http://dx.doi.org/10.5933/JKAPD.2012.39.4.366

OrthoMTA와 ProRoot MTA의 항미생물 효과 비교

김수영[1] · 최남기[1] · 박지일[2] · 김선미[1]

[1]전남대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실, [2]광주 보건대학교 치위생학교실

국문초록

본 연구의 목적은 현재 많이 사용되고 있는 ProRoot MTA (Dentsply Tulsa, USA)와 최근 국내에서 새로 개발된 OrthoMTA (Bio MTA, Korea)의 감염된 근관에서 주로 발견되는 3개의 미생물에 대한 효과를 다양한 농도와 시간에서 비교하는 것이다. 50, 25, 12.5 mg/mL의 농도로 준비된 ProRoot MTA와 OrthoMTA에 *Enterococcus faecalis*, *Fusobacterium nucleatum* 그리고 *Staphylococcus epidermidis*를 접종 후 24, 48, 72시간에 항미생물 효과를 관찰하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

*E. faecalis*의 경우 ProRoot MTA와 OrthoMTA 50, 25, 12.5 mg/mL 농도의 모든 시간대에서 세균을 완전히 억제하지는 못했지만 양성 대조군에 비해 성장이 조금 감소한 양상을 보였다($p < 0.05$). *F. nucleatum*의 경우 ProRoot MTA 50 mg/mL 농도의 24시간에서 미생물을 억제하였으나 시간이 지남에 따라 세균의 성장을 보인 반면 OrthoMTA의 경우 같은 농도에서 시간이 지나도 계속 세균을 억제하였다($p < 0.05$). *S. epidermidis*의 경우 ProRoot MTA 50 mg/mL, OrthoMTA 50, 25 mg/mL 농도의 24시간에서 억제 효과를 보였으나 시간이 지나면서 세균이 조금씩 성장하였다. 그러나 전체적으로 모든 농도와 시간에서 양성 대조군에 비해서는 억제 효과를 나타냈다($p < 0.05$). 본 연구를 통해 국내에서 새로 개발된 OrthoMTA는 기존의 ProRoot MTA보다 항균활성을 가지고 있음을 알 수 있었다.

주요어: 항 미생물 효과, OrthoMTA, ProRoot MTA

Ⅰ. 서 론

미생물은 근관치료의 실패, 치수질환 및 치주질환 진행에 중요한 역할을 한다. 근관 치료의 성패는 치근단 또는 천공 부위의 효과적인 폐쇄 뿐 아니라 미생물과 감염 조직의 성공적인 제거 여부에 달려있다[1-3]. 많은 치근단 충전 물질들은 완벽한 봉쇄가 불가능하고, 치근단공과 충전 물질 사이에 미세 노출 공간이 생겨 미생물과 그 산물이 침입한다. 따라서 이상적인 치근단 충전 물질은 탁월한 봉쇄 능력과 생체 적합성뿐만 아니라 항균 활성을 가져야 한다[3,4].

여러 연구에 의하면 mineral trioxide aggregate (MTA)는 탁월한 밀폐력, 알칼리성에 의한 경조직 형성능력 그리고 항 미생물 작용을 나타내 생체 적합 물질로 평가받고 있다. 이러한 MTA의 물리적, 화학적 특성 때문에 근관치료 영역에서 치근단 충전, 치근 천공 보수, 치수복조술, 치수절단술, 근첨형성술에서 다양하게 활용되고 있다[3,5-10].

MTA는 흰색이나 회색으로 판매되며, 무게비는 75%의 Portland cement, 20%의 bismuth oxide, 그리고 5%의 gypsum으로 구성된다. 임상에서 파우더와 물 혼합 시 권장 MTA 농도는 1 g/0.35 mL이다. MTA는 colloidal gel을 형성하는 미세한 친수성 분자로 이루어진 파우더로 물이나 수분의 존재 하에서 대략 4시간 이내에 단단한 시멘트가 된다. 구성성분은 tricalcium silicate, dicalcium silicate, bismuth oxide 이고 적은 양의 iron과 aluminum으로 되어 있다[11,12].

최근 국내에서 개발된 OrthoMTA (Bio MTA, Korea)는 상아세관의 직경보다 작은 미세한 입자를 사용하여 근관충전을 함으로써 작은 입자들이 치근첨과 상아세관 내부를 밀폐시킨 후 수경성 반응을 통해서 단단하게 경화된다. 경화시간은 6시

*교신저자 : **김 선 미***
광주광역시 북구 용봉로 77번지 / 전남대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 / 062-530-5668 / smkim1406@hanmail.net
원고접수일: 2012년 05월 13일 / 원고최종수정일: 2012년 10월 13일 / 원고채택일: 2012년 10월 13일

*이 논문은 2010학년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

www.kci.go.kr

간으로 기존 MTA에 비해 2시간 길지만 경화 시 용출된 $Ca(OH)_2$와 체액에 존재하는 phosphate이온이 결합하여 만들어진 hydroxyapatite가 OrthoMTA와 근관벽 사이의 미세 계면 공간을 밀폐한다. 약리 작용으로는 높은 pH로 살균효과가 있으며, 화학적 결합을 통한 완벽한 밀폐 효과가 있다. 또한 OrthoMTA는 생역학적 물질로 섬유아세포, 백악아세포, 골모세포를 활성화시켜 손상된 시멘트질과 골조직 및 치근막 조직을 재생시키는 것으로 보고되고 있다[13]. OrthoMTA는 근관 충전 후 수축이 없고 Orthograde canal filling이 가능하며 구성성분은 tricalcium silicate, dicalcium silicate, tricalcium aluminate, free calcium oxide, bismuth oxide이며 발암물질인 육가크롬(비소, 석면), 중금속(철, 망간)과 황산화물을 포함하지 않는다[14].

최근 여러 연구들이 근관 질환 관련 미생물에 미치는 MTA의 영향을 평가하였다[15-18]. Torabinejad 등[3]은 MTA가 *Staphylococcus epidermidis*를 포함한 몇몇의 통성 혐기성균에 대해서는 효과가 있지만 *Enterococcus faecalis* 및 혐기성균에 대해서는 효과가 없다고 보고하였다. Estrela 등[17]도 역시 MTA의 *E. faecalis*에 대한 억제 효과를 찾아내지 못했다. 반면 Al-Hezaimi 등[19]은 MTA가 *E. faecalis*의 성장을 지연시키거나 억제했으며, 다른 근관 충전물보다 더 큰 항 미생물성을 보여주었다고 보고한 바 있다.

본 연구의 목적은 감염된 근관에서 주로 발견되는 3개의 미생물에 대한 ProRoot MTA (Dentsply Tulsa, USA)와 OrthoMTA의 효과를 다양한 농도와 시간에서 비교하는 것이다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서는 현재 많이 사용되고 있는 ProRoot MTA (white)와 최근 국내에서 개발된 OrthoMTA를 준비하고, 감염된 근관에서 주로 발견되는 *E. faecalis* (ACTT 29211), *Fusobacterium nucleatum* (ATCC 49256), *S. epidermidis* (ATCC 12228)를 실험 미생물로 선택하였다.

2. 연구 방법

1) MTA

ProRoot MTA와 OrthoMTA를 증류수로 혼합한 후 50, 25, 12.5, 6.25 mg/mL의 농도로 준비하였다. 각 혼합물을 3 mL Trypticase soy 액체 배지가 포함된 Broth tube에 첨가했다.

2) 세균 배양

전남대학교 치과대학 미생물학 교실에 있는 미생물 *E. faecalis, F. nucleatum* 그리고 *S. epidermidis*를 성장을 나타내는 완전한 현탁액이 얻어 질 때까지 24시간 동안 배양하였으며, 배양 미생물은 최종 밀도인 10^4 CFU/mL이 되도록 Broth에 희석하였다. 한 미생물 당 10개의 Broth tube를 준비하고 3번씩 실험하였다. ProRoot MTA와 OrthoMTA를 첨가하지 않은 Broth tube를 양성 대조군으로, 미생물이 없는 Broth tube를 음성 대조군으로 사용하였다. *E. faecalis, F. nucleatum* 그리고 *S. epidermidis*에 대한 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 최소 억제 농도(minimal inhibitory concentration)는 tube 희석 실험(tube dilution test)으로 평가하였다.

3) 항균 활성 평가

실험 미생물들은 배양액에서 1 mL씩 등분해 분리하였으며 소독된 tube에 옮겨 대조군 및 실험군으로 나누었다. 모든 대조군 및 실험군은 섭씨 37℃ 혐기성 배양기에서 3일 동안 배양하였고 0, 24, 48, 72시간 간격으로 혼탁도 및 optical density$_{570nm}$ (OD_{570nm})값을 측정하여 기록하였다. 이 때 성장이 일어나지 않는 최고 희석액의 값이 최소 억제 농도이다. 미생물의 성장을 확인하고 오염을 통제하기 위해 실험 및 대조군으로부터 각각 0.1 mL의 샘플을 채취해 Trypticase soy agar에서 따로 배양했다.

4) 통계 분석

통계 분석은 SPSS (ver 12.0) 통계 프로그램을 사용하였다. 각 미생물 그룹에서 시간에 따른 OD_{570nm}값의 차이 및 그룹 간 차이는 비모수 Kruskal- Wallis test를 사용하여 통계학적으로 분석했다. Dunn′s test로 사후 검정을 하였으며 사용된 모든 통계분석의 유의수준은 $p < 0.05$로 하였다.

Ⅲ. 연구 성적

ProRoot MTA와 OrthoMTA는 농도에 따라 3가지 미생물에 대해 다양한 항균 효과를 나타냈다.

*E. faecalis*의 경우 ProRoot MTA와 OrthoMTA 50, 25, 12.5 mg/mL 농도의 각 시간에서 모두 미생물의 성장을 보여 미생물을 완전히 억제하지는 못했다(Table 1). OD_{570nm}값은 양성 대조군에 비해 성장이 조금 감소한 양상을 보였다(Fig. 1).

*F. nucleatum*의 경우 ProRoot MTA 50 mg/mL 농도의 24시간에서 미생물을 억제하였으나 48시간 이후로 미생물의 성장을 보인 반면 OrthoMTA의 경우 같은 농도에서 시간이 흐름에 따라 계속 미생물을 억제하였다(Table 2, Fig. 2).

*S. epidermidis*의 경우 ProRoot MTA 50 mg/mL, OrthoMTA 50, 25 mg/mL 농도의 24시간에서 억제효과를 보였으나 48, 72시간 배양 시에는 미생물이 성장하였다(Table 3). 그러나 모든 농도와 시간에서 양성 대조군에 비해서는 억제 효과를 나타냈다(Fig. 3).

통계적으로 각 미생물 그룹의 시간별 재료의 농도 및 재료별 시간에 따른 OD_{570nm}값 차이를 대조군과 비교한 결과 *E. faecalis*의 경우 24, 48, 72 시간에서 모든 농도의 OrthoMTA와 ProRoot MTA가 유의한 차이를 나타내지 않았으나 12.5, 50 mg/mL의 ProRoot MTA와 25, 50 mg/mL의 OrthoMTA가

www.kci.go.kr

24시간에 비해 72시간 후에 *E. faecalis*를 효과적으로 억제하였다(Fig. 1). *F. nucleatum*의 경우 모든 시간과 농도에서 유의한 차이를 나타내지 않았다(Fig. 2). *S. epidermidis*의 경우 48시간에서 25 mg/mL의 OrthoMTA와 72시간에서 12.5 mg/mL의 OrthoMTA가 유의한 차이를 나타냈지만 모든 농도의 OrthoMTA와 ProRoot MTA는 시간에 따른 유의한 차이는 없었다(Fig. 3).

Table 1. Effect of ProRoot MTA and OrthoMTA at various Concentrations on *E. faecalis*

Time (hours)	control	ProRoot MTA Concentration (mg/mL)			OrthoMTA Concentration (mg/mL)		
		50	25	12.5	50	25	12.5
0	+	+	+	+	+	+	+
24	+	+	+	+	+	+	+
48	+	+	+	+	+	+	+
72	+	+	+	+	+	+	+

Bacterial growth per group is represented by (+) and no growth by (-)

Table 2. Effect of ProRoot MTA and OrthoMTA at various Concentrations on *F. nucleatum*

Time (hours)	control	ProRoot MTA Concentration (mg/mL)			OrthoMTA Concentration (mg/mL)		
		50	25	12.5	50	25	12.5
0	+	+	+	+	+	+	+
24	+	−	+	+	−	+	+
48	+	+	+	+	−	+	+
72	+	+	+	+	−	+	+

Bacterial growth per group is represented by (+) and no growth by (-)

Table 3. Effect of ProRoot MTA and OrthoMTA at various Concentrations on *S. epidermidis*

Time (hours)	control	ProRoot MTA Concentration (mg/mL)			OrthoMTA Concentration (mg/mL)		
		50	25	12.5	50	25	12.5
0	+	+	+	+	+	+	+
24	+	−	+	+	−	−	+
48	+	+	+	+	+	+	+
72	+	+	+	+	+	+	+

Bacterial growth per group is represented by (+) and no growth by (-)

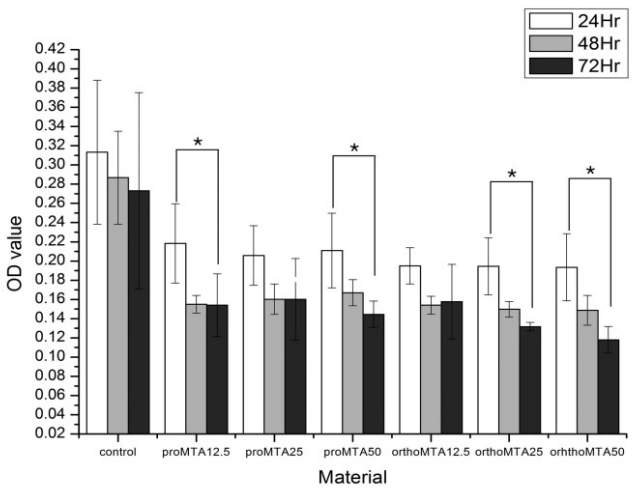

Fig. 1. OD_{570nm} average value of *E. faecalis* group.
Kruskal-Wallis test (* : $p < 0.05$)
*indicates the significant differences ($p < 0.05$) among experimental sides of groups.

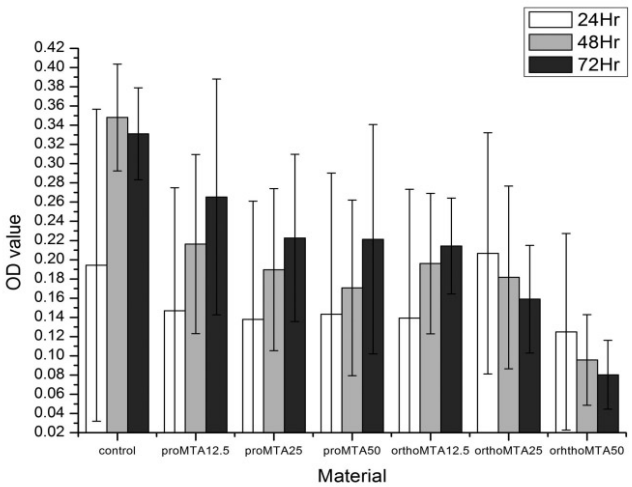

Fig. 2. OD_{570nm} average value of *F. nucleatum* group.

www.kci.go.kr

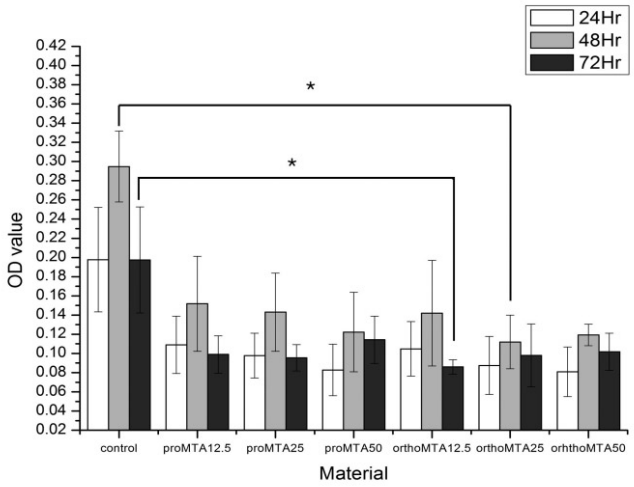

Fig. 3. OD_{570nm} average value of S. epidermidis group.
Kruskal-Wallis test (* : $p < 0.05$)
*indicates the significant differences ($p < 0.05$) among experimental sides of groups.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

감염된 근관 내에 있는 전체 세균 중 70%는 혐기성 균이며 이 중 11.7%가 *F. nucleatum*이다. 특히 혐기성균은 1차 감염 근관 내에 주로 존재하며, 다시 재발하는 경향에 대한 연구에 의하면 33.3%에서 *F. nucleatum*이 재발하였다. 또한 *F. nucleatum*은 근관 내 감염에서 주로 보이는 균들 중에 상위 10위 내에 들며 괴사된 치수가 있는 근관 내에 많았다. 또한 2차 감염 근관보다 1차 감염 근관에서 더 자주 관찰되었다[20-23]. *S. epidermidis*는 항균제에 대한 내성이 있어 치료를 어렵게 하고 병원성이 더 강한 *Staphylococcus aureus*에게 항균제 내성유전자를 제공하여 근관 감염을 심화시킬 수 있다[24]. *E. faecalis*는 치료 전의 근관에서는 균총의 일부만을 차지하지만 치료에 실패한 근관에서는 단일 균총 또는 균총 내 주종으로 존재하며 높은 비중을 차지한다. 이는 *E. faecalis*의 활성뿐 아니라 상아세관으로의 침투력을 유지하고 있으며 혈장 내 콜라겐 성분에 부착할 수 있기 때문으로 보고되고 있다[2,25,26]. 따라서 근관치료 후 무증상으로 지속되는 치근단 병소의 원인이 되며, 1차 감염 근관병소에서 4~40% 빈도로 발견되지만 2차 감염 근관병소(치료 실패)에서 9배 이상 높은 확률로 발견된다[27,28]. 또한 *E. faecalis*는 지속되는 치근주위 병변의 원인에 상당한 역할을 하는 것으로 보이는데 원발성 감염보다는 실패한 근관 치료 시 더 많이 발견된다[29,30].

이전의 많은 연구에서 세균 성장의 정도는 이번 연구와 유사하게 OD_{570nm} 측정에 기초하였다[31,32]. 본 실험에서 얻어진 OD_{570nm}값은 각 시간별로 실험 tube에서 1 mL씩 채취하여 광밀도 측정기에서 얻은 값이다. MTA의 setting은 혼합하는데 사용된 물의 양, 혼합 과정, 습도, 압축에 사용된 압력, 온도 등 다양한 변수에 의해 영향 받을 수 있다. 특히 MTA는 수분 환경에 부분적으로 용해성 물질을 방출할 수 있고, 물과 분말의 비율(W/P ratio) 차이가 용해도 차이를 야기할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 물과 분말의 비율을 정확히 정량하여 다양한 MTA 농도를 사용하였으며 이는 *E. faecalis, S. epidermidis* 그리고 *F. nucleatum*에 대한 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 최소 억제 농도를 확립하기 위해 행해졌다[33-35].

실험결과 *E. faecalis, S. epidermidis*에 대한 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 효과는 비슷하게 나타났다. *E. faecalis*의 경우 두 재료 모두 세균을 억제하는 양상을 보였으며, *S. epidermidis*는 억제에 가까운 감소를 보였다. 하지만 *F. nucleatum*의 경우 50 mg/mL의 농도에서 처음 24시간에는 두 재료 모두 억제하였지만 ProRoot MTA는 48, 72시간에서 미생물의 성장이 관찰되었고, OrthoMTA에서는 72시간까지 계속 억제하였다. 이는 아마도 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 성분차이로 인한 작용으로 추측되며, 성분 별 추가 실험이 필요할 것으로 생각된다. 기존 MTA에 비해 OrthoMTA는 free CaO의 양이 적고 중금속(철, 망간)과 황산화물이 함유되어있지 않다는 구성상 차이가 있으며 국내에서 개발되었고 가격 면에서 유리한 점이 있다. 이번 실험 결과는 MTA가 *E. faecalis*의 성장을 지연시키거나 억제한다고 주장한 Sipert 등[36]의 연구결과와 부분적으로 일치한다. 하지만 MTA가 *S. epidermidis*를 포함한 몇몇의 미생물에 대해서는 효과가 있지만 *E. faecalis* 및 혐기성균에 대해서는 효과가 없다고 보고한 Torabinejad 등[3]과 *E. faecalis*에 대해 어떤 억제 효과도 발견하지 못했다는 Estrela 등[17]의 연구결과와는 부분적으로 다르다. *S. epidermidis*는 Torabinejad 등[3]의 연구 결과와 유사하게 모든 농도와 시간에서 ProRoot MTA와 OrthoMTA 둘 다 거의 억제 및 감소를 보였다. *F. nucleatum*은 MTA가 혐기성 균에 대해 효과가 없다는 기존의 연구결과와 달리 ProRoot MTA 50 mg/mL 농도의 초기 24시간 동안, OrthoMTA 50 mg/mL 농도의 경우 24, 48, 72시간 동안 혼탁도에서 음성을 나타내 억제되었다. 그러나 연구 결과를 확실히 하기 위해서는 표본 수를 늘리고 72시간 이상의 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

기존의 연구결과와 본 실험의 결과가 부분적으로 다른 이유 중 하나는 실험 방법일 것으로 생각된다. 다른 연구들은 agar 확산 실험이나 직접 접촉 테스트(direct contact test)를 시행한 반면 우리는 tube 희석 실험을 실시하였다. agar 확산실험을 통해 치근단 충전 물질의 항균 활성연구가 많이 이루어졌지만 이는 상대적으로 덜 민감하고 반정량적인 술식이며 실험 물질의 용해도와 확산도의 영향을 받기 때문에 불수용성 물질의 평가에는 적합하지 않다[3,37,38]. 이에 비해 tube 희석 실험은 실험 물질을 다양한 농도에서 실험할 수 있고, 혼탁도를 평가하여 미생물의 억제를 육안으로 확인할 수 있으며 OD_{570nm}값 측정을 통해 미생물의 수를 표준화 할 수 있다[18,39].

또한 실험 결과 나타난 MTA의 항균효과는 수화용액에서 내놓는 수산화칼슘과 높은 pH 환경 때문인 것으로 생각된다[34,39]. 본 실험에서 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 pH는 시간이 경

www.kci.go.kr

과함에 따라 두 MTA간 차이 없이 일정한 값의 알칼리성을 나타냈다. 하지만 이번 실험 결과 그람 양성 통성 혐기성균인 *E. faecalis*와 *S. epidermidis*에서는 비슷한 정도의 항균 효과를 보였지만, 그람 음성 혐기성균인 *F. nucleatum*에서는 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 항균효과가 다르게 나타났다. 이는 OrthoMTA와 ProRoot MTA의 구성성분을 비교했을 때 OrthoMTA는 육가크롬(비소, 석면), 중금속(철, 망간)과 황산화물을 포함하지 않으며 그중 혐기성균의 성장을 도와줄 수 있는 황산화물의 포함 여부가 결정적 역할을 하는 요소로 생각되며 심도 깊은 연구가 필요하다.

본 연구는 표본 수가 적고, MTA setting 시 같은 농도에서의 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 점도가 달라 오차가 발생할 수 있으며, 실험에 쓰인 배양 매개체에 의해 영향을 받을 수 있다. 또한 근관치료 시 MTA의 가장 중요한 특성은 밀폐력이다. 하지만 본 실험에서는 단순히 tube 희석법을 이용하여 ProRoot MTA와 OrthoMTA의 항 미생물 효과만 비교해 밀폐력에 대한 실험 내용이 없다. 실험 결과 역시 실험 환경과 실제 임상 적용되는 구강 환경의 차이가 커 실험결과를 바로 임상 적용할 수 없다. 앞으로 구강과 유사한 환경에서 실제 치아에 MTA를 적용해 미세누출 실험을 통한 밀폐력과 항 미생물 효과를 동시에 비교하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구의 목적은 현재 많이 사용되고 있는 ProRoot MTA와 최근 국내에서 새로 개발된 OrthoMTA의 감염된 근관에서 주로 발견되는 3개의 미생물에 대한 효과를 다양한 농도와 시간에서 비교하는 것이다. *E. faecalis, S. epidermidis* 그리고 혐기성균 중에서 감염된 근관에서 대표적으로 발견되는 *F. nucleatum*을 실험 미생물로 선택하여 다음의 결과를 얻었다.

*E. faecalis*의 경우 ProRoot MTA와 OrthoMTA 50, 25, 12.5 mg/mL 농도의 모든 시간대에서 세균을 완전히 억제하지는 못했지만 양성 대조군에 비해 성장이 조금 감소한 양상을 보였다($p < 0.05$). *F. nucleatum*의 경우 ProRoot MTA 50 mg/mL 농도의 24시간에서 미생물을 억제하였으나 시간이 지남에 따라 세균의 성장을 보인 반면 OrthoMTA의 경우 같은 농도에서 시간이 지나도 계속 세균을 억제하였다($p < 0.05$). *S. epidermidis*의 경우 ProRoot MTA 50 mg/mL, OrthoMTA 50, 25 mg/mL 농도의 24시간에서 억제 효과를 보였으나 시간이 지나면서 세균이 조금씩 성장하였다. 하지만 모든 농도와 시간에서 전체적으로 양성 대조군에 비해서는 억제 효과를 나타냈다($p < 0.05$).

참고문헌

1. Baumgartner JC, Falkler WA Jr : Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endod*, 17: 380-383, 1991.
2. Fouad AF, Zerella J, Barry J, Spågnberg LS : Molecular detection of Enterococcus species in root canals of therapy-resistant endodontic infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 99:112-118, 2005.
3. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD : Antibacterial effects of some root-end filling materials. *J Endod*, 21:403-406, 1995.
4. 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*, 21:295-299, 1995.
5. Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR : Long-term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod*, 24:557-560, 1998.
6. Tziafas D, Pantelidou O, Papadimitriou S, *et al.* : The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. *Int Endod J*, 5:245-254, 2002.
7. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spågnberg LS : Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. *J Endod*, 26:404-406, 2000.
8. Torabinejad M, Chivian N : Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, 25:197-205, 1999.
9. Koo JE, Baek KW : MTA application to patients with cellulitis caused by dens evaginatus. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 36:310-317, 2009.
10. Kang JY, Kim JS, Yoo SH : Comparison of setting expansion and time of OrthoMTA, ProRoot MTA and Portland cement. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 38: 229-236, 2011.
11. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG : Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater*, 24:149-164, 2008.
12. Camilleri J, Pitt Ford TR : Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J*, 39:747-754, 2006.
13. BioMTA technologies. Physicochemical analysis. Available from URL: http://www.biomta.com/shop/emain/index.php/2011/09/12(Accessed on August 6, 2011)
14. Chang SW, Baek SH, Kum KY, *et al.* : Heavy metal analysis of OrthoMTA and ProRoot MTA. *J Endod*,

www.kci.go.kr

37:1673-1676, 2011.
15. Al-Nazhan S, Al-Judai A : Evaluation of antifungal activity of mineral trioxide aggregate. *J Endod*, 29:826-827, 2003.
16. Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Rotstein I, *et al.* : Comparison of antifungal activity of white-colored and gray-colored mineral trioxide aggregate (MTA) at similar concentrations against *Candida albicans*. *J Endod*, 32:365-367, 2006.
17. Estrela C, Bammann LL, Pécora JD, *et al.* : Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J*, 11:3-9, 2000.
18. Eldeniz AU, Hadimili HH, Ataoglu H, Orstavik D : Antibacterial effect of selected root-end filling materials. *J Endod*, 32:345-349, 2006.
19. Al-Hezaimi K, Al-Shalan TA, Rotstein I, *et al.* : MTA preparations from different origins may vary in their antimicrobial activity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 107:85-88, 2009.
20. Jacinto RC, Montagner F, Gomes BP, *et al.* : Frequency, Microbial Interactions, and Antimicrobial Susceptibility of *Fusobacterium nucleatum* and *Fusobacterium necrophorum* Isolated from Primary Endodontic Infections. *J Endod*, 34:1451-1456, 2008.
21. Sundqvist G : Ecology of the Root Canal Flora. *J Endod*, 18:427-430, 1992.
22. Gomes BP, Pinheiro ET, Souza-Filho FJ, *et al.* : Microbiological examination of infected dental root canals. *Oral Microbiol Immunol*, 19:71-76, 2004.
23. Bolstad AI, Jensen HB, Bakken V : Taxonomy, Biology, and Periodontal Aspects of *Fusobacterium nucleatum*. *Clin Microbiol Rev*, 9:55-71, 1996.
24. Rohde H, Frankenberger S, Zähringer U, Mack D : Structure, function and contribution of polysaccharide intercellular adhesin (PIA) to *Staphylococcus epidermidis* biofilmformation and pathogenesis of biomaterial-associated infections. *Eur J Cell Biol*, 89:103-111, 2010.
25. Pinheiro ET, Gomes BP, Souza Filho FJ, *et al.* : Evaluation of root canal microorganisms isolated from teeth with endodontic failure and their antimicrobial susceptibility. *Oral Microbiol Immunol*, 18: 100-103, 2003.
26. Love RM : *Enterococcus faecalis*-a mechanism for its role in endodontic failure. *Int Endod J*, 34:399-405, 2001.
27. Duggan JM, Sedgley CM : Biofilm Formation of Oral and Endodontic *Enterococcus faecalis*. *J Endod*, 33:815-818, 2007.
28. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB : *Enterococcus faecalis*: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment. *J Endod*, 32:93-98, 2006.
29. Sundqvist G : Endodontic microbiology. In: Spågnberg LSW, ed. Experimental endodontics. Boca Raton: CRC Press, 131-153, 1990.
30. Rôças IN, Siqueira JF Jr, Santos KR : Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod*, 30:315-320, 2004.
31. Basrani B, Tjäerhane L, Friedman S, *et al.* : Efficacy of chlorhexidine- and calcium hydroxide-containing medicaments against *Enterococcus faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96:618-624, 2003.
32. Heling I, Chandler NP : Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J*, 31:8-14, 1998.
33. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR : Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*, 21:349-353, 1995.
34. Fridland M, Rosado R : Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod*, 29:814-817, 2003.
35. Fridland M, Rosado R : MTA solubility: a long term study. *J Endod*, 31:376-379, 2005.
36. Sipert CR, Hussne RP, Nishiyama CK, Torres SA : In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, mineral trioxide aggregate, Portland cement and EndoRez. *Int Endod J*, 38:539-543, 2005.
37. Chong BS, Owadally ID, Pitt Ford TR, Wilson RF : Antibacterial activity of potential retrograde root filling materials. *Endod Dent Traumatol*, 10:66-70, 1994.
38. Lai CC, Huang FM, Chang YC, *et al.* : Antibacterial effects of resinous retrograde root filling materials. *J Endod*, 29:118-120, 2003.
39. Al-Hezaimi K, Al-Shalan TA, Rotstein I, *et al.* : Antibacterial Effect of Two Mineral Trioxide Aggregate (MTA) Preparations Against *Enterococcus faecalis* and *Streptococcus sanguis* In Vitro. *J Endod*, 32:1053-1056, 2006.

www.kci.go.kr

Abstract

COMPARISON OF ANTIMICROBIAL EFFECTS OF ORTHOMTA AND PROROOT MTA

Soo-Yung Kim[1], Nam-Ki Choi[1], Ji-Il Park[2], Seon-Mi Kim[1]

[1]Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University,
[2]Department of Dental Hygiene, Gwangju Health College

The aim of this study was to compare two commercial root canal medicaments, ProRoot MTA (Dentsply Tulsa, USA) and OrthoMTA (Bio MTA, Korea), by assessing the antimicrobial effects on three selected species commonly found in root canals of infected teeth, namely *Enterococcus faecalis, Fusobacterium nucleatum* and *Staphylococcus epidermidis*. Colonies of these bacteria were treated with varied concentrations of ProRoot MTA or OrthoMTA over different lengths of time. The results are as follows :

50, 25 and 12.5 mg/mL of ProRoot MTA or OrthoMTA did not completely inhibit the growth of *E. faecalis*, but a decreased growth rate was evident in comparison to the control ($p < 0.05$). 50 mg/mL of both materials successfully eliminated *F. nucleatum* during the first 24 hours. Regrowth of microbes after 24 hours, however, indicated a diminished effect of ProRoot MTA whereas OrthoMTA showed its continuously sustained antimicrobial actions ($p < 0.05$). 50 mg/mL of ProRoot MTA and 50, 25 mg/mL of OrthoMTA exerted their full antibacterial actions against *S. epidermidis* during the first 24 hours. Although the regrowth of colony was observed after 24 hours, the rate of growth was significantly decreased, approximating a complete inhibition ($p < 0.05$). The present study revealed that OrthoMTA, recently developed in Korea, had antimicrobial activity higher than ProRoot MTA.

Key words : Antimicrobial effects, OrthoMTA, ProRoot MTA

www.kci.go.kr