

치근단 역충전와동의 건조방법이 폐쇄성에 미치는 영향

이정태 · 김성교

경북대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

INFLUENCES OF DRY METHODS OF RETROCAVITY ON THE APICAL SEAL

Jung-Tae Lee, Sung-Kyo Kim

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University, Taegu, Korea

Apical sealing is essential for the success of surgical endodontic treatment. Root-end cavity is apt to be contaminated with moisture or blood, and is not always easy to be dried completely. The purpose of this study was to evaluate the influence of dry methods of retrocavity on the apical seal in endodontic surgery.

Apical seal was investigated through the evaluation of apical leakage and adaptation of filling material over the cavity wall. To investigate the influence of various dry methods on the apical leakage, 125 palatal roots of extracted human maxillary molar teeth were used. The clinical crown of each tooth was removed at 10 mm from the root apex using a slow-speed diamond saw and water spray. Root canals of the all the specimens were prepared with step-back technique and filled with gutta-percha by lateral condensation method. After removing of the coronal 2 mm of filling material, the access cavities were closed with Cavit^(R). Two coats of nail polish were applied to the external surface of each root. Apical three millimeters of each root was resected perpendicular to the long axis of the root with a diamond saw. Class I retrograde cavities were prepared with ultrasonic instruments. Retrocavities were washed with physiologic saline solution and dried with various methods or contaminated with human blood. Retrocavities were filled either with IRM, Super EBA or composite resin.

All the specimens were immersed in 2% methylene blue solution for 7 days in an incubator at 37°C. The teeth were dissolved in 14 ml of 35% nitric acid solution and the dye present within the root canal system was returned to solution. The leakage of dye was quantitatively measured via spectrophotometric method. The obtained data were analysed statistically using one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test.

To evaluate the influence of various dry methods on the adaptation of filling material over the cavity wall, 12 palatal roots of extracted human maxillary molar teeth were used. After all the roots were prepared and filled, and retrograde cavities were made and filled as above, roots were sectioned longitudinally. Filling-dentin interface of cut surfaces were examined by scanning electron microscope.

The results were as follows:

1. Cavities dried with paper point or compressed air showed less leakage than those dried with cotton pellet in Super EBA filled cavity ($p < 0.05$). However, there was no difference between paper point- and compressed air-dried cavities.
2. When cavities were dried with compressed air, dentin-bonded composite resin-filled cavities showed less apical leakage than IRM- or Super EBA-filled ones ($p < 0.05$).
3. Regardless of the filling material, cavities contaminated with human blood showed significantly more apical leakage than those dried with compressed air after saline irrigation ($p < 0.05$).

4. Outer half of the cavity showed larger dentin-filling interface gap than inner half did when cavities were filled with IRM or Super EBA.
5. In all the filling material groups, cavities contaminated with blood or dried with cotton pellets only showed larger defects at the base of the cavity than ones dried with paper points or compressed air.

Key Words : dry method, apical seal, retrocavity, Super EBA, IRM, composite resin, dentin-bonding agent, blood contamination

I. 서 론

치수 병소는 근관이 세균 등의 유해자극에 노출될 때 발생하게 되며, 이 때 근관계는 여러 종류의 세균, 독소 및 그 부산물을 함유하게 된다. 근관계 내에서 존재하는 자극물질이 치근단 조직으로 배출되게 되면 치근단 병소가 생기므로 근관계의 완전한 정화와 성형 후 밀봉을 도모하여 근관계와 치근단 조직 사이의 교통을 차단하는 것이 근관치료의 성공에 필수적이다.

그러나 근관계의 복잡성과 기구 및 술식의 한계 등으로 인하여 통상적인 근관치료로써 성공적인 결과를 가져오지 못하는 경우가 있는데, 통상적인 근관치료가 실패했을 경우나 통상적인 근관치료로 치료되지 않는 경우에서 외과적 근관 치료를 시행하고 있다.

통상적인 근관치료 실패의 60% 내지 90%가 불완전한 근관의 폐쇄 때문이라고 보고되고 있고¹⁾ 치근단 질환을 가진 치아의 치근단에서 수십여 종류의 균이 존재하는 것으로 알려져 있으므로²⁾ 치근단 병소의 성공적인 치유를 위해서는 외과적 근관치료에서도 근단부의 철저한 폐쇄가 요구된다.

외과적 근관치료 과정은 일반적으로 이환된 치근을 노출시키고 주위 조직의 손상을 최소화하면서 치근단 주위병소를 제거한 후, 치근의 침부를 절제하고 역충전 와동을 형성한 다음 충전하는 술식으로 이루어져 있다. 통상적인 근관 치료에서 근관계를 폐쇄할 때 주 충전재인 gutta-percha와 더불어 근관 시멘트를 사용하여 근관의 폐쇄성을 증대시키는 것과 같은 이유로 외과적 근관치료에서도 근단부를 gutta-percha에만 의존하지 않고 와동의 폐쇄성이 우수한 각종 수복재로 충전하여 치근단 근관계의 연장부위인 와동을 폐쇄한다. 이러한 치근단 역충전에 사용되는 재료는 일반적으로 조직액에 대한 불용성, 비흡수성, 체적 안정성 및 조작의 편이성, 항균성 그리고 조직 친화성이 요구됨과 동시에 습기에 대한 안정성 및 우수한 폐쇄성을 필요로 한다³⁾.

외과적 근관치료는 통상적인 근관치료와는 달리 연조직을 절제하고 판막을 거상한 뒤 골 및 치질을 절제하는 과정을 가지므로 통상적인 근관치료를 비해 술식이 복잡하고 시야의 확보가 어렵다. 그리고 치근단 절제후 역충전와동을 형

성하고 검사하며 충전하는 과정동안 절개, 거상 및 절제된 조직으로부터 계속적인 출혈이 따르고 이러한 부위의 시야를 깨끗하게 확보하기 위하여 반복적으로 생리식염수로 슬야를 세척하게 되며 와동이 빈번히 혈액에 의해 오염된다. 그러나 역충전와동을 충전하기 위해서는 역충전 술식의 용이성과 수복재 물성의 극대화를 도모하기 위하여 여러가지 방법을 사용하여 와동내 물기를 깨끗이 제거한 상태에서 충전재를 도입해야 하며, 건조된 와동이 혈액에 의해 오염되면 다시 생리식염수로 와동을 세척한 뒤 건조해야 하는 과정을 추가로 가지게 된다. 그리고 외과적 근관치료동안 출혈을 억제하기 위하여 여러가지 방법을 사용하지만 역충전 와동이 혈액에 의해 오염되는 것을 완전히 차단할 수는 없으며, 한정된 수술시야 및 기구접근의 어려움으로 인하여 역충전와동의 만족할 만한 세척과 건조상태를 항상 얻을 수 있는 것도 아니다.

역충전와동의 건조를 위해 그동안 여러 가지 방법들이 제시되었는데, Grossman⁴⁾은 cotton roll spongy를 이용한 건조방법을, Bellizzi와 Loushine⁵⁾은 paper point를 이용한 건조법을 추천하였으며, Carr⁶⁾는 새롭게 개발되어 압축 공기 건조가 가능한 Stropko 기구의 사용을 추천하였다. 그러나 이들 각각의 방법에 따라 와동의 건조상태가 다르게 나타나므로, 서로 다른 건조상태에서 역충전와동이 충전되었을 경우 습기나 혈액에 대한 충전재의 민감성에 따라 폐쇄성 또한 달리 나타날 수 있을 것이다.

치근단 역충전을 위한 재료들로는 gutta-percha, 복합레진, glass ionomers, 아말감, 그리고 산화아연유지물계 시멘트가 흔히 사용되었고 gold foil, aluminum oxide, ceramic pins, cyanoacrylates 및 Teflon 등은 간혹 사용되었으며, mineral trioxide aggregates (MTA), apatite cement 및 gallium alloy가 현재 연구되고 있다. 그리고 이들 충전재들의 물기 및 혈액과 연관된 폐쇄성 연구가 부분적으로 있어왔다. 과거부터 사용되어져 온 아말감 등의 충전재들은 건조된 상태에서는 모두 비교적 우수한 변연폐쇄성을 보인다^{7,8)}. 그러나 아연 함유 아말감의 경우 혈액이나 수분의 오염시 부식 및 경화팽창을 일으키게 되고 이들이 치근단의 파절을 일으키는 원인이 될 수도 있다고 보고

되었다⁹⁾. 강화된 산화아연유지놀계 충전재인 IRM 간이충전재 (Intermediate Restoration Material)와 Super EBA에 대해 Bondra 등¹⁰⁾과 Smee 등¹¹⁾은 이들이 아말감보다 누출이 적음을 보고하였고, Rubinstein과 Kim¹²⁾은 Super EBA로 역충전한 환자에서 96.8%의 성공률을 보였다고 보고한 바 있다. 복합레진에 관해서는 이들이 치질에 대한 접착성이 향상되어 수복재 변연폐쇄성이 증진되었다고 보고되고 있다.^{3,13,14)} 그러나 김 등¹⁵⁾은 타액이나 혈액 오염시 복합레진의 접착강도가 현저하게 저하되었다고 하였고, Rud 등¹⁴⁾은 상아질 접착제와 복합레진을 역충전재로 사용한 임상검사에서 약 90%의 성공률을 보였다고 하였으나 실패한 10%의 원인을 치근단이 혈액으로 오염되어 접착에 실패했기 때문이라고 설명하였다. 이렇게 치근단 수술 시에는 수술에 의한 혈액이나 식염수 등에 의한 오염이 발생하기 쉬우며, 이에 대한 충전재의 특성을 파악할 필요가 있다.

치근단 병소에서 병의 진행은 병소에 존재하는 균 및 독소의 양에 비례한다고 알려져 있다¹⁶⁾. 따라서 치근단으로 침투하는 색소의 양을 측정하는 것으로 치근단 병소에 침투하는 균 및 독소의 수량에 대한 상대적인 이해를 할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 근관계 내외의 교통을 차단시키는 폐쇄성은 치근단 역충전물과 와벽사이의 적합성과 연관이 있을 것으로 판단되므로 와동의 폐쇄성은 치근단 역충전와동의 건조상태 등 와동 처리방법에 의존적일 수 있다.

이에 본 연구에서는 초음파 기구로 형성한 치근단 역충전와동을 IRM 및 Super EBA 등의 산화아연유지놀계 시멘트와 상아질 접착성 복합레진으로 충전시, 와동의 건조방법이 역충전 수복물의 폐쇄성에 미치는 영향을 미세누출의 측면과 충전물 적합성의 측면에서 관찰한 바 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 치근단 역충전와동 건조방법에 따른 치근단 역충전물의 폐쇄성을 평가하기 위해 행하여졌는데, 일차로 상악 대구치 구개측 치근에서 치근단 역충전와동의 건조방법에 따른 치근단 미세누출을 평가하였으며, 이차적으로, 역충전와동의 건조방법에 따른 충전물과 치질사이의 적합도를 전자현미경하에서 관찰하였다.

역충전 와동형성을 위한 초음파기기로는 MiniendoTM (Excellence in Endodontics, U. S. A.)의 출력 제6단계를¹⁷⁾, 초음파 기구는 스테인레스스틸 CT-1과 CT-5 (Excellent in Endodontics, U. S. A.)를 사용하였다. 역충전와동의 충전재로는 IRM^(R) 간이충전재 (Type III, Class 1, Dentsply^(R), DE, U. S. A.), Super EBATM시멘트 (Fast set, Bosworth Co., IL, U. S. A.) 및 상아질접착제 (One-stepTM, BISCO Inc., IL, U. S. A.)와 복합레진 (Charisma, Kulzer, Germany)을 사용하였다 (Table 1 참조).

1. 치근단 역충전와동의 건조방법 및 혈액오염에 따른 치근단 누출실험

실험 대상은 최근 발거된 상악 대구치 구개측 치근 125개로 하였으며, 스케일러를 이용하여 치근 표면의 치석과 연조직을 깨끗이 제거하고, 모든 치아에 대한 방사선 사진을 촬영하여 근관의 수, 근관의 개방성 및 근단공 완성여부를 확인하고 치근이나 근관에 근관의 내흡수나 치근단 흡수 등의 이상이 없으면서 근관이 한 개인 것만 사용하였다. 근단으로부터 치근의 길이가 10 mm가 되게 저속 다이아몬드 절단기 (IsometTM, Buehler Co. IL, U. S. A.)로 치관부를 절제한 뒤, 각 역충전재별로 와동의 건조방법 및 오염에 따라 Table 2와 같이 4개의 군으로 나누어 실험하였다.

근관의 형성을 위해 각 시편의 치관부측 근관으로 15번 K-화일을 삽입하여 치근단 부위에서 파일 끝이 보이는 길이에서 1 mm를 감한 수치를 근관 작업장으로 하였으며, 치근단공에 맞는 초기 근관 파일을 선택한 후, step-back 방법으로 수동 K-화일과 H-화일을 이용하여 근관을 확대하였다. 이 때 2.5% 차아염소산나트륨 용액을 세척액으로 사용하였고, 15번 스테인레스 스틸 K-화일을 사용하여 근단공의 개방성을 수시로 확인하였다.

근관의 충전을 위해 paper point를 이용하여 근관을 완전히 건조시키고, master cone을 적합시켜 tug-back을 확인한 다음, master cone의 크기보다 한 size 작은 K-화일을 이용하여 근관 내벽에 산화아연유지놀 근관시멘트를 도포하고 측방가압법으로 근관을 충전하였다.

치관부 측의 근관 입구에 저속 2번 round bur를 이용하여 2 mm 깊이의 와동을 형성하고 Cavit^(R) 임시충전제

Table 1. Retrofilling materials used in this experiment

Groups	Retrofilling Materials	Manufactures
IRM	IRM ^(R) : Type III, Class 1	Dentsply ^(R) , DE, U.S.A.
EBA	Super EBA TM : Fast set	Bosworth Co., IL, U.S.A.
CR	One-step TM (Dentin Bonding Agent)	Bisco Inc., IL, U.S.A.
	Charisma (Composite Resin)	Kulzer, Germany

Table 2. Dry methods for retrograde cavity at palatal root of upper molar after saline irrigation

Subgroups	Cavity Dry Methods
I	Cotton Pellet only
II	Paper Point after Cotton Pellet
III	Compressed Air
IV	Blood Contamination after Air Dry

(ESPE사, Germany)로 충전하여 밀폐시킨 후, 각 시편을 1일간, 습도 100%, 섭씨 37도의 항온조에 보관하였다. 근단와동 이외의 모든 색소침투 경로를 차단하기 위하여, 시편을 완전히 건조시킨 다음 근관입구 와동을 포함한 치근의 모든 치면을 nail polish로 2회 도포하였으며, 각 시편을 3일간, 섭씨 37도의 항온조에 보관하였다.

각 군의 시편은 주수하에 사면부여없이 치근 장축에 직각되게 치근단부 3 mm를 저속 다이아몬드 절단기로 절제하였으며, 노출된 상아세관을 통한 색소 침투를 방지하기 위하여 근단 절단면을 상아질 접착제 및 접착레진(One-step™, BISCO Inc., IL, U. S. A)으로 도포하였다. 이때, 상아질은 32% 인산으로 부식한 후 세척, 건조하고 One-step primer 및 adhesive를 도포한 후 20초간 광중합하였다.

수술현미경 하에서 초음파기구를 이용하여 치아장축에 평행하게 치근단에 3 mm 깊이의 제1급 역충전와동을 형성하였고, 와동 형성 후 와동 내벽의 gutta-percha를 근관 plugger로 수직 가압하였다. 형성된 역충전와동은 생리식염수로 세척하였으며 세척 후의 와동건조 방법은 다음과 같이 하였다. 제1군에서는 cotton pellet 만으로 와동 입구의 물기를 닦아 내었고⁴⁾, 제2군에서는 cotton pellet으로 와동 입구의 물기를 닦아낸 다음 modified paper point technique으로 와동내부를 건조하였다⁵⁾. 제3군에서는 Stropko irrigator(Excellence in Endodontics, CA, U. S. A.)를 이용하여 압축공기로 와동내부를 건조하였으며⁶⁾, 제4군에서는 공기 건조기(Hotman[®], Dentre, Tokyo, Japan)를 이용하여 와동을 건조시킨 후 실험자의 혈액으로 와동을 오염시키고 다시 생리식염수로 와동을 세척한 다음 cotton pellet으로 와동 입구의 물기를 닦아내었다(Table 2 참조).

와동의 처치를 종료한 후 각 역충전와동은 충전제 군에 따라 IRM[®] 간이충전재, Super EBA™ 시멘트 또는 복합레진으로 충전하였다(Table 1 참조). 각 충전제는 제조회사의 지시대로 혼합하여 와동을 충전하였는데, 혈액을 오염시킨 경우의 복합레진 충전과정은 다음과 같이 하였다. 32% 인산으로 와동을 부식하고 수세한 후 채혈된 혈액을 1 cc 주사기에 넣어서 와동 내에 주입하여 오염시켰다. 10초간 생

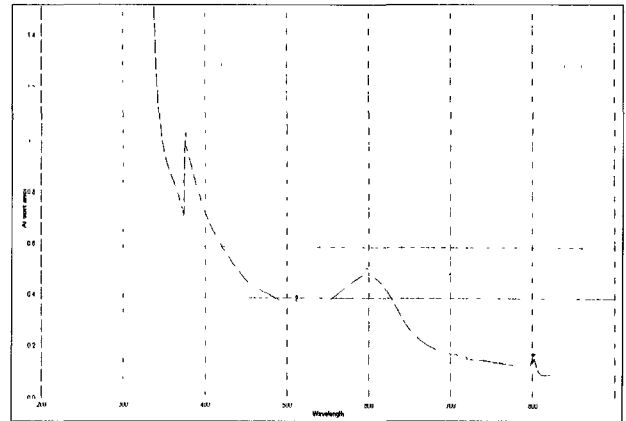


Fig. 1. Wave length scanning for the detection of methylene blue dye in specimens.

리식염수로 와동을 세척하고 공기건조기를 이용하여 와동을 건조한 후 상아질 접착제를 도포하고 공기를 분 다음 10초간 광중합하였다. 다시 와동을 혈액으로 오염시키고 10초간 생리식염수로 세척한 후 공기건조시켰고 상아질 접착제를 도포하고 또 다시 공기건조한 다음 복합레진으로 충전하고 40초간 광중합하였다. 여분의 충전제는 discoid carver로 제거한 뒤 섭씨 37도의 항온조에 24시간 보관하였다.

2. 색소침투 및 침투량 측정

시편을 완전히 건조시킨 다음, 치근표면을 검사하고 추가로 nail polish를 1회 도포하여 밀폐가 손상된 치근표면을 보완한 다음, 시편을 항온조에서 2% methylene blue 용액에 7일간 침잠시켰다. 이때 근관시멘트없이 gutta-percha로 근관을 충전하고 치근단 절제후 역충전을 시행하지 않은 치아를 양성 대조군으로 사용하였고, 실험군과 동일하게 근관 및 치근단을 처리한 다음 역충전물 부위까지 nail polish를 3회 도포하여 근단부를 밀봉한 치아를 음성대조군으로 사용하였다.

색소에 침잠시킨 시편을 흐르는 물에서 24시간 동안 세척한 후 완전히 건조시킨 다음, 예리한 조각도 및 rubber wheel로 치면의 nail polish와 치면색소를 제거하였다.

비색의 기준치를 정하기 위해, 상기와 같은 방법으로 근관을 형성, 충전하고 근단을 절제, 역충전한 후 색소에 침잠시키지 않은 시편치질을 용해시킨 35% 질산 용액을 기준치로 하였다. 치질이 용해된 35% 질산 용액 내의 methylene blue 색소 측정을 위한 적절한 파장을 찾기 위해 분광광도계(Ultrospec 3000, Pharmacia Biotech, England)를 이용하여 200 nm에서부터 900 nm 까지의 파장범위에서 스캐닝한 결과, 파장 596 nm에서 가장 큰 변화를 보였으므로 596 nm의 파장에서 검량선을 구하였다(Fig. 1. 참조). 시

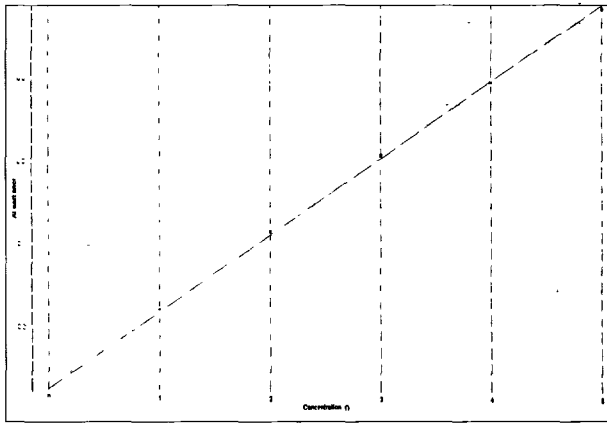


Fig. 2. Dye concentrations versus spectrophotometric absorbance readings.

편을 35% 질산용액 14 ml가 든 tube 내에 72시간 동안 넣어 두어 치질을 탈회, 용해시켰으며, 부유물을 침적시키기 위해 용해물을 원심분리하였다. 원심분리하여 얻은 상층액 1 ml를 채취하여 cuvette에 넣은 다음 색소의 흡광도를 측정하여 색소의 농도를 산출하였다(Fig. 2. 참조).

3. 역충전 와동의 건조방법 및 혈액오염에 따른 충전물-외벽 접합도의 전자현미경적 관찰

실험대상은 상악 제1대구치의 구개측 치근 12개로 하였으며, 모든 시편치아에서 근단으로부터 치근의 길이가 10 mm가 되게 저속 다이아몬드 절단기로 치관부를 절제한 뒤, 위와 동일한 방법으로 근관을 형성하고 충전하였다. 치관부측 근관입구를 CavitTM 임시충전제로 충전하여 밀폐시키고 각 시편을 3일간 섭씨 37도의 항온조에 보관한 후, 저속 다이아몬드 절단기를 이용하여 치근단 사면의 부여없이 치아 장축에 직각이 되게 근단을 3 mm 절제한 다음, 수술현미경 하에서 초음파기구를 이용하여 치아장축에 평행하게 치근단에 3 mm 깊이의 제1급 역충전와동을 형성하였다. 상기의 4가지 방법으로 근단와동을 건조 및 오염시키고 (Table 1 참조) 와동을 역충전하였다(Table 2 참조).

치근 시편을 호마이카에 포매한 후, 저속 다이아몬드 절단기를 이용하여 역충전물의 중앙을 지나게 치근을 종절단하고, 주사전자현미경(S-2300, Hitachi Ltd., Japan)하에서 60배에서부터 3,000배 배율에서, 충전물과 외벽 사이의 적합 양상을 관찰하였다.

4. 실험결과의 통계적 분석

각 군에서 수복물 및 치질 사이 외에 치근단 절제면에서 노출된 상아세관을 통해 색소가 과다하게 치근에 침투한 시

편은 통계 처리에서 제외하였다. 각 군간의 실험치 평균의 차이는 일원변량분석법(one-way ANOVA) 및 Duncan's Multiple Range Test를 이용하여 분석하였다.

III. 성 적

치근단 역충전와동의 건조방법에 따른 치근단 누출

1. IRM 역충전시 와동 건조방법에 따른 치근단 누출.

IRM 간이충전제로 역충전와동을 충전한 경우의 치근단 누출은 Table 3과 같이 나타났다. IRM으로 충전한 경우, cotton pellet 만으로 와동을 건조한 군에서는 paper point 나 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 많은 치근단 누출을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다($p > 0.05$). 와동을 혈액으로 오염시킨 군은 cotton pellet 만으로나 paper point 또는 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 유의하게 많은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$).

Table 3. Apical leakage in roots retrofilled with IRM ($\times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{ml}$)

Dry Methods	Mean of Leakage	S. D. of Leakage
Cotton Pellet	1.84	1.22
Paper Point	0.81	0.89
Compressed Air	1.40	0.89
Blood Contaminated	6.87	3.20

2. Super EBA 역충전시 와동 건조방법 및 혈액오염에 따른 치근단 누출.

Super EBA 시멘트로 역충전와동을 충전한 경우의 치근단 누출은 Table 4와 같이 나타났다. Super EBA로 충전한 경우, cotton pellet 만으로 와동을 건조한 군이 paper point나 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 유의하게 많은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$). 그리고 와동을 혈액으로 오염시킨 군도 paper point나 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 유의하게 많은 치근단 누출을 나타내

Table 4. Apical leakage in roots retrofilled with Super EBA ($\times 10^{-1} \mu\text{g}/\text{ml}$)

Dry Methods	Mean of Leakage	S. D. of Leakage
Cotton Pellet	5.04	3.76
Paper Point	0.52	0.63
Compressed Air	0.91	0.61
Blood Contaminated	5.52	2.82

Table 5. Apical leakage in roots retrofilled with composite resin($\times 10^{-1}\mu\text{g/ml}$)

Dry Methods	Mean of Leakage	S. D. of Leakage
Cotton Pellet	0.68	0.64
Paper Point	0.64	0.94
Compressed Air	0.13	0.21
Blood Contaminated	0.97	0.47

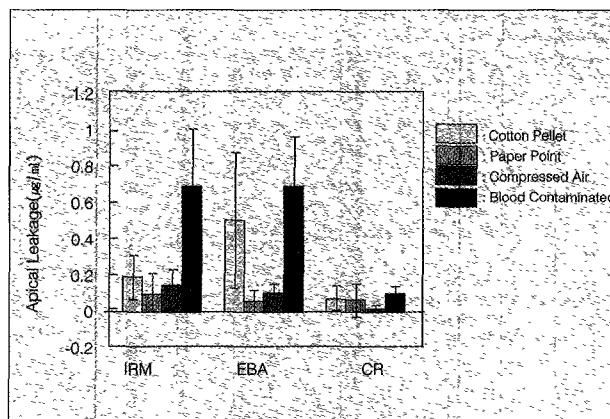


Fig. 3. Apical leakage in roots retrofilled with various filling materials.

Table 6. Apical leakage in roots retrofilled with various filling materials ($\times 10^{-1}\mu\text{g/ml}$)

Dry Methods	IRM	EBA	CR
Cotton Pellet	1.84 ± 1.22	5.04 ± 3.76	0.68 ± 0.64
Paper Point	0.81 ± 0.89	0.52 ± 0.63	0.64 ± 0.94
Compressed Air	1.40 ± 0.89	0.91 ± 0.61	0.13 ± 0.21
Blood Contaminated	6.87 ± 3.20	5.52 ± 2.82	0.97 ± 0.47

었다($p < 0.05$).

3. 복합레진 역충전시 와동 건조방법 및 혈액오염에 따른 치근단 누출.

복합레진으로 역충전와동을 충전한 경우의 치근단 누출은 Table 5와 같이 나타났다. 복합레진으로 충전한 경우, cotton pellet 만으로 와동을 건조한 군에서는 paper point나 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 많은 치근단 누출을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않았다($p > 0.05$). 와동을 혈액으로 오염시킨 군은 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 유의하게 많은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$).

4. 역충전물에 따른 치근단 누출.

여러가지 충전재로 역충전와동을 충전한 경우의 치근단 누출은 Table 6과 같이 나타났다. 압축공기로 와동을 건조한 경우에는 복합레진으로 충전한 군이 IRM이나 Super EBA로 충전한 군에 비해 유의하게 적은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$). 와동을 혈액으로 오염시킨 경우에는, 역충전와동을 IRM, Super EBA 및 복합레진으로 충전한 군 공히, 압축공기로 와동내부를 건조한 경우에 비해 유의하게 많은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$). EBA로 충전한

군은 IRM으로 충전한 군에 비해, cotton pellet 만으로 와동 입구의 물기를 닦아낸 경우가 paper point로 와동내부를 건조한 경우 및 압축공기로 와동내부를 건조한 경우에 비해 높은 비율의 치근단 누출 차이를 보였다(Fig. 3 참조).

역충전와동의 건조방법에 따른 충전물-외벽 적합도의 전자현미경적 관찰

1. IRM 역충전시 와동 건조방법 및 혈액오염에 따른 충전물-외벽 적합도

IRM 간이 충전재로 역충전와동을 충전한 경우의 충전물-외벽 적합양상은 Fig. 4와 같이 나타났다. 충전물과 외벽 사이에는 미세한 틈(gap)이 나타나 있었으며 그 틈은 와동의 내측 1/2에서보다 외측 1/2에서 현저하게 나타났다. Cotton pellet 만으로 와동 입구를 건조한 군과 와동을 혈액으로 오염시킨 군에서는 paper point나 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 와동 기저부 선각에서 넓은 틈을 나타내었다.

2. Super EBA 역충전시 와동 건조방법 및 혈액오염에 따른 충전물-외벽 적합도

Super EBA 시멘트로 역충전와동을 충전한 경우의 충전

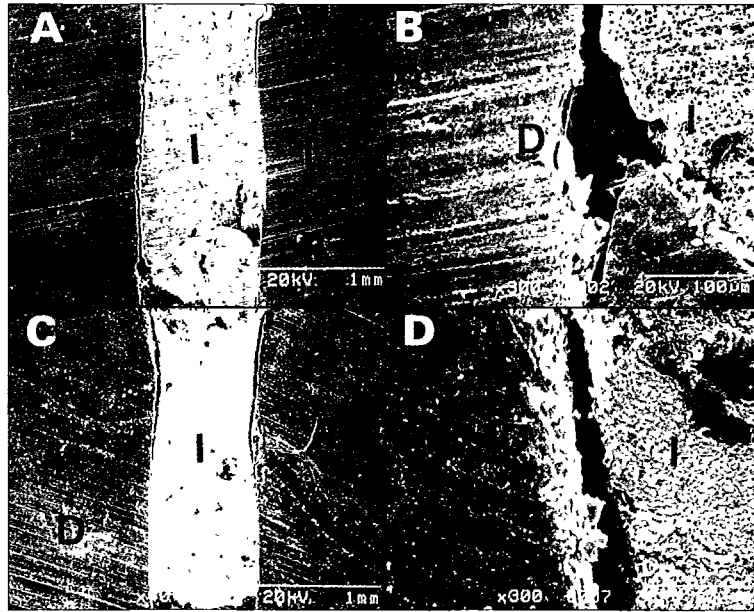


Fig. 4. Scanning electron micrographs of retrograde IRM. I, IRM. D, dentin. A. Cavity dried with cotton pellet only. (Original magnification, $\times 40$.) B. Higher magnification of A shows defect at the IRM-dentin interface at the base corner of the cavity. (Original magnification, $\times 300$.) C. Cavity dried with compressed air. (Original magnification, $\times 40$.) D. Higher magnification of C shows gap between filling and cavity wall at the outer half toward which IRM was pushed. (Original magnification, $\times 300$.)

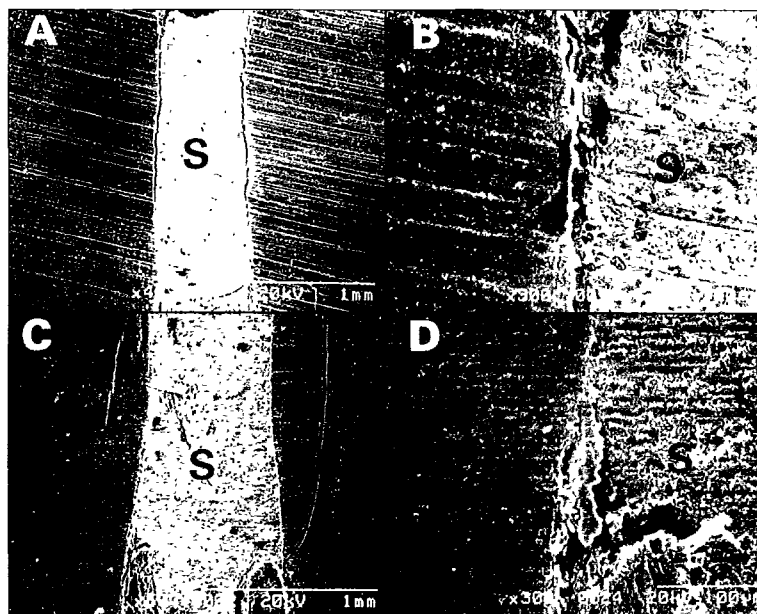


Fig. 5. Scanning electron micrographs of retrograde Super EBA. S, Super EBA. D, dentin. A. Cavity dried with cotton pellet only. (Original magnification, $\times 40$.) B. Higher magnification of A shows gap at the Super EBA-dentin interface at the outer half of the cavity. (Original magnification, $\times 300$.) C. Cavity contaminated with human blood. (Original magnification, $\times 40$.) D. Higher magnification of C shows defect between Super EBA and cavity wall at the inner corner of the cavity. (Original magnification, $\times 300$.)

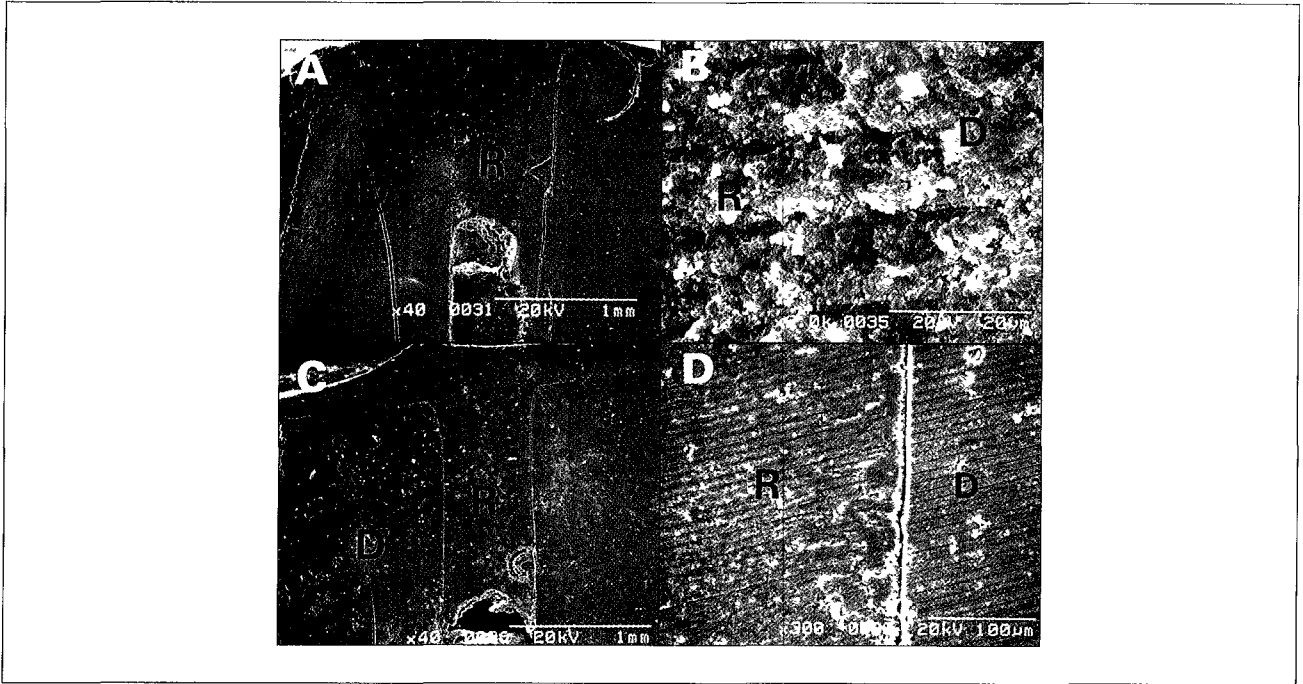


Fig. 6. Scanning electron micrographs of retrograde composite resin. R, composite resin. D, dentin. A. Cavity dried with compressed air. (Original magnification, $\times 40$.) B. Higher magnification of A shows close adaptation of resin to cavity wall. (Original magnification, $\times 3,000$.) C. Cavity contaminated with human blood. (Original magnification, $\times 40$.) D. Higher magnification of C shows small but clear gap at the resin-dentin interface. (Original magnification, $\times 300$.)

물-와벽 적합양상은 Fig. 5와 같이 나타났다. IRM의 경우와 유사하게 충전물과 치질 사이에는 미세한 틈이 나타나 있었으며 그 틈은 와동의 내측 1/2에서보다 외측 1/2에서 현저하였다. Cotton pellet 만으로 와동을 건조한 군과 와동을 혈액으로 오염시킨 군에서는 paper point나 압축공기로 와동내부를 건조한 군에 비해 와동 기저부 선각에서 넓은 틈을 나타내었다.

3. 복합레진 역충전시 와동 건조방법 및 혈액오염에 따른 충전물-와벽 적합도

상아질 접착성 복합레진으로 역충전와동을 충전한 경우의 충전물-와벽 적합양상은 Fig. 6과 같이 나타났다. 와동을 압축공기로 건조시킨 경우에는 복합레진이 와동벽에 매우 긴밀하게 적합하는 양상을 보여주었으나, 와동을 cotton pellet 만으로 건조하거나 와동이 혈액으로 오염된 경우에는 그 간격이 좁으면서도 명확한 틈을 나타내었다.

IV. 고 찰

일반적으로 통상적인 근관치료로도 근관내부와 외부사이의 교통을 효과적으로 차단할 수 있지만 근관계의 형태가

매우 복잡하여 치료 기구의 접근이 용이하지 못한 경우에는 근관의 완전한 봉쇄를 얻을 수 없다. 이 경우 외과적 방법을 통하여 교통의 폐쇄를 도모하기도 한다.

외과적 방법에는 최근에 수술현미경이 도입되고 이에 따른 수술 시야의 증진과 미세기구 사용의 도움으로 과거의 통상적인 외과적 근관치료에 있었던 어려움을 많이 해결하면서 치료 술식의 정확도가 높아지게 되었다²⁰.

통상적인 근관치료 실패의 주원인은 불완전한 근관의 정화 및 충전이라고 알려져 있다¹⁸. 이러한 치료실패를 회복하기 위해 행해지는 외과적 근관치료 또한 외과적 술식에 의한 근관의 정화 및 폐쇄를 통해서 근관과 치근단 사이의 교통 폐쇄를 도모한다.

일반적으로 치근단 수술시에는 이환된 치근을 3 mm 절제하고, 3 mm 깊이로 역충전와동을 형성하는데 치근의 외형을 따라 평행하게 제1급 와동을 형성한다. 치근을 최대한 보존하면서 치근단 누출을 최소화하기 위한 연구에서 치근단 3 mm 절제를 추천하게 되었는데, Austin 등¹⁹은 초음파기구로 형성한 역충전와동에서 3 mm 깊이의 와동이 1 mm 깊이 와동에 비해 현저하게 누출이 적다고 보고하였고 Mattison 등²⁰도 3 mm와 1 mm의 역충전와동의 누출실험을 통해 3 mm의 와동이 우수한 폐쇄성을 보였음을 보고하였다. 그리고 와동형성기구로는 저속 round bur나 초음

파기구 등을 사용할 수 있으나, 초음파기구가 접근하기가 훨씬 용이하여 사면을 부여할 필요가 없고 치근의 장축에 평행하게 제1급 와동을 형성해 줄 수 있으므로 치근 천공의 위험이 적고²¹⁾, 잔사와 도말층도 적게 형성된다고 보고²²⁾되고 있다. 본 실험에서도 근침 3 mm를 치근 장축에 직각되게 절제한 후²³⁾ 수술현미경하에서 출력 6단계의 초음파기구를 사용하여 역충전와동을 형성하였다¹⁷⁾.

외과적 근관치료과정에서 이루어지는 치근단 병소의 제거, 치근단의 절제, 그리고 치근단 역충전와동의 형성 및 역충전은 매우 작은 구조물에서 매우 좁은 시야 하에서 이루어지므로 정확성을 기하기가 용이하지 않으나, 모든 충전과정은 와동이 건조된 상태에서 이루어져야 하는데, 와동의 건조를 위해 그 동안 여러 가지 방법이 제시되어 왔다. 본 연구에서는 외과적 근관치료시 형성된 역충전와동 충전시에, 임상적 술식 과정을 참고로 하여, 오염된 와동의 세척과 건조 방법에 따른 수복재 폐쇄성을 관찰하고자 하였고, 역충전재로는 산화아연유지놀계 시멘트인 IRM과 Super EBA 및 상아질 접착성 복합레진을 사용하였다.

과거부터 역충전재로 널리 사용되어 온 아말감은 사용합금의 종류에 관계없이 건조된 상태에서는 모두 비교적 우수한 변연폐쇄성을 보인다고 한다^{7,8)}. 아말감은 혈액이나 수분의 오염시 부식 및 경화팽창을 초래하는데 이 팽창이 오히려 수복물의 변연폐쇄를 증진시킬 수도 있는 점이 있기는 하나^{24,25)} 치근단의 파절을 일으키는 원인이 될 수도 있다⁹⁾. 또한 아말감은 치근단에 수분을 유리할 수 있고, 부식될 수 있으며, 인접조직에 아말감 파편이 흩어져 제거가 어렵고, 경화 시간이 길어 예기치 못한 체적 변화가 있으며, 수분에 민감하고, 연조직 및 경조직을 착색시킬 수 있고, 초기 누출이 크고, 와동 형성시 undercut를 부여하여야 하는 등의 단점이 있다. 이런 이유로 아말감을 대체하기 위한 재료에 관심이 모아지게 되었다²⁶⁾.

산화아연유지놀 제제로는 Super EBA와 IRM이 연구되었다. IRM 간이충전재 (Intermediate Restoration Material)는 80% 산화아연 및 20% PMMA로 된 분말과 99% 유지놀 액체로 구성되어 있는 강화된 산화아연유지놀계 충전재이다²⁷⁾. Super EBA도 강화된 산화아연유지놀계 충전재이며, 60%의 산화아연 및 34%의 알루미늄, 6%의 천연 레진 분말과, 62.5%의 ortho-ethoxy benzoic acid 및 37.5%의 유지놀로 구성되어 있다²⁸⁾. Bondra 등¹⁰⁾은 색소 누출실험에서 IRM과 Super EBA가 아말감보다 누출이 유의하게 적었다고 하였고, O'Conner 등²⁹⁾도 Super EBA의 우수한 폐쇄성을 보고하였다.

복합레진에 관해서, Thirawat와 Edmunds³⁰⁾는 색소침투실험에서, 상아질접착제의 사용이 복합레진 역충전재의 폐쇄를 향상시키지는 못하였으나 다른 수종의 역충전재보다 우수한 변연폐쇄 효과를 보였다고 하였고, Stabholz 등

³¹⁾도 전자현미경 관찰에서, 복합레진 충전재와 와동벽사이의 간격이 다른 수종의 역충전재 보다 좁아서 적합도가 우수하였다고 하였다. McDonald와 Dumsha³⁾는 상아질 접착제의 사용이 복합레진만 단독으로 역충전한 경우보다 와동 폐쇄 효과가 우수하다고 하였으며, 복합레진만 단독으로 충전한 경우도 Cavits 아말감 충전한 것보다 폐쇄효과가 우수하다고 하였고, Zidan과 ElDeeb³²⁾도 상아질 접착제의 사용을 긍정적으로 평가하였다.

이상과 같이 아말감의 단점을 보완하기 위하여 산화아연유지놀 제제인 Super EBA와 IRM이 추천되고 있고 복합레진은 적절한 세척 건조 환경이 주어지면, 치면에 접착이 일어나서 우수한 봉쇄 효과가 기대되는 재료이다. 이러한 이유에서 역충전재로 IRM, Super EBA 및 복합 레진을 선택하여 실험하였다. 그러나 근단 역충전 와동에서는 구강내의 일반적인 충전 조건에 비해 시야와 접근이 용이하지 못하며 혈액 및 생리 식염수에 오염될 가능성이 매우 높다.

본 연구에서는 와동을 임상적인 수술과정과 유사하게 생리식염수로 와동을 세척하고 cotton pellet, paper point 또는 압축 공기로 건조하거나 건조된 와동을 혈액으로 오염시키고 생리 식염수로 세척한 후 cotton pellet으로 건조한 후 와동을 충전하고 수복재 폐쇄성을 측정하였다. 본 실험의 혈액 및 식염수의 오염상태에 대한 조건으로 제1군은 생리 식염수로 와동을 세척한 후 입구를 cotton pellet으로 닦아 내기만 하였다. 이 때 와동 내부를 수술현미경으로 관찰한 바 와동의 내측 ½에 많은 양의 수분이 잔존함이 관찰되었다. 제2군은 생리 식염수로 세척한 와동을 cotton pellet으로 입구를 닦고 paper point로 와동 내부를 닦아 내었다. 이 때 와동 내부를 수술현미경으로 관찰한 바 생리 식염수가 고여 있지는 않으나 와동 내벽 및 내선각에 소량의 수분이 잔존함이 관찰되었다. 제3군은 생리 식염수로 와동을 세척한 후 Stropko[®] irrigation tip을 사용하여 압축 공기를 와동 입구에서 불어서 건조시켰다. 이 때 와동 내부를 수술현미경으로 관찰한 바 시각적으로 수분의 잔존이 관찰되지는 않았다. 제4군은 실험자의 혈액으로 오염시킨 후 생리 식염수로 세척하고 cotton pellet으로 와동 입구를 닦았다. 이 때 수술현미경으로 와동 내부를 관찰하면 와동의 내측 ½에 많은 양의 수분이 관찰되었다.

본 연구에서 IRM으로 충전한 경우에는 제1, 2, 3군보다 혈액으로 오염시킨 제4군에서 유의하게 많은 치근단 누출이 있었다. 이는 IRM이 혈액의 오염에 대해서는 민감하다는 재료적 성질을 보인 것으로 이해되나, 생리식염수의 잔존량의 차이에 대해서는 크게 누출의 차이를 나타내지 않는 것으로 관찰되었다.

변연 폐쇄성을 측정하는 방법으로는 methylene blue, eosin, crystal violet, india ink, rhodamine B 등 색소의 침투량을 측정하는 방법³³⁻⁴⁰⁾, 방사성동위원소법⁴¹⁾, 세균 누

출법⁴²⁾, 전기화학적 방법⁴³⁻⁴⁵⁾, 액체여과법^{46,47)}, 그리고 주사 전자현미경 관찰법^{31,48)} 등이 있는데, 본 연구에서는 색소침투법을 이용한 미세누출의 정량적 측정법과 주사전자 현미경을 이용한 적합성 검사를 하였다.

색소침투량의 정량분석을 위해 본 실험에 사용한 색소 methylene blue는 특히 침투력이 우수한 것으로 알려져 있다. Oppenheimer와 Rosenberg⁴⁹⁾은 용액 상태의 methylene blue 색소 입자는 미생물의 크기보다 훨씬 작아서, 미생물 침투법보다 훨씬 더 정확한 검사를 할 수 있다고 한 바 있다. 그리고 색소 침투법은 선측정법과 양측정법이 있는데, 선측정법은 색소가 침투한 깊이를 2차원적으로 관찰하게 되어, 상아세관 깊숙히 침투한 색소의 양을 측정하기 곤란하다. 따라서 본 실험에서는 치근단 미세 누출 정도를 측정하기 위해서 methylene blue가 침투한 치아를 질산에 녹이고, 분광광도계에서 색소의 분광광도 계수치를 측정하여 색소를 정량적으로 분석하는 색소회복법을 사용하였다.

IRM으로 충전한 경우의 전자현미경 관찰상을 보면 cotton pellet 만으로 와동 입구의 물기를 닦아낸 군에서는 와동 기저부에 결합을 나타내었는데, 이것은 와동 바닥에 잔존하던 물기로 인해 충전물이 와동벽에 긴밀하게 적합되지 못한 때문으로 생각된다. 본 실험에서 cotton pellet만으로 와동을 건조시키고 충전을 한 경우에 충전물을 밀어냄에 따라 와동내의 물이 밖으로 밀려나오고 내부의 물기로 인해 충전재의 적합성이 감소하여 충전재가 밖으로 쉽게 빠져 나와 충전에 어려움이 있었다. 압축 공기로 건조한 군에는 와동벽과 충전물 사이에 틈이 관찰되었는데 내측 ½의 측벽은 간격이 작고 외측 ½은 간격이 크게 나타났다. 이는 IRM이 경화되기 전 초기에 다져진 내측 ½은 와동벽에 밀착이 잘 된 반면, 외측 ½은 시간의 경과에 따른 IRM의 다소간의 경화 때문에 일어난 현상으로 보인다. 이것은 Abdal과 Retief⁶⁰⁾가 복합 레진, glass ionomer cement, Super EBA, IRM 및 아말감 등의 재료를 대상으로 주사전자현미경과 색소 침투법을 이용한 수복재 폐쇄성 연구에서, 주사전자현미경으로 관찰한 대부분의 재료가 외측 ½에서 틈이 있었고 색소 침투에서는 내측 ½까지도 색소가 광범위하게 침투하였는데 외측 ½의 충전물-와벽의 적합이 좋지 않았기 때문이라고 하였다. 이는 본 실험의 전자현미경 양상과 같은 결과를 보이는 것이다.

Super EBA를 충전한 색소 침투 실험에서는 제2, 3군보다 혈액으로 오염시킨 제4군 및 생리 식염수 세척액을 와동 입구에서 cotton pellet 만 닦아 낸 제 1군에서 유의하게 많은 치근단 누출이 관찰되었다. 따라서 Super EBA는 생리 식염수 및 혈액 오염에 대해서 모두 민감한 재료적 성질을 보인 것으로 해석된다.

이것은 전체적인 경향을 볼 때 산화아연유지능계 수복재

인 IRM과 Super EBA는 혈액오염에 유사한 민감성을 보였다고 할 수 있다. 이것은 Bondra 등¹⁰⁾과 Fisher 등⁴⁰⁾의 실험에서도 두 재료간의 누출이 비슷한 양상을 보인 것과 맥을 같이한다. Super EBA로 충전한 군의 전자현미경 양상을 보면 paper point로 건조한 와동에서 약간의 간격이 관찰되고 있으며 혈액으로 오염시킨 군에서도 와동 바닥 기포가 관찰되는데 이 또한 물기에 의한 기포 형성이라고 볼 수 있다. 전자현미경 관찰에서 IRM과 Super EBA는 측벽의 양상이 1군과 4군에서 거의 차이가 없었다. 와동의 바닥은 1군과 4군 모두 2, 3군에 비해 기포가 많이 보였는데, 물기에 의한 기포 형성으로 보이며 이것 또한 누출에 영향을 줄 것으로 생각된다.

오염에 대한 상아질 접착성 복합레진의 접착강도에 관해, 김 등¹⁵⁾은 타액 및 혈액 오염이 상아질 접착에 미치는 영향에 관하여 연구한 바 있는데, 산처리 후 오염된 상아질에서 상아질 접착제의 인장접착강도를 측정한 결과, 타액은 정상군에 비해 30%의 접착력 감소를, 혈액의 경우에는 80%의 현저한 접착력 감소를 나타내었다고 하였다. 그리고 접착 강화제(primer)를 도포하고 난 후 혈액에 오염된 경우 시편이 분리되어 현저히 낮은 접착 강도를 나타내었다고 하였다. 본 실험에서 상아질접착제 도포후 복합 레진을 충전한 경우에는 압축 공기로 건조한 제3군보다 혈액으로 오염된 후 세척 건조된 제4군에서 유의하게 많은 치근단 누출이 있었다. 이것은 김 등¹⁵⁾이 보고한 혈액오염에 의한 현저한 결합력감소에 기인한 것으로 해석할 수 있다. 그리고 본 연구에서 생리 식염수 세척액을 와동입구에서 cotton pellet 만 닦아 낸 제1군은 혈액오염시킨 제4군에 비해 유의성은 없으나 다소의 낮은 치근단 누출을 나타내었는데 이 또한 김 등¹⁵⁾의 결합력 차이로 해석할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구에서 압축공기로 와동을 건조시킨 경우에는 복합 레진이 현저히 낮은 누출을 보였음과 동시에 주사전자현미경 상에서도 매우 긴밀한 적합성을 보여주었다. 이는 Stabholz 등³¹⁾의 전자현미경 관찰 양상에서 복합 레진이 다른 수종의 역충전재보다 우수한 와동벽과의 적합도를 보인 것과 일치한다. 또한 본 관찰은 Mannocci와 Ferrari⁴⁸⁾가 근관 내벽에 산처리 후 상아질 접착제를 도포하고 AH26을 sealer로 하여 측방가압법으로 gutta-percha를 충전한 근관내벽을 주사전자현미경으로 관찰한 바 hybrid layer의 형성을 관찰할 수 있었다고 하였으며 장기간의 색소누출 실험에서 근관 폐쇄 효과도 아주 우수하였다고 한 보고와 상통하며, Rud 등¹⁴⁾이 치근단 수술 후 상아질 접착제를 도포한 후 복합 레진으로 역충전한 환자의 임상관찰에서 약 90%의 높은 성공률을 나타내었다고 한 보고와 유사하다.

한편 오염에 대한 복합레진의 적합성에 관해, 김 등¹⁵⁾은 또한 혈액으로 오염된 상아질 면을 주사전자현미경으로 관찰하여 접착력 저하의 원인을 분석하였는데 산처리 후 혈액

에 오염된 경우에는 혈액에 의해 도말층과 유사한 층이 형성됨을 보였다고 하였다. 접착 강화제 적용 후의 혈액에 오염된 상아질 표면은 혈액 성분에 의해 덮혀 있었고, 건조과정 중에 발생한 균열을 볼 수 있었으며, 특이하게 다량의 기포가 있었다고 하였다. 이러한 혈액에 의한 접착력의 저하는 치근단 역충전 와동의 상아질 외벽에도 동일한 양상을 나타낸 것으로 생각되며, 본 연구에서 보여준 혈액으로 오염된 와동의 치근단 누출이 유의하게 나타난 본 실험 결과와도 일치하는 것으로 볼 수 있다. 그리고 본 실험의 결과는 상아질 접착제를 도포한 후 복합 레진으로 역충전한 환자의 임상관찰에서 실패한 10%의 원인을 혈액오염으로 인한 레진의 접착실패라고 한 Rud 등¹⁴⁾의 보고를 뒷받침할 수 있다. 따라서 복합레진은 혈액오염에 아주 민감하게 반응하는 것으로 볼 수 있다.

Thirawat와 Edmunds³¹⁾, Abdal 등⁵¹⁾는 복합 레진과 상아질 접착제 등의 역충전이 수종의 다른 역충전재보다 우수한 폐쇄 효과를 보였다고 하였으며 광중합레진은 경화 시간을 조절할 수 있는 것이 아주 큰 장점이라고 하였다. 그리고 McDonald와 Dumsha³⁾도 상아질 접착제의 사용이 복합 레진의 폐쇄 효과를 더욱 증진시키므로 역충전재의 선택적 재료가 될 수 있다고 하였다. 이것은 본 색소 침투 실험에서 압축 공기로 건조한 군에서 복합 레진과 상아질 접착제를 사용한 경우 IRM과 Super EBA를 사용한 경우보다 유의하게 누출이 적은 것과 일치한다고 볼 수 있다.

본 실험에서 복합 레진으로 충전한 경우의 전자현미경 관찰 양상을 보면 압축 공기로 건조한 군에서는 측벽에 매우 긴밀한 적합이 관찰되었으며, 혈액으로 오염된 군에서는 측벽의 경계가 뚜렷하지만 와동벽과 충전물 사이의 간격은 아주 적으며 와동 바닥에 다소의 기포가 관찰되었다. 혈액으로 오염된 제4군은 식염수로 오염된 1군보다 와동벽과 충전물 사이의 간격이 넓게 나타났다. 혈액으로 오염된 경우 긴밀한 적합은 일어나지 않았으나 충전물-와동 간격이 매우 적게 나타난 양상을 보이는 것은 광중합 레진은 충전작업을 충분히 할 수 있게끔 작업시간을 조절할 수 있기 때문으로³⁰⁾으로 생각된다.

Bondra 등¹⁰⁾은 Super EBA와 IRM은 기온과 습도에 의해서 작업 시간이 급격하게 변할 수 있어서, 치근단 역충전 수술시 아주 중요한 요소라고 하였다. 이것은 특히 IRM보다 Super EBA가 특히 큰 영향을 받는다고 하였는데 본 실험을 시행한 날의 습도와도 다소의 관계가 있을 것으로 생각된다. 이것은 Super EBA가 다소 IRM보다 습기에 민감함을 나타낸 것으로 해석할 수 있으며 본 실험에서 Super EBA 충전의 제 1군에서 다소 누출이 많이 나타난 것에 영향이 있을 것으로 생각된다.

위와 같은 IRM 및 Super EBA의 습기에 대한 반응은 본 실험의 결과와도 상통하는 것으로 보이며, 충전시 습기 접

촉 뿐만 아니라, 장기간에 걸친 조직액과의 접촉에 관한 연구도 필요함을 보여주고 있다. Anold 등⁵²⁾은 산성도 및 삼투압 변화에 따른 Super EBA의 용해도를 연구한 바, 산도 및 침잠 시간이 길수록 Super EBA의 체적 손실양이 증가하며, 급성 농양 상태의 조직액의 산도로 추정되는 산도 5.5에서는 6개월이 지나면 19.81%의 체적 손실이 일어난다고 하였다. 삼투압에 따른 용해도 조사에서는 증류수에서는 용해가 상당히 일어났으나, 생리 식염수에서는 거의 용해가 없었다고 하였다. 그러므로 치근단으로 역충전할 때 충전물질은 국소적인 산성도 변화에 영향을 받을 수 있다. 그러나 복합 레진은 산성에 의한 재료 자체의 용해가 일어나지 않으므로 상아질에 대한 접착 환경을 이상적으로 유지할 수 있으면, 뛰어난 와동 폐쇄 효과를 얻을 수 있어서 우수한 재료로 평가 될 수 있다.

역충전와동 충전재는 교합면 와동 충전재와는 달리 치근단 조직에 접하게 되므로 치근단 조직에 대한 친화성도 충전물에서 고려되어야 할 사항이다. 근단 조직에 대한 역충전재의 조직 친화성에 대한 연구도 많이 보고되고 있다. Torabinejad 등⁵³⁾은 MTA, IRM, Super EBA, 아말감 등의 생체 적합도를 연구하였는데, MTA 주위에서는 가장 우수하고 좋은 조직 반응을 보였으며, 아말감 부위에서는 다소의 염증 상태를, IRM과 Super EBA 주위에서는 중등도의 반응을 보였다고 하였다. Koh 등⁵⁴⁾은 MTA가 골세포에 대한 활성이 있으며 interleukin의 생성을 자극하는 것으로 보인다고 하였으며, IRM은 eugenol 성분으로 인하여 다소의 세포 독성이 있다고 하였다. 그러나, Cook와 Taylor⁵⁵⁾은 IRM이 실험한 수종의 재료 중 가장 조직에 대한 반응을 적게 초래하는 재료라고 하였으며, Blackman 등⁵⁶⁾은 IRM과 silver glass ionomer cement는 조직에 양호한 반응을 나타내지는 않았지만, 타 재료에 비해 상대적으로 생체 적합성이 좋다고 하였고, silver glass ionomer 주위에서는 다소의 골침착이 보였으며 IRM 주위에서는 fibrosis가 관찰되었다고 하였다. 그러나 Makkawy 등⁵⁷⁾은 친공된 치근의 충전 물질로 아말감을 사용했는데 아말감이 치주인대 세포의 활성도를 상당히 억제한다고 하였다. 그리고 Rákich 등⁵⁸⁾은 상아질 접착제의 조직 친화성에 대한 연구를 하였는데, 상아질 접착제는 사람의 대식세포의 미토콘드리아 활성을 상당히 억제시킨다고 하였으며, 특히 중합되지 않은 레진은 독성이 있으며 상아질 접착제와 관련된 복합 레진을 역충전 물질로 사용할 경우 주의를 당부하였으나, 그러나 임상적으로 중합되지 않은 레진의 농도가 인체에 해로운 정도로 높을 것으로는 생각되지 않는다고 하였다. 그러나 Rud 등¹³⁾은 Gluma 상아질 접착제와 복합 레진의 일종인 Retroplast[®]를 사용하여 역충전하고 1년 후 완치가 되어 성공적이었다고 평가된 치아를 대상으로 8-9년 후 방사선 사진을 촬영하여 평가하였는데 33치아 중 32개가 완전한

치조골 회복 상태를 보이고 있었으며 32치아 중 9개의 치아가 치조백선과 치주인대 간격이 정상적으로 나타났다고 하였다. 따라서 본 연구에서 사용된 IRM, Super EBA 및 상아질 접착성 복합레진은 조직에 대한 친화성이 매우 양호하다고 볼 수 있다.

본 연구의 결과를 전체적으로 종합해 보면, 각 충전재 공히, 압축공기나 paper point로 와동을 건조한 군이 cotton pellet 만으로 와동을 건조한 군에 비해 적은 치근단 누출을 나타내었고, 압축공기로 와동을 건조한 경우에는 상아질 접착성 복합레진이 가장 우수한 폐쇄성을 나타내었다. 그러나 와동이 혈액에 의해 오염된 경우에는 산화아연유지놀 제제인 IRM과 Super EBA 그리고 상아질 접착성 복합레진 공히, 충전물의 적합성 및 폐쇄성이 현저히 저하됨을 알 수 있었고, 수분 또는 혈액이 잔존할수록 충전물의 적합성이 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 치근단 수술시 역충전와동이 오염되지 않게 할 수 있는 방법을 강구하여 충전물의 폐쇄성을 극대화해야 하겠으며, 습기 또는 혈액에 영향을 받지 않는 역충전재에 대한 연구가 계속되어야 하겠다. 또한 와동의 건조방법 및 오염에 따른 이들 역충전 후의 조직반응을 위한 동물실험이 필요할 것으로 보인다.

V. 요 약

외과적 근관치료에서 근단부의 폐쇄성은 성공에 필수적이다. 그리고 외과적 근관치료시 근단부 역충전와동은 습기나 혈액에 의해 오염되기 쉬우며 와동을 이상적으로 건조하기가 항상 용이하지는 않다. 본 연구의 목적은 미세 치근단 수술법에서 치근단 역충전와동의 건조 방법이 폐쇄성에 미치는 영향을 연구하고자 함이다.

치근단 폐쇄성은 근단 누출 및 충전물-외벽 적합성으로 평가하였다. 치근단 역충전와동 건조방법에 따른 치근단 누출을 평가하기 위해서는 최근에 발거된 상악 대구치 구개측 치근 125개를 와동건조 방법 및 혈액오염에 따라 4개의 군으로 분류하여 실험하였다. 각 시편치아에서 근관을 형성하고 측방가압법으로 충전한 후 각 군에 따라 저속 다이아몬드 절단기를 이용하여 치근단 3 mm를 절제하였으며 초음파 스테인레스 스틸 기구를 이용하여 깊이 3 mm의 역충전와동을 형성하고 IRM, Super EBA 또는 복합레진으로 역충전하였다. 시편을 2% methylene blue 용액에 7일간 침잠시킨 후 35% 질산 용액에서 용해시킨 다음, 원심분리한 상층액을 비색계를 이용하여 누출 색소의 흡광도를 측정하였다. 결과치는 이원변량분석법과 Duncan's Multiple Range Test를 이용하여 분석하였다.

역충전 와동 건조방법에 따른 충전물-외벽 적합성을 평가하기 위해서는 상악 제 1대구치의 구개측 치근 12개를 상기와 같이 4개 군으로 분류하여 근관충전, 역충전와동 형성,

와동 건조 및 역충전을 실험하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 압축공기나 paper point로 와동을 건조한 군이, 역충전 와동을 IRM 간이충전재, Super EBA 시멘트 및 복합레진으로 충전한 경우 공히, cotton pellet 만으로 와동을 건조한 군에 비해 적은 치근단 누출을 나타내었는데 이는 Super EBA 시멘트 충전군에서만 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 충전재료에 관계없이 paper point로 와동을 건조한 군과 압축공기로 건조한 군 사이에는 유의한 누출의 차이가 나타나지 않았다.
2. 압축공기로 와동을 건조한 경우에는, 복합레진으로 충전한 군이 IRM이나 Super EBA로 충전한 군에 비해 유의하게 적은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$).
3. 와동을 혈액으로 오염시킨 경우에는, 역충전 와동을 IRM, Super EBA 및 복합레진으로 충전한 군 공히, 압축공기로 와동내부를 건조한 경우에 비해 유의하게 많은 치근단 누출을 나타내었다($p < 0.05$).
4. IRM 간이충전재나 Super EBA 시멘트로 역충전와동을 충전한 경우, 와동측벽의 외측 1/2이 내측 1/2에 비해 넓은 충전물-치질 사이 틈을 나타내었다.
5. IRM 간이충전재, Super EBA 시멘트 및 복합레진으로 역충전와동을 충전한 경우 공히, 와동이 혈액에 의해 오염되었거나 와동을 cotton pellet으로만 건조한 경우가 paper point나 압축공기로 와동을 건조한 경우에 비해 와동기저부에 큰 틈을 나타내는 양상을 보였다.

참고 문헌

1. Ingle, J. I. and Bakland, L. K.: Endodontics, 4th ed. Lea & Febiger Book, Philadelphia (1994) pp689-763.
2. Baumgartner, J. C. and Falkler, W. A.: Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals, *J. Endodont.*, 17:380-383, 1991.
3. McDonald, N. J. and Dumsha, T. C.: A comparative retrofill leakage study utilizing a dentin bonding material, *J. Endodont.*, 13:224-227, 1987.
4. Grossman, L. I.: Endodontic practice, 10th ed., Lea & Febiger, Philadelphia (1981) pp.375.
5. Bellizzi, R. and Loushine, R.: A clinical atlas of endodontic surgery, Quintessence Pub. Co Inc., Chicago (1991) pp.62.
6. Carr, G. B.: Surgical endodontics, in Cohen, S. and Burns, R. C.: Pathways of the pulp, 6th ed., Mosby, St. Louis (1994) pp.549.
7. Kimura, J. T.: A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery, part 1: apical seal and tissue reaction, *J. Endodont.*, 8: 359-363, 1982.
8. Kimura, J. T.: A comparative analysis of zinc and nonzinc alloys used in retrograde endodontic surgery, part 2: optical emission spectrographic analysis for zinc precipitation, *J. Endodont.*, 8:407-409, 1982.
9. Carr, G. B. and Bentkover, S. K.: Surgical endodontics, in Cohen, S. and Burns, R. C.: Pathways of the pulp, 7th

- ed., Mosby, St. Louis (1998) pp.636.
10. Bondra, D. L., Hartwell, G. R., MacPherson, M. G. and Portell, F. R.: Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials, *J. Endodont.*, 15:157-160, 1989.
 11. Smee, G., Bolanos, O. R., Morse, D. R., Furst, M. L. and Yesilsoy, C.: A comparative leakage study of P-30 resin bonded ceramic, Teflon, Amalgam, and IRM as retrofilling seals, *J. Endodont.*, 13:117-121, 1987.
 12. Rubinstein, R. and Kim, S.: Results of 94 endodontic microsurgeries using Super EBA retrofill, *J. Endodont.*, 22:188, Abst. No. OR1, 1996.
 13. Rud, J., Rud, V. and Munksgaard, E. C.: Long-term evaluation of retrograde root filling with dentin-bonded resin composite, *J. Endodont.*, 22:90-93, 1996.
 14. Rud, J., Rud, V. and Munksgaard, E. C.: Retrograde root filling with dentin-bonded modified resin composite, *J. Endodont.*, 22:477-480, 1996.
 15. 김기욱, 안식환, 김성교, 조광현, 박진훈: 타액 및 혈액 오염이 상아질 접착에 미치는 영향, *대한치과보존학회지*, 21:585-601, 1996.
 16. Trowbridge, H. O. and Stevens, B. H.: Microbiologic and pathologic aspects of pulpal and periapical disease, *Current Opin. Dent.*, 2:85-92, 1992.
 17. 이재환, 김성교: 초음파기구의 치근단 역충전와동 형성효율 및 치질에의 영향, *대한치과보존학회지*, 22: 546-557, 1997.
 18. Allen, D. E.: Hermetic sealing of root canals, value in successful endodontics, *Dent. Radiogr. Photogr.*, 37:85, 1964.
 19. Austin, B. P., Walia, H. D., Maher, T. P. and Newlin, S. D.: Relationships of microleakage to thickness of retrofilling materials, *J. Endodont.*, 22:207, Abst. # PR3, 1996.
 20. Mattison, G. D., von Fraunhofer, J. A., Delivanis, P. D. and Anderson, A. N.: Microleakage of retrograde amalgams, *J. Endodont.*, 11:340-345, 1995.
 21. Mehlhaff, D. S., Marshall, J. G. and Baumgartner, J. C.: Comparison of ultrasonic and high-speed root end preparations using matched teeth, *J. Endodont.*, 21:224 (Abstract No. Rs 37), 1995.
 22. Hülsman, M., Rummelin, C. Schäfers, F.: Root canal cleanliness After Preparation with Different Endodontic Handpieces and Hand instruments: A comparative SEM Investigation, *J. Endodont.*, 301-306, 1997.
 23. 양정욱, 김성교, 권태경: 치근단 질제 및 역충전와동 형성방법이 치근단 누출에 미치는 영향, *대한치과보존학회지*, 23:537-549, 1998.
 24. Delivanis, P. and Tabibi, A.: A comparative sealability study of different retrofilling materials, *Oral Surg.*, 45:273-281, 1978.
 25. Yoshimura, M., Marshall, F. J. and Tinkle, J. S.: In vitro quantification of the apical sealing ability of retrograde amalgam fillings, *J. Endodont.*, 16:9-12, 1990.
 26. Kopp, W. K. and Kresberg, H.: Apicoectomy with retrograde gold foil: a new technique, *N. Y. State D. J.*, 39:8-11, 1973.
 27. Dentsply Caulk: Directions for IRM[®] Intermediate Restorative Material, 510001 (R-2/95) The L. D. Caulk Division, Dentsply International Inc., 1995.
 28. Bosworth Co: Super EBA[™] mixing instruction, © 3/94-1.0, Bosworth Co., 1994.
 29. O'Connor, R. P., Hutter, J. W. and Roahan, J. O.: Leakage of amalgam and Super-EBA root-end fillings used two preparation techniques and surgical microscopy, *J. Endodont.*, 21:74-78, 1995.
 30. Thirawat, J. and Edmunds, D. H.: The sealing ability of materials used as retrograde root fillings in endodontic surgery, *Int. Endodont. J.*, 22:295-298, 1989.
 31. Stabholz, A., Shani, J., Friedman, S. and Abed, J.: Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability, *J. Endodont.*, 11:218-223, 1985.
 32. Zidan, O. and Eldeeb, M. E.: The use of a dentinal bonding agent as a root canal sealer, 11:176-178, 1985
 33. Kaplan, S. D., Tanzilli, J. P., Raphael, D. and Moodnik, R. M.: A comparison of the marginal leakage of retrograde techniques, *Oral Surg.*, 54:583-585, 1982.
 34. Nixon, C. E., Lin, L. and Jandinski, J.: Evaluation of three silicone-based materials as potential retrograde fillings in surgical endodontics, 17:479-482, 1991.
 35. 이재용, 조인호, 홍찬의, 신동훈: 역충전전시 와동형성 기구 및 수복재에 따른 변연누출에 관한 연구, *대한치과보존학회지*, 18:187-195, 1993.
 36. Gerhards, F. and Wagner, W.: Sealing ability of five different retrograde filling materials, 22:463-466, 1996.
 37. Tuggle, S. T., Anderson, R. W., Pantera, E. A. and Neaverth, E. J.: A dye penetration study of retrofilling materials, *J. Endodont.*, 15:122-124, 1989.
 38. Torabinejad, M., Watson, T. F. and Pitt Ford, T. R.: The sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material, *J. Endodont.*, 19:595, 1993.
 39. Beatty, R. G. and Zakariasen, K. L.: Apical leakage associated with three obturation techniques in large and smaller root canals, *Int. Endodont. J.*, 17:67-72, 1984.
 40. Johnson, W. T. and Zakariasen, K. L.: Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars, *Oral Surg.*, 56:305-309, 1983.
 41. Szeremeta, T. L., VanCura, J. E. and Zaki, A. E.: A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques: an autoradiographic study, *Oral Surg.*, 59:82-87, 1984.
 42. Fischer, E. J. Arens, D. E. and Miller, C. H.: Bacterial leakage of Mineral Trioxide as compared with zinc-free amalgam, Intermediate Restorative Material, and Super-EBA as a root-end filling material, *J. Endodont.*, 24:176-179, 1998.
 43. Mattison, G. D. and von Fraunhofer, J. A.: Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements, *Oral Surg.*, 55:402-407, 1983.
 44. Jacobson, S. M. and von Fraunhofer, J. A.: The investigation of microleakage in root canal therapy, *Oral Surg.*, 42:817-823, 1976.
 45. Delivanis, P. D. and Chapman, K. A.: Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration, *Oral Surg.*, 53:410-416, 1982.
 46. King, K. T., Anderson, R. W., Pashley, D. H. and Pantera, E. A.: Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofillings, *J. Endodont.*, 16:307-310, 1990.
 47. Bates, C. F., Carnes, D. L. and Del Rio, C. E.: Longitudinal sealing ability of Mineral Trioxide Aggregate as a root-end filling material, *J. Endodont.*, 22:205, Abst. No. OR67, 1996.
 48. Mannocci, F. and Ferrari, M.: Apical seal of roots obturated with laterally condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent, *J. Endodont.*, 24:41-44, 1998.
 49. Oppenheimer, S. and Rosenberg, P. A.: Effect of temperature changes on the sealing properties of Cavit and Cavit G, *Oral Surg.*, 48:250-253, 1979.
 50. Abdal, A. K. and Retief, D. H.: The apical seal via the retrosurgical approach, i. a preliminary study, *Oral Surg.*, 53:614-629, 1982.

51. Abdal, A. K. Retief, D. H. and Jamison, H. C.: The apical seal via the retrosurgical approach, ii. an evaluation of retrofilling materials, *Oral Surg.*, 54:213-218, 1982.
52. Arnold, J. W., Rueggeberg, F. A., Anderson, R. W., Weller, R. N., Borke, J. L. and Pashley, D. H.: The disintegration of SuperEBA cement in solutions with adjusted pH and osmolarity, *J. Endodont.*, 24:663-668, 1998.
53. Torabinejad, M., Pitt Ford T. R., Abedi, H. R., Kariyawasam, S. P. and Tang, H-M.: Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs, *J. Endodont.*, 24:468-471, 1998.
54. Koh, E. T., McDonald, F., Pitt Ford T. R. and Torabinejad, M.: Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate, *J. Endodont.*, 24:543-547, 1998.
55. Cook, D. J. and Taylor, P. P.: Tissue reactions to improved zinc oxide-eugenol cements, *J. Dent. Child.*, 40:199-207, 1973.
56. Blackman, R., Gross, M. and Seltzer, S.: An evaluation of biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective tissue, *J. Endodont.*, 15:76-79, 1989.
57. Makkawy, H-A. M., Koka, S., Lavin, M. T. and Ewoldsen, N. O.: Cytotoxicity of root perforation repair materials, *J. Endodont.*, 24:477-479, 1998.
58. Rakich, D. R., Wataha, J. C., Lefebvre, C. A. and Weller R. N.: Effects of dentin bonding agents on macrophage mitochondrial activity, *J. Endodont.*, 24:528-533, 1998.