수종의 Mineral Trioxide Aggregate기반 재료의 치아변색에 대한 비교 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

강 신 홍

수종의 Mineral Trioxide Aggregate기반 재료의 치아변색에 대한 비교 연구

지도교수 송 제 선

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2014년 6월 19일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

강 신 홍

강신홍의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2014년 6월 19일

차 례

그림 차례 i

표 차례 ii

국문 요약 iii

I. 서론 1

II. 재료 및 방법 4

III. 결과 9

IV. 고찰 13

V. 결론 17

VI. Reference 18

영문 요약 21

그 림 차 례

Figure 1. The putty mold used in this study for measuring discoloration... 8

Figure 2. Discoloration of various MTA materials at different time point... 10

Figure 3. Change in the mean ΔE values in the 5 groups during 16 weeks... 11

Figure 4. Photographs of discoloration at 0, 8 and 16 weeks of 5 groups... 12

표 차 례

Table 1. Materials Used in the study... 5

국문요약

수종의 Mineral Trioxide Aggregate 기반 재료의 치아변색에 대한 비교 연구

Mineral Trioxide Aggregate (MTA)는 근관치료에 성공적으로 사용되어왔으나 시간이 지남에 따라 변색이 일어난다는 단점이 있다. 이 연구의 목적은 심미적으로 중요한 부위에서 다양한 MTA 제품이 치아변색에 미치는 영향을 알아보는 것이다.

먼저 네 가지 제품[ProRoot MTA (Dentsply), MTA Angelus (Angelus), ENDOCEM Zr (MARUCHI), RetroMTA (BioMTA)]으로 만든 시편에서 광조사 시간에 따라 15분, 30분 후에 변색이 일어나는지를 관찰하였다. MTA를 치관부에 충전한 후 치아변색을 평가한 연구에서는 대조군을 포함하여 5개군(각 군당 12개의 치아)을 각 1주, 2주, 4주, 8주, 12주, 그리고 16주에 변색을 측정하였다.

시편을 이용한 연구에서, 시간이 지남에 따라 ProRoot MTA와 MTA Angelus로 만든 시편에서 어두운 색으로 변하였으나 ENDOCEM Zr와

RetroMTA에서는 그런 변화를 관찰할 수 없었다. 치관부에 충전한 후 치아변색은 시간이 지남에 따라 ProRoot MTA와 MTA Angelus에서 ENDOCEM Zr와 RetroMTA보다 어두운 색으로의 변색을 보였다.

이상의 결과에서 최근 개발된 ENDOCEM Zr와 RetroMTA는 ProRoot MTA와 MTA Angelus에 비해 변색이 거의 일어나지 않음을 알 수 있다.

핵심이 되는 말 : MTA, 변색, ENDOCEM Zr, RetroMTA, ProRoot MTA, MTA Angelus

수종의 Mineral Trioxide Aggregate 기반 재료의 치아변색에 대한 비교 연구

<지도교수 송 제 선>

연세대학교 치의학과 대학원

강 신 홍

I. 서 론

Mineral trioxide aggregate (MTA)는 1998년 미국 FDA에서 근관치료에 사용 가능한 재료로 승인 받은 이래로 우수한 생체 친화성 및 밀폐 능력으로 치근단형성술, 치수절단술, 치수복조술 및 천공된 치근의 수복 등 근관 치료의 여러 영역에서 사용되고 있다(Belobrov, and Parashos 2011, Bortoluzzi et al. 2007, Lee, Monsef, and Torabinejad 1993, Moore, Howley, and O'Connell 2011, Tsatsas, Meliou, and Kerezoudis 2005). 소아치과 영역에 있어서도 외상을 받거나 치수염증이

있는 유치 또는 미성숙 영구치에서 치수치료의 재료로 MTA를 사용한 임상 증례와 연구가 많이 보고되었으며(Celik et al. 2013, Naik, and Hegde 2005), 최근에는 이를 기반으로 MTA를 함유한 재료를 개발하여 유치 및 미성숙영구치의 치수치료에 사용하고 있다(Karabucak et al. 2005).

상기 장점에도 불구하고 MTA는 조작이 어렵고, 가격이 비싸며, 제거가 어렵고, 시간이 지남에 따라 변색이 일어난다는 단점이 있다(Boutsioukis, Noula, and Lambrianidis 2008). 특히 치수복조술이나 치수절단술에서, MTA는 뚜렷한 변색을 일으켜, 심미적으로 좋지 않은 결과를 초래하였다(Ioannidis et al. 2013, Lenherr et al. 2012). 처음에 개발된 MTA는 gray MTA (GMTA)였다. 하지만 색이 어둡고 치아 변색을 유발하여, GMTA보다 심미적으로 우수하면서 임상적으로 같은 효과를 나타내는 white MTA (WMTA)가 개발되었다(Parirokh et al. 2005). GMTA와 WMTA의 차이점은 Al_2O_3, MgO, FeO와 같은 금속 산화물의 함유량인데, 이들이 변색의 주요한 원인이 된다(Hwang et al. 2009). 하지만 WMTA도 치아 변색을 일으키는데, 이는 낮은 함량이라도 금속산화물들이 여전히 WMTA에도 있고, 방사선 불투과성을 위해 첨가한 bismuth oxide도 변색을 일으키기 때문이다(Ioannidis et al. 2013, Lenherr et al. 2012).

MTA 변색은 bismuth oxide및 Al, Fe, Mg 등 금속 성분의 함량에 따라 그 정도가 다르다. 따라서 MTA의 효과를 변화시키지 않는 범위 내에서, 방사선 불투과성 역할을 하는 bismuth oxide 함량을 낮추거나, 아예 다른 물질을

사용하는 것이 변색을 줄일 수 있는 대안이 될 수 있다. 최근에 시판되는 ENDOCEM Zr (MARUCHI, Wonju, Korea)나 RetroMTA (BioMTA, Seoul, Korea)는 bismuth oxide대신에 zirconium oxide를 포함한 제품이다. 하지만 이 제품들이 변색이 일어나지 않는다는 보고는 없다. 따라서 본 연구에서는 최근 개발된 ENDOCEM Zr, RetroMTA와 기존의 ProRoot MTA (Dentsply, Tulsa, OK, U.S.A), 그리고 MTA Angelus (Angelus, Londrina, PR, Brazil)를 대상으로 시편과 발치된 치아에서의 변색 정도를 비교하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1) 시편을 이용한 변색 연구

ProRoot MTA, MTA Angelus, ENDOCEM Zr, RetroMTA를 각각 제조사의 지시대로 증류수와 혼합하여 rubber mold를 이용하여 8×1mm 크기의 시편을 제작하였다. 각각의 시편들과 bismuth oxide powder (Duksan, Ansan, Korea)와 zirconium oxide powder (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, U.S.A)를 4 well plate (SPL, Seongnam, Korea)에 넣고, glycerine (Duksan)에 15분간 담가 놓은 후, 광조사기 VALO® (Ultradent, South Jordan, Utah, U.S.A.)를 이용하여 standard power mode ($1000mW/cm^2$)로, 각각 15분과 30분동안 광조사하였다.

2) 치아를 이용한 변색 연구

1. 실험 재료

만 10-29세(남 11명, 여 9명) 총20명 환자에서 교정목적으로 발거 한 치아 중 치아형태 이상이나 치질 이상 그리고 수복물이나 중등도 이상의 치아 우식이 있는 치아는 제외하고, 상악 30개, 하악 30개, 총 60개의 소구치를 사용하였다. 본 실험은 연세대학교 치과대학병원 임상시험심의위원회에서 심의 및 승인 하에 시행하였다 (# 2-2013-0036).

본 연구에서 사용된 ProRoot MTA, MTA Angelus, ENDOCEM Zr, 그리고 RetroMTA의 제원은 Table 1.에 기술하였다.

Table 1. MTA-based Materials Used in the study

Material	Manufacturer	Ingredients (%)
ProRoot MTA*	Dentsply, Tulsa, U.S.A	Portland cement 75
		Calcium sulfate dehydrate(gypsum) 5
		Bismuth oxide 20
MTA Angelus*	Angelus, Brazil	Calcium oxide 55-60
		Silicon dioxide 17-20
		Aluminium oxide 2-4
		Bismuth oxide 18-22
ENDOCEM Zr*	MARUCHI, Korea	Calcium oxide 27-37
		Silicon dioxide 7-11
		Aluminium oxide 3-5
		Magnesium Oxide, Ferric Oxide 3-5
		Zirconium dioxide 43-46
RetroMTA†	BioMTA, Korea	Calcium carbonate 60-80
		Silicon dioxide 5-15
		Aluminium oxide 5-10
		Calcium zirconia complex 20-30

* manufacturer에서 제공한 제원

† http://www.biomta.com/shop/eng/product_5.php

2. 실험 방법

시편 제작

백악법랑경계 하방 약 2mm 근처에서 치아를 수평으로 잘라낸 후, Barbed broach (Mani, Tokyo, Japan)와 explorer로 치수조직을 제거하고, 치아 표면의 유기물질은 큐렛으로 물리적으로 제거 후, 2.5% NaOCl 용액(Duksan)에 10분간 담가 남아있는 유기물질을 제거하였다. 이후 생리식염수로 수회 세척 후, 4℃ 냉장 보관하였다.

실험 군은 총 5개 그룹(대조군, ProRoot MTA, MTA Angelus, ENDOCEM Zr, RetroMTA)으로 각 군당 12개의 치아를 사용하였다. 제조사 지시대로 재료를 혼합하여, 잘라낸 치아의 치관부 치수강부터 백악법랑경계까지 역방향으로 충전 후, 초기경화 되기를 기다려 하방은 광중합형 컴포머 이장재 (Ionosit®-Baseliner, DMG, Hamburg, Germany)로 밀폐하였다. 대조군은 치수조직 제거 후, 아무것도 넣지 않고 Ionosit®-Baseliner로만 밀폐하였다.

러버인상재(Aquasil Soft Putty, Dentsply)를 이용하여 치아마다 mold를 제작하였다. mold에 biopsy punch (SFM, Wächtersbach, Germany)로 지름 약 6mm 크기의 구멍을 뚫어서 VITA Easyshade® Compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)로 같은 부위의 변색 정도를 측정하였다. 구멍의 위치는 치아내부 MTA의 변색을 관찰하기에 용이하도록 협측의 중간 1/3에서 치경부 1/3사이로 하였다(Fig. 1).

모든 시편을 인공타액(탈리바액, Hanlim Pharm Co, Seoul, Korea)이 있는 12-well plate (BD Falcon, Franklin Lakes, NJ, U.S.A)에 넣고 창가에 보관하였으며, 2주에 한번씩 인공타액을 갈아주었다.

치아 색 측정

치아 색은 처음과 1주, 2주, 4주, 8주, 12주, 16주에 VITA Easyshade® Compact를 이용하여 측정하였다. 모든 실험군은 3회씩 L*a*b* (L*, luminous intensity, a*, red-green parameter, b*, yellow-blue parameter)값을 측정하였다. 각각의 시점에서 측정한 L*a*b*값을 이용하여 처음과의 차이(ΔE값)를 다음 수식으로 계산하였다.

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

통계 분석

모든 통계 분석은 SPSS Statistics (ver 21.0, SPSS Inc. IBM, Armonk, New York, U.S.A)를 이용하여 각 시점 별로 제품간 변색 차이에 대한 통계분석을 시행하였다. Shapiro-Wilk test를 통해 정규성 검정을 거친 후, One-way ANOVA test ($P<.05$)를 시행하였으며, 사후 검정으로 Scheffe´ test (Bonferroni correction; $P<.01$)를 이용하였다.

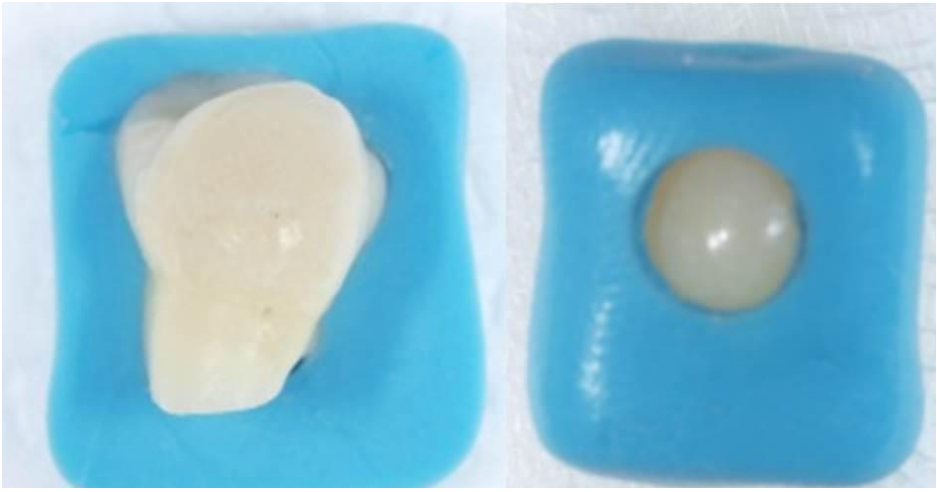

Fig 1. The putty mold used in this study for measuring L*a*b*.

III. 결 과

1) 시편을 이용한 변색 연구

ProRoot MTA와 MTA Angelus는 15분과 30분 시점에서 모두 검정색 변색이 일어났고, ENDOCEM Zr와 RetroMTA는 시간에 따른 변화가 없었다. ProRoot MTA와 MTA Angelus를 비교 시, ProRoot MTA에서 MTA Angelus보다 더 어둡게 변색이 일어났다. 또한 bismuth oxide powder는 광조사 시간에 따라 뚜렷한 변색이 일어났으나 zirconium oxide powder는 변색되지 않았다(Fig. 2).

2) 치아를 이용한 변색 연구

One-way ANOVA test를 통해 분석한 결과 8주부터 각 군간의 유의차가 있었다($P<.05$). 사후 검정을 통해 확인한 결과 8주부터 16주까지 ProRoot MTA, MTA Angelus group과 대조군 사이에 통계적으로 유의차가 있었다($P<.01$) (Fig. 3). 8주, 16주에 각 그룹별 사진에서, ProRoot MTA와 MTA Angelus group에서 변색이 뚜렷하게 일어났음을 관찰할 수 있었다(Fig. 4).

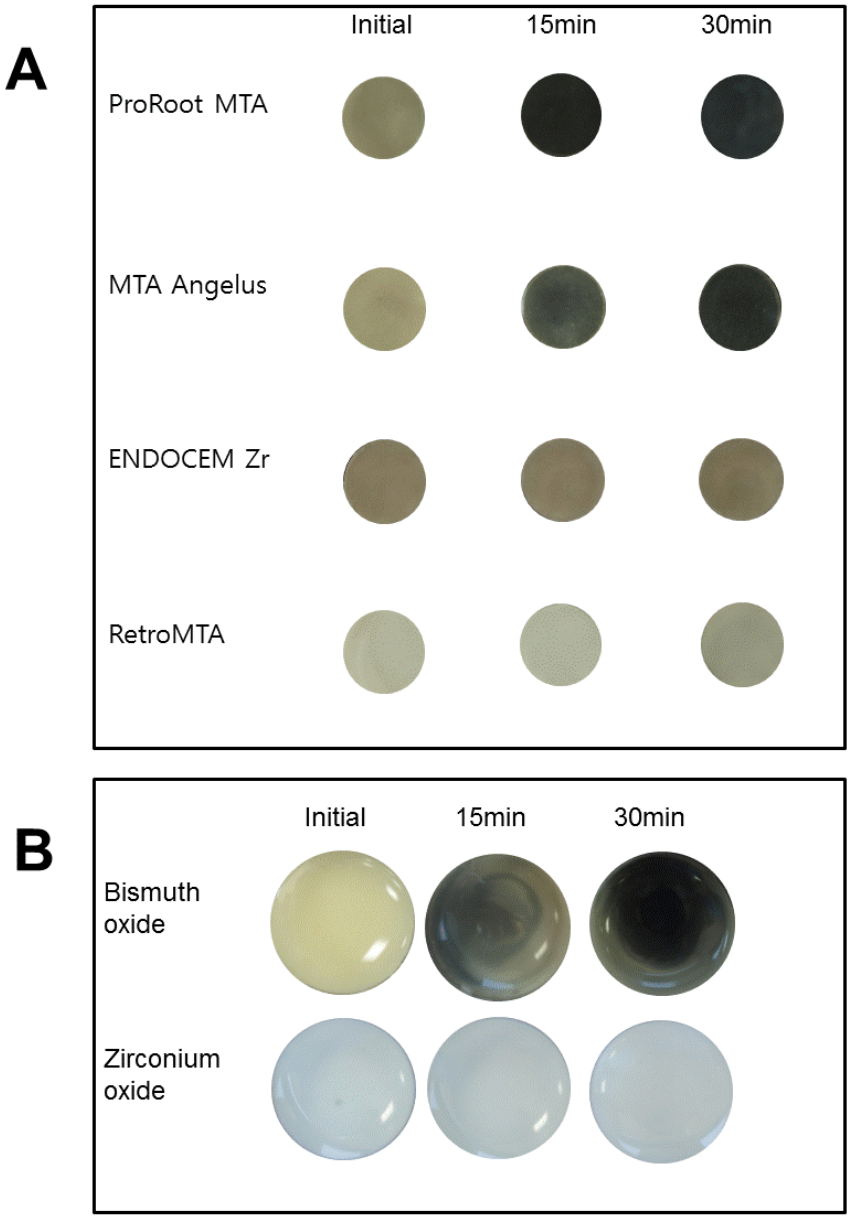

Fig 2. Discoloration of four MTA discs at different time point. (A) The images of MTA materials in glycerine flashed on light for 0, 15, 30 minutes. (B) The images of bismuth oxide, zirconium oxide powder in glycerine flashed on light for 0, 15, 30 minutes.

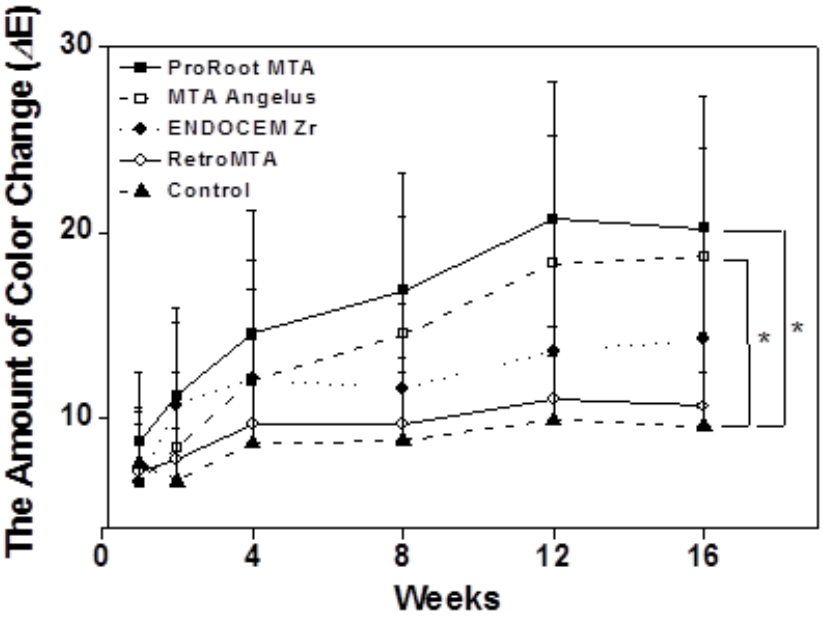

Fig 3. Change in ΔE values in the 5 groups during 16 weeks. ΔE values indicate the differences in color, which were calculated by using the L*a*b* values of 3 different measurements (L*, luminosity, a*, red-green parameter, b*, yellow-blue parameter). The data means average and standard deviation of ΔE values.

* indicates statistically significant differences among the groups at 8,12 and 16 weeks (ANOVA test, P<.05, posthoc Scheffe´s test, P<.01).

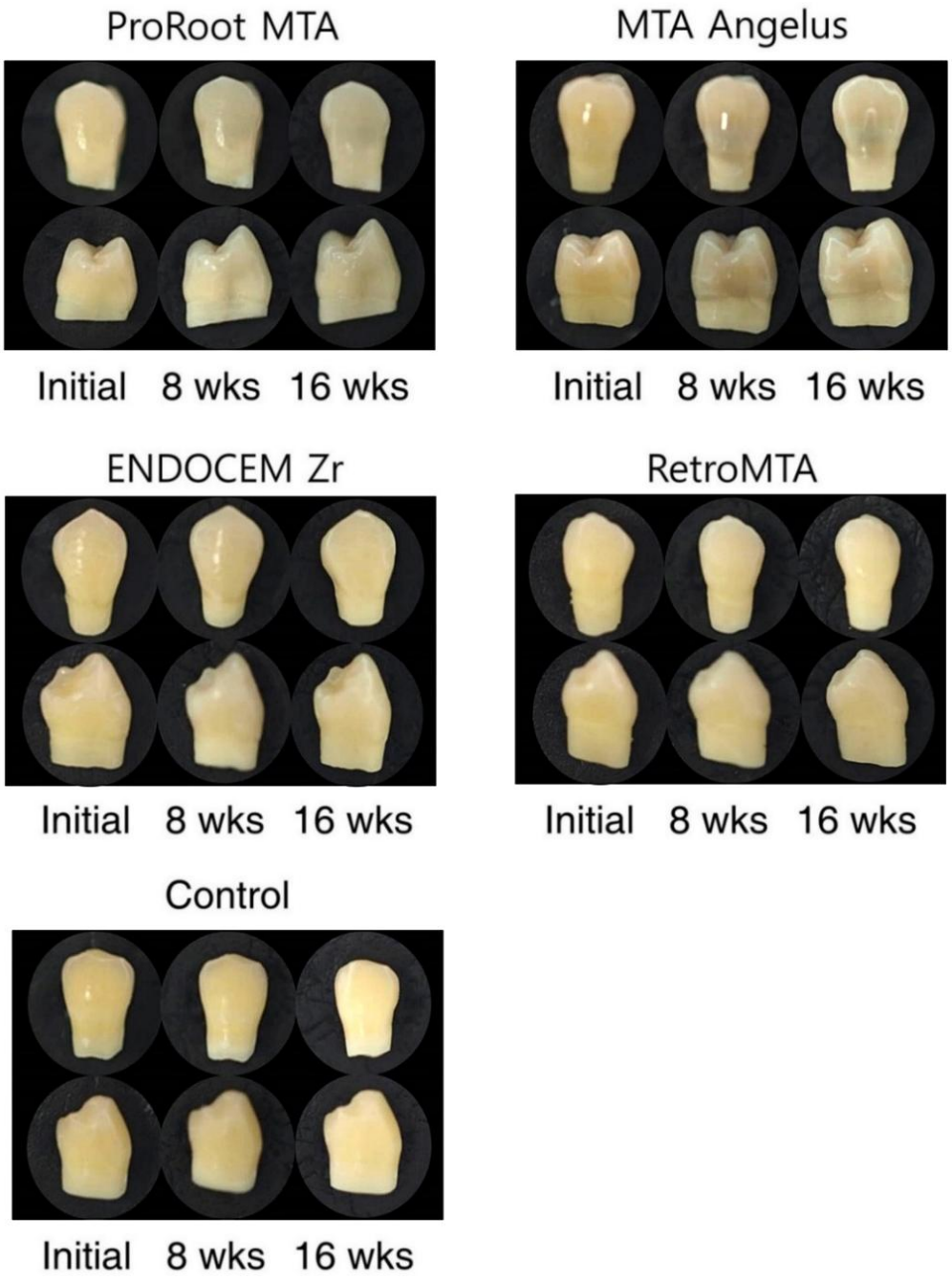

Fig 4. Photographs of discoloration at 0, 8 and 16 weeks of ProRoot MTA, MTA Angelus, ENDOCEM Zr, RetroMTA and Control group. ProRoot MTA and MTA Angelus group show relatively more distinct color change than ENDOCEM Zr, RetroMTA, and Control group.

IV. 고 찰

본 연구는 심미적으로 중요한 부위의 치수 치료 시, MTA를 사용할 때 고려해야 할 점인 재료의 변색에 착안해서, 여러 재료를 이용한 변색 실험을 수행하였으며, 결과적으로 ENDOCEM Zr와 RetroMTA에서 기존의 ProRoot MTA와 AngelusMTA 보다 상대적으로 변색이 되지 않는다는 결론을 얻을 수 있었다. MTA는 좋은 치수 치료 재료라는 장점에도 불구하고 이처럼 변색이 된다는 단점이 있어 전치부에 사용 할 때는 주의해야 한다(Felman, and Parashos 2013, Valles et al. 2013b).

본 연구에서는 발치된 치아를 잘라내어 사용하여, 실제 환자에서의 상황과 다르지만, 이러한 시편에서도 vital pulp therapy에서와 비슷한 정도의 변색을 보이기 때문에 동일한 조건에서 MTA 기반 재료들의 변색 비교를 위한 모델로서는 충분하다. 치수 치료 시 사용하는 재료에 의한 변색을 알아보기 위해, 발치한 치아들을 사용한 여러 연구들이 있고(Akbari et al. 2012, Lenherr et al. 2012), 본 연구는 이러한 기존 연구에 착안하였다.

MTA 변색의 가장 유력한 원인으로 거론되는 bismuth oxide는 빛에 노출되고 산소가 없는 환경이 조성되면 변색이 일어난다(Camilleri 2014, Felman, and Parashos 2013, Valles et al. 2013b). Bismuth oxide는 광조사에 의해 금속성 bismuth와 산소로 해리되는데, 이때 생긴 금속 결정의 색이 어두워 변색이 일어나게 된다. 따라서 산소압을 증가시켜 금속성 bismuth 원소의 형성을

억제하면 변색을 막을 수 있다. 충전된 MTA 위의 수복물로 인해 산소가 없는 환경이 조성되기 때문에 수복물 하방의 MTA는 변색이 일어날 수 있다. 본 연구에서는, 산소 노출을 줄이기 위해 glycerine을 사용하였는데, 이는 실제 수복 시와 비슷한 상황을 만들어주기 위함이다. Glycerine은 산소투과율이 낮고(Bergmann, Noack, and Roulet 1991), 환원제로도 작용하여 bismuth oxide의 산소 원소를 빼앗아오는 역할을 한다(Graham et al. 2013). 이 때문에 변색을 빨리 유도할 수 있다. 본 연구 결과, 방사선 불투과성 물질로 zirconium oxide가 포함된 ENDOCEM Zr와 RetroMTA에서, bismuth oxide가 포함된 기존의 ProRoot MTA와 MTA Angelus보다 변색이 덜 일어났으며, ProRoot MTA가 MTA Angelus보다 약간 더 어두운 변색을 보였는데, 이는 bismuth oxide 함량에 기인한 것으로 생각되며, 이와 관련하여 2006년에 Song등은 MTA Angelus의 bismuth oxide 함량이 ProRoot MTA의 bismuth oxide 함량보다 적다고 하였다(Song et al. 2006).

Bismuth oxide 외에 다른 변색의 원인도 고려해야 한다. 광원의 종류에 따라서 MTA의 변색 정도가 달라진다는 연구도 있는데, 광원의 광도 및 파장이 변색 속도에 영향을 미치는 것으로 보이며, 광도가 높을수록, 파장 범위가 넓을수록 변색 속도가 빠르다고 하였다(Valles et al. 2013a). 또한 치수 내 혈액이 MTA 변색을 심화시킬 수 있으므로, 지혈을 완벽하게 하거나 치수를 완전히 제거한 후 적용해야 변색을 줄일 수 있다고 하는 연구도 있다(Felman, and Parashos 2013, Torabinejad et al. 1994). 2014년에 Josette

Camilleri등은 WMTA와 bismuth oxide를 함유한 물질이 NaOCl 용액과 접촉하면 변색이 일어나기 때문에 유의해야 한다고 하였다. 이들은 bismuth oxide가 포함된 물질과 NaOCl이 접촉하면 어두운 갈색으로 변색이 일어났다고 보고하였다. 이때 NaOCl은 sodium chloride로 환원된다. 변색은 bismuth oxide가 검정색인 bismuth metal로의 변화됨을 의미한다. 따라서 두 가지 반응으로 산소가 치아 내에 해리된다. 이에 대한 변색을 설명하는 다른 가설은 bismuth oxide가 더 산화되어 산소의 불안정화를 야기해서 공기중의 이산화탄소와 반응하여 bismuth carbonate가 만들어지며, 이러한 bismuth carbonate는 빛에 민감하여 변색을 유발한다고 하였다(Camilleri 2014). MTA 기반 재료들의 변색에 관한 최근 연구들에 의하면, bismuth oxide가 빛과 산소의 영향을 받아 변색을 일으키는 것은 확실하지만 변색에 이르는 정확한 기전에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

MTA 변색을 극복하기 위한 연구들도 진행되었는데, Magid Akbari 등은 MTA를 충전하기 전에 상아질 접착제를 도포하면 MTA 성분이 상아세관으로 침투하지 못해 변색이 덜 일어난다고 하였으며(Akbari et al. 2012), 또 다른 연구에서는 internal bleaching을 통해 변색된 것을 제거하려고 하였으나, 결과적으로 MTA를 제거하지 않는 이상 효과가 없다고 하였다(Jang et al. 2013).

기본적으로 MTA에 포함된 Al, Fe, Mg 등의 금속성 성분과 bismuth oxide에 의해 변색이 일어나기 때문에, MTA의 효과를 변화시키지 않는 범위 내에서

이런 금속성 물질의 함량을 줄이는 것이 필요하다(Parirokh et al. 2005). 최근에는 이러한 중금속을 줄이고 bismuth oxide를 zirconium oxide 또는 tantalum oxide로 대체하는 재료들이 출시되고 있다.

지금까지 치과재료의 개발이 기능적인 측면에만 초점이 맞춰져 있었다면, 앞으로는 심미적인 측면에서도 이상적인 재료의 특성을 가져야 한다. 이와 관련하여 본 연구에서는 네 가지 재료의 변색에 초점을 맞추어 그 차이를 분석하였으며, 최근에 개발된 재료들이 상대적으로 이런 조건에 부합된다는 것을 알 수 있었다.

V. 결 론

Zirconium oxide가 포함된 ENDOCEM Zr와 RetroMTA에서, bismuth oxide가 포함된 기존의 ProRoot MTA와 MTA Angelus보다 변색이 덜 일어났다. 따라서 심미적으로 중요한 부위에 사용시 이를 고려하여 재료를 선택해야 한다.

VI. Reference

Akbari, M., A. Rouhani, S. Samiee and H. Jafarzadeh. 2012. "Effect of dentin bonding agent on the prevention of tooth discoloration produced by mineral trioxide aggregate". *Int J Dent,* 2012: 563203.

Belobrov, I. and P. Parashos. 2011. "Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate". *J Endod,* 37(7): 1017-20.

Bergmann, P., M. J. Noack and J. F. Roulet. 1991. "Marginal adaptation with glass-ceramic inlays adhesively luted with glycerine gel". *Quintessence Int,* 22(9): 739-44.

Bortoluzzi, E. A., G. S. Araujo, J. M. Guerreiro Tanomaru and M. Tanomaru-Filho. 2007. "Marginal gingiva discoloration by gray MTA: a case report". *J Endod,* 33(3): 325-7.

Boutsioukis, C., G. Noula and T. Lambrianidis. 2008. "Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material". *J Endod,* 34(10): 1239-42.

Camilleri, J. 2014. "Color Stability of White Mineral Trioxide Aggregate in Contact with Hypochlorite Solution". *J Endod,* 40(3): 436-40.

Celik, B., A. S. Atac, Z. C. Cehreli and S. Uysal. 2013. "A randomized trial of mineral trioxide aggregate cements in primary tooth pulpotomies". *J Dent Child (Chic),* 80(3): 126-32.

Felman, D. and P. Parashos. 2013. "Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate". *J Endod,* 39(4): 484-7.

Graham, P. H., N. Plant, J. L. Graham, L. Browne, M. Borg, A. Capp, G. P. Delaney, J. Harvey, L. Kenny, M. Francis and Y. Zissiadis. 2013. "A paired, double-blind, randomized comparison of a moisturizing durable barrier cream to 10% glycerine cream in the prophylactic management of postmastectomy irradiation skin care: trans Tasman Radiation Oncology Group (TROG) 04.01". *Int J Radiat Oncol Biol Phys,* 86(1): 45-50.

Hwang, Y. C., S. H. Lee, I. N. Hwang, I. C. Kang, M. S. Kim, S. H. Kim, H. H. Son and W. M. Oh. 2009. "Chemical composition, radiopacity, and biocompatibility of Portland cement with bismuth oxide". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 107(3): e96-102.

Ioannidis, K., I. Mistakidis, P. Beltes and V. Karagiannis. 2013. "Spectrophotometric analysis of coronal discolouration induced by grey and white MTA". *Int Endod J,* 46(2): 137-44.

Jang, J. H., M. Kang, S. Ahn, S. Kim, W. Kim, Y. Kim and E. Kim. 2013. "Tooth discoloration after the use of new pozzolan cement (Endocem) and mineral trioxide aggregate and the effects of internal bleaching". *J Endod,* 39(12): 1598-602.

Karabucak, B., D. Li, J. Lim and M. Iqbal. 2005. "Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate". *Dent Traumatol,* 21(4): 240-3.

Lee, S. J., M. Monsef and M. Torabinejad. 1993. "Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations". *J Endod,* 19(11): 541-4.

Lenherr, P., N. Allgayer, R. Weiger, A. Filippi, T. Attin and G. Krastl. 2012. "Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study". *Int Endod J,* 45(10): 942-9.

Moore, A., M. F. Howley and A. C. O'Connell. 2011. "Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children". *Dent Traumatol,* 27(3): 166-73.

Naik, S. and A. H. Hegde. 2005. "Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: an in vivo study". *J Indian Soc Pedod Prev Dent,* 23(1): 13-6.

Parirokh, M., S. Asgary, M. J. Eghbal, S. Stowe, B. Eslami, A. Eskandarizade and S. Shabahang. 2005. "A comparative study of white and grey mineral trioxide aggregate as pulp capping agents in dog's teeth". *Dent Traumatol,* 21(3): 150-4.

Song, J. S., F. K. Mante, W. J. Romanow and S. Kim. 2006. "Chemical analysis of powder and set forms of Portland cement, gray ProRoot MTA, white ProRoot MTA, and gray MTA-Angelus". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod,* 102(6): 809-15.

Torabinejad, M., R. K. Higa, D. J. McKendry and T. R. Pitt Ford. 1994. "Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination". *J Endod,* 20(4): 159-63.

Tsatsas, D. V., H. A. Meliou and N. P. Kerezoudis. 2005. "Sealing effectiveness of materials used in furcation perforation in vitro". *Int Dent J,* 55(3): 133-41.

Valles, M., M. Mercade, F. Duran-Sindreu, J. L. Bourdelande and M. Roig. 2013a. "Color stability of white mineral trioxide aggregate". *Clin Oral Investig,* 17(4): 1155-9.

2013b. "Influence of light and oxygen on the color stability of five calcium silicate-based materials". *J Endod,* 39(4): 525-8.

Abstract

Comparision of discoloration of various Mineral Trioxide Aggregate-based materials

Kang, Shin-hong

Department of Dentistry

The Graduate school, Yonsei University

(Directed by Professor Song, Je Seon. D.D.S., Ph.D.)

Although Mineral Trioxide Aggregate (MTA) has been successfully used for root-canal treatment in the past, it carries a potential flaw of discoloration over time. Hence, the purpose of this research is to examine the role of MTA on dental discoloration when used for aesthetically important dental areas.

The experiment was conducted by utilizing discs from four different products; ProRoot MTA (Dentsply), MTA Angelus (Angelus), ENDOCEM Zr (MARUCHI), and RetroMTA (BioMTA). By exposing each discs to light-curing for 15 and 30 minutes respectively, potential discoloration was closely monitored. Another

experiment was conducted by using extracted teeth. Four experimental groups and one control group, each comprised of 12 teeth, were utilized for the experiment. Different MTA products were applied to chamber of the crown area of the teeth for each experiment group and closely monitored for any discoloration during the 1st, 2nd, 4th, 8th, 12th, and 16th week of the experiment.

Regarding the first experiment using the MTA discs, while the discs from ProRoot MTA and MTA Angelus showed dark discoloration over time, discs from ENDOCEM Zr and RetroMTA did not show any signs of discoloration. The second experiment utilizing teeth showed darker discoloration for ProRoot MTA and MTA Angelus than for ENDOCEM Zr and RetroMTA over time.

As a result, it can be seen that compared to the original MTA products such as ProRoot MTA and MTA Angelus, the utilization of more recently developed ENDOCEM Zr and RetroMTA hardly results in any discoloration.

Keyword : Mineral trioxide aggregate, discoloration, ENDOCEM Zr, RetroMTA, ProRoot MTA, MTA Angelus