{2,12}

2.4. Cam İyonomer-Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Sızdırmaz kapama sağlaması (antimikrobiyel özelliği), dentine bağlanması ve biyouyumluluğu, florür salma özelliği dolayısıyla, indirekt pulpa kaplamalarında kullanılır. Pulpa dokuları için sitotoksik olması, zayıf fiziksel özellikleri, yüksek çözünürlük göstermesi ve yavaş sertleşmesi dezavantajları arasındadır. Resin modifiye cam iyonomer siman, daha sitotoksik olması, pulpada kronik enflamasyon ve geniş nekrotik zon oluşturması ve yetersiz dentin yapımı dolayısıyla direkt pulpa kaplamalarında önerilmemektedir.^{2,7}

2.5. Polikarboksilat Simanlar

Antibakteriyel etkisi ve dentin köprüsü yapımı yetersizdir. Diş yapılarına kimyasal olarak bağlanır.⁷



Bu siman, potasyum nitrat (KNO_3) yani hassasiyet giderici ajan ile beraber kullanıldığında derin çürük lezyonlarında etkili bir liner veya geçici siman olarak (KNO_3 /çinko oksit öjenol) kullanılabilir. Dimethyl Isosorbide (DMI) de eklenerek KNO_3 'ün dentin tübüllerine yayılmasını kolaylaştırır. Böylece ağrıyı azaltır.¹³

3. DİREKT PULPA KAPLAMALARINDA KULLANILAN MATERYALLER

3.1. Kalsiyum Hidroksit

Sertleşmeyen, yumuşak ince bir tozdur. pH'sı 12.5'tir. Pulpa kaplamalarında distile su veya serum fizyolojik ile karıştırılarak kullanılır. Düşük sitotoksisiteye sahiptir.^{3,7}

Alkalin pH'sı dolayısıyla ekspoz pulpa üzerinde kostik etkisi vardır. Pulpanın en üst tabakasındaki hücreleri öldürür. Böylece, üç katlı bir nekroz tabakası oluşur. En üstte yer alanına obliterasyon zonu denir. Kalsiyum hidroksit parçaları, kan pıhtısı, kanama ve kan pigmentleri içerir. İkinci tabaka ise koagülasyon ve lifefaksiyon nekroz zonudur. Obliterasyon zonundaki OH⁻ iyonlarının nötralle olup kimyasal etkinin zayıflamasıyla meydana gelir. Koagülasyon nekroz zonunun en derin seviyesi ile vital pulpa dokusu arasındaki sınır çizgisi ise, demarkasyon hattı olarak adlandırılır.^{3,13}

Materyalin, pulpa ile direkt teması sonrasında pulpada enzimatik aktivite durmaktadır. Bu aktivite ancak 7 gün sonra yeniden başlar. Demarkasyon hattının altındaki farklılaşmamış mezensim hücreleri odontoblastlara dönüşür. Bu hücreler önce kollajeni sentezler. Bu doku, kalsifiye olur ve dentine dönüşür. 21 günde dentin köprüsü meydana gelir. Bu yeni farklılaşan hücrelerdeki enzim faaliyetinin orijinal hücrelerdeki düzeye ulaşması 28. günde olmaktadır. Mineralizasyon işlemi ise 12 ay boyunca devam eder.^{2,13}

Dentin köprüsü oluşumu, pulpanın devamlılığının korunmasında bir kriter değildir. Dentin köprüsü oluşsa bile, materyal klinik olarak 1-2 yıl içerisinde belli oranda çözündüğü için sert doku, tüneller içeren düzensiz bir yapıda olmaktadır. Böylelikle, mikrosızıntı yoluyla pulpaya bakteri geçişi olabileceği bildirilmiştir.¹⁴

3.2. Mineral Trioksit Agregate (MTA)

MTA, trikalsiyum silikat bazlı biyoaktif bir materyaldir. Toz halindeki üç kimyasalın mekanik olarak karıştırılması ile elde edilir: Portland Simanı (PC, % 75), bizmut oksit (radyopasite) ve alçı taşı. PC,

materyalin ana maddesidir. İçeriğinde kalsiyum oksit, kalsiyum fosfat, silika, alumina da bulunur. Bundan dolayı, MTA'ya radyopak Portland Simanı da denilmektedir.^{15,16}

Geleneksel olarak kalsiyum hidroksit, direkt pulpa kaplamaları için kullanılan en güvenilir materyal iken günümüzde MTA altın standart olarak kabul edilir.¹⁷

Ekspoz pulpayı sızdırmaz bir şekilde kapatır. Düşük çözünürlük gösterir. Biyouyumluluğu iyidir. Sınırlı pulpa nekrozu yapar. Daha az sitotoksiktir.^{15,16,18}

Üreticinin önerileri doğrultusunda, 3:1 oranında steril su ile karıştırılarak hazırlanır. Su-toz oranının artmasıyla, materyalin çözünürlüğü ve porözitesi artar. Su ile karıştırıldıktan sonra oksijen miktarının artmasıyla materyal, anaerobik mikroorganizmalar üzerine etkili olur. NaOCI jel ya da % 5'lik $CaCl_2$ ile karıştırıldığında sertleşme süresi kısılır.³

Başlangıç pH'sı 10,2 iken sertleştikten sonra 12'ye ($Ca(OH)_2$ 'nin pH değeri ile benzer) yükselir. 3-4 saatte sertleşir. Higroskopik (nemi çeken) özelliği sayesinde, sertleşmesi kandan ve serum sıvısından etkilenebilir. Çevre dokulardaki nem, materyalin içindeki kimyasal reaksiyon için aktivatör görevi görür.^{15,16,19}

Toz MTA, yüksek pH'dan sorumlu olan $Ca(OH)_2$ içermez. Su ile karıştırıldıktan sonra hidrate olarak kalsiyum silikat hidrat ve kalsiyum hidroksiti üretebilir. Pulpa dokusuyla temas eden kalsiyum hidroksit, apatit kristallerinin (kalsit) oluşumunu ve depolanmasını sağlar. Sentetik doku sıvısı içinde hidroksiapatit çökmesi, kalsiyum silikat simanların ortak özelliğidir.^{20,21}

MTA, kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında daha hızlı (2 hafta), daha kalın ve daha az poröz yapıda dentin köprüsü oluşturur. Ayrıca, daha yüksek miktarlarda Ca^{+} iyonu salar. Antibakteriyel özelliği daha zayıftır. Daha az sıklıkla pulpa nekrozuna neden olduğu ve oluşan nekrozların ise kısa dönem değil, uzun dönemde meydana geldiği bildirilmiştir.^{3, 22, 23}

Uzun sertleşme süresi, ekspoz sahasına taşınmasının ve uygulamasının zor olması (kohezyonunun az olması, kumlu yapıda olması), pahalı olması, dişte renklenmeye yol açması gibi bazı dezavantajlara sahiptir.^{3,15,24}

İlk geliştirilen gri renkli MTA, içeriğindeki tetra kalsiyum alumino ferrit (demir bağlayıcı mineral) dolayısıyla dişte boyanmaya neden olmaktadır. Bu nedenle beyaz renkli MTA piyasaya sürülmüştür. Ancak bunun dezavantajı ise, daha uzun sürede sertleşmesidir.³



Bidar ve ark.²⁵'nin histopatolojik çalışmalarına göre, ekspozite pulpa beyaz veya gri MTA ve beyaz veya gri Portland simanı ile kapatıldığında örneklerin hiç birinde akut enflamasyon gözlenmemiştir. Kronik enflamasyon ise en çok beyaz Portland simanında görülmüştür. En az kalsifiye doku ise beyaz MTA'da izlenmiştir.

Al-Hezaimi ve ark.²⁶'nın babunlarda yaptıkları çalışmada, Ca(OH)₂, beyaz MTA ve beyaz Portland simanın pulpada oluşturdukları cevaplar değerlendirilmiş ve diğer materyallerle karşılaştırıldığında Portland simanında oluşan tamir dentinin sadece kalınlığının farklı olduğu ancak kalitesinin diğerleri ile aynı olduğu bulunmuştur.

Wadajkar ve ark.²⁷ Dycal, ProRoot MTA, ve Super-Bond C&B sitoksisitesini değerlendirmişlerdir. Bu materyallerin ekspozite pulpa üzerine uygulandıklarında ilk etapta aynı sitotoksik etkiye sahip olduklarını, materyaller sertleştikten sonra ise Super-Bond C&B'nin diğerlerine göre daha az sitotoksik olduğunu bildirmişlerdir.

3.3. Biodentine

Biodentine (Ca₃SiO₅), Portland simanından elde edilmiş trikalsiyum silikat esaslı dentin restorasyon materyalidir. Azaltılmış sertleşme süresi (12 dk), güçlendirilmiş mekanik özellikleri ve uygulama kolaylığı (vizkozitesi fazla) ile MTA'ya alternatif olarak üretilmiştir.^{7,20,28}

Biodentine tozunun içeriğinde trikalsiyum silikat, zirkonyum oksit (kontrast madde) ve kalsiyum karbonat; likitinde ise su, kalsiyum klorit (sertleşmeyi hızlandırır ve suyu azaltır) ve modifiye polikarboksilat (vizkozite özelliği) bulunur. Toz ve bir damla likit, 30 sn boyunca amalgamatörde karıştırılır. Kaviteye tedavi öncesinde hiçbir işlem uygulamadan, direkt olarak plugger veya bir spatül yardımıyla kütleli şekilde yerleştirilir. Resin modifiye cam iyomer simanla beraber açık sandviç tekniğinde kullanılır.^{20, 29, 30}

Su ile karıştırıldığında MTA'ya benzer şekilde hidrate olarak Ca(OH)₂ üretir. Ca(OH)₂, doku sıvıları ile temasa geçtiğinde hidroksiapatit oluşumunu sağlamaktadır.^{10,18,31}

MTA Angelus ProRoot MTA' da bulunan kalsiyum sülfat dehidratı içermez. Daha kısa sertleşme süresine sahiptir (10 dk). Daha az bizmut oksit içerdiğinden dolayı daha az radyopaktır. Biodentine, MTA Angelus ile karşılaştırıldığında daha kalın dentin

köprüsü oluşturur, enflamatuar pulpa cevabını engeller, daha yüksek dayanıma ve modüluse sahiptir.^{10,15,18}

Biodentine, Ca(OH)₂'ye göre daha az çözündüğü için daha sızdırmaz kapama sağlar. Ayrıca, Biodentine ve MTA, Dycal'a göre daha fazla Ca+ ve OH- iyonu salar.¹⁸

Poggio ve ark.³¹ in vitro olarak Biodentine, Dycal, ProRoot MTA ve MTA-Angelus'un biyouyumluluğunu incelemişler ve Biodentine ve MTA-içerikli ürünlerin, kalsiyum hidroksite göre daha düşük sitotoksosite gösterdiğini bildirmişlerdir.

3.4. Işıklı Sertleşen Trikalsiyum Silikat Siman

Işıklı sertleşen kalsiyum hidroksit esaslı pulpa kaplama materyallerine alternatif olarak kalsiyum silikat dolduruculu resin modifiye pulpa kaplaması materyalleri piyasaya sürülmüştür.³²

Işıklı sertleşen bu resin modifiye trikalsiyum silikat simanın içeriğinde % 45 beyaz mineral materyali (tip III Portland simanı), % 10 beyaz radyopak madde, % 5 beyaz hidrofilik kalınlaştırıcı ajan (dumanlı silika -baryum zirkonat) ve yaklaşık olarak % 45 resin bulunur. Resin içeriği, hem hidrofobik monomerlerden (UDMA, BisGMA, TriEDMA/ TEGDMA) hem de hidrofilik monomerlerden (HEMA, PEGDMA) oluşur. İçerdiği kalsiyum silikat ile apatit kristallerinin formasyonunu indükleyebilmektedir. Sertleşmeden sonraki 3. saat-3. gün arasında pH 10-11 iken, 7-14. günler arasında pH 8-8.5'a düşer.^{10,32,33}

İndirekt ve direkt pulpa kaplamalarında kullanılır. Ayrıca kompozit, amalgam, siman ve diğer materyallerin altında liner olarak da kullanılmaktadır. Uygulandığı alanı sızdırmaz bir şekilde kapatır.^{7, 33}

Biodentine ile karşılaştırıldığında, hidrasyon sonucunda daha az miktarda kalsiyum salar. Fakat kalsiyum hidroksit üretemez. Materyalin hidrasyonu için gerekli suyu içermez. Ortamda bulunan suyu difüzyon yolu ile kullanır. Ayrıca resin monomerler pulpada olumsuz reaksiyonlara yol açabilirler.¹⁵

Trikalsiyum silikat bazlı bir materyal olan ProRoot MTA ve Dycal ile karşılaştırıldığında ise, daha fazla miktarda kalsiyum salar ve daha az çözünürlük gösterir.^{23,33}

3.5. Kalsiyum Fosfat

Kendi kendine sertleşebilen toz ve likitten oluşan biyoaktif bir materyaldir. Çözünürlüğüne göre



iki tipe ayrılır: trikalsiyum fosfat α ve β (çözülebilir) ve hidroksiapatit (çözülemez). Bunlar organik asit solusyonları ile karıştırılarak kullanılır. Karıştırıldığında öncelikli olarak hidroksiapatiti oluştururlar.^{34, 35}

Kalsiyum hidroksitten daha yüksek fiziksel özelliklere sahiptir. Yük gelen alanlarda bile sıkışma dayanımının orta düzeydedir. Pulpayı uyararak tersiyer dentin yapımını sağlar. Bu sebepten pulpa kaplamalarında ya da bir materyal altında liner olarak kullanılabilir.^{34, 36}

Trikalsiyum fosfat siman, düşük reaktivite gösteren ve çözünebilir biyoseramik bir materyaldir. Kalsiyum salabilmesi ve biyouyumluluğu sayesinde odontoblastları uyarır ve böylece dentin köprüsü yapımını sağlar.³⁷

Trikalsiyumfosfat, poröz yapısı dolayısıyla sızdırmaz bir şekilde kapama yapamadığı için bakteriyel infiltrasyona rastlanmıştır. Bu nedenle pulpa kaplaması materyali olarak kullanılmaması önerilmektedir.¹⁴

Hidroksiapatit, sentetik kalsiyum fosfat seramiklerin termo dinamik olarak en kararlı olanıdır. Biyouyumluluğu iyidir. pH'sı 7'dir (nötral). Yeni oluşan mineralize doku için iskelet yapı görevi görür. Yüzeysel pulpa nekrozu ile beraber orta derecede enflamasyon gözlenir. Jaber ve ark., çalışmasına göre, pulpada akut enflamasyon ve distrofik kalsifikasyon görülmesi nedeniyle, pulpa kaplama materyali olarak kullanılmaması gerektiği bildirilmiştir.³³

Tetrakalsiyum fosfat, düşük ısıda sertleşebilen yeni kalsiyum fosfat simanıdır. Yüzeysel pulpa nekrozu ve pulpa enflamasyonu olmadan dentin köprüsü yapımını uyardığı bildirilmiştir. Kalsiyum hidroksit ile karşılaştırıldığında trikalsiyum fosfat + hidroksiapatit karışımının en iyi dentinojenik etkiyi gösterdiği bildirilmiştir.^{7, 35}

3.6. Endosequence Root Repair Material (ERRP)

Kalsiyum silikat, tek bazlı kalsiyum fosfat, zirkonyum oksit, tantalum oksit, kalınlaştırıcı ajanlar ve özel doldurucular içerir.⁷

MTA-Angelus, Brasseler Endosequence Root Repair Putty (ERRP), Dycal ve Ultra-blend Plus (UBP)-CaOH bazlı, içeriğine uretan dimetakrilat rezin (UDMA) eklenmiş, ışıkla sertleşen tek patlı sistem'in sitotoksitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, ERRP ve UBP'nin sitotoksitesini en az olan materyaller olduğu bildirilmiştir.⁷

3.7. Kalsiyumdan Zengin Karışım (CEM)

CEM, diş renginde su bazlı bir simandıdır. Kalsiyum oksit, kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat, kalsiyum silikat, kalsiyum sülfat, kalsiyum hidroksit ve kalsiyum klorit gibi kalsiyum içeren bileşiklerden oluşur. Bu maddeler, sert doku oluşumunu uyarırlar. Sitotoksik değildirler. Antimikrobiyal ve sızdırmaz kapama özelliği kalsiyum hidroksite benzemektedir. Kimyasal içeriği MTA'dan farklı olmasına rağmen, klinik uygulamaları benzerdir. Daha kısa sürede sertleşmesi, daha akışkan olması ve film kalınlığının daha az olması sebebiyle MTA'ya alternatif olarak düşünülmektedir.^{13,38}

Zarrabi ve ark.'nın çalışmasına göre ise MTA ile CEM'in dentin köprüsü yapımı ve odontoblast hücrelerinin dentin köprüsü altındaki yan yana dizilimi benzerdir.^{39, 40}

3.8. Büyüme Faktörleri

3.8.1. Mine matriks proteini (Emdogain)

Mine matriks proteini, diş gelişimi esnasında dentin, aselüler sement, periodontal ligament ve alveolar kemik oluşumunda rol oynar. İnsan mine proteinine benzeyen gelişmekte olan domuz dişlerinden elde edilir. Amelogenin, mine matriks proteininin ana bileşenidir. Dentinogenesis esnasında pulpanın gelişimi ve maturasyonunda yer alır.^{13, 38, 41}

Hücrelerde proliferasyonu, pulpa iyileşmesi, sert doku oluşumu görülür. Bu rejeneratif olaylar odontogenesisi taklit eder. Klasik pulpa iyileşmesindeki gibi ekspoze pulpa üzerinde belirgin tamir dentini benzeri doku oluşur. Sadece minimal düzeyde enflamasyon görülür. Bu yüzden direkt pulpa kaplamalarında kullanımını düşünülmüştür.^{22, 38, 41}

Yazarlar emdogain jelin, propilen glikol aljinat jelde çözünmesi sebebiyle sert doku oluşumunda etkisiz olduğunu ve sızdırmaz bir kapama sağlamadığını belirtmişlerdir. MTA ile kombine kullanıldığında, tek başına MTA kullanımına göre pulpa hücrelerinin odontoblast benzeri hücrelere farklılaşması daha hızlı olmaktadır. O yüzden tek başına kullanılması önerilmemektedir.³⁸

Al-Hezaimi ve ark.⁴¹ babun pulpalarında, Emdogain ile 3 pulpa kaplaması materyalini (kalsiyum hidroksit, ProRoot beyaz MTA, beyaz Portland simanı) beraber kullanarak oluşan tamir dentinini değerlendirmişlerdir. Emdogain ile MTA beraber kullanıldığında,



Emdogain'in kalsiyum hidroksitle beraber kullanıma göre daha iyi kalitede tamir dentini oluşturduğunu bulmuşlardır.

3.8.2. Dentin matriks proteini 1 (DMP1)

DMP1, fosforilize edilmiş dentinin non kollajen ekstraselüler matriksini oluşturan bir proteindir. Dentinogenesis esnasında kök hücrelerin odontoblast benzeri hücrelere farklılaşmasını uyarır. Dentinin biyomineralizasyonunda önemli rol oynar.⁵

Kalsiyum hidroksitle karşılaştırıldığında, ekspoze pulpa üzerine yerleştirildiğinde daha belirgin dentin köprüsü oluşturduğu bildirilmiştir.⁵

3.8.3. Değişim büyüme faktörleri (TGF-β1) ve İnsülin benzeri büyüme faktör 2 (IGF-2)

Pulpa hücrelerinin odontojenik farklılaşmasını ve dentin yapımını uyarır. Pulpa dokusunu, restorasyon materyallerinin toksisitesine karşı dirençli hale getirir. Bu sebepten pulpa kaplamalarında kullanımı düşünülmüştür.

Yukarıda bahsedilen büyüme faktörlerinin tamamı, pulpa odasının sınırlı bir hacme sahip olması ve fazla miktarda büyüme faktörünün kullanımı ile aşırı dentin yapımına sebep olabilir. Ayrıca bu materyaller pahalıdır, depolanma ve saklama koşulları zordur. Bu da kullanımlarını sınırlar.³⁸

3.9. Propolis

Bal arılarının, ağaçlar ve yaprak tomurcuklarında bulunan çatlaklardan topladıkları reçinelerden oluşan antimikrobiyal ve anti-enflamatuar etkili bir ajandır. Genel olarak, % 50 reçine ve bitkisel balsam, % 30 balmumu, % 10 esansiyel ve aromatik yağlar, % 5 polen ve % 5 diğer maddelerden oluşur. Propolis içindeki en etkili farmakolojik bileşen flavonoidlerdir. Antioksidan, anti- bakteriyel, anti-fungal, anti-viral ve anti-enflamatuar özelliklere sahip iyi bilinen bitki bileşikleridir. TGF-β salınımını ve pulpa hücrelerinin kollajen sentezini uyarması pulpa kaplamalarında kullanımı için umut vericidir.⁴²

Ahangari ve ark.⁴² propolis ve CaOH'i karşılaştırdıkları in vivo çalışmaya göre, propolis pulpa enflamasyonu, nekroz ve enfeksiyon geliştirmediğini ve kaliteli tübüler dentin yapımını sağladığını bildirmişlerdir.

3.10. Pulpa Kaplamasında Lazer Uygulamaları

Pulpa kaplaması materyalinin ekspoz sahasına yerleştirilmesinden sonra kanama tekrar başlayabilir. Bu durum, hem adeziv sistemlerin polimerizasyonunu etkileyerek mikrosızıntıya yol açar

hem de pulpa kaplama materyallerinin sızdırmazlığını bozarak ekspoz sahasında bakteri varlığına ve bakteri invazyonuna neden olabilir. Bu yüzden, pulpa kaplamalarında lazerlerin (CO₂ ve diode) kullanımı gündeme gelmiştir.⁴³

Bu amaçla kullanılan düşük enerjili lazerler, dokunun iltihabi cevabını azaltabilmektedir. Ancak, analjezik mekanizması henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu özelliğinin serotonin, asetilkolin gibi maddelerin, histamin ve prostaglandin gibi mediyatörlerin sentezi, salınması ve metabolizması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca endojenöz endorfin sentezini uyarır, C tipi sinir liflerinin ve bradikinin aktivitesini azaltır ve ağrı eşliğini değiştirir.⁴⁴

CO₂ lazer (dalga boyu 10.6 λm), fototermal (irreversible) etkisi ile vaporezasyon, karbonizasyon, hemokoagülasyon, protein denaturasyonu gibi yumuşak doku yüzeyinde morfolojik değişikliklere neden olur. Fotoaktif etkisi (reversible) ile ağrıyı ve enflamasyonu azaltır, odontoblast benzeri hücrelerin farklılaşmasını ve tamir dentini oluşumunu sağlar. En önemli özelliği termal etkisi ile ekspoz sahasını steril etmesi, skar oluşurması, hemostazı sağlamasıdır.⁴³

3.11. Bazı İlaçlar

Ledermix patı, kortikosteroid / antibiyotik ve kalsiyum hidroksitin karıştırılması ile elde edilen bir materyaldir. Kortikosteroidler, dentinogenesisi inhibe eder. Kalsiyum hidroksitin enflamatuar sürecini baskılayarak etkisini geliştirir. Ayrıca, kortikosteroid/ antibiyotik eklenmesi, kalsiyum hidroksitin pulpa vitalitesini devam ettirmesini sağlar.¹³

Statinler (Simvastatin), hiperlipidemide kullanılan kolesterol ilaçlarıdır. Anti- enflamatuardır. Ayrıca, pulpa hücrelerinin odontojenik farklılaşmasını uyarır. Bu yüzden, pulpa kaplamalarında etkili bir materyal olduğu düşünülmektedir.^{9, 45}

Aminabadi ve ark.⁹ direkt pulpa kaplamasında Ca(OH)₂ ve simvastatin kullanıldığında pulpa-dentin kompleksinin reaksiyonunu incelemişlerdir. Statin kullanımında enflamasyon görülmediğini ve Ca(OH)₂'ye göre daha düşük oranda sert doku oluştuğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ

İndirekt pulpa kaplamalarında en çok kendi kendine sertleşebilen kalsiyum hidroksit $[Ca(OH)_2]$ içerikli patlar kullanılır. Ancak $Ca(OH)_2$ 'nin mikrosızın-tıyı önleye- memesi, dentin dokularına adezyonunun olmaması ve zamanla çözünmesi gibi dezavantajları nedeniyle adeziv sistemler gibi alternatif pulpa kaplaması materyallerinin kullanımı gündeme gelmiştir. Çinko oksit öjenol simanlar ise hem bakterisidal hem de analjezik özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir. Ancak kompozit restorasyonların altında kullanılması, materyalin polimerizasyonunu olumsuz yönde etkileyeceği için birlikte kullanımı kontrendikedir.

Geleneksel pulpa kaplaması materyali olan toz kalsiyum hidroksit, direkt pulpa kaplamalarında kullanılan en güvenilir materyal iken günümüzde MTA altın standart olarak kabul edilir. Ancak, uzun sertleşme süresi, ekspoz sahasına taşınmasının ve uygulamasının zor olması (kohezyonunun az olması, kumlu yapıda olması), pahalı olması, dişte renklenmeye yol açması, diğer materyallerle uyumsuzluğu gibi dezavantajları nedeniyle yeni nesil trikalsiyum silikat simanlar (Biodentine ve MTA plus) piyasaya sunulmuştur.

Derlememizde de bahsedildiği üzere, günümüzde restoratif diş hekimliğinde kullanılmaya başlanan yeni materyallerin de pulpa kaplaması tedavisinde alternatif olabileceği düşünülmektedir. Ancak bunun için uzun süreli klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ, Sturdevant's art and science of operatif dentistry, 5.ed, Güneş Tıp Kitapevleri Ankara, 2011.
2. Ghodusi J, Forghani M, Parisay I. New approaches in vital pulp therapy in permanent teeth. Iran Endod J 2014; 9:15-22.
3. Alaçam T. Endodonti, Dentin ve pulpa tedavileri, 2.ed, Barış Yayınları Ankara, 2000, p. 201-23.
4. Țuculină MJ, Răescu M, Dascălu IT, Popescu M, Andreescu CF, Dăguci C, Cumpătă CN, Nimigean VR, Baniță IM. Indirect pulp capping in young patients: immunohistological study of pulp- dentin complex. Rom J Morphol Embryol 2013; 54:1081-6.
5. Shigetani Y, Yoshiba K, Kuratate M, . Takei E, Yoshiba N, Yamanaka Y, Ohshima H, Okiji T. Temporospacial localization of dentine matrix protein 1 following direct pulp capping with calcium hydroxide in rat molars. Int Endod J 2015;48:573-81.
6. Orhan E. Farklı direkt kuafaj materyallerinin pulpaya etkilerinin stereolojik yöntemle incelenmesi. Doktora tezi 2011. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Endodonti Anabilim Dalı, Isparta.
7. Qureshi A, Soujanya E, Nandakumar, Pratapkumar, Sambashivarao. Recent advances in pulp capping materials: an overview. J Clin Diagn Res 2014; 8: 316-21.
8. Yalcin M, Arslan U, Dunder A. Evaluation of antibacterial effects of pulp capping agents with direct contact test method. Eur J Dent 2014; 8:95-9.
9. Aminabadi N, Maljaei E, Erfanparast L, Ala Aghbali A, Hamishehkar H, Najafpour E. Simvastatin versus calcium hydroxide direct pulp capping of human primary molars: a randomized clinical trial. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects 2013;7: 8-14.
10. Poggio C, Arciola CR, Beltrami R, Monaco A, Dagna A, Lombardini M, Visai L. Cytocompatibility and antibacterial properties of capping materials. ScientificWorldJournal. 2014;2014:181945. doi: 10.1155/ 2014/181945.
11. Chun C, Zhou XN, Chen WM. Self-etching adhesives: possible new pulp capping agents to vital pulp therapy. Front Med 2014;5:77-9.
12. Nowicka A, Parafiniuk M, Lipski M, Lichota D, Buczkowska-Radlinska J. Pulpo-dentin complex response after direct capping with self-etch adhesive systems. Folia Histochemica Cytobiol 2012;50:565-73.
13. Gudkina J, Mindere A, Locane G, Brinkmane A. Review of the success of pulp exposure treatment of cariously and traumatically exposed pulps in immature permanent incisors and molars. Stomatologija 2012;14:71-80.
14. Cox CF, Bogen G, Kopel HM, Ruby JD. Repair of pulpal injury by dental materials in: dental pulp.2.ed, Quintessence Publishing Co Inc. Chicago 2002; 325-43.
15. Camilleri J, Laurent P, About I. Hydration of biodentine, theracal LC, and a prototype tricalcium silicate-based dentin replacement material. J Endod 2014; 40:1846-54.



16. Song M, Kang M, Kim H, Kim E. A randomized controlled study of the use of proroot mineral trioxide aggregate and endocem as direct pulp capping materials. *J Endod* 2015;41:11-5.
17. Yang Y, Huang L, Dong Y, Zhang H, Zhou W, Ban J, Wei J, Liu Y, Gao J, Chen J. In vitro antibacterial activity of a novel resin-based pulp capping material containing the quaternary ammonium salt MAE-DB and portland cement. *PLoS One*. 2014; 12;9:e112549.doi: 10.1371/journal.pone.0112549. eCollection 2014.
18. Tziafa C, Koumpia EK, Papadimitriou S, Tziafas D. Dentinogenic responses after direct pulp capping of miniature swine teeth with biodentine. *J Endod* 2014;40:1967-1971.
19. Danesh F, Vahid A, Jahanbani J, Mashhadiabbas F, Arman E. Effect of white mineral trioxide aggregate compared with biomimetic carbonated apatite on dentine bridge formation and inflammatory response in a dental pulp model. *Int Endod J* 2012;45: 26-34 .
20. Zhu L, Yang J, Zhang J, Peng B. A comparative study of bioaggregate and proroot mta on adhesion, migration, and attachment of human dental pulp cells. *J Endod* 2014; 40:1118-23.
21. Faraco IM, Holland R. Response of the pulp dogs to capping with mineral trioxide aggregate or a calcium hydroxide cement. *Dent Traumatol* 2001;17: 163-6.
22. Güven EP, Yalvaç ME, Şahin F, Yazıcı M, Rizvanov AA, Bayırlı G. Effect of dental materials calcium hydroxide-containing cement, mineral trioxide aggregate, and enamel matrix derivative on proliferation and differentiation of human tooth germ cells. *J Endod* 2011;37:650-6.
23. Camilleri J. Hydration characteristics of biodentine and theracal used as pulp capping materials, *Dent Mater* 2014;30:709-15.
24. Noh YS, Chung SH, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee WC, Shon WJ, Rhee SH. Mechanical properties and microstructure analysis of mineral trioxide aggregate mixed with hydrophilic synthetic polymer. *J Biomed Mater Res B:Applied Biomaterials* 2014;103:777-82.
25. Bidar M, Naghavi N, Mohtasham N, Sheik-Nezami M, Fallahrastegar A, Afkhami F, Attaran Mashhadi N, Nargesi I. Mineral trioxide aggregate and portland cement for direct pulp capping in dog: a histopathological evaluation. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2014;8:134-40.
26. Al-Hezaimi K, Salameh Z, Al-Fouzan K, Al Rejaie M, Tay FR. Histomorphometric and micro-computed tomography analysis of pulpal response to three different pulp capping materials. *J Endod* 2011;37: 507-12.
27. Wadajkar AS, Ahn C, Nguyen KT, Zhu Q, Komabayashi T. In vitro cytotoxicity evaluation of four vital pulp therapy materials on I929 fibroblasts. *ISRN Dentistry* 2014; Article ID 191068. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/191068>.
28. Pérard M, Le Clerc J, Watrin T, Meary F, Pérez F, Tricot-Doleux S, Pellen-Mussi P. Spheroid model study comparing the biocompatibility of Biodentine and MTA. *J Mater Sci Mater Med* 2013; 24: 1527-34.
29. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Tutak KS, Lichota D, Kosierkiewicz A, Kaczmarek W, Buczkowska-Radlińska J. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2013; 39:743-7.
30. Camilleri J. Investigation of biodentine as dentine replacement material. *J Dent* 2013; 41:600-10.
31. Poggio C, Ceci M, Dagna A, Colombo M, Chiesa M. Biocompatibility of a new pulp capping cement. *Ann Stomatol (Roma)* 2014;5:69-76.
32. Küşükyılmaz E, Botsalı MS, Sarı T, Savaş S, Özkan B. Kalsiyum silika içerikli pulpa kaplama materyalinin ışık kaynağının üç farklı modu ile polimerizasyonu esnasında oluşan ısı artışının incelenmesi. *Atatürk Üniv. Diş Hek Fak Derg* 2014; 24: 178-84.
33. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Chemical-physical properties of theraCal, a novel light-curable mta-like material for pulp capping. *Int Endod J* 2012;45:571-9.
34. Lee SK, Lee SK, Lee SI, Park JH, Jang JH, Kim HW, Kim EC. Effect of calcium phosphate cements on growth and odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. *J Endod* 2010;36:1537-1542.
35. Al-Sanabani JS, Madfa AA, Al-Sanabani FA. Application of calcium phosphate materials in dentistry. *Int J Biomater* 2013; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/876132>.
36. Lee JB, Park SJ, Kim HH, Kwon YS, Lee KW, Min KS. Physical properties and biological/odontogenic effects of an experimentally developed fast-setting



- α -tricalcium phosphate- based pulp capping material. BMC Oral Health. 2014 Jul 11;14:87. doi: 10.1186/1472-6831-14-87.
37. Garcia AG, Carneiro MBH, Silva GA, Ferreira LS, Vieira LQ, Marques MM, Sinisterra RD, Cortes ME. In vitro and in vivo evaluation of the biocompatibility of a calcium phosphate/poly(lactic-co-glycolic acid) composite. J Mater Sci: Mater Med 2012; 23:1785–96.
38. Kim JG, Son KM, Park HC, Zhu T, Kwon JH, Yang HC. Stimulating effects of quercetin and phenamil on differentiation of human dental pulp cells. Eur J Oral Sci 2013;121:559–65.
39. Zarrabi MH, Javidi M, Jafarian AH, Joushan B. Histologic assessment of human pulp response to capping with mineral trioxide aggregate and a novel endodontic cement. J Endod 2010;36:1778–81.
40. Zarrabi MH, Javidi M, Jafarian AH, Joushan B. Immunohistochemical expression of fibronectin and tenascin in human tooth pulp capped with mineral trioxide aggregate and a novel endodontic cement. J Endod 2011;37:1613–8.
41. Al-Hezaimi K, Al-Tayar BA, BaJuaifer YS, Salameh Z, Al-Fouzan K, Tay FR. A hybrid approach to direct pulp capping by using emdogain with a capping material. J Endod 2011;37:667-72.
42. Ahangari Z, Naseri M, Jalili M, Mansouri Y, Mashhadiabbas F, Torkaman A. Effect of propolis on dentin regeneration and the potential role of dental pulp stem cell in guinea pigs. Cell J 2012;13:223-8.
43. Suzuki M, Ogisu T, Kato C, Shinkai K, Katoh Y. Effect of CO2 laser irradiation on wound healing of exposed rat pulp. Odontology 2011; 99: 34-44.
44. Sierra S, Deana A, Bussadori S, Costa da Mota A, Motta L, Ferrari R, Schalch T, Fernandes S. Effect of low-intensity laser treatment on pain after extraction of impacted mandibular third molars: a randomised, controlled, clinical trial. Br J Oral Maxillofac Surg 2015; [http://dx.doi.org/ 10. 1016/j.bjoms.2015.09.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2015.09.006).
45. Lee SY, Min KS, Choi GW, Park JH, Park SH, Lee SI, Kim EC. Effects of simvastatin and enamel matrix derivative on portland cement with bismuth oxide-induced growth and odontoblastic differentiation in human dental pulp cells. J Endod 2012; 38: 405-10.

Yazışma Adresi

Doç.Dr.Duygu Tuncer
Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
82.sokak No:26
06490 – Bahçelievler / ANKARA
Tlf: (312) 203 00 00
Faks: (312) 2466615
e-mail: dtduygutuncer@gmail.com

