

## Resilon을 이용한 근관충전 시 수종의 치면처리제에 따른 미세누출 평가

오종현<sup>1</sup> · 박세희<sup>1</sup> · 신혜진<sup>2</sup> · 조경모<sup>1</sup> · 김진우<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강릉대학교 치과대학 치과보존학교실, <sup>2</sup>아주대학교 의과대학 치과학교실

### ABSTRACT

#### MICROLEAKAGE OF RESILON: EFFECTS OF SEVERAL SELF-ETCHING PRIMER

Jong-Hyeon O<sup>1</sup>, Se-Hee Park<sup>1</sup>, Hye-Jin Shin<sup>2</sup>, Kyung-Mo Cho<sup>1</sup>, Jin-Woo Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Conservative Dentistry, Collage of Dentistry, Kangnung National University

<sup>2</sup>Department of Dentistry, Collage of Medicine, Ajou University

The purpose of this study was to compare the apical microleakage in root canal filled with Resilon by several self-etching primers and methacrylate-based root canal sealer. Seventy single-rooted human teeth were used in this study. The canals were instrumented by a crown-down manner with Gate-Glidden drills and .04 Taper Profile to ISO #40. The teeth were randomly divided into four experimental groups of 15 teeth each according to root canal filling material and self-etching primers and two control groups (positive and negative) of 5 teeth each as follows: group 1 - gutta percha and AH26<sup>®</sup> sealer; group 2 - Resilon, RealSeal<sup>™</sup> primer and RealSeal<sup>™</sup> sealer; group 3 - Resilon, Clearfil SE Bond<sup>®</sup> primer and RealSeal<sup>™</sup> sealer group 4 - Resilon, AdheSe<sup>®</sup> primer and RealSeal<sup>™</sup> sealer. Apical leakage was measured by a maximum length of linear dye penetration of roots sectioned longitudinally by diamond disk. Statistical analysis was performed using the One-way ANOVA followed by Scheffe's test. There were no statistical differences in the mean apical dye penetration among the groups 2, 3 and 4 of self-etching primers. And group 1, 2 and 3 had also no statistical difference in apical dye penetration. But, there was statistical difference between group 1 and 4 ( $p < 0.05$ ). The group 1 showed the least dye penetration. According to the results of this study, Resilon with self-etching primer was not sealed root canal better than gutta precha with AH26<sup>®</sup> at sealing root canals. And there was no significant difference in apical leakage among the three self-etching primers. [J Kor Acad Cons Dent 33(2):133-140, 2008]

**Key words** : Resilon, Apical microleakage, Dye penetration, Self-etching primer, Methacrylate-based root canal sealer, Lateral condensation

- Received 2008.2.5., revised 2008.3.3., accepted 2008.3.8.-

\* Corresponding Author: Jin-Woo Kim

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry,  
Kangnung National University  
123 Chibyon-dong, Gangwon-do, 210-702, Korea  
Tel: 82-33-640-2470 Fax: 82-33-642-6410  
E-mail: mendo7@kangnung.ac.kr

### I. 서 론

근관충전의 성공을 위해서는 구강 내의 세균이 근관 내로 침투하는 것을 막아야 하고 근관 내에 남아있는 세균을 근관 내에 제한시켜야하며, 충전된 근관을 세균의 영양분이 될 수 있는 조직액과 차단시켜야 한다<sup>1)</sup>. 이를 위해 생체적

※ 이 논문은 2005년도 강릉대학교치과병원 장기해외파견 연구지원에 의하여 수행되었음.

합성이 높으며, 밀폐성이 좋고 체적안정성이 뛰어난 재료를 이용하여 근관을 충전하여야 한다.

적절하지 못한 근관충전은 근관치료의 실패를 야기하는데, Ingle은 실패한 근관치료의 53% 정도는 부적절한 근관충전이 원인이라고 하였다<sup>2)</sup>. 기존 근관충전재인 gutta percha는 밀폐효과가 충분하지 않으며<sup>3-6)</sup>, 근관충전에 많이 이용되는 sealer 가운데 AH26은 경화 시에 포름알데히드를 방출하여 생체 독성의 가능성을 가지고 있고<sup>7)</sup> ZOE 계열의 sealer는 낮은 체적안정성으로 인해 부적절한 밀폐를 야기할 수 있다<sup>8)</sup>. 따라서 새로운 근관충전 재료에 대한 연구가 지속되었으며 레진 계통의 접착제를 근관충전에 사용하여 근관 밀폐 능력을 향상시키려는 연구가 이루어 졌다<sup>9-11)</sup>.

새로운 근관충전재 중 가장 주목받는 것으로서 Resilon은 bioactive glass와 방사선 불투과성 filler를 포함하고 있고<sup>12)</sup> polyester polymer로 이루어진 열가소성의 합성고분자 근관충전재로서 자가산부식 전처리제와 resin-based sealer를 함께 이용하여 근관을 충전하는 재료이다<sup>13)</sup>. Resilon은 gutta percha와 같은 방법으로 사용할 수 있고, resin-based sealer나 bonding agent에 결합하는 성질을 가지고 있어서 세균의 미세누출을 최소화할 수 있는 장점을 가진 재료로 알려져 있다<sup>14)</sup>. Resilon 충전 시에 사용되는 sealer는 이중중합이 가능한 resin 계열의 sealer로서 상아질과 결합을 이루어 미생물의 침투를 차단하며, 제조사에 의하면 근관상아질과 sealer 그리고 sealer와 Resilon이 서로 접착하여 "mono-block"을 이룬다고 한다<sup>12)</sup>. Resilon을 이용한 근관충전은 상아질 접착에 의하여 치근의 수직파절에 대한 저항성을 증가시키며 밀폐성을 향상시키며 제거도 용이하다고 보고되었다<sup>14-16)</sup>.

이러한 상아질접착시스템은 수복치과분야에서 먼저 연구와 발전이 있었는데, 최근에는 술식 간의 오류를 줄이고 시술상의 편의성을 증진시키기 위해 접착단계를 단순화시키는 경향이 있어서 다양한 자가산부식 전처리제가 사용되고 있으며, 2-step 자가산부식 접착제에 포함되는 전처리제가 접착효과에 영향을 미친다는 연구 결과가 보고된 바 있다<sup>17)</sup>. 따라서 본 실험에서는 수종의 자가산부식 전처리제를 이용하여 근관을 처리하고, Resilon을 이용해 근관충전을 시행하였을 때 치근단 밀폐효과의 차이를 비교하고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

#### 1) 실험치아

발거된 사람의 치아 중에서 치근 만곡도가 적고 하나의 근관을 가진 치아 70개를 실험에 사용하였다. 치근의 표면에

부착된 치주조직 잔사와 치석을 초음파 scaling과 치근활택술로 제거하였고, 4% 차아염소산나트륨 용액에 20분간 담근 후에 여분의 잔사들을 제거하였으며, 실험 전까지 생리식염수에 보관하였다.

#### 2) 근관형성 기구

치경부 1/3은 Gates Glidden Drills (MANI, Inc., Tochigi, Japan)을 이용하여 근관형성 하였으며, ProTaper S1과 SX, ProFile .04 Taper (Dentsply, Ballaugues, Switzerland)와 수동 stainless steel K-file (MANI, Inc., Tochigi, Japan)을 사용하여 근관형성 하였다.

#### 3) 근관충전 재료

근관충전 재료로 standard gutta percha cone (Dident, Cheongju, Korea)과 Resilon (RealSeal™ point; SybronEndo, Orange, USA)을 사용하였고, 자가산부식 전처리제로는 RealSeal™ primer와 Clearfil SE Bond® primer (Kuraray, Okayama, Japan), 그리고 AdheSE® primer (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)를 사용하였으며, Root canal sealer로는 AH26® (Dentsply, Konstanz, Germany)과 RealSeal™ root canal sealant를 사용하였다.

## 2. 연구방법

#### 1) 실험치아의 분류

실험치아를 백악법량계에서 치아 장축에 수직으로 절단하여 치관부를 제거하였다. Size 0 Barbed Broach (MANI, Inc., Tochigi, Japan)를 이용하여 치수를 제거한 다음 #10 stainless steel K-file을 이용하여 치근단 개방을 확인하고, 근관이 하나임을 확인 하였다. 확인 된 70개의 치아는 근관충전재와 sealer에 따라서 무작위로 15개씩 네 개의 군으로 분류하였고, 양성대조군과 음성대조군으로 각각 5개의 치아를 사용하였다.

#### 2) 근관세정과 형성

입체현미경 (S5: Carl Zeiss Surgical, Inc., Jena, Germany)을 이용하여 #15 SS K-file tip이 치근단공을 통해서 육안으로 확인되는 file 길이에서 1 mm 짧은 위치를 근관작업장으로 설정하였다. 치경부 1/3 근관은 #4와 #3 Gate Glidden Drill을 사용하여 확대하였으며, ProTaper S1, SX 그리고 .04 Taper ProFile을 이용하여 ISO #40 까지 확대하였다. 근관형성 시에 #10 K-file을 이용하여 치근단 개방을 계속 확인하였고, 5 ml의 차아염소산나트륨을 이용하여 근관세척을 시행하였다. 근관형성이 완료된 후

**Table 1.** Experimental materials used in this study

Material	Component	pH
Root canal Sealer	AH26® Bismuth oxide, Methenamine, Silver, Titanium dioxide and Epoxy resin	
	RealSeal™ root canal sealant UDMA, PEGDMA, EBPADMA & BISGMA resins, Silane treated Bariumborosilicate Glass, Barium Sulfate, Silica, Calcium Hydroxide, Bismuth Oxychloride with Amines, Peroxide, Photo initiator, Pigments	
Self etching primer	RealSeal™ primer HEMA, Sulfonic acid and water	1.5
	Clearfil SE Bond® primer HEMA, MDP, Hydrophilic aliphatic dimethacrylate, dl-Camphorquinone, Water, Accelerators, Dyes	2.0
	AdheSE® primer Mixture of dimethacrylate, phosphonic acid acrylate, water, initiators and stabilizers	1.7

**Table 3.** Experimental groups

	N	Core	Primer	Sealer
Group 1	15	Gutta percha	-	AH26
Group 2	15	Resilon	RealSeal™ primer	RealSeal™ root canal sealant
Group 3	15	Resilon	Clearfil SE Bond® primer root canal sealant	RealSeal™
Group 4	15	Resilon	AdheSE® primer	RealSeal™ root canal sealant

17% EDTA (SmearClear; SybronEndo, Orange, USA) 5 ml를 1분간 적용하였고, 5 ml의 증류수로 최종 근관세척을 시행하였다.

### 3) 근관충전

#### (1) Group 1

Paper point로 근관 내부를 건조시킨 후 AH26 sealer를 paper point를 사용해서 근관 내에 적용하고 여분의 sealer는 paper point로 제거하였다. .04 taper #40 gutta percha를 근관에 위치시키고 hand spreader (NT-D11T; Gebr.Brasseler, Lemgo, Germany)를 이용하여 측방가압법으로 충전하였다. Accessory cone은 치관부에서 3 mm 깊이 이상으로 삽입되지 않을 때 까지 적용하였다.

#### (2) Group 2

근관 내를 건조시킨 후 제조사의 지시에 따라 paper point를 사용하여 RealSeal™ primer를 30초 동안 적용하였고 여분의 primer는 paper point를 이용하여 제거하였

다. RealSeal™ root canal sealant를 혼합하여 paper point를 사용하여 근관에 적용하고 .04 taper RealSeal™ point #40과 RealSeal™ accessory point를 측방가압법으로 충전하였다. Accessory point는 치경부에서 3 mm 깊이 이상 삽입되지 않을 때 까지 적용하였다. 충전된 근관의 치경부는 광중합기 (XL3000; 3M, Minnesota, USA)를 이용하여 40 초간 광중합 하였다.

#### (3) Group 3

근관을 paper point를 사용하여 건조시키고 Clearfil SE Bond® primer를 paper point를 사용하여 적용하였고, 근관충전은 2군과 동일한 방법으로 시행하였다.

#### (4) Group 4

Paper point를 사용하여 근관을 건조시키고 AdheSE® primer를 paper point를 사용하여 적용하였다. 그 외의 근관충전 방법은 2군과 동일하게 시행하였다.

4) 미세누출실험

근관충전된 실험치아들은 치근의 치경부에 nail varnish 를 2회 도포하여 치관부를 밀폐하였고 37℃ 100% 상대습도에서 7일간 보관하였다. 그 후 치근단 3 mm를 제외한 치근면을 nail varnish로 2회 도포하였고 치근단 미세누출을 재현하기위해 1% methylene blue 용액에 침전시켜 37℃에서 7일간 보관하였다.

5) 치아의 절단과 미세누출의 측정

실험치아는 Curette (Hu-Friedy, Chicago, USA)을 이용하여 치근면의 nail varnish를 제거하였고 흐르는 물로 세척한 뒤에 diamond disk (Gebr.Brasseler, Lemgo, Germany)를 이용하여 치근의 중앙에서 치아 장축에 평행하게 절단하였다. 두 개의 절단된 시편에서 근관충전물을 제거하였고, 충전물이 제거된 근관을 SZH10 입체현미경 (OLYMPUS, Tokyo, Japan)을 사용하여 10배 확대하여 관찰하였다. Image-Pro Plus ver. 4.0 (Media-Cybenetics, Bethesda, USA) 프로그램을 이용하여 methylene blue가 침투된 최대길이를 근관장에서 부터 측정하여 결과 값으로 사용하였다.

3. 통계분석

서로 다른 자가산부식 전처리제의 사용에 따른 치근단 미세누출 정도를 비교하기 위해서 95% 유의수준에서 One way ANOVA test로 분석하였으며 Scheffe test로 사후검정 하였다.

Ⅲ. 연구결과

Table 3은 실험군의 평균 미세누출과 표준편차를 보여주고 Table 4는 실험군의 통계분석 결과를 보여준다. 자가산부식 전처리제와 RealSeal™ root canal sealant를 사용하여 Resilon으로 근관을 충전한 2, 3 및 4군은 서로 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 또한 일반적으로 사용되는 gutta percha와 AH26® sealer를 사용하여 근관을 충전한 1군과 비교하였을 때 RealSeal™ primer를 사용한 2군과 Clearfil SE Bond® primer를 사용한 3군은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 AdheSE® primer를 사용하여 Resilon을 근관을 충전한 4군은 1군과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

**Table 3.** Mean microleakage and standard deviation of each group

Group	N	Dye penetration	
		Mean	Std. Deviation
1	15	0.27	0.42
2	15	1.12	1.30
3	15	1.32	1.00
4	15	1.60	1.22
Postive control	5	12.98	0.40
Negative control	5	0	0

**Table 4.** Comparison between experimental groups of apical microleakage

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1				*
Group 2				
Group 3				
Group 4				

\* The mean difference is significant at the .05 level.

#### IV. 총괄 및 고안

불완전하게 충전된 근관은 세균 감염이 일어나지 않더라도 분해된 조직 잔사가 원인이 되어 치근단 염증을 유발하며 결국 치근단 병소를 형성 할 수 있다<sup>2)</sup>. 전통적인 근관충전 방법으로 gutta percha와 함께 사용된 epoxy resin sealer는 치근 상아질에 대한 미세결합을 갖는 장점 때문에 많이 사용되어 왔다<sup>18,19)</sup>. 그러나 epoxy resin sealer는 gutta percha와 접착을 이루지 못하고 상아질과의 결합력이 충분하지 못하여 gap을 형성하게 되고 그 공간은 근관치료의 실패를 유발하는 잠재적인 원인이 될 수 있다<sup>20)</sup>. 이러한 잠재적인 원인을 제거하고 이상적인 근관충전을 이루기 위해서 resin을 이용한 근관충전에 대한 연구가 이루어졌고<sup>9)</sup>, metacrylate-based sealer와 gutta percha를 사용하여 충전한 근관의 밀폐효과를 비교한 연구가 이루어졌다<sup>21,22)</sup>. Polymethylmetacrylate와 methylmethacrylate를 사용한 실험에서 치근단 밀폐능력은 gutta percha와 sealer를 사용한 경우보다 더 좋은 밀폐능력을 나타내는 결과를 얻었으나 재근관치료를 불가능하게 하였고<sup>9)</sup>, metacrylate-based sealer와 gutta percha를 사용한 근관충전의 밀폐능력은 gutta percha cone과 일반적인 epoxy resin sealer를 사용한 경우보다 낮은 것으로 보고된 바 있다<sup>23)</sup>.

근관충전에 사용되는 상아질접착제는 2-step 자가산부식 접착방식으로 dentin conditioning과 priming 단계가 하나로 합쳐진 것이다<sup>24,25)</sup>. 자가산부식 전처리제에 포함된 산성기능단량체는 상아질 표면을 탈회시키는 동시에 resin 단량체가 상아질 기질로 침투하는 것을 향상시키게 된다. 산성 전처리제가 관상아질로 침투되고 전처리제의 액상이 collagen fibril 사이의 crystallites apatite를 대신하게 된다<sup>26)</sup>. 전처리제는 상아질을 0.5 - 2.0 마이크로미터 정도 탈회시키고 그 깊이는 산성기능단량체의 몰랄농도와 amine과 같은 다른 성분의 존재에 따라서 달라진다<sup>27)</sup>. 이러한 상아질의 탈회 정도와 resin 단량체 침투깊이의 조화가 상아질접착의 질을 결정하는 주요한 요소가 된다<sup>28)</sup>. 자가산부식 전처리제를 적용한 후에 상아질은 건조되어야 하는데, 전처리제가 물이나 ethanol, acetone 등의 용매를 포함하고 있기 때문이며<sup>29)</sup>, 용매의 잔존은 접착제의 중합에 부정적인 영향을 줄 수 있다고 보고된 바 있다<sup>30)</sup>. 본 실험에서 사용된 자가산부식 전처리제는 모두 물을 용매로 사용하였다. 물이 용매로 사용된 경우는 휘발성이 부족하여 좀 더 세심한 상아질의 건조가 요구되나 paper point를 이용한 건조는 충분하지 못한 것으로 보이며 남은 용매가 접착에 영향을 주었을 것으로 예상된다. Yamada 등은 수종의 자가산부식 접착시스템을 사용하여 전처리제와 접착제를 교차 실험한 결과, 2-step 자가산부식 접착시스템의 상아질에 대한 결합

강도는 사용된 전처리제에 따라 영향을 받으며, 어떤 종류의 접착제는 사용된 전처리제에 의해서 중합에 영향을 받는다고 보고하였다<sup>17)</sup>. 제조사에 의하면 RealSeal™ primer 대신 다른 종류의 primer를 사용했을 경우에 제조사에서 권장하는 정도의 근관치료에 대한 성공을 보장할 수 없으며, 다른 종류의 primer와 RealSeal™ root canal sealer와의 접착여부에 대해서도 알 수 없다고 하였다<sup>13)</sup>. 본 실험에서 자가산부식 전처리제를 사용하여 근관충전한 군 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았지만 동일한 제조사의 전처리제를 사용한 2군에서 가장 적은 치근단 미세누출을 나타냈다. 이것으로 미루어 전처리제의 종류에 따라 결합강도나 접착제의 중합에 어느 정도 영향을 주었을 것이라고 예상할 수 있다.

충전된 근관의 치근단 혹은 치관부의 밀폐효과를 측정하기 위한 미세누출 평가방법은 색소침투법<sup>31,32)</sup>, 방사선동위원소측정법<sup>33)</sup>, 세균이나 세균의 대사산물을 이용한 미세누출 측정법<sup>34)</sup>, 전기화학적 미세누출법<sup>35)</sup> 등의 여러 가지 방법이 있다. 그 중에서 methylene blue를 이용한 색소침투법은 다른 염색용액에 비해 분자량이 작아서 근관내로 더 쉽게 침투된다고 알려져 있으며<sup>36)</sup> butyric acid와 같은 세균의 대사산물 크기와 유사하기 때문에 미세누출 실험에 가장 많이 사용된다<sup>37)</sup>.

Resilon을 이용한 근관충전의 밀폐효과에 대한 연구에서 Resilon이 gutta percha에 비해서 더 적은 미세누출을 나타내고<sup>12,38,39)</sup>, 치근단 밀폐능력을 더 향상시킬 수 있다고 하였다<sup>22,40)</sup>. 그러나 Resilon과 metacrylate based sealer를 이용한 근관충전은 gutta percha와 epoxy resin sealer를 이용한 근관충전 보다 더 낮은 치근단 밀폐능력을 보이고<sup>41)</sup>, Resilon과 sealer 사이의 화학적 결합이 충분하지 않아서 낮은 전단결합강도를 나타내며<sup>42)</sup>, 치근상아질과의 상호접착 강도도 떨어진다고 주장하는 연구자들도 있다<sup>43)</sup>.

근관의 완전한 밀폐를 위해서 이중중합형 sealer의 사용이 제시되기도 하지만 아직까지는 epoxy resin based sealer의 밀폐능력보다 낮은 수준에 있고<sup>10,44)</sup>, 상아질접착시스템의 사용에 의한 혼성층 형성에도 불구하고 근관 형태에 따른 높은 C-factor에 의해서 근관의 완전한 밀폐를 이루기는 매우 어렵다는 견해가 있다<sup>45)</sup>.

본 실험에서는 gutta percha와 AH26® sealer를 사용한 전통적인 근관충전에 비해서 Resilon을 이용한 근관충전이 더 낮은 치근단 밀폐능력을 나타냈다. 그러나 Resilon에 비해서 기존 방식인 gutta percha의 충전에 숙련된 실험자에 의한 오류, 정량화되지 않은 측방가압력 등이 실험의 오차로 작용할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 열연화 충전방법이나 정량화된 측방가압력을 이용한 근관 충전 등을 이용한 추가적인 실험이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 Resilon을 이용한 근관충전 시에 자가산부식 전처리제의 차이에 따른 치근단 미세누출 효과를 비교하기 위해 RealSeal™ primer와 Clearfil SE Bond® primer 그리고 AdheSE® primer를 이용하여 근관충전하였고, 기존 방법인 gutta percha와 AH26® sealer를 이용하여 근관충전한 군을 함께 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Resilon을 이용한 근관충전 시에 자가산부식 전처리제의 차이에 따른 치근단 미세누출 정도는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
2. RealSeal™ primer와 Clearfil SE Bond® primer를 이용하여 Resilon으로 근관충전한 군은 gutta percha와 AH26® sealer를 이용하여 근관충전한 군과 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
3. AdheSE® primer를 이용하여 Resilon으로 근관충전한 군은 gutta percha와 AH26® sealer를 이용하여 근관충전한 군과 비교했을 때 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

이상의 결과에서 자가산부식 전처리제와 methacrylate-based root canal sealer를 사용하여 Resilon으로 근관충전을 한 치아는 gutta percha와 AH26®으로 근관충전한 치아와 비교했을 때 더 좋은 치근단 밀폐를 나타내지 않는다는 결론을 얻었으며, Resilon을 사용하여 근관충전을 한 경우에 자가산부식 전처리제의 차이에 따른 치근단 밀폐효과의 차이를 보이지 않는다는 결론을 얻었다.

## 참고문헌

1. Sundqvist G, Figdor D, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85:86-93, 1998.
2. Dow PR, Ingle JI. Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 8:1100-4, 1955.
3. Naidorf IJ. Clinical microbiology in endodontics. *Dent Clin North Am* 18:329-44, 1974.
4. Torabinejad M, Ung B, Dettering JD. *In vitro* bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod* 16:566-9, 1990.
5. Gish SP, Drake DR, Walton RE, Wilcox L. Coronal leakage: bacterial penetration through obturated canals following post preparation. *J Am Dent Assoc* 125:1369-72, 1994.
6. Khayat A, Lee SJ, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod* 19:458-61, 1993.
7. Gerosa R, Menegazzi G, Borin M, Cavalleri G. Cytotoxicity evaluation of six root canal sealers. *J Endod* 21:446-8, 1995.
8. Kazemi RB, Safavi KE, Spångberg LS. Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med*

9. Imai Y, Komabayashi T. Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. *J Endod* 29:20-3, 2003.
10. Leonard JE, Gutann JL, Guo IY. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin. *Int Endodon J* 29:76-83, 1996.
11. 이민조, 박상혁, 최기운. 상아질 접착제 사용 여부에 따른 근관 밀폐효과의 비교. *대한치과보존학회지* 30(1):7-15, 2005.
12. 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* 30:342-7, 2004.
13. Sybron Dental Specialties Inc., SybronEndo, RealSeal™, Frequently Asked Questions. Available from: URL: <http://www.sybrondo.com/index/sybrondo-fill-real-seal-faq-02>.
14. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M. Dentinal bonding reaches the root canal system. *J Esthet Restor Dent* 16:348-54, 2004.
15. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc* 135:646-52, 2004.
16. 신수정, 이윤, 박정원. 레진 계통의 근관 충전제의 제거 용이성에 대한 평가. *대한치과보존학회지* 31(4):323-329, 2006.
17. Yamada M, Miyazaki M, Onose H, Moore BK. Influence of interchanging self-etching primers and bonding agents on bond strengths to bovine dentin. *Am J Dent* 18:155-9, 2005.
18. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod* 28:351-4, 2002.
19. Gettleman BH, Messer HH, Eldeeb ME. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 17:15-20, 1991.
20. Duke ES. Technology may significantly improve endodontic therapy. *Compend Contin Educ Dent* 26:408, 410-1, 2005.
21. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn SO. An *in vitro* evaluation of the sealing ability of a new root-canal obturation system. *J Endod* 29:658-61, 2003.
22. Shipper G, Trope M. *In vitro* microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. *J Endod* 30:154-8, 2004.
23. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentin of two resin-based sealers. *J Oral Rehabilitation* 32:105-10, 2005.
24. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 26:1-20, 1998.
25. Perdigão J, Lopes M. Dentin bonding - Questions for the new millennium. *J Adhes Dent* 1:191-209, 1999.
26. Perdigão J. Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent Clin North Am* 46:277-301, 2002.
27. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 17:296-308, 2001.
28. Miyazaki M, Onose H, Moore BK. Analysis of the dentin-resin interface by use of laser Raman spectroscopy. *Dent Mater* 18:576-80, 2002.
29. Miyazaki M, Hirohata N, Takagaki K, Onose H, Moore BK. Influence of self-etching primer drying time on enamel bond strength of resin composites. *J Dent* 27:203-7, 1999.

30. Hotta M, Kondoh K, Kamemizu H. Effect of primers on bonding agent polymerization. *J Oral Rehabil* 25:792-9, 1998.
31. Starkey DL, Anderson RW, Pashly DH. An evaluation of the effects of methylene blue dye pH on apical leakage. *J Endod* 19:435-9, 1993.
32. 최중조, 홍찬의. Microseal 열연화 근관충전법의 치근단 밀폐 효과에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 24(2):356-363, 1999.
33. Haikel Y, Wittenmeyer W, Bateman G, Bentaleb A, Allemann C. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. *J Endod* 25:172-7, 1999.
34. 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.
35. Jacquot BM, Panighi MM, Steinmetz P, G' Sell C. Evaluation of temporary restorations by means of electrochemical impedance measurements. *J Endod* 22:586-9, 1996.
36. Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and India ink in root-filled teeth. *Int Endodon J* 28:30-4, 1995.
37. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endodon J* 26:37-43, 1993.
38. Shipper G, Teixeira FB, Arnold R, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. *J Endod* 31:91-6, 2005.
39. Bodrumlu E, Tunga U. Apical leakage of Resilon obturation material. *J Contemp Dent Pract* 7:45-52, 2006.
40. Gogos C, Economides N, Stavrianos C, Kolokouris I, Kokorikos I. Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod* 30:238-40, 2004.
41. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak YF, et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod* 31:514-9, 2005.
42. Hiraishi N, Papacchini F, Loushine RJ, Weller RN, Ferrari M, Pashley DH, et al. Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. *Int Endod J* 38:753-63, 2005.
43. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod* 31:809-13, 2005.
44. Leandro RB, Robert EB, Frank JV, James EH, Valeria VG. Comparison of the apical seal obtained by a dual-cure resin based cement of an epoxy resin sealer with or without the use of an acidic primer. *J Endod* 28:721-3, 2002.
45. Perdigao J, Lopes MM, Gomes G. Interfacial adaptation of adhesive materials to root canal dentin. *J Endod* 33:259-63, 2007.

## 국문초록

### Resilon을 이용한 근관충전 시 수종의 치면처리제에 따른 미세누출 평가

오종현<sup>1</sup> · 박세희<sup>1</sup> · 신혜진<sup>2</sup> · 조경모<sup>1</sup> · 김진우<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강릉대학교 치과대학 치과보존학교실, <sup>2</sup>아주대학교 의과대학 치과학교실

이 실험의 목적은 Resilon으로 근관충전된 치아에서 자가산부식전처리제에 따른 치근단 미세누출을 평가하고자 함이다. 70개의 단근치를 사용하였고 .04 Taper ProFile을 사용하여 ISO #40까지 근관성형 하였다. 치아는 근관충전 재료와 자가산부식 전처리제에 따라서 15개씩 4개의 실험군과 5개씩 2개의 대조군으로 나누었다. 실험 치아는 치아 장축에 평행하게 잘라내어 염색액의 최대 침투 길이를 측정하였다. 통계분석은 One-way ANOVA test로 분석하였으며 Scheffe test로 사후검정 하였다. 실험결과 자가산부식전처리제를 사용한 2, 3, 4군 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 1군과 4군 사이에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), 1군에서 가장 적은 치근단 미세누출을 나타냈다. 이 실험 결과에 따르면 Resilon으로 근관충전을 한 치아는 gutta percha와 AH26<sup>®</sup>으로 근관충전한 치아와 비교했을 때 더 좋은 치근단 밀폐를 나타내지 않는다는 결론을 얻었으며, Resilon을 사용하여 근관충전을 한 경우에 자가산부식 전처리제의 차이에 따른 치근단 밀폐효과의 차이를 보이지 않는다는 결론을 얻었다.

**주요어:** 레질론, 치근단 미세누출, 염색제 침투법, 자가산부식전처리제, 메타크릴레이트 성분의 근관전색제, 측방가압법