

Apeksifikasi pada Gigi Insisivus Kanan Maksila dengan Mineral Trioxide Aggregate

Ni Kadek Eka Widiadnyani* dan Ema Mulyawati.**

*Program Studi Konservasi Gigi, PPDGS, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada

** Bagian Konservasi Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada

*Jl. Denta No.1 Sekip Utara, Yogyakarta, e-mail: eka.widiadnyani@gmail.com

ABSTRAK

Trauma pada gigi permanen imatur non vital dengan apikal terbuka sering terjadi dan melibatkan kurang lebih 30% populasi anak. Mineral trioxide aggregate (MTA) adalah bahan pilihan terbaik yang dipakai sebagai bahan apeksifikasi untuk pembentukan apikal barrier dan penyembuhan pada gigi imatur. Tujuan laporan kasus adalah untuk melaporkan keberhasilan penutupan apikal dengan menggunakan MTA pada gigi permanen insisivus non vital dengan apikal terbuka yang diakibatkan trauma. Pasien perempuan 18 tahun dengan keluhan gigi depan atas kanan patah dan berubah warna. Kejadian trauma sejak 6 tahun yang lalu karena jatuh dari sepeda. Pemeriksaan klinis, gigi non vital dengan fraktur Ellis klas IV disertai apikal terbuka dan diskolorasi oleh karena trauma. Periapikal radiografis menunjukkan apikal masih terbuka dengan saluran akar yang besar serta terdapat radiolusensi periapikal. Apeksifikasi dilakukan dengan MTA dilanjutkan dengan pemasangan pasak pita fiber, pembuatan inti dan restorasi mahkota jaket porselin fusi metal. Simpulan hasil perawatan menunjukkan bahwa apeksifikasi dengan MTA dapat mempersingkat waktu kunjungan dengan pembentukan barrier apikal yang merangsang penyembuhan dan dapat langsung dilanjutkan dengan restorasi akhir.

Maj Ked Gi; Desember 2013; 20(2): 170-177.

Kata kunci : Fraktur gigi, Imatur, Apeksifikasi, MTA, Apikal terbuka.

ABSTRACT: Apexification With Mineral Trioxide Aggregate In Right Maxillary Incisor. Traumatic injury in non-vital immature permanent teeth with open apex is common, and it comprises approximately 30% of the pediatric population. Mineral trioxide aggregate (MTA) is the best material to be used as an ingredient for apexification procedure for apical calcific barrier formation and healing. The aim of the present case study is to overview the successful closure of root apex in pulpless permanent incisors with wide open apices as a consequence of trauma using MTA. The examination was conducted to an 18 year-old female patient who complained about her broken and discolored right upper front teeth. The traumatic injury of her teeth had happened since 6 years ago after she fell from bike. On clinical examination, she suffered from non-vital teeth with fracture Ellis class IV, apex open and discoloration accompanied by trauma. Periapical radiographic evaluation showed that root formation with wide open apices with root canal was large and indicated a periapical radiolucency. Therefore, apexification with MTA was performed followed by ribbon fiber-reinforced, core making and restoration of full crown porcelain fusion metal. From the treatment, it can be concluded that the time visit for apexification treatment using MTA is shortened, and MTA can heal and stimulate apical barrier formation immediately after final restoration.

Maj Ked Gi; Desember 2013; 20(2): 170-177.

Keywords: Dental Fracture, Immature, Apexification, MTA, Open apex

PENDAHULUAN

Trauma pada gigi imatur muda sangat sering terjadi hingga mencapai 30% dari populasi anak-anak.¹ Trauma gigi imatur dengan apikal terbuka dapat menyebabkan inflamasi pada pulpa maupun nekrosis pulpa.¹ Pembentukan akar yang tidak sempurna dengan belum menutupnya apikal dapat menyebabkan saluran akar menjadi lebar dengan dinding yang tipis sehingga gigi mudah rapuh.^{2,3}

Perawatan gigi imature non vital merupakan tantangan bagi dokter gigi untuk merawat dan mempertahankan gigi tetap dalam lengkungnya.

Apeksifikasi adalah cara untuk menginduksi perkembangan apikal akar gigi imatur non vital, dengan pembentukan osteosementum atau jaringan menyerupai tulang lainnya yang bertujuan menginduksi penutupan sepertiga apikal saluran akar atau pembentukan suatu "apical calcific barrier"

pada apikal sehingga pengisian saluran akar dapat dilakukan dengan normal.⁴ *Calcific barrier* bertujuan untuk mencegah ekstrusi semen dan guta perca ke arah periapikal pada saat dilakukan obturasi.

Bahan yang sering digunakan untuk apeksifikasi adalah *Calcium hydroxide* ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Kalsium hidroksida adalah bahan apeksifikasi konvensional dengan prosedur apeksifikasi jangka panjang untuk pembentukan *apical calcific barrier*.⁵ Kelemahan dalam proses apeksifikasi menggunakan kalsium hidroksida dibutuhkan waktu beberapa kali kunjungan untuk membentuk *apical calcific barrier*, terkadang mencapai 5 sampai 54 bulan serta banyak mendapatkan paparan radiasi dari radolusensi periapikal. Penggantian pasta kalsium hidroksida dapat dilakukan setiap 3 bulan.⁷ Selain hal tersebut, dapat terjadinya kerentanan terhadap fraktur akar dan mahkota selama waktu perawatan oleh karena struktur jaringan keras gigi yang mudah rapuh dengan dinding saluran akar yang tipis.^{6,7} Hal ini yang menjadikan *mineral trioxide aggregate* (MTA) sebagai bahan pilihan alternatif yang tepat dengan kelebihan sifat yang dimilikinya yaitu sebagai *apical plug* untuk mengisi ujung apikal tanpa menunggu formasi *apical calcific barrier*.⁸ Dengan kondisi tersebut dapat memungkinkan segera dilakukan restorasi untuk mencegah terjadinya fraktur pada gigi imature. Bubuk MTA terdiri dari partikel hidrofilik yang halus dan akan mengeras bila ada cairan.⁹ Bersifat basa kuat dengan pH awal 10,2 dan akan menjadi 12,5 dalam 3 - 4 jam setelah pencampuran.^{9,10} Kekuatan MTA terhadap tekanan akan meningkat sampai 21 hari dalam lingkungan lembab.¹⁰ MTA dapat menciptakan suasana anti bakteri, anti jamur dalam lingkungan alkali dan mempunyai kemampuan untuk membentuk hidroksiapatit di atas permukaan serta menciptakan *biologic seal*.^{11,12} Penggunaan MTA untuk apeksifikasi dapat terprediksi hasilnya dan mempersingkat waktu perawatan dengan hasil yang lebih memuaskan.^{13,14}

Tujuan artikel ini adalah memaparkan apeksifikasi gigi imatur dengan menggunakan MTA pada gigi permanen insisivus non vital dengan apikal yang terbuka yang disebabkan oleh trauma.

STUDI KASUS

Pasien perempuan, usia 18 tahun datang ke Bagian Konservasi RSGM Gigi dan Mulut Pendidikan

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, atas rujukan dari bagian orthodontia dan ingin merawat gigi depannya yang patah serta berubah warna. Gigi tersebut patah karena jatuh dari sepeda 6 tahun yang lalu. Pada usia 15 tahun gigi tersebut pernah ditumpat kemudian mengalami sakit dan sekarang gigi tidak dalam keadaan sakit. Pasien saat ini mengeluhkan rasa tidak nyaman dan kurang percaya diri dengan kondisi tersebut serta ingin segera merawat gigi tersebut (Gambar 1). Pemeriksaan obyektif didapatkan gigi insisivus sentralis kanan (11) terdapat fraktur mahkota duapertiga insisal yang melibatkan email, dentin dengan pulpa yang nampak sudah terbuka Tes perkusi, palpasi dan vitalitas negatif. Pada pemeriksaan radiografis nampak saluran akar dengan apikal yang terbuka dengan kamar pulpa yang besar serta terdapat radiolusensi periapikal (Gambar 2). Diagnosis adalah gigi 11 non vital dengan fraktur Ellis klas IV dengan apikal terbuka dan diskolorasi oleh karena trauma disertai lesi periapikal. Rencana perawatan terdiri dari perawatan apeksifikasi dengan MTA dilanjutkan dengan pemasangan pasak pita fiber, pembuatan inti dan mahkota selubung penuh porselin fusi metal. Prognosis kasus ini baik.



Gambar 1. Foto klinis gigi 11

Pada kunjungan pertama dilakukan pembuatan *Informed Consent*. Saat perawatan, dilakukan isolasi daerah kerja dengan pemasangan isolator karet dan *saliva ejector*. Selanjutnya kamar pulpa diirigasi dengan NaOCl 2,5% untuk membuang semua debris dan jaringan nekrotik. Dilanjutkan dengan eksplorasi saluran akar dengan menggunakan K-file #25 dengan panjang estimasi yang dihitung dari foto radiografis. Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang kerja dengan *apex locator* (Profex ® II, Densply) didapat panjang kerja 20 mm yang sudah dikurangi 1 mm dari apikal, kemudian panjang kerja dikonfirmasi dengan foto radiografis (Gambar 3).



Gambar 2. Radiografis gigi 11



Gambar 4. Aplikasi MTA



Gambar 3. Radiografis panjang kerja gigi 11



Gambar 5. Radiografis aplikasi MTA

Preparasi biomekanik dilakukan menggunakan *headstrome* file #80 dan file#140 dengan gerakan sirkumferensial dan disertai irigasi saluran akar menggunakan larutan NaOCL 2,5% sebanyak 2 ml kemudian setelah selesai preparasi saluran akar, dilakukan irigasi ulang dengan NaOCL 2,5% sebanyak 2 ml, EDTA cair 17% dan terakhir digenangi dengan klorhexidine diglukonat 2% selanjutnya saluran akar dikerigkan dengan *paper point steril*. Sterilisasi saluran akar dengan pasta kalsium hidroksida ditambah larutan salin kemudian kavitas ditutup sementara dengan tumpatan sementara. *Saliva ejector* dilepas dan diinstruksikan pasien untuk datang seminggu kemudian.

Kontrol 1 minggu kemudian hasil pemeriksaan subjektif dan objektif tidak ada keluhan pada gigi 1.1. Selanjutnya daerah kerja diisolasi dengan pemasangan isolator karet dan *saliva ejector* kemudian tumpatan sementara dibuang. Ca(OH)_2 dibersihkan dari saluran akar dengan bantuan K-file #140 lalu diirigasi dengan NaOCL 2,5% sebanyak 2 ml dan terakhir dengan larutan salin. Saluran akar dikeringkan dengan *paper point steril*. MTA dipersiapkan pada wadah *stainless steel*. Serbuk MTA dan larutan salin dicampur dan diaduk kemudian dimasukkan ke dalam saluran akar menggunakan MAP (*Micro apical placement*) sepanjang 5 mm ke

apikal dan dipadatkan dengan *finger plugger* yang sudah dipasangkan *stopper*. (Gambar 4). Selanjutnya dilakukan pengambilan gambar radiografis setelah aplikasi MTA dalam saluran akar untuk konfirmasi pengisian MTA (Gambar 5). Kapas lembab yang telah dibasahi akuades dimasukkan ke dalam saluran akar kemudian kavitas ditutup dengan tumpatan sementara. *Saliva ejector* dan isolator karet dilepas. Pasien diinstruksikan untuk control lagi keesokan harinya.

Pada kontrol berikutnya tidak ada keluhan subyektif dan obyektif. Perawatan dilanjutkan dengan dilakukan isolasi daerah kerja dengan pemasangan *saliva ejector* dan *cotton roll*. Tumpatan sementara dan kapas diambil dari kavitas kemudian dilakukan pemasangan pasak berupa pita fiber (*Construct, Kerr*) yaitu dengan memasukkan pita fiber yang sudah diaplikasikan *flowable composite* sehingga menjadi *fiber reinforced composite* ke dalam saluran akar yang panjangnya telah diukur dua kali panjang saluran pasak. Sebelumnya pada gigi disebelahnya dipasangkan TBA kemudian saluran akar dan kavitas diaplikasikan etsa dengan asam fosfat 37% selama 15 detik selanjutnya dibilas. Saluran akar kemudian dikeringkan dengan *paper point steril* dengan hembusan udara tidak langsung. Bahan bonding generasi V diaplikasikan ke dalam saluran akar menggunakan *microbrush* kemudian didiamkan 20 detik lalu dihembuskan udara tidak langsung secara perlahan. Kelebihan bahan bonding diambil dengan *paper point steril*. Saluran akar kemudian diaktivasi dengan sinar selama 20 detik. Semen resin (*Core build- it FR*) yang sudah diaduk diaplikasikan tipis

ke dalam saluran akar sesuai panjang saluran pasak menggunakan lentulo yang sudah dipasangkan *stopper*. Pita fiber yang sudah dipersiapkan dijepit pada bagian tengahnya menggunakan penjepit khusus dimasukkan ke dalam saluran akar secara perlahan kemudian ditekan ke dinding saluran akar di sekelilingnya menggunakan *finger plugger* sampai pita fiber tersebut berkontak dengan MTA (sesuai panjang pasak). Kelebihan bahan semen resin dapat dipakai untuk pembuatan inti. Dilakukan aktivasi dengan sinar selama 40 detik. Bahan semen resin (*Core build- up FR*) yang dapat dipakai untuk pembuatan inti diaplikasikan kembali sampai kavitas tertutup bahan semen resin lalu dilakukan aktivasi dengan sinar selama 20 detik. Selanjutnya dilakukan konfirmasi radiografis hasil aplikasi pembuatan pasak pita fiber.

Preparasi dilanjutkan untuk pembuatan inti (Gambar 6). Penentuan warna gigi A3 (*Vitalumin vacum*) (Gambar 7) dilanjutkan dengan pemasangan *gingival retraction cord* selama 3 menit masuk ke dalam sulkus gingival. Selanjutnya dilakukan pencetakan rahang atas dengan teknik *double impression* menggunakan bahan cetak rubber (*Exaflek, GC*) dan rahang bawah dengan bahan cetak *hidrocolloid irreversible*. Mahkota sementara (*Refotek, LC*) dibuat untuk melindungi gigi 1.1 dan dipasang ke dalam inti gigi 1.1 (Gambar 8). Cetakan yang sudah dicor/diisi dengan gips stone dikirim ke tekniker gigi untuk dibuatkan mahkota porselin fusi metal. Pasien diinstruksikan untuk datang satu minggu kemudian.



Gambar 6. Hasil akhir preparasi inti



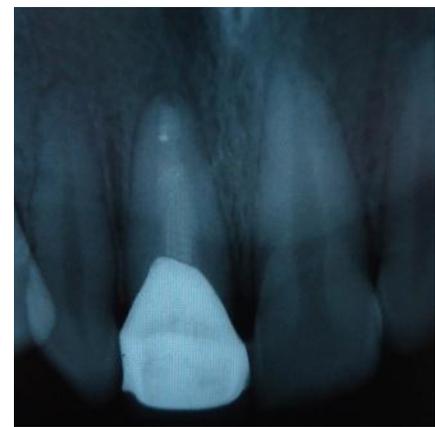
Gambar 7. Penentuan warna gigi



Gambar 8. Mahkota sementara pada gigi 11



Gambar 9. Inseri PFM pada gigi 11



Gambar 10. Radiografis gigi 11

Pasien kembali satu minggu kemudian. Daerah kerja diisolasi dengan pemasangan *saliva ejetor* dan *cotton roll* kemudian mahkota sementara dilepas. Gigi 1.1 dibersihkan dengan *brush* dan akuades steril kemudian dikeringkan. Pengepasan mahkota jaket PFM dengan diperiksa kerapatan tepi restorasi dengan tepi preparasi dudukan, warna, bentuk anatomi dan oklusi. Setelah pengepasan, mahkota PFM dibersihkan dengan alkohol 70% kemudian dikeringkan dan diulasi tipis *silane agent* (*Metal primer*, 3M ESPE) dan didiamkan sampai kering. Inti pada gigi 1.1 dibersihkan kembali dengan akuades steril kemudian dikeringkan. Sementasi mahkota jaket PFM dilakukan dengan semen resin yang sebelumnya seluruh permukaan inti diaplikasikan etsa dengan asam fosfat 37% selama 15 detik kemudian dibilas dengan air dari *three way*

shyringe dan disemprotkan udara tidak langsung. Bahan bonding generasi V diulasi tipis ke seluruh permukaan inti menggunakan *microbrush* dan didiamkan selama 10 detik kemudian semprotkan udara tidak langsung dan diaktivasi sinar selama 20 detik. Semen resin yang sudah diaduk sesuai aturan pabrik diaplikasikan ke dalam permukaan tepi restorasi dan mahkota jaket PFM diinsersikan ke dalam inti kemudian mahkota jaket ditahan pada posisinya (Gambar 9). Kelebihan semen yang mengalir keluar dibagian servikal labial, palatinal dan proksimal diambil menggunakan ekskavator dan sonde. Mahkota PFM selanjutnya diaktivasi dengan sinar dari arah labial, palatal dan proksimal masing-masing selama 20 detik. Pengecekan artikulasi dan oklusi dengan artikulating paper dan dilanjutkan dengan pengambilan foto radiografis hasil inseri PFM. (Gambar 10).

PEMBAHASAN

Pada kasus trauma ketika gigi belum terjadi pembentukan akar yang sempurna maka gigi akan mengalami inflamasi pulpa dan bahkan nekrosis. Kondisi ini akan mengakibatkan pembentukan akar terhenti. Proses terhentinya pembentukan akar akan mengakibatkan saluran akar menjadi lebar dengan dinding yang tipis dan apikal akar terbuka sehingga akan sangat rentan terjadinya fraktur akar ataupun mahkota. Perawatan akar pada gigi immatur dengan apikal terbuka akan mengalami kesulitan dalam prosedur perawatan endodontik terutama instrumentasi saluran akar biomekanik yang standar dan mendapatkan apikal stop untuk prosedur aplikasi bahan pengisian. Apeksifikasi merupakan perawatan awal yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan *apical calcific barrier* sebelum restorasi. Faktor yang terpenting dalam pembentukan barrier adalah debridemen sistem saluran akar yang baik dan menciptakan seal mahkota yang baik.

Apeksifikasi konvensional dengan bahan kalsium hidroksida banyak mengalami kendala sehingga berbagai bahan telah diusulkan sebagai alternatif. Pada tahun 1999 Torabinejad dan Chivian merekomendasikan penggunaan MTA yang bertindak sebagai *apical plug* yang akan menginduksi pembentukan *apical calcific barrier* dan proses penyembuhan sehingga proses pengisian saluran akar dapat lebih cepat dilakukan tanpa menunggu *apical calcific barrier*.¹⁵ MTA merupakan bahan berbentuk serbuk aggregate yang mengandung mineral oksida.¹⁶ Apeksifikasi menggunakan MTA dapat dilakukan dua kali kunjungan sampai dibuatkan restorasi akhir sehingga mencegah fraktur dan dapat memberikan keuntungan dalam mengurangi jumlah paparan radiografis serta meningkatkan kooperatif dari pasien.

Penggunaan MTA untuk apeksifikasi memiliki beberapa kelebihan yaitu: dapat mempersingkat periode waktu kunjungan perawatan dengan hanya satu kali kunjungan,¹⁷ biokompatibel,¹⁸ dapat menginduksi pembentukan jaringan keras^{19,20} dan membentuk *apical plug* yang baik.²¹ Prosedur apeksifikasi diawali dengan debridemen kemomekanis dan aplikasi medikamen intrakanal. Sjögren dkk menyatakan bahwa, medikamen

intrakanal selama 7 hari dengan kalsium hidroksida sangat efektif membunuh mikroorganisme saluran akar.²² Apeksifikasi dengan bahan MTA dapat merangsang pembentukan *calcific barrier* dan penyembuhan apikal sehingga terbentuknya kerapatan apikal serta memungkinkan penempatan restorasi dalam saluran akar dapat segera dilakukan dengan minimal aplikasi MTA 24 jam sehingga dapat mencegah terjadinya fraktur pada gigi imatur.²⁴

Pada kasus ini pasien mengalami trauma pada gigi depan atas kanan saat usianya yang sangat muda kurang lebih 12 tahun dengan pemeriksaan radiografis terlihat apikal yang belum menutup sempurna dengan saluran akar besar dan dinding saluran akar yang tipis sehingga menyulitkan untuk dilakukan perawatan endodontik terutama dalam pengisian agar tidak berlebihan. Dengan hal ini maka, apeksifikasi dengan menggunakan bahan MTA sebagai *apical plug* untuk mengisi ujung apikal dan menginduksi pembentukan *apical calcific barrier* serta penyembuhan, Kerapatan apikal dan proses pengisian saluran akar dapat dilakukan dengan mudah tanpa menunggu pembentukan *apical calcific barrier* terlebih dahulu sehingga restorasi dapat segera di selesaikan. Hal ini dapat mengurangi resiko fraktur akar dan mahkota antar kunjungan dengan saluran akar yang tipis. Pada kasus ini dilakukan penempatan pasak pita fiber kedalam saluran akar untuk memperkuat dinding saluran akar tanpa mengurangi dinding saluran akar yang sudah tipis. Dilanjutkan dengan pembuatan inti dan pembuatan restorasi mahkota porselin fusi metal. Pembuatan restorasi akhir segera dilakukan untuk mencegah fraktur. Prosedur pembuatan inti tanpa mengubah inklinasi lengkung gigi mengingat setelah perawatan apeksifikasi pasien akan melakukan perawatan orthodontik.

Berdasarkan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa, apeksifikasi merupakan prosedur yang biasa digunakan untuk gigi permanen muda yang mengalami trauma dengan kondisi gigi immatur non vital dan apikal yang belum menutup sempurna. Kalsium hidroksida merupakan material konvensional yang dapat dipakai sebagai bahan pembentukan *apical calcific barrier* tetapi memerlukan waktu kunjungan yang panjang dan

rumit. MTA merupakan alternatif pilihan terbaik untuk proses apeksifikasi yang bertindak sebagai *apical plug* dan penyembuhan tanpa menunggu pembentukan *apical calcific barrier* sehingga mempersingkat waktu kunjungan pasien dengan langsung dilakukan pengisian saluran akar dan dibuatkan restorasi akhir untuk mencegah fraktur serta mengurangi paparan radiasi antar kunjungan.

KESIMPULAN

Apeksifikasi dengan MTA dapat mempersingkat waktu kunjungan dengan pembentukan barier apikal yang merangsang penyembuhan dan dapat langsung dilanjutkan dengan restorasi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rafter M. Apexification : a review. Dent Traumatol. 2005; 21: 1-8.
2. Navageni NB, Umashankara KV, Radhika NB, Manjunath S. Successful closure of the root apex in non vital permanent incisors with wide open apices using single calcium hydroxide dressing—Report of 2 cases. J Clin Exp Dent. 2010; 2(1): 26-9.
3. Vidyasagar M, Choudhari S, Raurale A, Dahapute S. Apexification and apexogenesis – a case report. IJCD. 2010;1(3): 52-4.
4. Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE. Ilmu endodontic dalam praktek (Endodontice Practice). Alih bahasa Abyono R. Penyunting Suryo S. Edisi ke 11. Jakarta: EGC; 1995. H. 121 – 125.
5. Frank AL. Theray for the divergent pulpless tooth by continued apical formation. J AM Dent Assoc. 1966; 72: 87-93.
6. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root canal therapy: a review. Endod Dent Traumatol. 1994; 10: 105-8.
7. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one – visit apexification treatment: a prospective study. Int Endod J. 2007; 40: 186-97.
8. Torabinejad M, Hong CU, MC Donald F, PIH Ford TR. Physical and chemical properties of a new root – end filling material. J Endod. 1995; 21: 349 – 53.
9. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Pitt Ford TR. The constitution of mineral trioxide aggregate. Den Mater. 2005; 21: 731 – 8.
10. Duarte MAH, de Oliveria Demarchi ACC, Yamashita JC, Kuga MC, de Campos Fraga S. pH and calcium ion release of two root – end filling materials. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95: 345-7.
11. Fridland M, Rasado R. MTA solubility a long term study. J Endod. 2005; 31: 376-9.
12. Maroto M, Barberia E, Planells R, Vera V. Treatment of a non-vital immature incisor with mineral trioxide aggregate (MTA). Dent Traumatol. 2003; 19 :165-9.
13. El-Meligy AO, Avery DR. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calsiium hydroxide. Pediatric Dentistry. 2006; 28 : 248-53.
14. Shabahang S, Torabinejad M. Treatment of teeth with open apices using mineral trioxide aggregate. Pract. Periodontics Aesthet Dent. 2000; 12: 315-20.
15. Tittle K, Farley J, Linkhart T, Torabinejed M. Apical closure induction using bone growth factors and mineral trioxide aggregate. JOE. 1996; 22:198.
16. Steinig Th, Regan JD, Gutmann JL. The use and predictable placement of mineral trioxide anggregate in one –visit apexification case. Aus Endod J. 2003; 29: 34-42.
17. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. J endod. 2000; 26:288-91.
18. Apaydin E, Shabahang S dan Torabinejed M. Hard-tissue healing after application of fresh or set MTA as root-end filling material. J Endod. 2004; 30: 21-4.
19. Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, Abedi HR, McMillan PA. Comparative study of root – end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate in dogs. J endod.1999; 25: 1-5.

20. Al-Hzalmik, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JH dan Rotstein I. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cement. *J Endod.* 2005 ;31:453-6.
21. Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short – term intracanal dressing. *Int endod J.* 1991;24: 119-25.
22. Lawley GR, Schindler WG, Walker WA, Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed mta and fracture resistance with intra canal composite in a model of apexification. *J Endod.* 2004; 30: 167-72.