

Bölüm 3

Endodontik Cerrahide Yenilikler

Bilge ÖZCAN¹

Arif Yiğit GÜLER²

GİRİŞ

Başarılı endodontik tedavi kök kanal sistemlerinin kompleks oluşuna ve klinisyenin klinik başarı ve yetkinliğine bağlıdır. Endodontik cerrahi tüm kök kanalı yenileme seçeneklerinin tükendiği durumlarda tercih edilen bir tedavi seçeneğidir. Klinik olarak ağrı, şişlik, fistül varlığı ve periapikal radyölüseni gibi semptomlarda endodontik cerrahi endikasyonu vardır. Apikal rezeksiyon, cerrahi olmayan endodontik tedavi ile iyileşmeyen apikal periodontitis vakalarına uygulanan bir tedavi türüdür. Endodontik tedavinin başarısızlığına sebep olabilecek aksesuar kanalla ve patolojik dokular dışın apikal kısmı ile cerrahi olarak alınır. (1)

Geleneksel endodontik tedaviler ile yüksek başarı oranları yakalansada vakaların %5-10 unda apikal rezeksiyon gerekebilmektedir. Apikal cerrahi mikrocerrahi aletler kullanıldığı takdirde kompleks kanal anatomisi, ekstra radiküler enfeksiyon, cerrahi olmayan endodontik tedavi sonrası yetersiz iyileşme gösteren vakaların tedavisinde yüksek başarı göstermiştir. (2)

Son yıllarda apikal rezeksiyonda kullanılan kavram ve prosedürlerde büyük değişiklikler olmuştur. Bu değişimler operasyon sahasının vizüalizasyonu ve operasyon sahasına yaklaşım, aletlerin boyutu, ultrasonik uçların kullanımı, sütür malzemeleri ve cerrahi teknikler ile ilgilidir. Mikro cerrahi aletler ve operasyon mikroskobunun kullanımı ile apikal rezeksiyon işleminin başarısı artmıştır. (3)

Endodontik cerrahi apikal ve periradiküler cerrahinin içinde bir alt kategoride değerlendirilmektedir. Endodontik tedavi apikoektomi ve kök ucu kanal dolgusundan oluşmaktadır. Endodontik tedavi ve endodontik cerrahinin başarısı nekrotik dokunun tamamının çıkarılmasına ve kök kanal sisteminin tamamının kapatılmasına bağlıdır. Endodontik cerrahide son çalışmalar elverişsiz enstrü-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD.,
bilge.ozcan@ankaramedipol.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi AD.,
arif.guler@ankaramedipol.edu.tr

manlar, cerrahi sahanın yetersiz görüş alanı ve postoperatif komplikasyonlar başarısızlığa sebep olur. Ultrasonikler ve mikroskobun enstrüman olarak kullanılmaya başlanmasıyla endodontik cerrahide yeni bir çağ başlamıştır. Mikroskobik teknikler apikal anatomiye daha iyi anlayabilmeyi sağlarken , daha başarılı apikal rezeksiyon tekniklerini ve daha başarılı hasta cevaplarını da ortaya koymaya başlamıştır. Bu yeni teknolojiler geleneksel endodontik cerrahi çağının yerini mikro-cerrahiye bırakmıştır.

KÖK ANATOMİSİ

Kök ucu tamamlanmış dişlerde, kökün ucundaki bölümünde sekonder sement bulunur ve bu kökün ucundan 1-1,5 mm kadar iç kısımda dentinle birleşerek “dentino-cemental junction“ dentin sement birleşimi denir. Bu birleşime apikal darlık denir. Pulpa dentin sement sınırında sonlanır ve fizyolojik foramen buradan başlayıp kum saati şeklinde genişler. Kök kanallarının temizlenme ve şekillendirme işleminin çoğunlukla dentin-sement birleşiminde tamamlanması gerektiği kabul edilmektedir. Grossman pulpektomi yapılan dişlerde kök kanalı dolgusu foramen apikalde veya daha önce sonlanması gerekir demiştir. (4)

Ayrıca kök kanal dolgusunun dentin-sement birleşiminde mutlaka sonlanması gerektiğini ve bu birleşimin kök ucundan 1 mm veya daha fazla mesafede kök kanalının içinde olduğunu bildirmiştir. Periapikal lezyonlu dişlerde, kök kanalı dolgusunun kısa bırakılmayıp apekse kadar uzanması gerektiğini ve bu birleşimin kökün ucundan 1 mm veya daha kısa mesafede kök kanalının içinde olduğunu bildirmiştir. Tam dolmamış enfekte olmayan kanalların apekslerinde dolgu maddesi ile temasta olan canlı doku varsa, ilgili apeks sekonder sement tarafından doldurulabilir. Ancak kanal enfekte ise boş kalan kısma dolan eksudanın dokuda iritan etki yapma olasılığı vardır. (5)

RADYOGRAFİK DEĞERLENDİRME

Apikal rezeksiyon endikasyonu kapsamlı bir klinik ve radyografik muayene sonucu konulur. Geleneksel olarak radyografik muayene 2D grafipler ile yapılmaktadır. Ancak 2D grafipler 3. boyut hakkında bilgi vermemekte ve grafiplerde meydana geometrik bozulmalardan dolayı tanınabilirliği düşmektedir. Periapikal lezyonlar kortikal kemiği perforasyonla yada kemiğin demineralizasyonu %30-50 a ulaşmadan 2D filmlerde görüntü vermeyebilir. (6)

Konik ışınli bilgisayarlı tomografiplerin diş hekimliğinde kullanılması ile birlikte periapikal lezyonların gerçek yayılımları ve anatomik yapılara olan ilişkileri ortaya çıkmıştır. KIBT 2D grafipler ile kıyaslandığında periapikal lezyonları daha iyi tespit edebilmekte ve daha iyi bilgi vermektedir. (7)

KIBT periapikal lezyonların tanısında yüksek hassasiyet gösterecek şekilde iyonize radyasyon ile çalıştığı için özellikle genç hastalarda tekrarlayan KIBT istemleri sıkıntı yaratmaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme yumuşak dokuların görüntülenmesinde herhangi zararlı bir radyasyon olmadan mükemmel sonuçlar vermektedir ancak yüksek maliyet ve uzun çekim süresi gibi dezavantajları vardır. MR periapikal lezyonların tanısında KIBT benzer sonuçlar vermektedir. (8)

OPERASYON SAHASININ VİZÜALİZASYONU

Apikal rezeksiyon sırasında mental foramen ve maksiller sinüs gibi anatomik yapılarla karşılaşılabilir. Dikkatsiz bir cerrahi sonucu bu yapıların zarar görme ihtimali vardır. Apikal rezeksiyonun başarısı tüm nekrotik dokunun çıkarılması ve tüm kök kanal sisteminin tamamen kapatılmasına bağlıdır. Bu sebeple karmaşık apikal dallanmalar geleneksel cerrahi yöntemlerle tahmin edilebilir bir şekilde temizlenmesi ve doldurulması mümkün olmamaktadır. Geleneksel cerrahi yöntemlerin bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak için endodontik mikrocerrahi kavramı ortaya çıkmıştır. Endodontik mikrocerrahi mikroskop tarafından sağlanan büyütme ve aydınlatmayı yeni mikrocerrahi aletlerin kullanımı ile birleştirir. Mikroskop, cerrahi sırasında periapikal değişiklikleri ve bu lezyonların genişletilebilirliğini daha öngörülebilir olması nedeniyle cerrahi sırasında doku zararını daha minimize etmektedir. Endodontik cerrahi sahasının sınırlayıcı alanında mikrocerrahi önemli bir anahtar etkidir. Bu cerrahi çağı aydınlatma ve büyütme çağıdır. Standart operasyon büyütmesinde x2 veya x3.5 luplar basit ve geniş sahalarda kullanılırken endodontik cerrahi gibi mikrosahalarda yetersiz kalmaktadır ve endodontik mikrocerrahide x32 büyütme kullanılmaktadır. Bu gelişmiş görüş açısı anatomik varyasyonların lokalizasyonu ve tedavi başarısını artırmaktadır. (9)

Kök uçlarının daha kolay tanımlanması, daha küçük osteotomiler ve kök uzunluğunun korunması gibi avantajları vardır. Ek olarak, yüksek büyütme ve aydınlatma altında rezeke edilmiş bir kök yüzeyi, istemisi, mikro kırıklar ve lateral kanallar gibi anatomik detayları kolayca ortaya çıkarır. (10)

CERRAHİ TEKNİK

Günümüzde insizyon teknikleri geleneksel cerrahi yöntemlere göre değişmiştir. Anterior bölgede en sık kullanılan semilunar insizyon, cerrahi sahaya yetersiz erişim ve skar formasyonu nedeniyle artık önerilmemektedir. Sulkuler insizyon sonucu interdental papillaların yüksekliğini ve bütünlüğünü bozulabilir. Bu durumdan kaçınmak için papilla tabanlı insizyon tasarlanmıştır. Cerrahi sırasında özellikle mandibular posterior bölgede flep ekstansiyonunu kemik içine yiv açılarak kolaylaştırılır. Monofilament 5-0 ve 6-0 suture daha hızlı iyileşme sağlar. Sü-

turlar iki veya üç gün sonra alınır. Bunun nedeni, 72 saat sonra dokular süturların üzerine iyileşme eğiliminde olup bu da süturların alınması sırasında hastanın acı çekmesine ve rahatsız olması sebebiyledir. (3)

Kökü örten bukkal kemiğin ince olduğu durumlarda, küret ile kemik doku kaldırılabilir ve böylece minimal travma ile patolojiye erişim sağlanabilir. Kemik dokunun dönen bir frezle kaldırılması gerektiğinde, ısı oluşumunu en aza indirmek için serum ile soğutulmalıdır. İyi bir iyileşme için minimal boyuta sahip bir kemik penceresinin açılması tercih edilir. Büyütme altında kökün çevresindeki kemikten ayırımının yapılması, daha az invaziv osteotomi için çok önemli olup endodontik mikrocerrahinin en büyük avantajlarından biridir. (11)

Osteotomi frezlerle yada piezocerrahi ile yapılır. Piezocerrahi, hassas ve güvenilir osteotomiler gerçekleştirmek için piezoelektrik ultrasonik titreşimler kullanılan bir yöntemdir. Piezo cerrahi yumuşak dokuları koruyarak sadece sert doku üzerinde çalışır. Piezocerrahi kavitasyon etkisi ile osteotomi sırasında temiz bir cerrahi alan sağlar. Ayrıca geleneksel cerrahi yöntemlere göre daha az komplikasyon görüldüğü bildirilmiştir. (12)

Periapikal lezyonun kortikal kemiği perforate etmediği durumlarda diş kökünün lokalize edilmesi sırasında komşu dişlere ve çevresindeki anatomik yapılara zarar verme ihtimali artar. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte KIBT kullanımı ve endodontik mikrocerrahi tekniklerin kullanılmaya başlanmasıyla apikal rezeksiyon sırasında hassasiyet artmıştır. Günümüzde KIBT ler detaylı görüntülemenin yanı sıra cerrahi rehber yapımında da kullanılmaktadır. Apikal rezeksiyon için özel hazırlanmış cerrahi rehberler ile açılan kemik pencereleri geleneksel cerrahi yöntemlere kıyasla doğruluğu daha fazladır. (13)

Apikal rezeksiyon sırasında anatomik düzensizliklerin ve kontamine dokuları ortadan kaldırmak için kök ucunun 3-4 mm kesilmesi önerilmektedir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki kök ucu 1 mm kesildiğinde lateral kanalların % 40 ı, kök ucu 2 mm kesildiğinde lateral kanalların %86 sı, kök ucu 3 mm kesildiğinde lateral kanalların %98 i azalmıştır. Cerrahi işlem ısı oluşumunu en aza indirmek ve kök kırıklarının gelişmesini önlemek için serum ile soğutulan yüksek hızla dönen bir frez ile yapılır. Kesilen dentin tübüllerinden meydana gelebilecek herhangi bir sızıntıyı en aza indirmek için kökün uzun eksenine dik açıda kökün kesilmesi önerilmektedir, ancak 0-10 derece açı genellikle kabul edilebilirdir. Kanal konfigürasyonları ve kök anatomisindeki olası dentin kusurları büyütme altında %1'lik bir Metilen mavisi çözeltisi kullanılarak belirlenebilir. (10,14)

Apikal rezeksiyon sırasında termal değişiklikler olabilir. Bu termal değişiklikler sonucu periodontal ligament ve kemik dokuya zarar verebilir. Kemik doku ve periodontal ligament için zarar eşiği 10 derecelik artışın bir dakikadan fazla

sürmesidir. Piezocerrahi, frez ve lazer kullanılarak yapılan bir çalışmada kök dentininde en fazla ısı artışı piezocerrahi ile olmuştur ancak tüm gruplarda ısı artışı fizyolojik sınırlar içinde kalmıştır. (15)

Geleneksel olarak retrograd kavite küçük bir rond frez yada ters konik frez kullanılarak hazırlanır. Ancak frezlerle açılan retrograd kavite yönü ve derinliği istenilen şekilde ayarlanamamaktadır. Endodontik mikro cerrahide ultrasonik aletler özellikle çok sayıda kanal içi anastomoz ve istmusun bulunduğu azı dişlerinde aynı amaçla kullanılmaktadır. Ultrasonik aletler retrograd kavite kalitesini derinliği ve kalitesini arttırmıştır. Ayrıca kök perforasyonu gibi hataları ve komplikasyonları önemli ölçüde azaltmıştır. Ortalama preparasyonun derinliği 3-4 mm'dir, ancak 9 mm'ye kadar prepare edebilen uçları bulunmaktadır. Ultrasonik aletler ile duvarların birbirine paralel olduğu kavite açılabilir. Ayrıca frezlere kıyasla ultrasonik aletler ile açılan kemik pencereleri daha küçük olduğu için iyileşme daha hızlıdır. Dezavantaj olarak ultrasonik aletler kök kanal duvarlarında kırığa sebep olabilmektedir. Ultrasonik aletlerin bu dezavantajını ortadan kaldırmak için "Erbium, chromium: yttrium, scandium, gallium, garnet" (Er,Cr:YSGG) lazer ile retrograd kavite hazırlanması önerilmiştir. Yapılan bir çalışmada frezler, ultrasonik aletler ve "Er,Cr:YSGG" lazer ile retrograd kavite hazırlanmış ve Mineral trioxide aggregate (MTA) ile doldurulmuş olup apikal mikrosızıntıya bakılmıştır. En az sızıntı "Er,Cr:YSGG" lazer ile olup en fazla sızıntı frez ile açılan kavitede olmuştur. Ayrıca çalışmada "Er,Cr:YSGG" lazerin duvarlarda retantif alan oluşturduğu ve retrograd dolgu materyalinin tutuculuğunu arttırdığı belirtilmiştir. (16,17)

Retrograd kavite hazırlanırken smear tabakası oluşmakta ve mikroorganizmalar içeren bariyer oluşmakta ve mikroorganizmaların üremesi için zemin hazırlanmaktadır. Retrograd kavitede smear tabakası bulunması başarısızlık ihtimalini arttırmaktadır. Retrograd kavitede dentin tübüllerinin temiz olması retrograd dolgu materyalinin tutuculuğunu arttırmaktadır. Bu sebeple retrograd kavitenin irrigasyonu için özel ultrasonik uçlar geliştirilmiştir. Yapılan bir çalışmada retrograd kavite ultrasonik uç ve 17% EDTA ile irrigasyonunun dentin tübüllerini temizlemede en etkin sonuç verdiği görülmüştür. (18)

MİKROCERRAHİ ENSTRÜMANLAR

Mikroaynalar: Pek çok cerrahi enstrümanlar geleneksel cerrahi enstrümanların minyatürize edilmiş formlarıdır. Mikroaynalar endodontik cerrahinin anahtar enstrümanıdır.

- Mikroplugger: 0.2mm çapında ve farklı eğme açısına sahip mikropluggerlar retrograd dolguda kullanılmaktadır.

- Mikroexplorer: Mikrocerrahi için özel olarak dizayn edilmiş mikroexplorerlar kullanılmaktadır. 2mm ucunda biri 90 diğeri 130 derece olan bu Explorer, diğer periodontal ve endodontik explorerlardan farklı olarak tasarlanmıştır.
- Stropko irrigasyon\kurutma cihazı: Bu basit ama en kullanışlı cihazdır, standart bir hava/su şırıngasına sığar ve 0,5 mm çapında kör uçlar kullanır. İrrigasyon ve kurutmada çok etkili ve kullanımı kolay bir cihazdır. Apikal rezeksiyonda Stropko irrigatör ve metilen mavisi anatomik ve patolojik detayları ortaya çıkarmak için kullanılır. Böylece kök yüzeyindeki istmuslar, perforasyonlar, aksesuar ve lateral kanallar ile zayıf doldurulmuş kök kanal dolgusu ortaya konulur. Metilen mavisi ile diş yüzeyi uygulandıktan sonra yüksek büyütmeye ile (X16, X25) incelemeler yapılır.
- Ultrasonik uçlar ve çeşitleri: Ultrasonik üniteler, el aletindeki kuvars veya seramik piezoelektrik kristallerinden çıkarak 30 ila 40 kHz aralığında titreşimler oluşturur. Oluşturulan enerji, ultrasonik uca taşınır ve tek bir düzlem boyunca ileri ve geri titreşimler üretir. Kesme ucu boyunca sürekli irrigasyon ile yüzeyi soğutur ve debridman temizliğini en üst düzeye çıkarır. En yaygın kullanılan üç ultrasonik ünite EMS Miniendo (Analytic Endo), Spartan (Spartan\Obtura) ve P5 (Satelec)'tir.

İlk ultrasonik uçlardan olan CT'ler endodontide ve endodontik cerrahide 1990 yıllarında kullanılmıştır. Gelişmelere rağmen, endodontik cerrahide ulaşılması zor alanlara daha iyi erişebilmek için daha iyi kesme yeteneklerine ve birçok farklı açı ucuna sahip aletlerin gerekliliği düşünülüyordu. 1999 yılından bu yana piyasada olan KiS uçları bu ihtiyaçlara cevap verdi. KiS uçları aynı metalden yapılmıştır ve endodontik tedavi yenilemede kullanılan CPR uçlarıyla aynı fiziksel özelliklere sahiptir. Önemli ölçüde daha hızlı ve daha düzgün kesim yaparlar ancak diğer uçlara göre biraz daha pürüzlü dentin yüzeyi bırakırlar, bu da dolgu materyali için daha yapışkan bir yüzey sağlar.

RETROGRAD DOLGU MATERYALLERİ

Mineral trioksit agregası (MTA) biyouyumluluğu, antimikrobiyal etkinliği ve ıslak veya kanayan bir ortamda yerleştirilebilme yeteneği ve biyomineralizasyonu teşvik etme kapasitesi nedeniyle periradiküler cerrahi sonrası kök ucu dolgu materyali uygun olarak kabul edilmiştir. Bu malzeme ticari olarak beyaz renkli MTA (WMTA) veya gri renkli MTA (GMTA) olarak üretilmiştir ve her iki preparat da esasen %75 Portland çimentosudur, ağırlıkça %20 bizmut oksit ve %5 alçıtaşı içermektedir. MTA ayrıca uzun süreli sertleşme, zaman, potansiyel diş renk değişikliği (gri renkli preparasyon), göreceli yüksek maliyet ve hassas kullanım özellikleri gibi belirli klinik zorluklar sergiler. (19-27)

Taramalı elektron mikroskobu ile yapılmış çalışmalarda MTA'nın kök kanal duvarlarına adaptasyonu ile ilgili çelişkili çalışmalar rapor edilmiştir. Örneğin Torabinejad ve ark ve Shipper ve ark MTA'nın amalgam ve diğer ara restoratif materyallere göre daha üstün bir adaptasyon sağladığını bildirmişlerdir. (28)

Bidar ve arkadaşları gri MTA (GMTA) ile beyaz MTA(WMTA) arasında adaptasyon açısından herhangi bir farka rastlamamışlardır. (29)

MTA, 1993 yılında Loma Linda Üniversitesi'nde geliştirilmiştir. Ticari olarak ProRoot MTA (Tulsa Dental Products, Tulsa, Amerika) olarak bilinen materyalin patenti 1995 yılında alınmıştır. Gıda ve İlaç Kurumunun onayı ile Amerika'da kabul görmüştür. (30)

MTA ilk olarak kök kanal ucu dolgu materyali olarak kullanılmış olup sonrasında pulpa kaplaması, rezorbsiyon tedavileri, perforasyon tamiri ve apeksifikasyon sırasında bariyer oluşturması gibi çeşitli uygulamalarda da kullanım alanı bulmuştur. (31)

Materyalin, ilk olarak gri türü üretilmiş, ancak özellikle ön dişlerde renklenmeden dolayı, diş renginde (beyaz) MTA üretilmiştir. (32)

Beyaz ve gri MTA; trikalsiyum oksit (Ca_2O_3), trikalsiyum silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), kalsiyum sülfat dihidrat($\text{CaSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, Gypsum), dikalsiyum silikat($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), trikalsiyum aluminat($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), silikat oksit(SiO_2) ana bileşenlerinden oluşmaktadır. Radyoopasite sağlamak amacıyla, bizmut oksit (Bi_2O_3) ilave edilir. Beyaz renkli MTA'da tetrakalsiyum aluminoferrit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) gibi demir içerikli bileşenlerin olmadığı ve gri MTA'ya göre daha küçük partiküller içerdiği bildirilmiştir. (33,34)

MTA 'dan sonra yeni bir kalsiyum silikat bazlı restoratif materyal geliştirilmiştir. Bu materyal MTA'ya göre yüksek oranda uygulama kolaylığı gösterir ve sertleşme süresinin uygunluğu ile fiziksel özellikleri açısından oldukça başarılı bulunmuştur. (35)

Geliştirilen bu yeni materyalin vital pulpa tedavilerinde kullanımının araştırıldığı ilk çalışmada, kök hücrelerin odontoblast benzeri hücrelere farklılaşması üzerindeki etkisi, oluşan dentin köprüsünün kalitesi ve oluşturduğu enflamasyonun minimum düzeyde ve pulpa tarafından tolere edilebilir olması nedeniyle bi-odontin, MTA'dan çok daha başarılı bulunmuştur. (36)

Ayrıca, Singh ve ark. (2014), Biodentinin direkt ve indirekt kuafaj tedavilerinde mezenşimal hücrelerin özel fonksiyonları üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin görülmediğine değinmişlerdir. (37)

Biodentinin diğer klasik kalsiyum silikat simanlardan en önemli farkı üretim aşamasında metalik artıkların elimine edilmesine olanak sağlayan biyo-mühen-

dislik teknolojisinin kullanılmasıdır ki materyalin düşük düzeyde enflamasyon yaratıyor olması bu metalik artıkların uzaklaştırılmış olmasına bağlanabilir. (38)

Biodentin ilk biyoaktif ve biyouyumlu "all-in-one" dentin substratıdır ve aktif biyosilikat teknolojisiyle üretilmiştir. (39)

MTA ile karşılaştırıldığında daha az çözünürlüğe sahip olduğu, yapısal dayanıklılığının daha yüksek olduğu ve daha iyi bir örtücülük temin ettiği elde edilmiştir. (35)

BioAggregate (BA), MTA gibi retrograd dolgu ve kök kanal perforasyonunu tamir için geliştirilmiş biyoseramik nanopartiküler bir simandır. İçeriğinde trikal-siyum silikat, dikal-siyum silikat, silikon oksit tantalyum pentoksit ve kalsiyum fosfat bulunmaktadır. İçeriğin tantalyum pentoksit hariç MTA ile benzer olduğu görülür. Tantalyum pentoksit materyale radyoopasi te için eklenmiştir. MTA içinde radyoopasite görevi gören bizmut oksit görmektedir. BA'nın biyouyumlu seramik nanopar tiküller içermektedir ve kalsiyum alüminat içermemektedir. BA, nanopartikül içerdiği iddiası ile dental marketlerde pazarlanan ilk materyaldir. Üreticiler materyalin hermetik kapatıcılık sağladığını, ayrıca sementogenezisi uyardığını da belirtmektedir. (40,41)

BA başlangıçta MTA gibi kök kanal perforasyonu ve retrograd dolgu materyali olarak kullanılmıştır. BA ve MTA'nın sitotoksik etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada BA, biyouyumluluk açısından MTA'ya göre çok daha başarılı sonuçlar vermiştir ayrıca inflamatuvar reaksiyon ve yabancı cisim reaksiyonu düzeyi BA'da MTA'ya göre oldukça düşük bulunmuştur ve bu bulgulara göre BA'nın biyouyumlu bir dental materyal olduğu belirtilmiştir. (40)

Ayrıca materyalin mezenşimal hücrelerle teması sonucu hücrelerin odontoblastlara farklılaşmasını uyarıp dentin sklerozuna yol açtığı gözlenmiştir, buna bağlı olarak BA'nın kuafaj materyali olarak kullanılması da gündeme gelmiştir. (42)

SONUÇ

Geleneksel cerrahide apeksin anatomik olarak tanımlanması zor iken mikrocerrahi ile bu öngörülebilir olmuştur. Yapılan osteotomiler geleneksel cerrahide yaklaşık 10mm civarı iken, mikrocerrahide 5mm'den daha küçüktür. Kök yüzeyinin incelenmesi ve anatomik varyasyon değerlendirilmesi geleneksel endodontik cerrahide neredeyse hiç mümkün değil iken mikrocerrahide her zaman detaylı değerlendirme ve analiz mümkündür. Retrograd kavite açısı geleneksel cerrahide 45° mikrocerrahide 10°den daha küçük olmaktadır. Kök ucu istmus tipinin sınıflandırılması geleneksel cerrahide neredeyse imkansızken mikrocerrahi bunu mümkün kılmaktadır. Kök ucu preparasyon ve kök kanalının doldurulması kesin olmayan ve daha gevşek iken mikrocerrahide daha titizlikle yapılabilir olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1757–65.
2. Cho S-Y, Kim E. Does apical root resection in endodontic microsurgery jeopardize the prosthetic prognosis? *Restor Dent Endod.* 2013 May;38(2):59–64.
3. Kim S, Kratchman S. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review [Internet]. Vol. 32, *Journal of Endodontics.* 2006. p. 601–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2005.12.010>
4. Schilder H. Filling Root Canals in Three Dimensions [Internet]. Vol. 32, *Journal of Endodontics.* 2006. p. 281–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2006.02.007>
5. Grossman LI. Endodontic practice, ed 10 [Internet]. Vol. 8, *Journal of Endodontics.* 1982. p. S34–5. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0099-2399\(82\)80303-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0099-2399(82)80303-8)
6. Grondahl H-G, Huumonen S. Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions. How new radiological techniques may improve endodontic diagnosis and treatment planning [Internet]. Vol. 8, *Endodontic Topics.* 2004. p. 55–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1601-1546.2004.00082.x>
7. Low KMT, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod.* 2008 May;34(5):557–62.
8. Geibel MA, Schreiber ES, Bracher AK, Hell E, Ulrici J, Sailer LK, et al. Assessment of apical periodontitis by MRI: a feasibility study. *Rofo.* 2015 Apr;187(4):269–75.
9. Setzer FC, Kohli MR, Shah SB, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--Part 2: Comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. *J Endod.* 2012 Jan;38(1):1–10.
10. Soujanya E, Swathi A, Ananad S, Raju A. Endodontic microsurgery: An overview. *Dent Med Res.* 2015;3(2):31.
11. Rubinstein RA, Kim S. Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and super-EBA as root-end filling material. *J Endod.* 1999 Jan;25(1):43–8.
12. Abella F, de Ribot J, Doria G, Duran-Sindreu F, Roig M. Applications of piezoelectric surgery in endodontic surgery: a literature review. *J Endod.* 2014 Mar;40(3):325–32.
13. Ackerman S, Aguilera FC, Buie JM, Glickman GN, Umorin M, Wang Q, et al. Accuracy of 3-dimensional-printed Endodontic Surgical Guide: A Human Cadaver Study [Internet]. Vol. 45, *Journal of Endodontics.* 2019. p. 615–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2019.02.005>
14. Stropko JJ, Doyon GE, Gutmann JL. Root-end management: resection, cavity preparation, and material placement [Internet]. Vol. 11, *Endodontic Topics.* 2005. p. 131–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00158.x>
15. Ekici Ö, Aslantaş K, Kanık Ö, Keles A. Temperature and time variations during apical resection. *Acta Odontol Scand.* 2021 Mar;79(2):156–60.
16. Maddalone M, Gagliani M. Periapical endodontic surgery: a 3-year follow-up study. *Int Endod J.* 2003 Mar;36(3):193–8.
17. Premjith, Shetty D, Kailar A, Pare S, Kumar P, Ragher M. The Effect of Root End Cavity Preparation Using Er,Cr:YSGG Laser, Ultrasonic Retrotip, and Bur on the Apical Microleakage of Retrograde Cavity Filled with MTA Plus. *J Pharm Bioallied Sci.* 2020 Aug;12(Suppl 1):S299–303.
18. Valencia YM, Vertuan GC, Alcalde MP, Vivian RR, Reis Só MV, Duarte MAH. Effect of Irrigating Agitation after Root End Preparation on the Wall Cleaning and Bond Strength of Calcium Silicate Material in Retrograde Obturation. *Eur J Dent.* 2021 Oct;15(4):707–13.

19. Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JHS, Rotstein I. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J Endod.* 2005 Jun;31(6):453–6.
20. Al-Hezaimi K, Al-Hamdan K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JHS, Rotstein I. Effect of white-colored mineral trioxide aggregate in different concentrations on *Candida albicans* in vitro. *J Endod.* 2005 Sep;31(9):684–6.
21. Maltezos C, Glickman GN, Ezzo P, He J. Comparison of the sealing of Resilon, Pro Root MTA, and Super-EBA as root-end filling materials: a bacterial leakage study. *J Endod.* 2006 Apr;32(4):324–7.
22. Ribeiro DA, Sugui MM, Matsumoto MA, Duarte MAH, Marques MEA, Salvadori DMF. Genotoxicity and cytotoxicity of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements on Chinese hamster ovary (CHO) cells in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 Feb;101(2):258–61.
23. Al-Hezaimi K, Al-Shalan TA, Naghshbandi J, Simon JHS, Rotstein I. MTA preparations from different origins may vary in their antimicrobial activity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 May;107(5):e85–8.
24. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization Ability and Interaction of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement With Dentin in a Phosphate-containing Fluid [Internet]. Vol. 35, *Journal of Endodontics.* 2009. p. 731–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.02.011>
25. Tawil PZ, Trope M, Curran AE, Caplan DJ, Kirakozova A, Duggan DJ, et al. Periapical Microsurgery: An In Vivo Evaluation of Endodontic Root-End Filling Materials [Internet]. Vol. 35, *Journal of Endodontics.* 2009. p. 357–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.12.001>
26. Orosco FA, Bramante CM, Garcia RB, Bernardineli N, de Moraes IG. Sealing ability, marginal adaptation and their correlation using three root-end filling materials as apical plugs. *J Appl Oral Sci.* 2010 Mar;18(2):127–34.
27. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010 Mar;36(3):400–13.
28. Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod.* 1995 Jun;21(6):295–9.
29. Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones PE. Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J.* 2004 May;37(5):325–36.
30. Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA 3rd. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc.* 1999 Jul;130(7):967–75.
31. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999 Mar;25(3):197–205.
32. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TRP. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.* 2005 Apr;21(4):297–303.
33. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2004 Jun;30(6):422–4.
34. Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. Bacterial leakage with mineral trioxide aggregate or a resin-modified glass ionomer used as a coronal barrier. *J Endod.* 2004 Nov;30(11):782–4.
35. Kim J-S, Baek S-H, Bae K-S. In vivo study on the biocompatibility of newly developed calcium phosphate-based root canal sealers. *J Endod.* 2004 Oct;30(10):708–11.
36. Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod.* 1995 Nov;21(11):537–42.
37. Kim M, Ko H, Yang W, Lee Y, Kim S, Mante FK. A new resin-bonded retrograde filling material. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Nov;108(5):e111–6.

38. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod.* 1998 Aug;24(8):543-7.
39. Regan JD, Gutmann JL, Witherspoon DE. Comparison of Diaket and MTA when used as root-end filling materials to support regeneration of the periradicular tissues. *Int Endod J.* 2002 Oct;35(10):840-7.
40. Moretti Neto RT, Mello I, Moretti AB da S, Robazza CRC, Pereira AAC. In vivo qualitative analysis of the biocompatibility of different cyanoacrylate-based adhesives. *Braz Oral Res.* 2008 Jan;22(1):43-7.
41. Moretton TR, Brown CE Jr, Legan JJ, Kafrawy AH. Tissue reactions after subcutaneous and intraosseous implantation of mineral trioxide aggregate and ethoxybenzoic acid cement. *J Biomed Mater Res.* 2000 Dec 5;52(3):528-33.
42. Osorio RM, Hefti A, Vertucci FJ, Shawley AL. Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod.* 1998 Feb;24(2):91-6.

