

2

치아들을 탈회동결건조처리하여 제작한 치근천공부 충전재 개발 I: 예비실험연구

¹분당서울대학교병원 치과 보존과, ²구강악안면외과, ³분당서울대학교병원 의생명연구원 전임상실험센터
⁴한국치아은행 연구소장, ⁵단국대학교 치과대학 구강병리학교실

최용훈¹⁾, 배지현¹⁾, 박지훈¹⁾, 김영균²⁾, 윤필영²⁾, 황지연³⁾, 엄인웅⁴⁾, 이종현⁵⁾

ABSTRACT

Development of Root Perforation Filling Material using Demineralized Dentin Paste

¹Department of Conservative Dentistry, ²Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Section of Dentistry, Seoul National University Bundang Hospital, ³Preclinical Research Center, Biomedical Research Institute, Seoul National University Bundang Hospital, ⁴Director, Korea Tooth Bank, R&D Institute, Seoul, Korea,

⁵Department of Oral Pathology, College of Dentistry, Dankook University

Yong-Hun Choi¹⁾. D.D.S. PhD., Ji-Hyun Bae¹⁾. D.D.S., PhD., Ji-Hoon Park¹⁾. D.D.S., Young-Kyun Kim²⁾. D.D.S. PhD., Pil-Young Yun²⁾. D.D.S. PhD., Ji-Yeon Hwang³⁾. D.V.M., In-Woong Um⁴⁾, Chong-Heon Lee⁵⁾

Purpose : This study was performed to evaluate the healing response around the root perforation restorative material.

Materials and Methods : Four beagle dogs were used for experimental study. Endodontic treatment was performed at four maxillary premolars and artificial perforation was formed at furcation area of pulp chamber. Canal was filled with gutta percha cone and the perforation was sealed with MTA at group 1. At group 2, canal was filled and the perforation was sealed with dentin paste. Tooth paste was fabricated using extracted human teeth. Histologic examination of furcation area was performed 2, 4, 8 and 12 weeks after experiment.

Results : New trabecular bone formation was observed around the MTA and tooth paste. Lamellar bone was observed as time is over. There were no inflammatory reaction in both groups.

Conclusion : There is a possibility which endodontic filling material can be developed using extracted teeth.

Key words : endodontic filling material, dentin paste, perforation

Acknowledgement : 이 논문은 분당서울대학교병원 일반연구비에 의해 이루어진 것임 (02-2011-011)
This study was supported by grant no 02-2011-011 from the SNUBH Research Fund.)

I. 서론

근관 치료 후 근관 충전의 목적은 근관내를 3차원적으로 밀폐하여 세균이 침투하지 않도록 봉쇄하는 데 있

다. 이러한 'seal'의 유지는 우수한 근관 치료의 결과를 얻기 위해 매우 중요한 요소이다. 1887년 gutta percha가 생산된 이래 다른 재료들을 대체하여 근관 충전재로서 널리 사용되었다. gutta percha는 성형

성이 좋고, 조작이 쉬우며 독성이 적고, 방사선 불투과성이 있고 연화제로 제거하기 쉽다는 장점이 있다. 하지만 근관벽과 결합력이 떨어지며 열을 받아 식을 때 수축하는 등의 단점이 있으며, 단독으로 쓰이지 못하고 sealer와 함께 사용되어야 한다¹⁾. 최근 gutta percha를 대체하여 치관, 치근부의 미세유출을 최소화하면서 세균 오염을 방지할 수 있도록 근관을 충전할 수 있는 재료를 개발하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. MTA는 다른 재료들에 비해 변연부 적합도^{2~6)}, 세균유출^{3~7)}, 세포독성^{2,8)} 등의 측면에서 우수하다는 결과가 발표되어 근관 충전재로서 주목받고 있으며, 치근단 경조직 형성능력을 가져 미성숙 영구치의 치근단 형성술에 최근 많이 사용되고 있다^{9, 10)}. 또한 근관 치료 도중에 발생한 의원성 천공 수복재로서는 이미 가장 널리 사용되고 있다. 하지만 조작성이 매우 불편하여 술자의 능력에 결과가 많이 좌우되며, 경화시간이 165분으로 길고 재료의 가격이 비싼 단점이 있다.

치아 법랑질의 성분은 무기성분 96%, 유기성분과 물 4%, 상아질은 무기성분 65%, 유기성분과 물 35%, 백악질은 무기성분 45~50%, 유기성분과 물 50~55%, 치조골은 무기성분 65%, 유기성분 35%로 구성되어 있다. 치아의 상아질과 백악질에는 Type I 콜라겐과 골형성유도단백질(BMP)을 포함한 다수의 골성장 요소들이 포함되어 있다. Type I 콜라겐은 90% 정도를 차지하고 나머지는 noncollagenous proteins, biopolymer, lipid, citrate, lactate 등이다. Noncollagenous protein은 phosphoryn, sialoprotein, glycoprotein, proteoglycan, BMP 등이 있으며 골흡수 및 골형성을 촉진시키는 역할을 수행할 수 있다^{11~13)}. 발치된 자신의 치아들로 제조한 demineralized dentin matrix를 골이식재로 사용할 경우 감염이나 면역거부반응의 위험성이 거의 없기 때문에 안전하게 사용할 수 있다. Kim 등은 자가치아를 이용한 골이식재를 부분탈회 및 동결건조처리를 하여 골이식재로 사용하는 기술을

개발하였으며 국내외 최초로 상용화한 바 있다^{14, 15)}.

저자 등은 치아 상아질 및 백악질에 존재하는 다양한 성장인자들과 유기성분들을 근침부 병변이나 치근 천공부에 적용할 경우 골유도 및 골전도성 치유를 통해 형성된 신생골이 근침부나 천공부를 폐쇄할 가능성이 있다는 가정 하에 근관 치료재 개발에 착수하였다. 본 연구는 Gutta Percha와 MTA를 대체할 수 있는 근관 충전재, 치근 이개부 천공 수복재로서 치아를 분쇄한 후 탈회동결건조처리하여 제조한 치아 페이스트의 경조직 형성, 천공부 밀폐 능력과 주변 조직의 반응을 살펴보기 위해 시행되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 페이스트 형태의 근관 충전재 제조

- 1) 발치된 사람의 치아들을 ethyl alcohol에 담겨 냉장 보관한다. 사람 치아를 이용한 골이식재 및 수복재 제조 및 성분 분석에 관한 연구는 분당 서울대학교병원 생명윤리심의위원회의 허가(IRB No. B-1005-049-003)를 득한 후 시행되었다.
- 2) 한국치아은행에서 통상적 절차에 따라 세척과정을 통해 이물(보철물, 수복물, 치석 등)과 연조직을 제거한다(Korea Patent Number 10-1062381).
- 3) 치관과 치근을 경계면에서 분리하여 우식증(충치), 수복재 및 치수를 완전히 제거한 치근을 증류수, 과산화수소, 초음파세척기로 충분히 세척한다.
- 4) 분쇄기를 사용하여 치근을 80~400 μ m의 분말로 제조한다.
- 5) 제조한 분말들을 클로로포름 메탄올 용액으로 탈지한 후 원심 분리하여 부유 지방을 제거하고 다시 증류수로 충분히 세척한다.

- 6) 0.5N HCL로 탈회처리한 후 에틸알코올, 메탄올 용액으로 탈수 및 탈지 처리한다.
- 7) 분쇄기를 사용하여 10~20 μ m 이하의 미세 분말로 제조한다.
- 8) 미세 분말을 원심분리용 플라스틱 용기에 담아 증류수를 1:1부피비로 섞은 후 15초간 원심분리기 (BioMTA, Seoul, Republic of Korea)를 이용해 페이스트 형태로 만든다. 여분의 물을 면봉을 이용해 제거한 뒤 paste carrier(BioMTA, Seoul, Republic of Korea)를 이용해 필요한 부위에 적용한다.

2. 실험동물 배정 및 마취

실험동물은 임상적으로 건강한 평균 체중 10Kg의 비글 견 4마리를 암수 구별 없이 사용하였다. 2주, 4주, 8주, 12주 군으로 구분하여 실험이 진행되었다. 본 실험은 분당서울대학교병원 동물실험윤리위원회의 승인(IACUC No. BA1105-083/032-01)을 받은 후 진행되었다. 각각의 케이지에 사육하며, 상품화된 고형사료(Dog Chow GoldPet, #35520, Cargill Agri Purina, Inc., Pyungtaek, Korea)를 급여하였고, 실험 전 12시간 절식시켰다. 전마취제로 Atropine 0.005mg/kg(DAI HAN Pharm. Co., Ansan, Korea)을 피하주사하고, 약 15분 Xylazine 0.2mg/kg(Rompun, Bayer Korea, Ansan, Korea)과 Zoletil 5mg/kg(Zoletil 50, Virbac S.A, Carros, France)을 근육 주사하였다. 전신마취 유도 후 6.5 size endotracheal tube를 기관내 삽관하여 마취기(Datex-Ohmeda, GE, U.S.A)에 연결하고 Enflurane 2.2%(JW Pharmaceutical, Hwasung, Korea)와 oxygen 3.0 L/min을 사용하여 마취를 유지하였다. 기관삽관 및 마취유도 후 1:200,000 Epinephrine이 함유된 2% lidocaine 1 ml를 편도주변에 국소 침윤하였고, 수술 시작 전 항생제로서 Cefazolin 30mg/kg(Chong Kun Dang

Pharm, Cheonan, Korea)을 근육 주사했다.

3. 실험과정

1) 근관형성

모든 치아는 1회법(당일 발수 근관 충전)으로 치료하였다. 통상적인 방법으로 근관 와동을 형성하고 endodontic explorer를 이용하여 근관 입구를 확인하였다. 확인된 근관에 #10 K-file을 위치시키고 Root ZX(J. Morita, Tokyo, Japan)와 치근단 방사선 사진 촬영을 이용하여 근관장을 측정하였다. 측정된 근관장을 기준으로 Endodontic Ni-Ti file (Profile; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)을 이용해 근관 형성을 시행하였으며 각각의 file 사용 이후에 NaOCl 용액으로 근관을 세척하였다. 최종적으로 .04 #40 file 을 사용해 근관 형성을 마무리 하였으며 근관내부는 paper point를 이용해 건조시켰다.

2) 근관 충전

Group 1(상악 우측 소구치)

근관 충전재로 Gutter-percha(GP)콘을 사용하였고 근관 실러로서 AH-26(Dentsply De Trey, Konstanz, Germany)을 사용하였으며 Systme B (EIE/Analytic, Orange, CA, USA) Obtura II delivery system(Obtura Spartan, Fenton, MO, USA). continuous wave technique으로 근관 충전을 시행하였다(Figure. 1A).

Group 2(상악 좌측 소구치)

증류수와 혼합한 dentin paste(DP)를 MTA carrier(BioMTA, Seoul, Republic of Korea)와 condenser를 이용하여 근관을 충전하였다(Figure. 1B).

3) 천공(Perforation)부 수복

치근이개 부위의 치수강저에 직경 2mm high

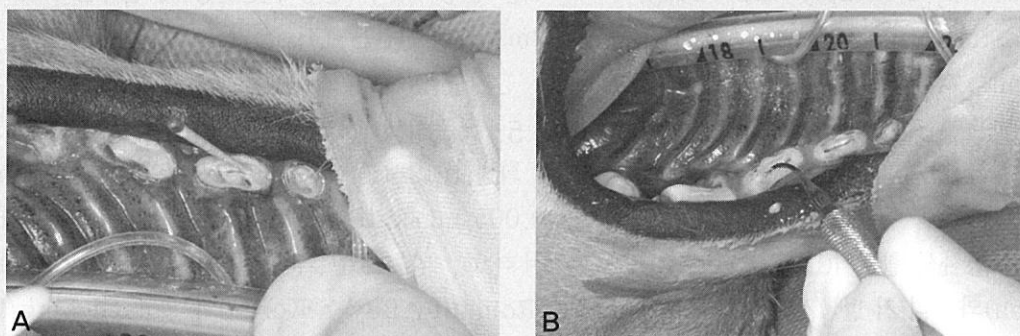


Figure 1. Canal filling was performed.
A: Gutter percha cone filling, B: Dentin paste filling

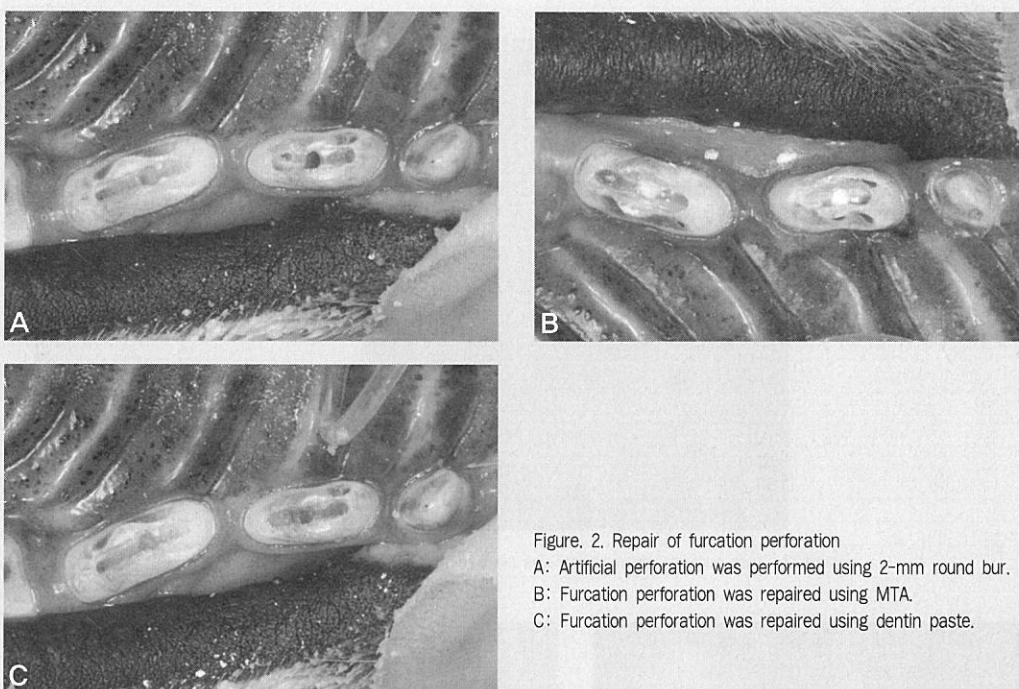


Figure 2. Repair of furcation perforation
A: Artificial perforation was performed using 2-mm round bur.
B: Furcation perforation was repaired using MTA.
C: Furcation perforation was repaired using dentin paste.

speed round bur를 이용하여 인위적으로 천공을 형성하였으며 paper point에 혈액이 묻어 나오는 것을 확인한 후 식염수와 paper point를 이용하여 지혈, 세척 및 건조를 시행하였다(Figure. 2A).

Group 1(상악 우측 소구치)

ProRoot MTA(Dentsply Maillefer, Tulsa, OK, USA)를 제조사의 지시에 따라 증류수와 혼합하

여 천공부를 수복하였다(Figure. 2B).

Group 2(상악 좌측 소구치)

근관 충전에서와 같은 방법으로 준비한 dentin paste를 MTA carrier와 condenser를 이용하여 천공부를 수복하였다(Figure. 2C).

근관 충전과 치근 이개부 치수강저 천공부를 수복을 시행한 후에 one-bottle self etching adhesive

system(Xeno V; Dentsply De Trey)과 composite resin(Filtek Z350 flowable; 3M ESPE, St. Paul, Mn, USA)을 이용하여 와동 충전 시행하였다.

4. 방사선 검사

이동식 치근단 방사선 촬영기(DXR-1, EXARO, Seoul, Korea)와 디지털 센서(X-vision, DigiMed, Seoul, Korea)를 사용하여 근관 치료 및 천공부 수복치료 완료 후와 동물 희생 직전에 치아부

위를 촬영하였다. 촬영시 관전압 및 전류는 60kvp, 2mA, 노출시간은 0.12s였다.

5. 동물희생 및 조직학적 검사

희생 전 12시간 절식시킨 후 전마취제로 Atropine 0.005 mg/kg(DAI HAN Pharm. Co)을 피하주사하고, 약 15분 후에 Xylazine 0.2mg/kg (Rompun, Bayer Korea)과 Zoletil 5mg/kg (Zoletil 50, Virbac S.A)을 근육 주사하였다. 전신 마취 유도 후 외부 목동맥 삼관술(external jugular



Figure. 3. Cross-sectional examination was performed at furcation area.



Figure. 4. Periapical radiograph 2 weeks after experiment.

A: Group 1. Canal was filled with gutter percha cone and bifurcation perforation was sealed with MTA.
B: Group 2. Canal and bifurcation perforation were sealed with dentin paste.

vein cannulation)과 총목동맥 삽관술 (common carotid artery cannulation)을 시행하였다. 삽관이 끝난 후 마취상태를 확인하여 심마취 상태임을 확인하고, KCL 5ml(JW Pharm aceutical)을 정맥 주사하였다. 청진하여 심정지를 확인한 후 총목동맥 혈관내로 10% formaldehyde를 주입하여 실험 부위 치아를 관류 고정(Perfusion fixation)하였다.

실험 2, 4, 8, 12주에 각각 1마리씩 희생시킨 후 실험 부위 치아를 주변 치조골과 함께 블록으로 채취하였다. 채취한 시편은 즉시 10% 중성포르말린 용액에 보관한 후 빠른 시일 내에 검사기관으로 표본제작 및 검사를 의뢰하였다. 시편을 비탈회 표본으로 하여 횡

단면으로 절단하여 500uM 두께로 제작한 다음 에오진염색을 시행하고 치수강저 천공부와 주변 골조직의 치유상태를 광학현미경 및 편광현미경으로 관찰하였다(Figure. 3).

Ⅲ. 연구결과

1. 방사선허적 소견

1군에서는 근관에 충전된 gutter percha와 치근이개부 치수강저 천공부를 폐쇄한 MTA가 전 실험기간에 걸쳐 방사선풀투과상을 보이면서 잔존하고 있는

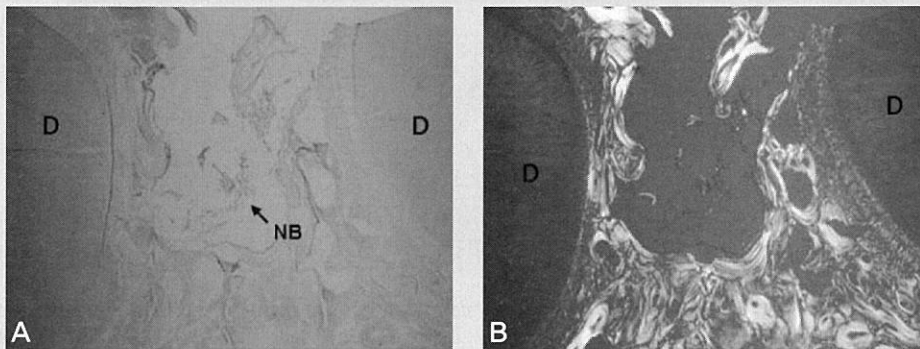


Figure 5. 2 week histologic finding of group 1 at bifurcation area(Eosin stain, X 40). Weak new bone formation (arrow) was observed at central area of bifurcation. A: Light microscopic examination. B: Polarizing microscopic examination. D: Dentin, NB: new bone

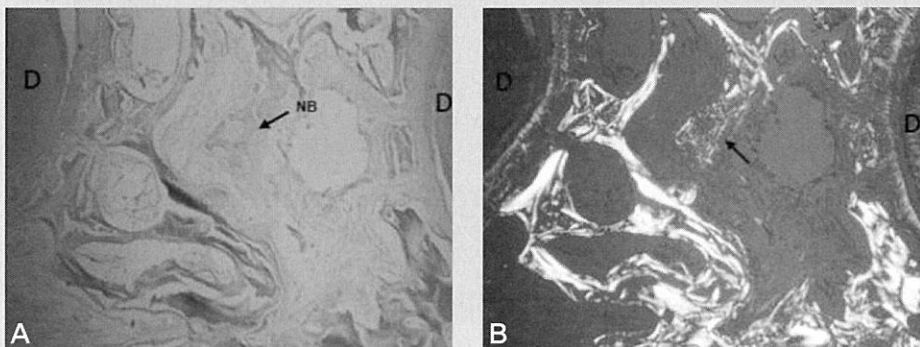


Figure 6. 2 week histologic finding of group 2 at bifurcation area(Eosin stain, X 40). New trabecular bone formation of lamellar pattern (arrow) was observed at central area of bifurcation. A: Light microscopic examination. B: Polarizing microscopic examination. D: Dentin, NB: New bone

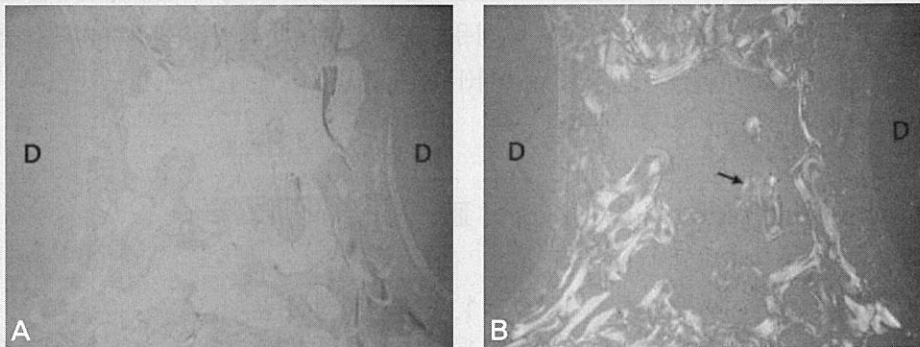


Figure 7. 8 week histologic finding of group 1 at bifurcation area(Eosin stain, X 40). Increased trabecular bone showing weakly formed Lamellar pattern in central area(arrow). A: Light microscopic examination. B: Polarizing microscopic examination.

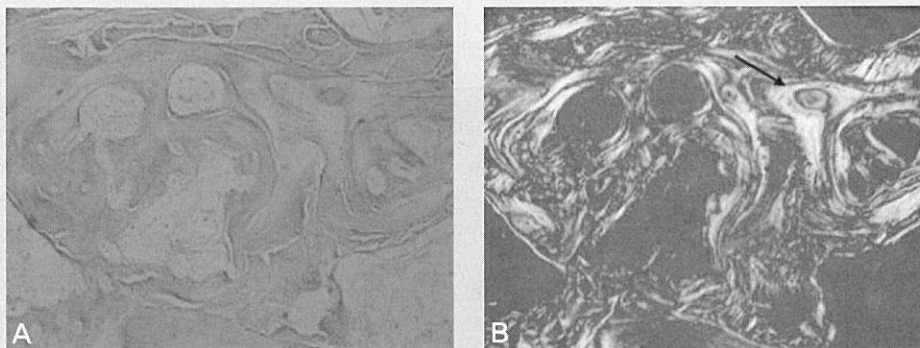


Figure 8. 8 week histologic finding of group 2 at bifurcation area(Eosin stain, X 40). Osteon including Haversian canal(arrow) and trabecular bone showing lamellar pattern in central area. A: Light microscopic examination. B: Polarizing microscopic examination.

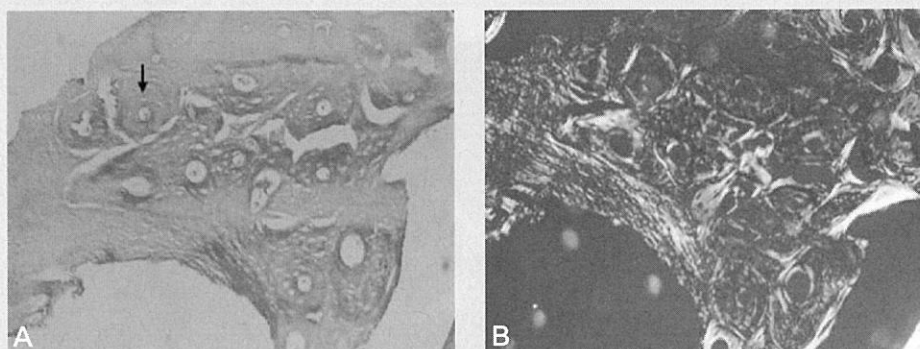


Figure 9. 12 week histologic finding of group 1 at bifurcation area(Eosin stain, X 100). Osteon including Haversian canal(arrow) was locally scattered in trabecular pattern A: Light microscopic examination. B: Polarizing microscopic examination.

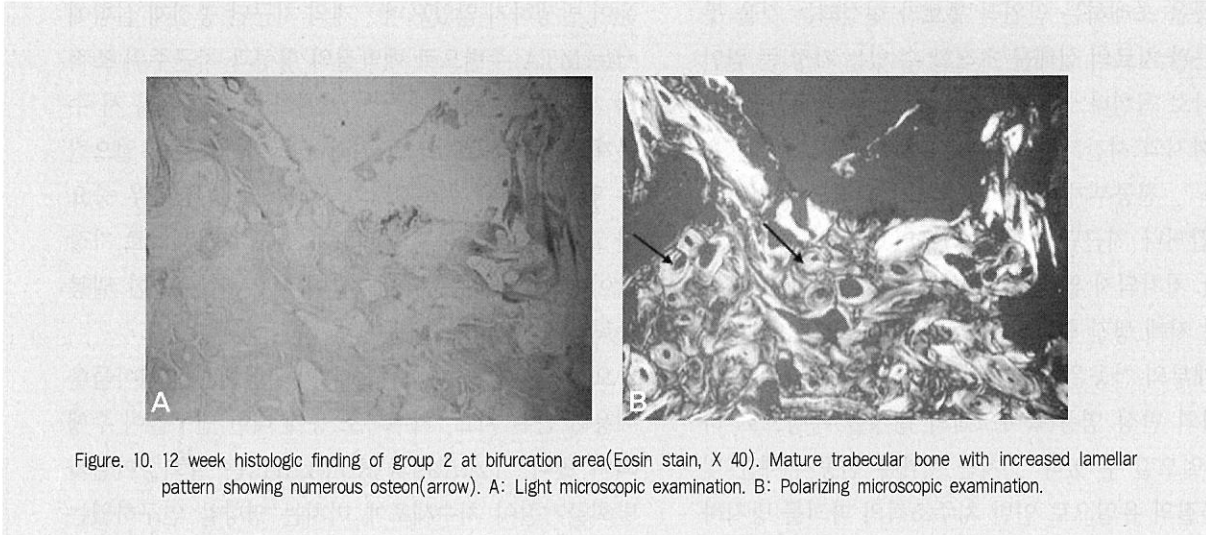


Figure. 10. 12 week histologic finding of group 2 at bifurcation area(Eosin stain, X 40). Mature trabecular bone with increased lamellar pattern showing numerous osteon(arrow). A: Light microscopic examination. B: Polarizing microscopic examination.

소견이 관찰되었다. 2군은 dentin paste가 탈회처리됨으로 인해 방사선불투과상이 관찰되지 않았다(Figure. 4).

2. 조직학적 소견

2주부터 MTA 충전재와 dentin paste 주변에서 신생골 형성이 관찰되었지만 양군 공히 뚜렷한 판상골 형성은 보이지 않았다. 광학현미경 소견에서도 뚜렷한 골밀도 차이를 보이지 않았다(Figure 5, 6). 8주에는 두군 모두 활발한 신생 골주형성이 관찰되었고 dentin paste 주변에서는 성숙된 골주 형성이 진행되었으며 하버시안 관을 포함하는 골원(Osteon)이 관찰되었다. dentin paste 주변에서 골주 및 판상골 형성이 활발하게 관찰되었고 편광현미경 소견에서 뚜렷한 골밀도 차이를 보였다(Figure. 7, 8). 12주에는 두군 모두 8주 소견과 유사하였으나 골주 형성이 진행되어 하버시안 관을 포함하는 골원이 관찰되었으며 dentin paste가 MTA 군보다 다수의 골원을 보이는 골주에서 판상골 형성이 더욱 활발하게 관찰되었고 편광현미경 소견에서 뚜렷한 골밀도 차이를 보였다(Figure. 9, 10).

IV. 고찰

근관 충전재로 사용되고 있는 Gutta Percha는 1880년대에 개발되어 사용되고 있으나 가열 후 식는 과정에서 수축이 발생하며 복잡한 근관계를 3차원적으로 충전하는 것은 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 또한 재료 자체에 염증 치유 및 조직 재생을 유도하는 기능이 전혀 없는 비생체친화성 물질이라는 한계점이 있다. 또한 골조직으로의 치환이나 흡수가 전혀 일어나지 않기 때문에 술자의 실수로 치근단 조직으로 빠져나가게 되면 치근단조직에 자극을 주게되며 hermetic sealing을 방해하여 근관 치료 실패의 원인이 된다. 이는 많은 술자들로 하여금 근관 치료를 어렵게 하는 주요인이 되고 있으며 생체 분해 또는 골조직 치환이 일어나지 않고 골조직에 남아 있는 경우 때때로 의료 분쟁으로 이어지기도 한다. 따라서 이제는 근관 충전 본래의 기능뿐 아니라 생체 친화적으로 골조직 및 치근단 조직의 재생까지 유도할 수 있으며 술자가 사용하기 쉽고 조직학적으로 안전한 근관 충전재의 개발이 시급하다.

근관 치료 도중 발생할 수 있는 의원성 치근 부 천공은 근관 외동 형성 중 치수강 내부와 주변 치주조직 간

의 소통을 초래하는 인위적 통로가 형성되는 것을 뜻하며 근관 치료의 실패를 초래할 수 있는 가장 큰 원인 중 하나로 꼽힌다¹⁶⁾. 천공의 위치, 크기, 발생원인, 수복 시까지의 시간지연 등이 예후에 영향을 미치는 요인이다¹⁷⁾. 천공부가 깨끗하고, 크기가 작으며 치관부에 가깝거나 치근단 부에 가까우면 예후가 좋다^{17, 18)}. 하지만 처치되지 않은 경우 치근의 치경부 1/3 또는 치수강 저에 생긴 천공은 예후가 좋지 않으며, 특히 치근 이개부의 천공은 방치되면 부착상실을 초래하는 치주조직의 만성 염증(육아조직의 형성을 특징으로 하는)을 일으킬 수 있다¹⁹⁾. 치근 이개부 천공시 세균 및 오염물질의 유입으로 인한 치주조직의 파괴를 방지하기 위해 가능한 빨리 천공 부를 수복하는 것이 좋다²⁰⁾.

천공이 발생하면 혈액 및 삼출물이 나오는 습한 환경이 조성되기 때문에 광중합 복합레진 같은 통상적인 치과 재료로 치료하는 것은 어렵다고 알려져 있으며 현재까지는 MTA가 천공 치료의 가장 적합한 재료로 알려져 있다²¹⁾. MTA는 tricalcium silicate, tricalcium, aluminate, tricalcium oxide, silicon oxide를 주성분으로 하며 물과 섞이면 calcium hydroxide와 calcium silicate hydrate가 형성되어 완전하게 결정화 되지 않은 다공성 겔 상태로 변한다. 겔 상태에서 시간이 지나면 단단한 구조로 변화하게 된다²¹⁾. MTA는 친수성이며 경화 시 약간의 팽창을 일으키고, 이러한 성질이 MTA의 우수한 밀봉능력에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. fluid filtration technique^{22, 23)}, dye-leakage model^{24, 25)}, bacterial leakage model^{26, 27)}, dye-extraction leakage model²⁸⁾등을 이용한 여러 연구에서 MTA가 아말감, Zinc Oxide Eugenol cement, resin-modified glass ionomer cement, resin보다 밀봉능력이 우수한 것으로 나타났다. MTA는 또한 주변부 골 침착과 백악질 형성을 유도하며^{29, 30, 31)} 개 치아들의 치근 이개부 천공 후 충전을 시행한 실험에서 MTA 주변으로 염증세포의 침

윤이 발생하지 않았으며³²⁾ 개의 치근단 충전재 실험에서는 MTA 주변으로 백악질의 형성과 치근주위 조직의 재생이 관찰되었다^{29, 31)}. 크기가 큰 천공수복 시 수복재료가 치주조직으로 밀려나가 이물반응을 일으킬 수 있기 때문에 수복재료의 생체 친화성은 매우 중요한 요소로 꼽힌다^{33, 34)}. MTA가 천공 수복재료로 가장 많이 쓰이는 이유는 이와 같이 MTA의 우수한 밀봉 능력과 생체적합성 때문이다.

오래 전부터 많은 학자들에 의해 탈회시킨 치아들을 이용한 근관 치료, 치수복조 등에 대한 연구들이 수행되어 왔다. Tziafas와 Kolokuris는 탈회상아질과 탈회골기질이 치수세포에 미치는 영향을 연구하였는데 이차 상아질형성(secondary dentinogenesis)이 유도되고 상아질모세포(odontoblast)와 유사한 세포분화가 이루어지는 것을 확인하였다³⁵⁾. Nakashima는 탈회상아질기질은 골유도 작용을 나타내며 BMP를 함유하고 있으며 BMP는 상아질 형성을 유도하는 치수보존재로 사용될 수 있다고 하였다³⁶⁾. Jiang 등은 탈회상아질기질(demineralized dentin matrix)로 apexification을 시행한 임상적 연구를 발표하였다. 2년 후 탈회상아질기질을 사용한 경우 92.86%의 치유율을 보였고 비교군인 수산화칼슘(calcium hydroxide)은 91.3%의 치유율을 보임으로써 탈회상아질기질은 apexifying agent로 사용될 수 있다고 언급하였다³⁷⁾. Kim 등은 환자들에서 발치된 치아들을 부분탈회 및 동결건조처리하여 골 이식재로 사용하는 기술을 개발하여 상용화하였고 골 유도 및 골전도성 치유를 보이는 우수한 연구결과들을 발표하였다^{14, 38~42)}. 저자 등은 탈회 처리한 상아질을 페이스트 형태로 제조하여 근관 치료에 적용할 경우 근첨 부 혹은 근관 천공 부 폐쇄 가능성이 있을 것으로 추정하고 재료개발을 위한 예비실험에 착수하였다.

본 연구에서 치수강저의 치근이개부 천공부를 폐쇄하기 위해 MTA와 탈회시킨 dentin paste가 사용되었다. 횡단으로 시편을 제작하여 관찰하였는데 시편

제작 중에 MTA, dentin paste 재료들은 소실되어 빈공간으로 나타나거나 일부 잔재들이 관찰되기도 하였다. 2가지 재료 모두 2주째부터 주변에 신생골 형성이 활발히 이루어졌으며 시간이 경과하면서 성숙해 가는 양상을 보였고 실험 기간 중에 충전재 주변에서 염증 반응은 관찰되지 않았다. 본 연구에서 종단절단시편 제작이 실패하여 관찰할 수 없었고 시편 제작 중에 상당수의 충전재가 소실된 문제점이 있다. 따라서 추가 실험을 통해 정교한 시편제작, 횡단 및 종단절단면에 대한 조직학적 검사가 필요하다고 사료된다. 그러나 치근 이개 부 천공 부 폐쇄에 사용된 dentin paste 주변에서 신생골 형성이 관찰된 것은 시간이 경과하면서 신생골이 천공 부를 폐쇄할 가능성을 추정할 수 있다. 본 예비실험연구를 통해 사람의 발치된 치아들을 이용하여 제조한 dentin paste를 근관 치료 재료로 사용할 수 있는 가능성이 제시된 것은 상당한 의미가 있다고 생각된다. 치아를 이용하여 제조한 재료

를 근관 치료재로서 사용할 수 있는 기술이 확보된다면 치아수복용 재료 등을 개발할 수 있는 기초자료가 될 수 있다고 사료된다. 저자 등은 동물의 치아들을 이용한 근관 치료재를 개발과 치근단역충전, 치수복조 등의 실험을 진행하고 있으며 향후 완성된 결과를 발표할 예정이다. 또한 치아 페이스트가 방사선불투과상을 나타내도록 하면서 일정시간이 경과하면 경화될 수 있도록 하는 첨가제 개발도 진행 중에 있다.

V. 결론

치근이개 부위에서는 dentin paste 사용 시 골조직 형성 및 골밀도 증가가 뚜렷하였고, 염증소견은 발견되지 않았다. 따라서 근관 치료 시 근첨 부 밀봉 및 치수강 저 천공의 폐쇄를 위해 치아를 이용한 충전재 개발 가능성이 있다고 생각된다.

• Reference •

1. Hargreaves KM, Cohen S. Pathways of the pulp 10th ed. 2010.
2. Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-filling in dogs. J Endod 1995;21:603-608.
3. Torabinejad M, Pitt Ford TR. Root-end filling materials: a review. Endod Dent Traumatol 1996;12:161-178.
4. Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller A, Kariyawasam SP. Histologic assessment of mineral tri-oxide aggregate as a root-end filling in monkeys. J Endod 1997;23:225-228.
5. Wu M, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long-term seal provided by some root-end filling materials. J Endod 1998;24:557-560.
6. Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, Abedi H, McMillan P. A comparative study of root-end induction using os-teogenic protein-1, calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate in dogs. J Endod 1999;25:1-5.
7. Bates CF, Carners DL, Del Rio CE. Longitunal sealing ability of MTA as a root-end filling material. J Endod 1996;22:575-578.
8. Keiser K, Johnson C, Tipton DA. Cytotoxicity of MTA using human periodontal ligament fibroblasts. J

• Reference •

- Endod 2000;26:288-289.
9. Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P. Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *J Endod*. 1999 Feb;25(2):123-5.
 10. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PF, Dezan J Jr, E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*. 1999 Nov;25(11):728-30.
 11. Nanci A. Ten Cate's Oral Histology, 7th ed. Elsevier Inc. 2008; 202-211.
 12. Min BM. Oral Biochemistry. Daehan Narae Pub Co. Seoul. 2007;22-26.
 13. Bhaskar SN. Orban's Oral histology and embryology. 9th edition. Mosby Co. USA. 1980; 47, 107, 180, 252.
 14. Kim YK, Kim SG, Byeon JH, Lee HJ, Um IU, Lim SC, Kim SY. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;109:496-503.
 15. Kim YK, Lee JY. The evaluation of postoperative safety of autogenous teeth bone graft. *The J Kor Acad Implant Dent* 2009;28:29-35.
 16. Weine FS. Endodontic therapy. 6th ed. St. Louis: Mosby; 2004
 17. Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 1977;95:90-5.
 18. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:255-64
 19. Moller AJ, Fabricius L, Dahlen G, Ohman A, Heyden G. Influence of periapical tissues of indigenous oral bacterial and necrotic pulp tissues in monkeys. *Scand J Dent res*. 1981;89:475-84.
 20. Fuss Z, Trope M. Root perforations: Classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol*. 1996;12:255-64.
 21. Torabinejad, M. and M. Parirokh (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 36(2): 190-202.
 22. Hardy I, Liewehr FR, Joyce AP, Agee K, Pashley DH. Sealing ability of One-Up Bond and MTA with and without a secondary seal as furcation perforation repair materials. *J Endod* 2004;30:658-61.
 23. Weldon JK Jr, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. *J Endod* 2002;28:467-70.
 24. Daoudi MF, Saunders WP. In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. *J Endod* 2002;28:512-5.
 25. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541-4.
 26. Nakata TT, Bae KS, Baumgartner JC. Perforation repair comparing mineral trioxide aggregate and amalgam using an anaerobic bacterial leakage model. *J Endod* 1998;24:184-6.
 27. Ferris DM, Baumgartner JC. Perforation repair comparing two types of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2004;30:422-4.
 28. Hashem AAR, Hassanien EE. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. *J Endod* 2008;34:59-61.
 29. Torabinejad M, Hong CU, Lee SJ, Monsef M, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *J Endod*. 1995;21:603-8.
 30. Torabinejad M, Pitt Ford TR, McKendry DJ, Abedi HR, Miller DA, Kariyawasen SP. Histologic assessment of MTA as root end filling in monkeys. *J Endod*. 1997;23:225-8.
 31. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 1999;25:197-205.
 32. Pitt Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasen SP. Use of mineral trioxide aggregate

Reference

- for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:756-62.
33. Al-Daafas A, Al-Nazhan S. Histological evaluation of contaminated furcal perforation in dogs' teeth repaired by MTA with or without internal matrix. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:e92-9.
 34. RafterM, BakerM, AlvesM, Daniel J, Remeikis N. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. *Int Endod J* 2002;35:775-83.
 35. Tziafas D, Kolokuris I. Inductive influences of demineralized dentin and bone matrix on pulp cells: an approach of secondary dentinogenesis. *J Dent Res* 1990;69:65-81.
 36. Nakashima M. Induction of dentin formation on canine amputated pulp by recombinant human bone morphogenetic proteins (BMP)-2 and -4. *J Dent Res* 1994;73:1515-22.
 37. Jiang Y, Sun M, Wu D. Clinical studies on apexification with demineralized dentin matrix. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2003;21:460-2.
 38. Kim YK, Kim SG, Oh JS, Jin SC, Son JS, Kim SY, Lim SY. Analysis of the inorganic component of autogenous tooth bone graft material. *J Nanosci Nanotechnol*. 2011;11:7442-5.
 39. Kim YK, Choi YH. Tooth autotransplantation with autogenous tooth-bone graft: A case report. *J Korean Dent Sci* 2011;4(2):79-84.
 40. Kim JY, Kim KW, Um IW, Kim YK, Lee JK. Bone healing capacity of demineralized dentin matrix materials in a mini-pig cranium defect. *J Korean Dent Sci* 2012;5(1):21-8.
 41. Kim YK, Lee HJ, Kim KW, Kim SGm Um IW. Guided bone regeneration using autogenous teeth: case reports. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2011;37:142-147.
 42. Kim YK, Kim SG, Kim KW, Um IW. Extraction socket preservation and reconstruction using autogenous tooth bone graft. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2011;33:264-269.