

2011년 2월

석사학위 논문

자가 접착형 레진 시멘트를 코어재로
사용 시 미세누출

조선대학교 대학원

치 의 학 과

유 미 선

자가 접착형 레진 시멘트를 코어재로 사용 시 미세누출

Microleakage of self-adhesive resin cement used as
core material

2011년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

유 미 선

자가 접착형 레진 시멘트를 코어재로 사용시 미세누출

지도교수 민 정 범

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2010년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

유 미 선

유미선의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 황 호 길 인

위 원 조선대학교 교수 이 병 진 인

위 원 조선대학교 교수 민 정 범 인

2010년 11월 30일

조선대학교 대학원

목 차

| | |
|---------------------|-----|
| 표 목 차 | ii |
| 도 목 차 | iii |
| 영문초록 | iv |
| | |
| I. 서론 | 1 |
| II. 실험재료 및 방법 | 3 |
| III. 실험성적 | 6 |
| IV. 총괄 및 고안 | 8 |
| V. 결론 | 11 |
| VI. 참고 문헌 | 12 |

표 목 차

| | |
|----------------------------------------------------------------------|---|
| Table 1. The composition of materials used in this study | 3 |
| Table 2. Criteria scores | 5 |
| Table 3. Distribution of dye penetraion scores (Mean \pm SD) | 7 |

도 목 차

| | |
|---------------------------------|----------|
| Figure 1. Group 1. | 6 |
| Figure 2. Group 2. | 6 |
| Figure 3. Group 3. | 6 |

ABSTRACT

Microleakage of self-adhesive resin cement used as core material

Yoo, Mi-Sun

Advisor : Prof. Min, Jeong-Bum, D.D.S., Ph.D.

Department of Dentistry

Graduate School of Chosun University

This study evaluated the marginal leakage around Class-I cavity restored with Self-adhesive resin cement and core build-up material.

Standardized class-I cavities were prepared on 78 caries-free extracted human premolars. Prepared teeth were randomly assigned to three groups and restored using one of the self adhesive resin cements and core build up material. 1) RelyX Unicem (Group1) 2) Maxcem (Group2) 3) Luxabond + Luxacore (Group3)

The specimens were stored in distilled water for 24 hours, followed by immersion in 2 % methylene blue dye for 24 hours. The teeth were sectioned longitudinally and evaluated for microleakage under stereomicroscope. The degree of leakage was scored according to an ordinal ranking system (0-4). The data were statistically analyzed by Kruskal Wallis nonparametric test and Mann-Whitney U Tests ($p = 0.05$).

The results were as follows:

1. Mean microleakage scores for groups were as follow: 2.7 (unicem), 4 (maxcem), 3.1 (luxacore) and there were significant difference between groups.
2. Maxcem showed the largest degree of microleakage, and there were significant difference between Maxcem and other groups.
3. RelyX Unicem showed the smallest degree of microleakage, and there were no

significant difference between Unicem and Luxacore.

In the respect of microleakage, there is possibility of using RelyX Unicem as core material, but it should be applied with caution to the clinical situation. The final evaluation of material should be performed in long-term clinical studies.

I. 서론

근관치료 후 수복된 치아에서 발생하는 치관부의 미세누출은 이차우식을 유발할 수 있으며, 세균과 내독소를 가진 타액 오염에 의해 수복물과 근관치료의 실패를 야기할 수 있다.¹⁾ 따라서 근관충전과 더불어 근관치료 후의 수복은 매우 중요하다.²⁻³⁾ 근관치료한 치아의 수복은 파절로부터 잔존 치아를 보호하고, 근관계의 재감염을 방지하며, 상실된 치아 구조를 대체하는 것이 목적으로, 기초 수복물로 포스트, 코어, 시멘트나 접착제 등의 요소를 포함한다. 수복을 위한 개개 요소의 선택은 치아의 위치, 기능적 요구사항, 상실된 치관부 또는 치근부 치아 구조의 양에 달려있다.⁴⁾ 코어는 치아의 치관부에 적용되는 수복 물질로 치관부 구조를 대신하고 최종 수복물을 유지하는 역할을 한다. 가장 흔히 사용되는 코어로 아말감, 주조 코어, 글래스 아이어노머, 레진 강화형 글래스 아이어노머, 복합레진 등이 있다.⁵⁻⁶⁾ 주조 코어와 아말감은 전통적인 코어 재료로 임상적으로 장기간 사용되어져 왔다. 최근에 심미성을 이유로 복합레진의 사용이 점점 증가하고 있는데, 복합레진의 장점으로 치질과 다양한 포스트에 결합을 하는 것과, 조작의 편의성, 빠른 경화, 강한 압축 강도 등이 있다.⁴⁾

근관치료 후의 수복 시, 잔존 치질이 적은 경우에는 근관 내에 포스트 식립 후 아말감이나 복합레진과 같은 수복재료로 지대치를 축조하거나 주조 포스트를 사용하여 지대치 형성한다.⁷⁾ 이때 치근 파절이 문제가 될 수 있는데, carbon fiber post가 다른 포스트 보다 치근 파절을 발생 시킬 가능성이 낮다는 연구와 carbon fiber post를 상아질 접착제와 함께 레진 시멘트를 사용하는 경우 글래스 아이어노머 시멘트나 인산아연 시멘트를 사용하는 경우와 비교해서 미세누출이 더 적게 발생한다는 연구도 있다.⁸⁻⁹⁾ 하지만 실험실적인 연구를 보면 fiber post를 근관과 복합레진 코어에 접착시키는 것과 관련해서 여러 문제점들이 제기 되고 있다.¹⁰⁾ 예를 들면, 광중합 시 빛이 포스트 공간 내부로 들어가기 어려우며, 큰 C-factor로 인해 시멘트의 중합 수축이 커질 수 있고, 자가 중합 또는 이중 중합 시멘트와 접착제 간의 화학적인 부적합성이 존재할 수 있으며, fiber post 표면과 복합레진과의 결합이 약한 점 등이 있다.¹¹⁻¹⁴⁾

최근에는 접착 시스템의 발달로 산부식 단계나 접착 과정이 따로 없는 자가 접착형 레진 시멘트가 개발 되어 술식이 간편화 되었다.¹⁵⁾ 제조사에 의하면 이 시멘트는 도재 및 금속으로 이루어진 인레이부터 고정성 국소의치까지 광범위한 수복물의 접착에 사용이 가능하며, 그 성분은 산성의 기능성 단량체와 염기성 충전재로 구성되는데 산성

의 단량체는 치아를 산부식 시키며 동시에 치질로 침투하여 미세기계적 유지력을 얻게 하며, 또한 염기성의 충전재 및 치아의 수산화인회석과 산 염기 반응을 하여 산도를 중화하고 치아와 화학적 결합을 이루게 된다고 한다. 자가 접착형 레진 시멘트는 상아 질에 대한 미세인장강도 실험에서 산부식 레진 시멘트와 비슷한 결과를 보였고 구강 내 환경을 재현한 실험실적인 연구에서도 포스트 식립시 좋은 하중력을 보여 만족스러운 임상 결과를 보였다고 보고되었다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 하지만, 자가 접착형 레진 시멘트를 포스트 식립과 동시에 코어재로 사용할 수 있는지에 대한 것은 밝혀지지 않았다. 따라서 본 연구의 목적은 기존에 코어축성용으로 개발된 복합 레진과 자가 접착형 레진 시멘트가 치아와의 경계부에서 발생하는 미세누출을 평가하는 것이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험 재료

우식 및 수복물이 없는 78개의 인간 상악 소구치를 실험 치아로 사용하였다. 자가 접착형 레진 시멘트로는 RelyX Unicem (3M ESPE, St.Paul, MN, USA)과 Maxcem (Kerr corporation, Orange, CA, USA)을 이용하였고 기존의 코어재로는 Luxabond (DMG, Hamburg, Germany)와 Luxacore (DMG, Hamburg, Germany)를 이용하였다 (Table1). 각 수복재의 광중합을 위해 Optilux 501 (Demetron Kerr, Danbury, CA, USA)을 600 mW/cm² 광강도로 사용하였다.

Table 1. The composition of materials used in this study

| Group | Material (batch no.) | Composition | Manufacturer |
|-------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | RelyX Unicem (412483) | Dimethacrylate, Acetate, Methacrylated phosphoric ester, Glass powder, Silica, Calcium hydroxide | 3M ESPE |
| | Maxcem (292438) | Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, GPDM, Barium glass filler, Fluoroaluminosilicate Glass filler, Fumed silica | |
| 3 | Luxacore-Dual (639967) | Preparation of acrylic resin, Glass powder and silica, Urethane dimethacrylate, Aliphatic dimethacrylate, Aromatic dimethacrylate | DMG |
| | Luxabond (644170) | pre-bond: Ethanol arylsulfinate solution Bond A: Hydrophile Bis-GMA-based resin matrix, Catalyst Bond B: Hydrophile Bis-GMA-based resin matrix, benzoyl peroxide | |

2. 실험 방법

1) 실험군의 분류와 시편 제작

교정 목적으로 발치한 우식 및 수복물이 없는 인간 상악 소구치를 연조직 잔사와 치석을 제거한 후 시편 제작 전까지 생리식염수에 넣어 실온에 보관하였다. 편평한 치아 표면을 얻기 위해 거친 다이아몬드 버 (TR 15, MANI, Uisunomiya, Japan)를 주수 하에서 사용하여 치축에 수직이 되게 삭제 하였다.

Straight fissure bur (FG559, SSW, Lakewood, NJ, USA)를 주수 하에서 사용하여 치면의 중앙에 3 mm 길이, 2 mm 너비, 2 mm 깊이로 1급 와동을 형성하였다. 와동의 경계부는 직각이 되게 하였다. 치아는 무작위로 3가지 실험군으로 분류하였고, 각 실험군 마다 치아의 수는 26개로 하였다.

모든 치아에서 형성된 와동을 깨끗하게 세척 건조 후 자가 접착형 레진 시멘트 군인 1, 2군은 아무런 전처리를 시행하지 않고 와동에 레진 시멘트를 적용 후 Optilux 501 (600 mW/cm² —Demetron Kerr, Danbury, CA, USA)을 이용하여 각각 40초간 광조사 하였다. 3군은 Luxabond를 제조사 지시대로 적용 후 Luxacore로 수복한 뒤 마찬가지로 40초 간 광조사 하였다. 증류수에 넣고 실온에서 24시간 동안 보관 후 가는 다이아몬드 버 (TR 13-EF, MANI, Uisunomiya, Japan)를 사용하여 주수 하에서 와동 상방의 과충전 수복재를 다듬어 주어 수복재와 치아의 경계부가 노출 될 수 있도록 하였다.

2) 미세 누출의 측정

자가 중합 레진을 사용하여 치근단 부위를 봉쇄하고, 수복재 경계 부위 1 mm를 제외한 치면 전체에 nail barnish를 2회 도포하였다. 건조 후 2% methylene blue 염료에 24시간 동안 침전 시켜 색소를 침투시킨 후 흐르는 물로 깨끗이 세척하였다. 주수 하에서 거친 다이아몬드 버를 사용하여 백악-법랑 경계부위에서 절단하여 치근 부위를 제거하였다. Low speed Diamond saw (Buehler, Lake Bluff, IL, USA)를 사용하여, 근원심 방향으로 수복물의 중심을 지나도록 치축에 평행하게 절단하였다. 각 치아의 절단면 중 깨끗한 색소 침투를 보이는 절편을 선택하여 입체현미경 (×40, Olympus SZ61, Olympus Europa, Hamberg, Germany) 하에서 40배율로 관찰 후 사진을 촬영(Olympus C 5060-ADU, Olympus Europa, Hamberg, Germany) 하였다. 누출의 정도는 ordinal rank system을 사용하여 점수를 산정하였다 (Table 2).¹⁹⁾

Table 2. Criteria scores

| Score | Criteria |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0 | No evidence of dye penetration at the tooth restoration interface |
| 1 | Dye penetration along the cavity wall, up to 1/3rd of the cavity depth |
| 2 | Penetration > 1/3rd but < 2/3rd of the cavity depth |
| 3 | Penetration > 2/3rd of the cavity depth, but not along the dentinal tubules |
| 4 | Penetration to cavity depth and along the dentinal tubules |

3) 통계 분석

각 군의 평균 미세누출 값의 비교 및 유의성 검증을 위해 Kruskal-Wallis와 Mann Whitney U 을 이용하여 $p = 0.05$ 유의 수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 실험성적

각 군의 평균 미세누출 점수는 1군은 2.7, 2군은 4.0, 3군은 3.1로 2군에서 가장 큰 미세누출이 관찰되었다 (Table 3). 2군인 Maxcem은 모든 시편에서 상아세관까지 염료가 침투하여 최대의 미세누출을 보였으며, RelyX Unicem과 Luxacore에 비해서 통계적으로 유의성 있게 큰 미세누출을 보였다 ($p < 0.05$). RelyX Unicem이 평균값으로는 가장 적은 미세누출을 보였지만, Luxacore와는 유의적인 차이가 존재하지 않았다 ($p > 0.05$).

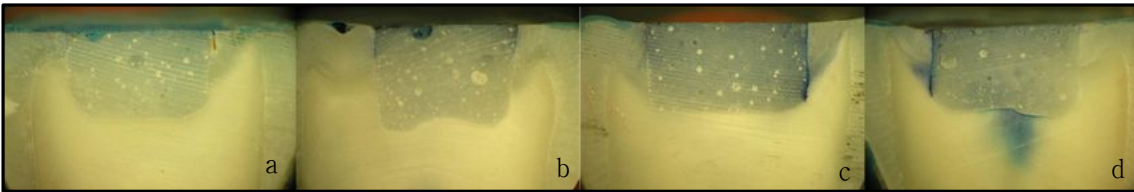


Figure 1. Group 1. (a) score = 0. (b) score = 1. (c) score = 3. (d) score = 4.

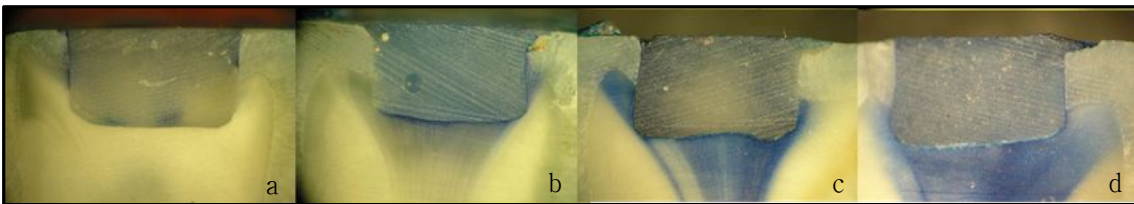


Figure 2. Group 2. (a),(b),(c),(d) score = 4.

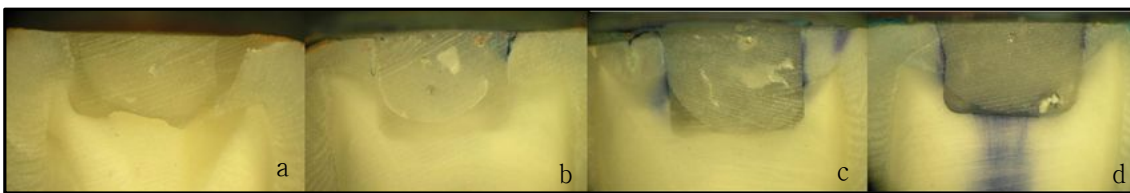


Figure 3. Group 3. (a) score = 0. (b) score = 1. (c) score = 3. (d) score = 4.

Table 3. Distribution of dye penetration scores (Mean \pm SD)

| Group | Scores | | | | | No. | Mean \pm SD |
|-------|--------|---|---|---|----|-----|------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| *[1 | 2 | 3 | 6 | 6 | 9 | 26 | 2.7 \pm 1.29 |
| *[2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 26 | 4 \pm 0 |
| *[3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 14 | 26 | 3.1 \pm 1.18 |

* : significant difference by Mann Whitney U test ($p < 0.05$)

IV. 총괄 및 고안

근관 치료 후 수복은 매우 중요하다. 적절히 수복되지 않으면 치관파절이 발생 할 수 있으며, 미세누출로 인한 이차우식 및 근관내부 재감염으로 인해 결국 근관치료의 실패를 야기 할 수 있다.⁴⁾ 근관 치료 후 수복을 위해 그 동안 많은 수복재 들이 사용 되어져 왔다. 특히 치관부 치질의 손상이 심한 경우 근관 내 포스트 식립 후 코어 수복을 한 뒤 금관을 제작해왔다. 포스트 식립 시 가장 많이 사용되는 시멘트로 인산 아연, 레진, 글래스 아이오노머, 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트 등이 있다. 최근 의 경향은 레진 시멘트를 사용하는 것인데, 이는 복합레진의 일종으로 기계적/화학적 으로 높은 결합력을 통하여 유지를 증가시켜 주고, 치질과의 접착을 통해 변연누출을 감소시키고, 짧은 시간 안에 치근을 강화시켜 주기 때문이다.²⁰⁻²²⁾ 하지만 기존의 레진 시멘트는 산부식과 세척 및 접착제 도포 등 전처리 과정을 필요로 하는데, 이러한 과정은 복잡하고 시간이 많이 소요되며 술식에 민감하다. 임상적 편의성을 위해 자가 접착형 레진 시멘트가 개발되어 접착 과정의 번거러움을 해소하고 시간을 단축 할 수 있게 했다. 초기에 비해 많은 개선이 이루어져 널리 보편화 되고 있다.

만약 자가 접착형 레진 시멘트를 코어재로 사용할 수 있다면, 수복시 접착과정이 따로 필요하지 않으므로 접착제에 따른 화학적 부적합성이 발생할 가능성 사라질 것이며, 접착 과정 중에 오염이 발생할 가능성이 없기 때문에 미세누출이 더 적게 발생 할 수 있고, 포스트 식립과 동시에 코어로 사용하는 경우 상아질/레진 시멘트/포스트가 레진 결합을 통해 최소한 하나의 단위로 결합될 수 있을 것으로 생각하였다.

그 동안 도재전장관이나 인레이 상에서 자가 접착형 레진 시멘트의 미세누출에 대한 연구들은 시행되어져 왔지만, 수복재로서 치아와의 경계면에서 발생하는 미세누출에 대한 연구는 거의 시행되지 않았다.²³⁻²⁴⁾ 따라서 이번 연구에서는 자가 접착형 레진 시멘트가 수복재로 사용되었을 때 치질과의 경계부에서 발생하는 미세누출에 대해서 알아보고자 하였다.

Luxacore는 포스트 식립과 코어수복을 위해 개발되었으며, Luxabond는 total etch dual-curing adhesive system으로 광중합을 하지 않아도 되기 때문에 빛이 통과하기 어려운 근관 부위에 적용이 추천된다. 따라서 Luxabond 적용 후 Luxacore를 포스트 식립과 코어로 사용 한다면 homogeneous monoblock을 형성 할 수 있으며, 자가 접

착형 레진 시멘트와 유사한 방법으로 수복을 시행할 수 있기 때문에 기존의 코어재인 Luxacore와 다른 두 가지 자가 접착형 레진 시멘트의 미세누출을 비교 평가 하고자 하였다.

자가 접착형 레진 시멘트와 Luxacore 모두 복합레진으로 중합시 중합수축이 발생하게 되고, 이로 인해 치면과의 경계부에서 미세한 틈이 발생하게 된다. 이러한 틈을 통해서 미세누출이 발생하게 되는데 코어재로 사용되는 경우 시멘트로 사용될 때 보다 더 많은 양을 사용하게 됨으로써 부피가 증가하게 되고 이로 인해 중합수축 양과 미세누출의 양이 더욱 증가할 것으로 생각하였다.

미세누출의 정도를 측정하는 실험 방법에는 색소 침투법, 방사선 동위원소 침투법, 전기 화학법 및 방사화 분석법 등이 있으나 색소 침투법이 가장 간편하며, 미세누출 평가를 위한 색소 침투법과 주사 현미경을 이용한 변연 적합도 간에는 상관관계가 있어 미세누출 측정법으로 사용하는데 신뢰성을 인정 할 수 있어서 본 연구에서는 2% methylene blue 용액을 이용한 색소 침투법으로 수복물의 미세누출 정도를 평가하였다.²⁵⁾

이번 연구에서 RelyX Unicem 절편을 현미경으로 관찰한 결과, 상아세관 까지 염색액이 침투된 경우를 제외한 대부분의 경우 법랑질에 국한하여 미세누출이 발생한 것을 관찰 할 수 있었다. 이것은 Unicem의 결합력은 법랑질에서는 다른 여러 단계 레진 시멘트보다 낮은 결합강도를 보이지만 상아질에서는 유사하거나 오히려 높은 결합강도를 보인다는 다른 연구 결과와 유사한 것이다.²⁶⁻²⁷⁾ Unicem을 산부식 접착제인 single bond 나 강한 자가 부식 접착제인 Excite와 사용한 경우 법랑질에서의 미세누출은 감소지만 상아질에서의 미세누출은 증가하고, 상아질에 어떤 전처리로 하지 않았을 경우에 미세누출이 감소되었다는 연구 결과가 있다.¹⁵⁾ 따라서 Unicem을 법랑질 변연에서 사용할 경우 산부식 전처리를 해주는 것이 결합력 증가에는 도움이 되지만, 상아질 결합에 있어서는 오히려 해가 되며, 임상적으로 법랑질에만 산부식을 시행하기에는 어려우므로 산부식 전처리 여부는 신중해야 할 것이다.²⁸⁾ 치은변연이 상아질 또는 백악질에 위치하는 경우 성공이 의심스럽다는 여러 연구가 있는데, 실제로 임상에서는 많은 수복물의 인접면이 백악법랑경계나 그 하방에 위치하게 되므로 수복물의 수명 또한 불확실 해진다.²⁹⁾ 만약 Unicem을 법랑질이 존재하지 않는 치은 연하 2급 수복시에 적용하는 경우에, 오히려 변연부가 상아질이기에 때문에 결합력이나 미세누출에서 이점을 줄 수 있을 것으로 생각되지만, 이에 대한 연구가 더 필요하다.

이번 연구에서 RelyX Unicem은 가장 적은 미세누출을 보였는데, 첫번째 이유로는

이 시멘트에 포함되어 있는 특이한 다기능성 인산-메타크릴레이트가 치아 표면과 여러 가지 방법으로 반응하여 효과적인 봉쇄를 만들어냈을 것으로 가정하였다. 칼슘 이온과 복합체를 형성하는 것 외에도, 수소결합이나 dipole-to-dipole 상호작용과 같은 다른 종류의 물리적 상호작용이 자가 접착에 긍정적인 영향을 주었을 것으로 생각된다.¹⁵⁾ 다른 이유로 Unicem의 낮은 중합 수축 응력으로 인해 중합 수축이 감소되어 미세누출이 적어졌을 것으로 생각된다. 자가 접착 레진 시멘트의 중합 수축에 대하여 조사한 논문에 따르면, Maxcem은 가장 높은 중합수축 응력을 보였으며 반대로 Unicem은 가장 낮은 값을 나타내었다.³⁰⁾ Unicem은 silica filler를 포함하고 있는데 silica는 중합수축을 줄여주는 것으로 알려져 있다.³¹⁾ Rosentritt 등은 variolink 2 와 Unicem이 비슷한 변연적합도와 미세누출을 갖는다고 보고 했으며, Frankenberger 등은 Unicem 과 variolink 2 와 비교했을 때 Maxcem은 대부분의 경계에서 틈을 보이는 것을 보고하였다.³²⁻³³⁾

이번 연구에서는 교합면 상에 1급 와동을 형성 하였는데 그 이유는 C-factor가 높은 상황에서의 중합수축을 관찰할 수 있으며, 매트릭스 적용이 필요하지 않아 다른 요소를 배제할 수 있기 때문이었다.³⁴⁾ 하지만 와동을 일정하게 재현할 수 없었다는 한계점이 존재하였으며, 임상적인 상황을 재현하고 여러 가지 변수를 고려하기 위해서는 근관 충전 후 포스트 식립과 코어 수복 후 미세누출의 측정 또한 연구 되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 미세누출만을 평가했지만 코어재로 사용되기 위해서는 치질과의 결합력, 강도 등에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다. 자가 접착 레진 시멘트가 기존의 레진 시멘트 및 수복용 레진에 비해 낮은 물리적 성질을 나타낸다는 보고도 있지만, 최근에 발표된 연구에 따르면 자가 접착형 레진 시멘트를 fiber post와 도재 전장관으로 수복된 치아에서 코어로 사용시 기존의 코어재와 유사한 하중력을 보였으며, 파절 가능성이 유의적으로 높지는 않다고 발표하였다.³⁵⁻³⁶⁾ 이러한 결과들은 자가 접착형 레진 시멘트의 코어로서 사용 가능성을 뒷받침 해주고 있다.

본 연구에서 시행된 자가 접착형 레진 시멘트의 미세누출에 대한 연구는 실험실적인 연구로서 다른 실험실적인 또는 임상적인 방법에 의한 연구 결과와 일치 할 수 있을지는 의문이다. 실험실적인 연구는 임상적인 상황을 적절하게 재현할 수는 없으므로 실험결과를 임상적인 상황에 적용 하는데 매우 주의해야 하며, 최종적인 평가는 장기간의 임상적인 연구를 통해서 수행되어야 할 것이다.

V. 결론

근관치료의 성공을 위해 많은 노력이 시행되고 있으며, 적절한 최종적인 수복 또한 중요한 요소이며 최근에는 복합레진이 코어재로 주로 사용되고 있다. 본 연구의 목적은 전처리가 필요하지 않은 자가 접착형 레진 시멘트를 사용했을 때 미세누출을 평가하는 것이었다. 이에 두 가지 자가 접착형 레진 시멘트 (RelyX Unicem, Maxcem)와 코어재인 Luxacore의 미세누출을 비교 평가하였으며, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1군인 RelyX Unicem을 사용한 군이 가장 적은 미세누출 값을 보였지만, Luxacore와는 유의적인 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).
2. 2군인 Maxcem은 모든 시편에서 최대의 미세누출을 보였으며, 다른 실험군에 비해서 통계적으로 유의적인 차이를 나타냈다 ($p < 0.05$).

RelyX Unicem의 경우 코어재로 사용되었을 때 가장 낮은 미세누출을 보여 임상적으로 근관치료 후 코어로서 사용 가능성이 제시되었지만 치질과의 결합력, 강도 등과 같은 보완적인 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Saunders WP, Saunders EM. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:105-108.
2. Saunders WP, Saunders EM. Assessment of leakage in restored pulp chamber of endodontically treated multi rooted teeth. *Int Endod J* 1990;23:28-33.
3. Carmen JE, Wallace JA. An in vitro comparison of microleakage of restorative materials in the pulp chambers of human molar teeth. *J Endod* 1994;20:571-575.
4. Stephen C, Kenneth MH. Pathway of the pulp. 9th ed. Philadelphia: Mosby; 2006. Chapter 21, Restoration of Endodontically treated teeth; p786-821.
5. Cohen BI, Pagnillo MK, Condos S. Four different core materials measured for fracture strength in combination with five different designs of endodontic posts. *J Prosthet Dent* 1996;76:487-495.
6. Sahmali SM, Saygili G. Compressive shear strength of core materials and restoring techniques. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:277-283.
7. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30:289-301.
8. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am J Dent* 2007;20:353-360.
9. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* 1998;24:703-708.
10. Rathke A, Haj-Omer D, Mucic R, Haller B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci* 2009;117:604-610.
11. Le Bell AM, Tanner J, Lassila LVJ, Kangasniemi I, Vallittu PK. Depth of light-initiated polymerization of glass fiber-reinforced composite in a simulated root canal. *Int J Prosthodont* 2003;16:403-408.

12. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod* 2005;31:584-589.
13. Moll K, Schuster B, Haller B. Dentin bonding of light- and self-curing resin composites using simplified total- and self-etch adhesives. *Quintessence Int* 2007;38:27-35.
14. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent* 2006;95:218-223.
15. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent* 2008;10:251-258.
16. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater* 2004;20:963-971.
17. Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Load capability of excessively flared teeth restored with fiber-reinforced composite posts and all-ceramic crowns. *Oper Dent* 2006;31:699-704.
18. Naumann M, Sterzenbach G, Alexandra F, Dietrich T. Randomized controlled clinical pilot trial of titanium vs. glass fiber prefabricated posts: preliminary results after up to 3 years. *Int J Prosthodont* 2007;20:499-503.
19. Lekha S, Kusum B, Gururaj N. The influence of different composite placement techniques on microleakage in preparations with high C-factor: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2008;11:112-116.
20. Mezzomo E, Massa F, Livera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence Int* 2003;34:301-306.
21. Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. *J Prosthet Dent* 2001;86:304-308.
22. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* 1998; 24:703-708.
23. Uludag B, Ozturk O, Ozturk AN. Microleakage of ceramic inlays luted with

different resin cements and dentin adhesives. *J Prosthet Dent* 2009;102:235-241.

24. Trajtenberg CP, Caram SJ, Kiat-amnuay S. Microleakage of all-ceramic crowns using self-etching resin luting agents. *Oper Dent* 2008;33:392-399.
25. 황순주, 신동훈. 수복물의 미세누출도와 변연적합도 측정에 사용되는 방법 사이의 상관 관계 평가. *대한보존학회지* 2006;31:337-343.
26. Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig* 2005;9:161-167.
27. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent* 2006;8:327-335.
28. 강순일, 박정길, 허복, 김현철. 부가적 부식 과정이 단일 접착 과정 레진 시멘트의 접착 강도에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 2008;33:443-451.
29. Dietrich T. Marginal adaptation of direct composite and sandwich restoration in Class II cavities with cervical margins in dentin. *J Dent* 1999;27:119-128.
30. Spinell T, Schedle A, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics of dimethacrylate resin-cements. *Dent Mater* 2009;25:1058-1066.
31. Tjandrawinata R, Irie M, Suzuki K. Marginal gap formation and fluoride release of resin-modified glass-ionomer cement: effect of silanized spherical silica filler addition. *Dent Mater J* 2004;23:305-313.
32. Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. *Dent Mater* 2004;20:463-469.
33. Frankenberger R, Lohbauer U, Schaible RB, Nikolaenko SA, Naumann M. Luting of ceramic inlays in vitro: marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. *Dent Mater* 2008;24:185
34. Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 1999;78:898-905. -191.

35. 신혜진, 송창규, 박세희, 김진우, 조경모. 수종의 자가 접착 레진 시멘트의 물성 및 lithium disilicate ceramic과 상아질에 대한 전단결합강도 비교. *대한치과보존학회지* 2009;34:184-191.
36. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. In vitro performance of self-adhesive resin cements for post-and-core build-ups: influence of chewing simulation or 1-year storage in 0.5% chloramine solution. *Acta Biomater* 2010;6:4389-4395.

