

Resilon을 이용한 근관충전 시 레진계열의 근관실러와 자가접착 레진시멘트에 따른 미세누출

함선영¹ · 김진우¹ · 신혜진² · 조경모¹ · 박세희^{1*}

¹강릉대학교 치과대학 치과보존학교실, ²아주대학교 의과대학 치과학교실

ABSTRACT

MICROLEAKAGE OF RESILON BY METHACRYLATE-BASED SEALER AND SELF-ADHESIVE RESIN CEMENT

Sun-Young Ham¹, Jin-Woo Kim¹, Hye-Jin Shin², Kyung-Mo Cho¹, Se-Hee Park^{1*}

¹Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kangnung National University

²Department of Conservative Dentistry, College of Medicine, A-jou University

The purpose of this study was to compare the apical microleakage in root canal filled with Resilon by methacrylate-based root canal sealer or 2 different self-adhesive resin cements. Seventy single-rooted extracted human teeth were sectioned at the CEJ perpendicular to the long axis of the roots with diamond disk. Canal preparation was performed with crown-down technique using Profile NiTi rotary instruments and GG drill. Each canal was prepared to ISO size 40, .04 taper and 1 mm short from the apex. The prepared roots were randomly divided into 4 experimental groups of 15 roots each and 5 roots each for positive and negative control group. The root canals were filled by lateral condensation as follows. Group 1: Gutta-percha with AH-26, Group 2: Resilon with RealSeal primer & sealer, Group 3: Resilon with Rely-X Unicem, Group 4: Resilon with BisCem. After stored in 37°C, 100% humidity chamber for 7 days, the roots were coated with 2 layers of nail varnish except apical 3 mm. The roots were then immersed in 1% methylene blue dye for 7 days. Apical microleakage was measured by a maximum length of linear dye penetration after roots were separated longitudinally. One way ANOVA and Scheffe's post-hoc test were performed for statistical analysis. Group 1 showed the least apical leakage and there was no statistical significance between Group 2, 3, 4. According to the results, the self adhesive resin cement is possible to use as sealer instead of primer & sealant when root canal filled by Resilon. [J Kor Acad Cons Dent 33(3):204-212, 2008]

Key words: Microleakage, Resilon, Methacrylate-based root canal sealer, Self-adhesive resin cement

- Received 2008.4.1., revised 2008.4.24., accepted 2008.4.25. -

* Corresponding Author: **Se-Hee Park**

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Kangnung National University
123, Jibyeon-dong, Gangneung-si, Gangwon-do, 210-320, Korea
Tel: 82-33-640-2760
E-mail: drendo@kangnung.ac.kr

I. 서 론

근관충전의 목적은 근관계를 3차원적으로 충전하여 세균을 근관 내로 제한시키고 재감염을 막는 것이다¹⁾. Gutta-percha는 이러한 목적을 위해 가장 보편적으로 사용되는 근관충전재이며, sealer와 함께 사용되어 다양한 충전법으로

※ 이 논문은 2007년도 강릉대학교치과병원 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었음.

적용되고 있다. 그러나 Gutta-percha는 치근 상아질 벽과 결합을 이루지 못하며²⁾, Gutta-percha, sealer 또는 상아질 계면을 통한 미세누출이 여러 연구에서 보고되어 왔다.

2003년 처음 소개된 Resilon은 Resilon core material, sealer, self-etching primer로 구성되어 있으며³⁾, Gutta-percha와 유사한 제형 (cone, pellet)을 가져 조작이 쉽고 chlorform이나 열에 의해 제거가 가능하기 때문에 Gutta-percha를 대신할 근관충전재로 여겨지고 있다⁴⁾. 제조사에 따르면 Resilon은 dimethacrylates를 포함하고 있어 methacrylate-based root canal sealer와 결합을 이루기 때문에 근관 내에 충전 시 충전재, 레진 sealer, 접착제, 상아질로 구성된 monoblock⁵⁾을 형성함으로써 근관 밀폐, 세균에 의한 미세누출 방지 등의 효과를 얻을 수 있으며 제거도 용이하다^{3,7)}.

최근에 보편적으로 사용되고 있는 자가-접착 레진시멘트는 자가-산부식, 자가-접착, 이중 중합 레진시멘트로 부식, 접착 등의 전처리 없이 한 번의 적용으로 치질과 우수한 결합력을 얻을 수 있다고 알려져 있다. 이는 phosphorylated methacrylate에 의한 것으로 이 성분은 polymer-based composite인 Resilon과의 결합이 가능하며^{3,6)}, 자가-접착 레진시멘트는 높은 체적안정성, 우수한 방사선 불투과성 등의 특징이 있어 근관 내 적용이 가능하리라 여겨지고 있다^{8,9)}.

이에 이번 연구에서는 새로운 근관충전재인 Resilon을 사

용한 근관 충전 시, 근관 내벽에 self-etch primer와 methacrylate-based sealer를 적용한 근관과 자가-접착 레진시멘트를 적용한 근관의 근단부 미세누출을 비교해 보고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

교정 및 치주문제에 의하여 발거한 상, 하악 단근치 중 완전한 치근단공을 가지며 근관만곡도가 크지 않은 70개의 치아를 선택하였다. 실험치아는 4% NaOCl 용액에 20분간 침적시켜 치근면의 유기물을 제거한 후 흐르는 물에 세척하고, 치근면의 치석과 이물질을 제거하여 근관형성 전까지 상온의 생리식염수에 보관하였다.

Gutta-percha를 사용한 근관충전을 위해 Gutta-percha point (Diadent, Chungju, Korea)와 AH-26 sealer (Dentsply, Konstanz, Germany)을 사용하였으며, Resilon을 사용한 근관충전을 위해 RealSeal soft resin endodontic obturation system (SybronEndo, Orange, CA, USA)을 사용하였다. 자가-접착 레진시멘트는 Rely-X Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)과 BisCem (BISCO, Schaumburg, IL, USA)을 사용하였다 (Table 1).

Table 1. Experimental materials used in this study

Material	Component	Working time	Setting time
AH-26	Bismuth oxide, Methenamine, Silver, Titanium dioxide and epoxy resin		9-15 h
RealSeal sealer	UDMA, PEGDMA, EBPADMA & BISGMA resin, Silane treated Bariumborosilicate Glass, Barium Sulfate, Silica, Calcium Hydroxide, Bismuth Oxochloride with Amines, Peroxide, Photo initiator, Pigment		45 min
RealSeal primer	HEMA, Sulfonic acid and water	-	-
Rely-X Unicem	<i>Powder:</i> glass powder, silica, calcium hydroxide, pigment, substituted pyrimidine, peroxy compound, initiator. <i>Liquid:</i> methacrylated phosphoric ester, dimethacrylate, acetate, stabilizer, initiator	2 min	5 min
BisCem	Bis(Hydroxyethyl methacrylate)Phosphate Tetraethylene glycol dimethacrylate Dental glass	1 min	6 min

2. 연구방법

1) 근관형성

실험치아의 근관형성을 위해 저속용 다이아몬드 disk을 이용해 치아 장축에 수직이 되도록 백악법랑경계에서 치관부를 제거하였다. #15 K-file을 이용해 file의 끝이 보일 때까지 치근단공을 통과시킨 후 조정하여 근관의 길이를 측정하고, 그 길이에서 1 mm 뺀 값을 작업장으로 정하였다.

근관형성은 .04 Profile ISO taper NiTi rotary instruments (Dentsply Tulsa Dental, York, PA, USA)을 이용해 Crown-down법으로 MAF가 ISO #40이 되도록 하였으며, 치근의 치관부와 중앙부의 확대를 위해 2번, 3번, 4번 Gate-Glidden drill을 사용하였다. 근관형성 중 #10 K-file을 이용해 근단공 개방을 확인하였고, 4% NaOCl 5 ml로 근관형성 단계마다 근관을 세척하였다. 근관형성을 완료한 후 도말층 제거를 위해 17% EDTA 5 ml를 근관 내에 1분 동안 적용시켰으며, 5 ml 생리식염수를 이용해 잔여 NaOCl을 제거한 다음 paper point로 근관을 건조시켰다.

2) 근관충전

근관형성이 완료된 70개의 치근은 무작위로 6개의 실험군 (4개의 실험군, 양성대조군, 음성대조군)으로 분류하고 다음과 같은 방법으로 근관을 충전하였다 (Table 2).

- 1군: ISO #40 .04 taper Gutta-percha point와 AH-26 sealer, Gutta-percha accessory cone (FM size)을 이용해 측방가압법으로 근관충전 하였다.
- 2군: Paper point에 RealSeal primer을 묻혀 근관 내에 30초 동안 적용시킨 후, 여분의 primer을 제거하고 RealSeal sealer를 도포한 ISO #40 .04 taper RealSeal point와 Resilon accessory cone (FM size)을 이용해 측방가압법으로 근관충

전 하였다. 치관부 밀폐를 얻기 위해 40초 동안 광중합을 하였다.

- 3군: Rely-X Unicem을 도포한 ISO #40 .04 taper RealSeal point와 Resilon accessory cone (FM size)을 이용해 측방가압법으로 근관충전 하였다. 치관부 밀폐를 얻기 위해 40초 동안 광중합을 하였다.
- 4군: BisCem을 도포한 ISO #40 .04 taper RealSeal point와 Resilon accessory cone (FM size)을 이용해 측방가압법으로 근관충전 하였다. 치관부 밀폐를 얻기 위해 40초 동안 광중합을 하였다.
- 양성대조군, 음성대조군: sealer없이 ISO #40 .04 taper RealSeal point와 Resilon accessory cone (FM size)을 이용해 측방가압법으로 근관충전 하였다. 치관부 밀폐를 얻기 위해 40초 동안 광중합을 하였다.

근관충전이 완료된 모든 치근의 치관부 밀폐를 얻기 위해 근관 입구에 nail varnish을 2회 도포하여 건조시킨 후 7일간 37℃, 100% 상대습도 하에 보관하였다.

3) 색소침투법을 이용한 근단부 미세누출 측정

1, 2, 3, 4군과 양성대조군은 치근단 3 mm를 제외한 치근면에, 음성대조군은 근단공을 포함한 모든 치근면에 nail varnish를 2회 도포하였다. 모든 치근들을 1% methylene blue 용액에 7일간 침적시킨 후 수세하여 치근면의 methylene blue 용액을 제거하였다. 치근을 건조시킨 후 스케일러를 이용해 치근면의 nail varnish를 제거하였다.

근단부 미세누출을 측정하기 위해 저속용 다이아몬드 disk를 이용해 치근을 양분하고, 근관충전물을 제거한 다음 10배의 확대현미경 (SZH10, Olympus, Tokyo, Japan)과 Image-Pro® Plus ver. 4.0 (Media Cybernetics, Inc., Bethesda, USA)을 이용하여 미세누출을 관찰하였

Table 2. Experimental groups according to the root canal filling materials

Group	n	Material		
		Core	Primer	Sealer
1	15	Gutta-percha point	-	AH-26
2	15	RealSeal point	RealSeal primer	RealSeal sealer
3	15	RealSeal point	Rely-X Unicem	
4	15	RealSeal point	Biscem	
Positive control	5	RealSeal point	-	
Negative control	5	RealSeal point	-	

으며, 치근침부터 색소의 침투도가 가장 깊은 부위까지의 길이를 1/100 mm 수준까지 측정하였다 (Figure 1).

3. 통계분석

SPSS Ver 10.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하여 Group 간의 근단부 미세누출을 비교하기 위해 95% 유의수준에서 One way ANOVA test로 분석하였으며 Scheffé's post-hoc test로 사후검정 하였다.

Ⅲ. 연구결과

각 실험군의 근단부 미세누출의 최소값, 최대값과 평균 및 표준편차는 Table 3과 같았다. 1군에서 가장 작은 값이 측정되었고, 4군에서 가장 큰 미세누출을 보였다 (Figures 2 - 5).

실험군 간의 근단부 미세누출을 비교하였을 때 1군, 2군, 3군 및 2군, 3군, 4군 사이에서 유의한 차이를 보이지 않았으나, 1군과 4군 사이에서는 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). Resilon과 BisCem으로 충전된 근관이 Gutta

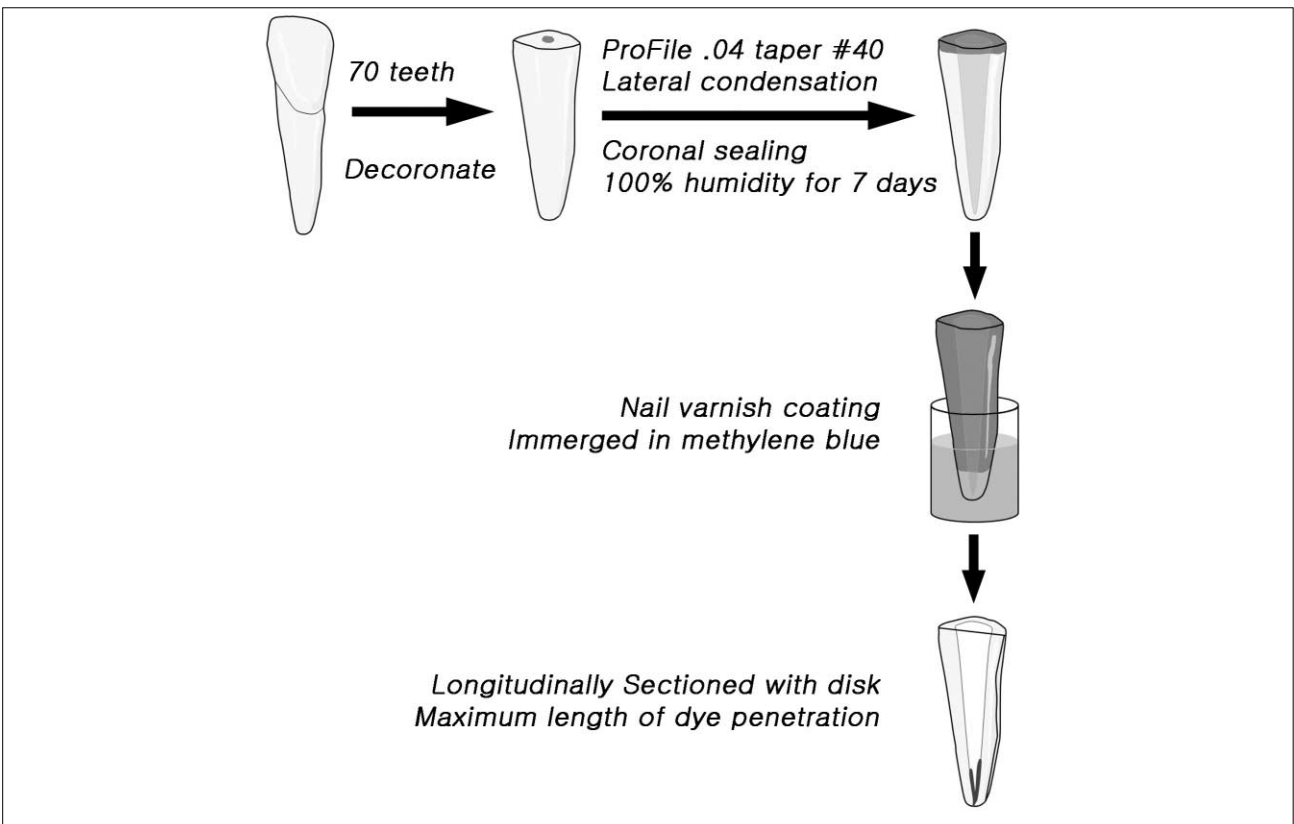


Figure 1. Schematic representation of the microleakage test.

Table 3. Amounts of apical microleakage

GROUP	N	Dye penetration (mm)	
		Mean	Std. Deviation
1	15	0.27	0.42
2	15	1.12	1.30
3	15	0.94	1.13
4	15	1.36	0.94
Positive control	5	12.98	0.40
Negative control	5	0	0

Table 4. Comparison between experimental groups of Apical microleakage

	Group1	Group2	Group3	Group4
Group1				*
Group2				
Group3				
Group4				

*: significance at the level of $p < 0.05$



Figure 2. Representative photograph of Gutta-percha + AH-26 group.



Figure 3. Representative photograph of RealSeal + RealSeal primer & sealer group.

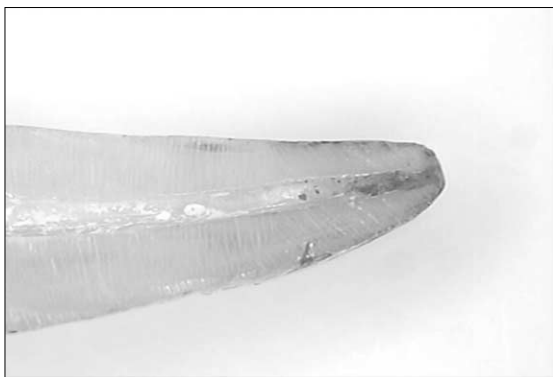


Figure 4. Representative photograph of RealSeal + Rely-X Unicem group.

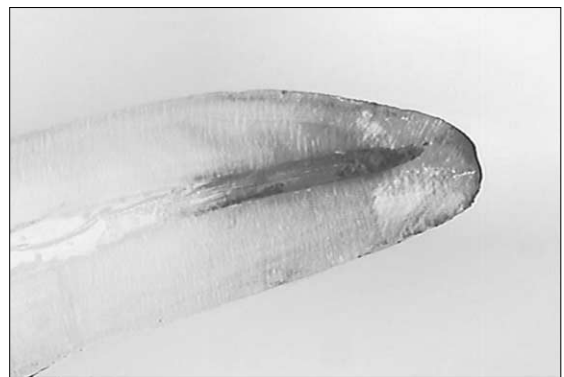


Figure 5. Representative photograph of RealSeal + Biscem group.

Percha와 AH-26으로 충전된 근관보다 유의하게 높은 근단부 미세누출을 보였다 (Table 4).

IV. 총괄 및 고안

In vitro에서 충전된 근관의 밀폐효과를 평가하기 위한 미세누출 측정방법은 색소침투법^{10,11)}, 방사선동위원소측정법¹²⁾, 세균이나 세균의 대사산물을 이용한 미세누출 측정법¹³⁾, 전기화학적 미세누출법¹⁴⁾ 등이 있다. 이번 연구에서는 색소를 이용해 침투 정도를 측정하는 방법을 사용하였고, 그 과정이 단순하고 용이하며 눈으로 직접 관찰할 수 있다는 장점을 가지고 있다^{15,16)}. 색소로 이용했던 methylene blue는 낮은 분자량을 가지고 있어 다른 색소에 비해 근관충전물을 따라 더 깊이 침투할 수 있다. 또한 분자의 크기가 감염된 근관을 빠져나와 치근단 조직에 위해를 가하는 세균 부산물인 butyric acid와 유사한 특징을 가지기도 한다¹⁷⁾.

본 연구에서는 근관형성을 완료한 후 근관을 측방가압법으로 충전하였다. Resilon은 열가소성을 가지는 중합체 컴포지트 근관충전재이며 이 열가소성은 구성 성분 중 60℃ 정도의 낮은 녹는점을 가지는 polyprolactone (synthetic, biodegradable, semi-crystalline aliphatic polyester)에 기인한다. Resilon을 이용해 continuous wave condensation법으로 근관을 충전하는 경우, System B에서 발생한 열에 의해 Resilon의 화학적 중합 수축이 증가될 수 있으며 물리적, 입체 화학적 변화가 발생할 수도 있다^{18,19)}. 이런 현상은 Resilon의 근관밀폐에 부정적인 영향을 일으키는 요인으로 작용할 수 있기 때문에 측방가압법을 이용하여 근관 충전을 하였다.

이번 연구의 결과를 살펴보면 Gutta-percha로 충전된 1군과 Resilon으로 충전된 2군, 3군의 근단부 미세누출 값은 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 Shipper 등⁴⁾에 의한 연구결과와 일치하지 않는데 그들의 연구에 의하면, Resilon은 최소의 미세누출을 보이며 이는 Resilon core material에 Resilon sealer가 적용되고 Resilon sealer는 근관의 상아질 벽에 접착되어 monoblock⁵⁾을 형성하기 때문에 우수한 밀폐력을 가지기 때문이라고 설명하였다. 이와 반대로 Tay 등¹⁸⁾에 의한 연구에서는 Resilon으로 충전된 근관의 sealer-상아질 계면에 약한 결합이 이루어져 이 사이에 공간이 형성되기 때문에 Gutta-percha로 충전된 근관보다 더 많은 미세누출을 보이며 이는 methacrylatebased resin sealer의 급속한 중합수축에 기인한 것이라 하였다.

이번 연구결과에서 Resilon이 Gutta-percha와 비교시 우수한 근관 밀폐력을 보이지 못한 요인을 다음과 같이 생각해 볼 수 있었다.

첫째, sealer를 근관 내에 위치시킬 때 sealer가 근관벽에

적절히 도포되지 않아 탈회된 상아질 (혼성층)로 불완전한 레진 침투가 일어나게 되어 결합력의 약화를 초래했을 가능성을 고려해 볼 수 있다. 이로 인해 상아세관액이 혼성층의 콜라겐 섬유를 따라 nanoleakage를 통해 이동하게 되면 상아질과 resin의 결합이 파괴될 수 있다²⁰⁾.

둘째로, methacrylate-based resin sealer의 수분 흡착과 용해성을 들 수 있다. 근관형성 완료 후 paper point를 이용해 근관을 건조시키지만 상아세관 내에 유체의 작은 방울들이 완전히 제거되지 않고 잔존할 수 있다. Sealer가 잔존하는 조직액이나 삼출액에 노출될 수 있기 때문에 습윤 상태의 근관계에서 수분 수축 (sorption)과 용해성 (solubility)은 중요 고려요소 중 하나이다. RealSeal sealer를 포함한 최근의 상아질 접착제들은 친수성 및 이온성의 monomer들이 포함되어 있어 수분 수축과 가수분해 가능성이 높다^{21,22)}. 수축은 중합체를 가소화시켜 가수분해와 미세균열 형성으로 인한 물리적, 기계적 성질을 감소시킨다²³⁾. 또한 sealer의 용해는 치근단 조직에 유해성을 가지는 성분의 유출을 초래하며⁹⁾, 치근 상아질과 근관충전재 사이에 공간을 형성하여 미세누출을 증가시키게 된다.

마지막으로 methacrylate-based resin sealer의 중합수축과 근관의 cavity configuration factor (또는 C-factor)²⁴⁾에 기인한 결과를 추측해 볼 수 있다. 근관형성 후 근관의 C-factor는 200을 초과하기도 하며²⁵⁾, 최근에 보고된 연구에서는 길고 가는 근관의 C-factor가 46에서 23461 범위에 해당되며 이는 sealer의 두께와 근관 길이에 따라 달라진다고 하였다²⁶⁾. 이러한 높은 값의 C-factor는 근관벽을 따라 발생하는 methacrylate-based resin sealer의 중합응력에 기여하게 되어 근관 내 monoblock의 형성을 방해하는 요소로 작용하게 되는 것이다²⁴⁾. 또한 제조사의 지시에 따라 근관충전 후 치관부 밀폐를 형성하기 위해 40초 동안 치관부 근관충전재를 광중합 하였는데, 이 과정이 sealer의 흐름을 방해하여 근관 입구를 통한 응력 완화를 감소시켜 누출을 증가시키는 결과를 얻을 수 있다.

그 외의 요인으로 근관 내에 Resilon self-etching primer의 불균등한 도포, primer에 포함된 용매의 부적절한 기화²⁷⁾ 등을 고려해 볼 수 있었다.

Gutta-percha와 AH-26로 충전된 1군과 Resilon과 BisCem으로 충전된 4군의 근단부 미세누출 값에서 유의적 차이가 측정된 요인은 BisCem의 재료적 특징²⁸⁾에 의한 것으로 생각할 수 있었다. 제조사에 따르면 BisCem은 자가-접착 레진 합착시멘트로 22℃에서 혼합을 포함한 작업 시간이 최소 1분, 경화시간이 최대 6분이다. 그러나 실제로 근관을 충전할 때 2분 정도의 시간이 소요되었으며, 근관을 충전하는 동안 재료의 흐름성이 급속히 감소한 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 재료의 특성으로 인해 충분한 근관충전이 이루어지지 않아 가장 큰 값의 미세누출이 발생한 것으

로 생각되었다. 이에 반해 Rely-X Unicem (작업시간 2분, 경화시간 5분⁶⁾을 사용한 3군의 충전 시에는 근관충전을 하는 시간 동안 근관내로의 적용이 크게 어렵지 않았고 급격한 흐름성의 감소는 관찰되지 않았다.

이번 연구에 사용된 Rely-X Unicem과 BisCem은 자가-부식, 자가-접착, 이중 중합 레진시멘트로 RealSeal sealer와 마찬가지로 Resilon과의 결합이 가능하고 작업 편의성, 높은 체적안정성, 불소 방출, 높은 방사선 불투과성 등의 성질을 가진다^{6,28)}. 이러한 특성들은 Resilon을 이용한 근관충전 시 근관 내 적용이 가능하며, primer와 sealer 두 단계를 한 단계로 단순화할 수 있는 가능성을 가질 수 있다고 생각되었다. 연구결과를 살펴보면 Resilon과 RealSeal primer, sealer를 사용한 2군은 두 자가-접착 레진시멘트를 사용한 3군과 4군의 근단부 미세누출 값에서 유의한 차이가 없었다. 이러한 연구결과를 따르면, 자가-접착 레진시멘트를 근관 내 sealer로 사용 가능하리라 생각되며 이는 임상적 단계를 한 단계 더 간소화할 수 있는 장점을 가질 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구는 Resilon으로 근관충전 시 근관 내벽을 각각 self-etch primer와 methacrylate-based dental resin composite sealer, 자가-접착 레진시멘트로 처치한 근관의 미세누출을 비교하기 위해 RealSeal soft resin endodontic obturation system, Rely-X Unicem과 BisCem을 이용해 근관충전하고, 기존의 Gutta-percha와 AH-26으로 근관충전한 군과 함께 색소침투법 (dye penetration methods)을 이용해 치근단 미세누출을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Resilon으로 근관충전 시 근관 내부를 각각 self-etch primer + methacrylate-based resin sealer와 자가-접착 레진시멘트로 처치했을 때 근단부 미세누출 값에는 유의한 차이가 없었다.
2. Resilon과 BisCem을 적용한 군을 제외하고, Gutta-percha와 Resilon으로 충전된 근관의 미세누출 값은 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과에서 근관충전 시 Resilon과 자가-접착 레진시멘트를 사용한 경우의 근관 밀폐력은 Resilon과 methacrylate-based root canal sealer를 사용한 경우와 유의한 차이를 보이지 않는다는 결론을 얻었다.

참고문헌

1. Figdor D. Apical periodontitis: a very prevalent problem. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94:651-652, 2002.

2. Hovland EJ, Dumsha YC. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer Sealapex. *Int Endod J* 19:21-28, 1986.
3. Fabricio B, Erica C.N, Trope M. Dentinal bonding reaches the root canal system. *J Esthet restor dent* 16:348-354, 2004.
4. Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 30:342-347, 2004.
5. Franklin R, Tay FR, David H, Pashley DH. Monoblocks in root canals: A Hypothetical or a tangible goal. *J Endod* 33:391-398, 2007.
6. Technical data sheet: Rely X Unicem, 3M ESPE, St Paul, USA; 2007.
7. 신수정, 이윤, 박정원. 레진 계통의 근관 충전제의 제거 용이성에 대한 평가. *대한치과보존학회지* 31(4):323-329, 2006.
8. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting materials to enamel and dentin. *Dent Mater* 20:963-971, 2004.
9. McMichen FR, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of five root canal sealers. *Int Endod J* 36:629-635, 2003.
10. Starkey DL, Anderson RW, Pashly DH. An evaluation of the effects of methylene blue dye pH on apical leakage. *J Endod* 19:435-439, 1993.
11. 최중조, 홍찬의. Microseal 열연화 근관충전법의 치근단 밀폐 효과에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 24(2):356-363, 1999.
12. Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Bentaleb A, Allemann C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J Endod* 25:172-177, 1999.
13. Chailertvanikul P, Saunders WP, Mackenzie D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta percha and three different sealers. *Int Endodon J* 26:37-43, 1993.
14. Jacquot BM, Panighi MM, Steinmetz P, G'Sell C. Evaluation of temporary restorations by means of electrochemical impedance measurements. *J Endod* 22:586-589, 1996.
15. Camps J, Pashley DH. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod* 29:592-594, 2003.
16. 황호길, 박선희, 이연재. 근관충전방법에 따른 치근단부 폐쇄능에 대한 비교연구. *대한치과보존학회지* 27(3):290-297, 2002.
17. Ahlberg KM, Assavanop P, Tay FR. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J* 28:30-34, 1995.
18. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak YF, Lai CNS, Raina R, Williams MC. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod* 31:514-519, 2005.
19. Frank F, Janir A, Eduardo, Vania LM. Negative influence of continuous wave technique on apical sealing of the root canal system with Resilon. *Journal of Oral Science* 49:121-128, 2007.
20. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Operative Dentistry* 20:18-25, 1995.

21. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc* 69:726-731, 2003.
22. Yiu CK, King NM, Carrilho MR. Effect of resin hydrophilicity and temperature on water sorption of dental adhesive resins. *Biomaterials* 27:1695-1703, 2006.
23. Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 24:655-665, 2003.
24. Feilzer A, de Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 66:1636-639, 1987.
25. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 19:199-205, 2003.
26. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals - a theoretical modeling approach. *J Endod* 31:584-589, 2005.
27. Robert J, Franklin R, Tay FR, Pashley DH. Evaluation of the quality of the apical seal in Resilon/Epiphany and Gutta-percha/AH Plus-filled root canals by using a fluid filtration approach. *J Endod* 33:944-947, 2007.
28. Technical data sheet: BisCem Bisco Inc, Irving Park Rd., USA.

국문초록

RESILON을 이용한 근관충전 시 레진계열의 근관실러와 자가-접착 레진시멘트의 사용에 따른 미세누출

함선영¹ · 김진우¹ · 신혜진² · 조경모¹ · 박세희^{1*}

¹강릉대학교 치과대학 치과보존학교실, ²아주대학교 의과대학 치과학교실

본 연구의 목적은 Resilon을 이용한 근관충전시 methacrylate-based root canal sealer와 자가-접착 레진시멘트의 사용에 따른 치근단 미세누출을 비교해 보는 것이다. 70개 단근치를 ProFile NiTi rotary instrument와 GG drill을 이용해 근관성형 하였다. 치근을 4개의 실험군 (n = 15)과 2개의 대조군 (n = 5)으로 분류하여 측방가압법으로 충전 하였다. <1군: GP + AH-26, 2군: Resilon + RealSeal primer&sealant, 3군: Resilon + Rely-X Unicem, 4군: Resilon + Biscem> 7일간 1% 메틸렌블루 용액에 침적 후 수직절단하여 치근첨부터 색소의 침투도를 측정하였다. 1군에서 가장 적은 미세누출값이 측정되었고, 2, 3, 4군 간의 통계적 유의성은 없었다. 이번 연구의 결과에 따르면, 자가-접착 레진시멘트는 Resilon을 이용한 근관충전시 sealer로 사용이 가능하리라 생각된다.

주요어: 미세누출, Resilon, Methacrylate-based root canal sealer, 레진시멘트