

## 근관충전용 실러의 물리적 성질에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실  
장영인 · 최호영

### Abstract

#### A STUDY ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF ROOT CANAL SEALERS

Young-In Chang, D. M. D., Ho-Young Choi, D. D. S., Ph. D  
*Department of Conservative Dentistry. Division of Dentistry.  
Graduate School, Kyung Hee University*

The purpose of this study was to compare and estimate the physical properties of five root canal sealers classified Calciobiotic root canals sealer as calcium hydroxide based sealer, Apatite root sealer type II as calcium phosphate based sealer, AH-26 as resin based sealer, Canals and Pulpdent root canals sealer as zinc oxide eugenol based sealer.

The author investigated dimensional change and flow rate of canal sealers, diametral tensile strength and shear bond strength of sealers to dentin to evaluate the physical properties on affect of complete obturation of root canal and performed the total 100 specimens of each 25 sealers under the condition of root temperature according to manufacturer's instructions. All specimens were stored at  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  in 100% relative humidity.

A microscope for measurement of micro distance is used for the dimensional change test and evacuation methods using vaccum were used for the flow rate test. The result differed by the storage time measured on the tests of diametral tensile strength and shear bond strength to dentin.

The following results were obtained ;

- 1 On the test of dimensional change, Canals and Pulpdent expanded slightly, AH-26 and Apatite showed the severe shrinkage after 48 hours.
2. AH-26 and Apatite were the excellent with each 24.59mm, 31.19mm after 3 minutes in the aspect of flow property.
3. On the diametral tensile strength, Calciobiotic root canals sealer showed the highest strength with  $27.13\text{kg}/\text{cm}^2$  after 48 hours, Apatite root sealer type II showed highest strength with  $84.57\text{kg}/\text{cm}^2$  after 120 hours.
4. On the shear bond strength to dentin, AH-26 was most excellent with  $55.73\text{kgf}/\text{cm}^2$  after 24 hours and with  $134.71\text{kgf}/\text{cm}^2$  after 120 hours.

## I. 서 론

근관충전의 목적은 감염 및 괴사된 치수를 제거하고 근관을 채움에 의해 용해되지 않는 불활성 재료로 완전히 폐쇄함으로써 근단공을 통한 누출이 나타나지 않도록 하여 근관내의 무균상태 및 감염방지와 근단부 창상의 치유를 촉진하여 치아를 보존할 수 있도록 하는 것이다. 근관의 완전 폐쇄를 위하여 사용되는 근관충전재는 이러한 목적을 달성할 수 있도록 유효성이 있어야 하고 삼입이 용이하여야 하며 충전 후 수축이 없고 영속성 등의 성질이 있어야 한다.

이상적인 근관폐쇄 효과를 얻기 위해 “카타파 차콘”과 같은 고휘 주충전재와 적당한 근관충전용 실러를 병용해서 사용하나, 고휘재료 단독으로는 치아에 대한 접착성이 적고 크기변화와 변형을 일으키기 쉬우며 근관을 3차원적으로 밀폐하지 못하는 공간이 생기므로 이를 보충해 주는 매우 중요한 재료로 근관내 공간을 완전폐쇄하는 근관충전용 실러의 사용이 요구되며 이러한 실러의 물리적 성질이 근관폐쇄정도에 크게 영향을 미치게 되므로 임상적으로 큰 의미를 가진다.

임상적으로는 근관충전용 실러를 사용하더라도 근관벽 사이의 누출이 발생할 경우 근관치료 실패의 가장 중요한 원인이 되기 때문에 근관충전용 실러의 폐쇄능력이 여러가지 방법을 이용하여 평가되었고<sup>1-4)</sup>, 아울러 근관충전용 실러의 항균성과 독성이 중요한 연구과제로 다루어져 왔다.<sup>5,6)</sup> 그러나 불완전한 근관 폐쇄를 야기시키는 실러 자체의 근본적인 여러 물리적 성질에 관해서는 연구가 미진한 실정이다.

미국치과의사협회 규격 제 57 호에는 근관충전용 실러의 작업시간, 유동성, 피막도, 경화시간, 체적변화, 용해도와 붕괴도등을 규격화하고 있고, 분말-액으로 이루어진 것, 연고상으로 이루어진 것, 그리고 레진계의 재질로서 중합반응에 의해 경화되는것 등으로 분류하고 있다.

그러나 임상적으로는 많은 종류의 근관충전용 실러가 이용되고 있으며, 그중 대표적인 것으로 산화아연유지놀계 실러로부터 개발된 산화아연유지놀계 실러와, 비유지놀계 실러로서 에폭시

접착제가 기재된 레진계 실러가 있으며 이밖에 수산화칼슘계의 재질이 채움에 비교적 불용성이고 상아질 세관의 결정층과 무기질 형성을 촉진시키기 때문에<sup>7)</sup> 치료목적의 실러로서 이용되고 인산칼슘은 완벽한 경화반응과 높은 압축강도를 나타내고 있어 내구성과 친화성이 있는 근관충전용 실러로서 평가되고 있다.<sup>8)</sup> 그밖에 접착성 레진도 근관충전용 실러로서의 이용이 평가되고 있다.<sup>9)</sup>

근관충전용 실러가 근관내에서 완벽한 적합성을 나타내어 변연누출을 감소시키기 위해서는 경화 수축이 적어야 하고, 미세한 근관으로 쉽게 침투할 수 있도록 유동성이 우수해야 하며, 근관벽을 이루는 상아질에 대한 결합강도가 높아야 하고 또한 근관내에서의 내구성이 커야한다.

이와같은 목적으로 물리적 성질에 대한 연구 보고로 Higginbotham<sup>10)</sup>은 5종의 근관충전용 실러의 경화시간, 용해도, 피막도, 방사선 불투과성등을 연구 보고하였고, Curson 등<sup>11)</sup>은 경화시간과 시간경과에 따른 결합강도를 측정 보고하였으며, Weisman<sup>12)</sup> 및 Uhrich 등<sup>13)</sup>, 그리고 Orstavik<sup>14)</sup>등은 실러의 유동성을, Weiner 등<sup>15)</sup>과 Harcourt 등<sup>16)</sup>은 실러의 경화시간을 연구 보고하였다.

Fujishima 와 Imai<sup>17)</sup>는 실러의 결합강도와 상아질로 침투한 실러의 성상을 연구 보고하였고, Daidoh<sup>18)</sup>는 실러의 결합강도를, 이 등<sup>19)</sup>은 실러의 용해도, 체적안정성, 흐름성과 피막도를 보고한 바 있다.

이상과 같은 선행들의 연구 보고를 토대로 하여 본 연구에서는 현재 임상에서 흔히 사용되고 있는 5가지 근관충전용 실러를 선택하여 경화시의 크기변화, 유동성, 간접인장강도, 그리고 상아질에 대한 전단결합강도 등의 물리적 특성은 측정 분석하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 연구에서는 근관충전용 실러를 수산화칼슘계, 인산칼슘계, 레진계, 그리고 산화아연유지놀

**Table 1.** Root canal sealers used in this study

Materials Classification	Product Name	Powder/Liquid ratio	Components	Batch Number	Manufacturer
Calcium hydroxide	Calciobiotic root canals sealer	P* : 1 package L* : 3 drops	P : Zinc oxide Hydrogenated rosin ester Barium sulfate Calcium hydroxide Bismuth subcarbonate L : Eugenol Eucalyptol	P : 111792 L : 111792	Hygenic Co. USA
Calcium phosphate	Apatite root sealer type II	P : 1 scoop L : 1 drop	P : $\alpha$ -Tricalcium phosphate Hydroxyapatite L : Iodoform	P : 0.24 L : 14	Sankin industry Co.,Ltd. Japan
Resin	AH-26	P : 1g T# : 1g	P : Silver powder Bismuth oxide Hexamethylene tetramine Titanium oxide L : bis-Phenol diglycidyl ether	P : 940125 L : 931123	DeTray Dentsply Ltd. Germany
Zinc oxide eugenol	Canals	P : 2g L : 0.3ml	P : Zinc oxide Rosin Barium sulfate Bismuth subcarbonate L : Clove oil	P : 7207R L : 7207R	Showa Shizai Kako Co. Japan
	Pulpdent root canals sealer	P : 1g L : 0.3ml	P : Zinc oxide Calcium phosphate Barium sulfate Zinc stearate L : Eugenol Canada balsam	P : 120188 L : 012389	Pulpdent Co. USA

Abbreviations : Calciobiotic root canals sealer - CRCS  
Apatite root sealer type II - Apatite  
Pulpdent root canals sealer - Pulpdent

P\* : powder  
L\* : Liquid  
T# : Paste tube

계 등으로 분류 사용하였으며, 수산화칼슘계 실러로 Calciobiotic root canals sealer, 인산칼슘계 실러로 Apatite root sealer type II, 레진계 실러로 AH-26, 그리고 산화아연유지놀계 실러로 Canals 와 Pulpdent root canals sealer의 5종류

를 선택 이용하였다(Table 1).

## 2. 실험 방법

시편제작은 5종의 근관충전용 실러를 실온에

서 제조회사의 지시대로 혼합하여 각 실험당 25 개씩 도합 100개의 시편을 제작하여 온도  $37 \pm 1$  °C, 습도 100%의 조건하에서 보관하였다.

### 1) 크기변화

유리판 위에 두께 0.15mm 의 유리판 두장을 3mm 의 간격이 떨어지도록 부착하여 크기변화 측정용 몰드로 사용하였다. 각각의 실러를 혼합하여 몰드에 18mm 길이가 되도록 채운 후 혼합 1시간 경과 후에 미세거리 측정용 현미경 (MHT-2, Matsuzawz Seiki Co.LTD., Japan)에서 10 $\mu$  단위로 시편의 길이를 측정하여  $l_0$  로 하였고, 혼합 후 48시간 경과하였을 때의 시편 길이를 측정하여  $l_d$  로 하였다.

시편의 변화된 길이( $l_d$ )로 부터 원래의 길이( $l_0$ )를 뺀 값을 크기변화로 간주하였으며, 그 변화된 양을 원래의 길이에 대한 백분율로 환산하여 시편길이의 변화양으로 정하였다.

$$\text{Dimensional Change(\%)} = \frac{l_d - l_0}{l_0} \times 100$$

### 2) 유동성

내경 6mm 깊이 3mm 의 고무몰드내에 상기 5종의 실러를 혼합하여 주입한 후, 혼합시작 시각으로부터 3분 경과후 진공펌프 (Handy-Vac. II, Nakamura Seisakusho Co. LTD., Japan)에 내경 0.9mm 길이 75mm 의 유리판을 부착하여 몰드내의 혼합된 실러에 삽입하여 실러가 유리판 내로 흡입 되도록 하였다. 흡입시간은 15초, 진공압은 47cmHg 로 하였으며, 흡입이 끝난 후 유리판 내로 흡입된 실러의 길이를 10 $\mu$  단위로 측정하여 각 시편의 유동성으로 정하였다.

### 3) 간접인장강도

유리판 위에 셀로판지를 놓고 내경 6mm 두께 3mm의 고무몰드를 그 위에 올려놓은 후 각각의 실러를 혼합하여 몰드내로 주입한 후, 또 다른 셀로판지를 이용하여 상면을 덮고 유리판으로 눌러 평활한 상하면이 되도록 시편을 제작하였다. 각각의 시편은 48시간 경과후 몰드로 부터 분리하여 간접인장강도를 측정하였다.

각각의 시편을 만능강도시험기 (Instron, 4467,

England) 에서 분당 1mm 의 속도로 하중을 가하여 각 시편의 파괴하중을 구한 후 아래의 공식에 의하여 간접인장강도를 계산하였다.

$$\text{Diametral Tensile Strength (kg/cm}^2\text{)} = \frac{2P}{\pi DT}$$

(D:Diameter, T:Thickness, P:Load)

각 실러의 간접인장강도는 48시간과 120시간 경과 후에 측정하여, 시간경과에 따른 간접인장강도의 변화를 비교하였다.

### 4) 상아질에 대한 전단결합강도

실러의 접착성을 평가하기 위하여 우식경험이 없는 사람치아의 치수강에 근접된 상아질을 이용하여 내경 2.5cm 깊이 2cm 고무몰드의 정중앙에 치아 장축이 바닥면에 대해 수직이 되도록 치아를 위치 시킨 뒤, 에폭시레진 (Epons<sup>(TM)</sup>, Epon Chemical Co., Korea)을 주입하여 치아를 레진으로 포매하였다. 레진 블럭의 상면을 경조 직 연마기 (Metaserv, Buehler Ltd., England) 로 교합면부의 법랑질과 표층 상아질이 제거되도록 연마하였으며, 레진 블럭의 심층 상아질이 노출된 뒤는 1200번 사포로 상아질의 표면을 연마하고 건조 시켰다. 연마된 상아질의 표면을 NaOCl (Yakuri Pure Chemical Co. Ltd., Japan) 12% 로 1분간 처리하여 상아질 표층의 smear layer가 제거 되도록 한 후 수세 건조 하였다.

노출된 상아질 표면에 내경 4mm 높이 3mm 의 몰드를 부착하고 각각의 실러를 혼합 후 몰드에 주입하여 상아질과 실러가 결합하도록 하여 24시간이 경과한 후, 전단결합강도 측정용 지그에 시편을 위치시킨 후 만능강도시험기에서 분당 1mm 의 속도로 하중을 가하여 상아질로 부터 실러가 분리되는 때의 분리 하중을 구하고 아래의 공식에 의하여 전단결합강도를 산출하였다.

$$\text{Shear Bond Strength (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{F}{\pi r^2}$$

(r:radius, F:Force)

전단결합강도는 24시간과 120시간 후에 각각 측정하여, 시간 경과에 따른 결합 강도의 변화를 비교하였다.

### Ⅲ. 실험 성적

#### 1. 크기변화

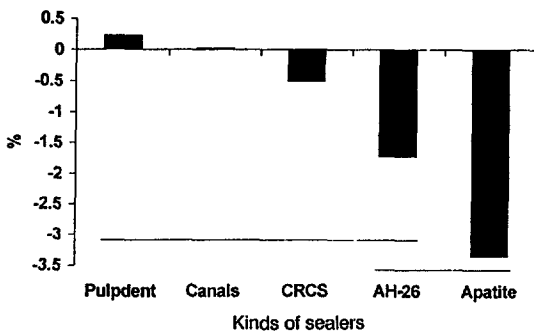
각 실러의 크기변화는 Pulpdent 가 0.23% 로 미약한 팽창을 보였으며, Canals 는 0.02%로 거의 변화가 없었다. CRCS, AH-26, Apatite 는 각각 0.51%, 1.73%, 3.35% 의 수축을 나타냈으며, AH-26과 Apatite 가 통계적으로 유의하게 수축되는 것으로 나타났다.(Table 2, Fig 1 참조)

**Table 2.** Linear dimensional change of sealers

Materials	Dimensional change ( % )	
	Mean	Standard deviation
Pulpdent	0.23	0.16
Canals	0.02	0.01
CRCS	-0.51	0.81
AH-26	-1.73	1.86
Apatite	-3.35	1.28

Vertical lines connect mean values that are not different at the 5% level of significance

#### Dimensional change of sealers



**Fig. 1.** Comparison of the dimensional change of sealers

Pulpdent shows the slight expansion, AH-26 and Apatite show the severe shrinkage. Horizontal lines connect mean values that are not different at the 5% level of significance

#### 2. 유동성

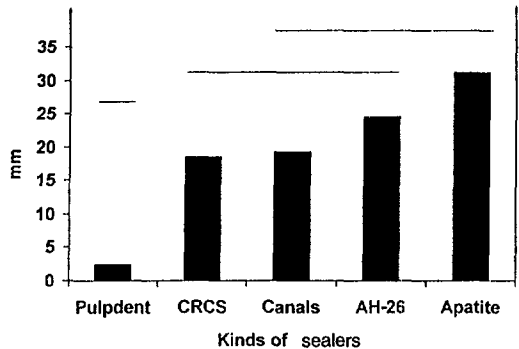
Pulpdent 는 2.40mm 로 최소의 유동성을 보였고, Apatite 는 31.19mm로 최대의 유동성을 나타냈다. CRCS는 18.60mm, Canals 와 AH-26 는 각각 19.31mm, 24.59mm 의 유동성을 보였다.(Table 3, Fig 2 참조)

**Table 3.** Flow rate of sealers

Materials	Flow rate ( mm )	
	Mean	Standard deviation
Pulpdent	2.40	0.86
CRCS	18.60	8.01
Canals	19.31	2.62
AH-26	24.59	6.61
Apatite	31.19	14.03

Vertical lines connect mean values that are not different at the 5% level of significance

#### Flow rate of sealers



**Fig. 2.** Relative comparison of the flow rate of sealers.

Pulpdent shows the least flow rate, Apatite shows the excellent flow rate.

Horizontal lines connect mean values that are not different at the 5% level of significance

### 3. 간접인장강도

CRCS는 48시간 경과 후에 27.13 kg/cm<sup>2</sup>의 간접인장강도를 나타냈으며, 120시간 경과 후에는 19.60 kg/cm<sup>2</sup>로 유의하게 감소된 간접인장강도를 나타내었다. Apatite는 시간경과에 따라 12.83 kg/cm<sup>2</sup>에서 84.57 kg/cm<sup>2</sup>로 통계적으로 유의하게 간접인장강도가 증가되었다. Canals는 11.95 kg/cm<sup>2</sup>에서 14.58 kg/cm<sup>2</sup>로 Pulpdent는 16.45 kg/cm<sup>2</sup>에서 17.76 kg/cm<sup>2</sup>로 증가되었으나 통계적인 유의차는 없었다. AH-26은 하중을 가할 때 변형이 심하게 되어 측정이 불가능하였다.

48시간 군 중에서는 CRCS가, 120시간 군 중에서는 Apatite가 통계학적으로 유의성이 있는 가장 높은 간접인장강도를 나타내었다.(Table 4, Fig 3 참조)

### 4. 전단결합강도

CRCS는 24시간 경과 후에 38.54 kgf/cm<sup>2</sup>의 전단결합강도를 나타냈으며, 120시간 경과 후에는 36.83 kgf/cm<sup>2</sup>, Apatite는 시간경과에 따라 22.80 kgf/cm<sup>2</sup>에서 5.57 kgf/cm<sup>2</sup>로 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의성은 없었

### Diametral tensile strength of sealers

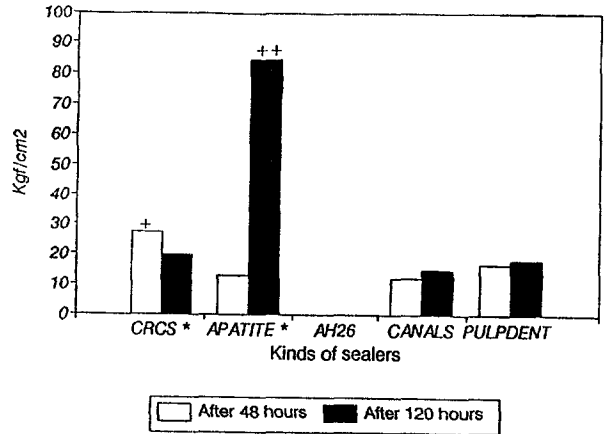


Fig. 3. Comparison of the diametral tensile strength of sealers

After 48 hours, CRCS shows the highest tensile strength. By the 120 hours, Apatite shows the highest diametral tensile strength. By the time the most significant increase of diametral tensile strength was observed at Apatite.

\* denote the experimental groups showing the significant differences between 48 hours' and 120 hours' groups.

+ denote an experimental group of which diametral tensile strength among 48 hours' groups.

++ denote an experimental group of which diametral tensile strength among 120 hours' groups.

Table 4. Diametral tensile strength of sealers after 48 hours and 120 hours

Materials	Diametral tensile strength ( kg/cm <sup>2</sup> )			
	48 hours after		120 hours after	
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
CRCS *	27.13 +	2.12	19.60	3.80
Apatite *	12.83	5.78	84.57 ++	17.98
AH-26	---	---	---	---
Canals	11.95	1.27	14.58	0.82
Pulpdent	16.45	1.11	17.76	1.81

\* denote the experimental groups showing the significant differences between 48 hours' and 120 hours' groups.

+ denote an experimental group of which diametral tensile strength was significantly high among 48 hours' groups.

++ denote an experimental group of which diametral tensile strength was significantly high among 120 hours' groups.

AH-26 were impossible to measure the diametral tensile strength because of collapsible characteristics.

**Table 5.** Shear bond strength of sealers to dentin treated with NaOCl

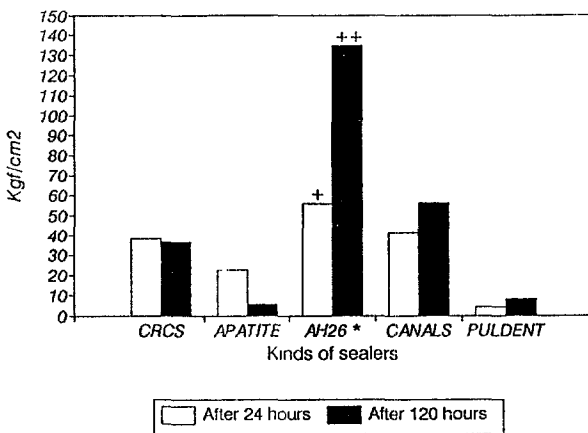
Materials	Shear bond strength ( kgf/cm <sup>2</sup> )			
	24 hours after		120 hours after	
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
CRCS	38.54	2.79	36.83	7.77
Apatite	22.80	18.12	5.57	5.79
AH-26 *	55.73 +	11.33	134.71 ++	34.11
Canals	41.56	12.85	56.13	11.83
Pulpdent	4.34	2.74	7.83	4.67

\* denote an experimental group of which shear bond strength was significantly high between 24 hours' and 120 hours' groups.

+ denote an experimental group of which shear bond strength was significantly high among 24 hours' groups.

++ denote an experimental group of which shear bond strength was significantly high among 120 hours' groups.

### Shear bond strength of sealers



**Fig. 4.** Comparison of the shear bond strength of sealers to dentin treated with NaOCl

Regardless of time, AH-26 exhibits the highest shear bond strength.

\* denote the experimental group showing the significant differences between 24 hours' and 120 hours' groups.

+ denote an experimental group of which shear bond strength among 24 hours' groups.

++ denote an experimental group of which shear bond strength among 120 hours' groups.

다. AH-26 은 55.73 kgf/cm<sup>2</sup> 에서 134.71 kgf/cm<sup>2</sup> 로 유의하게 전단결합강도가 증가되었고, 모든 군에서 유의하게 높은 전단결합강도를 나타내었다. Canals 는 41.56 kgf/cm<sup>2</sup> 에서 56.13 kgf/cm<sup>2</sup> 로, Pulpdent 는 4.34 kgf/cm<sup>2</sup> 에서 7.83 kgf/cm<sup>2</sup> 로 전단결합강도가 다소 증가 되었으나 통계적으로 유의성은 없었다.(Table 5, Fig 4 참조)

### IV. 총괄 및 고안

근관충전재료의 근관폐쇄성에 관한 연구는 주로 직접적인 누출량 측정법을 이용하여 행해져 왔으며, 근관폐쇄성에 영향을 미칠 수 있는 재료의 각종 물리적 성질에 대한 연구는 미진한 실정 이므로 본 연구를 시행하였다.

본 연구의 결과에서 근관충전용 실러의 크기 변화는 Table 2 와 Fig. 1 에 있는 바와 같이 레진계 실러 AH-26 과 인산칼슘계 실러 Apatite 가 유의하게 수축하는 것으로 나타났다. 레진계 실러인 AH-26 의 수축은 bis-phenol 계 레진의 중합시 수축에 의해 나타나는 것으로 사료되며, 이러한 수축량은 이 등<sup>19)</sup> (1993) 이 보고한 것과 일치하였고, 산화아연유지놀계 실러의 크기변화가 레진계 실러의 크기변화에 비하여 적었다고 한 결과도 본 연구의 결과와 일치하였다. 레진계

실러 AH-26 의 수축은 근관벽과 실러의 박리를 일으킬 수 있는데, 이와 같은 현상은 Chen 등<sup>9)</sup> (1986) 이 관찰 보고한 바 있다. 인산칼슘계 재질의 수축에 관해서는 많은 연구가 이루어진 바 없어 비교가 곤란하였으나, 인산칼슘계 실러에 관한 Fukase<sup>8)</sup> 의 연구에 의하면, 인산칼슘계 실러가 현저한 수축을 보이는 것으로 보고하고 있어 인산칼슘계 실러도 이와 유사한 양상을 나타낸 것으로 사료된다.

미국치과의사협회 규격 제 57 호에서는 실러의 유동성을 하중을 가하여 원판을 만든뒤, 원판의 직경으로 평가하는 slump test 방법을 이용하고 있고 또한 Weisman<sup>12)</sup> (1970) 에 의한 진공흡입법을 이용한 실러의 유동성 평가방법이 소개된 바 있으며, 본 연구에서는 후자의 방법을 이용하여 실러의 유동성을 측정 평가하였다.

본 연구에서는 산화아연유지놀계 실러의 유동성이 다른 재질의 실러에 비해 작은 것으로 측정되었고, 이 등<sup>19)</sup> (1993) 의 연구에서도 레진계 실러인 AH-26 에 비해 산화아연유지놀계 실러의 유동성이 작은 것으로 보고되어 있으나, Weisman<sup>12)</sup> (1970) 의 연구에서는 레진계 실러인 AH-26 의 유동성이 산화아연유지놀계 실러에 비해 작은 것으로 보고하고 있어 상반된 결과를 나타내고 있다.

Uhrich 등<sup>13)</sup> (1978) 의 산화아연유지놀계 실러의 유동성을 rheometer 로 측정한 결과에서 산화아연유지놀계 실러가 하중에 의해 유동성이 증가할 수 있다고 하였다. 이로 미루어 볼때, 측정 방법과 조건에 따라 산화아연유지놀계 실러의 유동성이 증가될 수 있는 것으로, 특히 임상적으로 이 실러가 근관내에서 하중을 받았을 경우 유동성이 증가될 것으로 사료된다.

Table 4 와 Fig. 3 에서 48 시간 후의 초기 간접인장강도는 수산화칼슘계 실러인 CRCS 가 가장 높은 수치를 나타내고 있다. 김 등<sup>7)</sup> (1984) 은 치과용 수산화 칼슘계 실러의 경화반응을 적외선 분석방법으로 연구한 결과 경화반응속도가 빠르고, 수산화칼슘과 methyl salicylate 간에 chelate 반응이 일어난다고 보고한 바 있다. 본 연구의 결과에서 초기간접인장강도는 수산화칼슘계 실러가 가장 높은 것으로 나타났고, 이와

같은 높은 간접인장강도는 분말의 산화아연과 수산화칼슘성분과 액의 유지놀 성분간에 킬레이트 반응에 의한 것으로 사료된다.

한편 120 시간후의 간접인장강도는 인산칼슘계 실러인 Apatite 가 현저히 높았는데, Fukase<sup>8)</sup> 에 의하면, 인산칼슘 분말을 실러 액으로 혼합하였을 경우 매우 높은 압축강도를 보이는 것으로 보고되어 있다.

근관벽 상아질 표면 처리제로는 EDTA<sup>20)</sup> 와 NaOCl<sup>21)</sup> 가 주로 검토되어 왔으며, 본 연구에서는 NaOCl 로 처리된 상아질의 표면에 대한 근관충전용 실러의 결합강도를 평가하였으므로, 근관벽 상아질의 처리 약제의 종류와 시간에 따라 본 연구의 결합강도 측정치가 변화된 것으로 생각된다. 특히 본 연구에서는 산화아연유지놀계 실러인 Canals 의 결합강도가 40 kgf/cm<sup>2</sup> 인 것으로 측정되어 있으나, Daidoh<sup>18)</sup> (1992) 의 결과에서는 상아질 표면을 처리하지 않았을 때 Canals 의 결합강도가 6 kgf/cm<sup>2</sup> 에 지나지 않는다고 보고한 바 있다.

Table 5 와 Fig. 4 에서 NaOCl 로 표면처리한 상아질에 대한 실러의 전단결합강도는 24 시간 후와 120 시간 후에 모두 레진계 실러인 AH-26 의 결합강도가 가장 높은 것으로 나타나고 있으며, 24 시간 후에 비해 120 시간후에는 결합강도가 두배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같이 결합강도가 높은 경우에는 누출이 비교적 적게 나타날 것으로 사료되며, 이와 같은 결과는 Fogel<sup>3)</sup> (1977) 의 각종 실러 재질에 따른 색소의 침투도를 비교한 연구의 결과에서 산화아연유지놀계 실러에 비해 레진계 실러의 색소침투가 30 일 후에 현저히 작았다는 결과와 일치하는 것으로 사료된다.

상아질에 대한 전단결합강도는 레진계 실러에서 높았으나, Fig. 1 의 경화수축량은 유의하게 큰 것으로 나타나고 있어 누출량이 많을 수도 있을 것으로 사료된다. 그러나 경화수축력에 비해 결합강도가 더욱 크기 때문에 Fogel<sup>3)</sup> 의 연구에서는 누출이 작게 나타난 것으로 사료된다.

Curson 등<sup>11)</sup> (1968) 은 상아질과 근관충전용 실러를 결합시킨 뒤 8 일 후에 측정한 결합강도에서 산화아연유지놀계 실러인 Tubliseal 이 14



psi 결합력을 보인 반면, 레진계 실러인 AH-26이 27 psi의 결합강도를 보여 레진계 실러의 결합강도가 두배에 이른다고 보고한 바 있다.

수산화칼슘계 실러는 크기변화량이 비교적 적고, 유동성이 우수하며, 어느 정도의 상아질에 대한 부착성과 자체강도를 보여 전반적으로 무리가 없는 것으로 생각되며, 인산칼슘계 실러는 유동성과 자체강도는 우수하나 크기변화가 심하고 상아질에 대한 부착성이 거의 없어 심한 누출을 보일 것으로 사료된다.

레진계 실러는 상아질에 대한 부착성과 유동성의 관점에서는 우수하나 경화시의 크기변화가 심한 것으로 나타났으므로, 근관내벽의 상아질 표면의 처리가 부적당한 경우 심한 누출을 나타낼 것으로 생각된다. 산화아연유지놀계 실러중 Pulpdent는 크기의 변화와 자체강도의 관점에서는 우수하나 유동성과 상아질에 대한 결합력이 문제점으로 나타났고, Canals는 수산화칼슘계 실러와 유사한 정도의 각종 성질을 보여 큰 문제점은 없는 것으로 나타났다.

전반적으로 수산화칼슘계 실러와 산화아연유지놀계 실러중 Canals가 특정 항목에 관하여 문제점이 없는 것으로 나타났다.

이상 선현들의 연구보고와 본 연구를 통하여 근관충전용 실러들은 각 재료마다 물리적 특성이 다르지만, 이들 재료들이 현재 임상에서 보편적으로 사용되고 있으므로 이에 대한 계속적인 연구가 필요하다고 사료되었다.

## V. 결 론

근관충전용 실러중 수산화칼슘계인 Calcibiotic root canals sealer (CRCS), 인산칼슘계인 Apatite root sealer type II (Apatite), 레진계인 AH-26, 그리고 산화아연계인 Canals와 Pulpdent root canals sealer (Pulpdent)의 5종에 대하여 근관폐쇄에 영향을 미치는 물리적 성질을 비교 평가하고자 각 실러의 크기변화, 유동성, 간접인장강도 및 상아질에 대한 전단 결합강도를 측정하기 위하여 시편을 각각 25개씩 도합 100개를 실온에서 제조회사의 지시대로 혼합 제작하여 37±1°C 온도, 100% 습도 조건하에서 보관하

였다.

크기변화는 미세거리측정용 현미경을, 유동성은 진공흡입법을 이용하였고 간접인장강도와 상아질에 대한 전단결합강도는 시간경과에 따른 결과를 만능강도 시험기로 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 크기변화는 혼합 시작 48 시간 경과 후 Canals와 Pulpdent는 미약한 팽창을 나타냈으나, AH-26과 Apatite는 현저한 수축을 나타내었다.
2. 유동성은 혼합 시작 3분 경과 후, AH-26과 Apatite는 각각 24.59mm, 31.19mm로서 우수하였다.
3. 간접인장강도는 시편제작 48 시간 경과 후 CRCS가 27.13kg/cm<sup>2</sup>로서 가장 높게 나타났으며, 120시간 경과 후에는 Apatite가 84.57kg/cm<sup>2</sup>로서 가장 높게 나타났다.
4. 상아질에 대한 전단결합강도는 시편제작 24시간 후 AH-26이 55.73kgf/cm<sup>2</sup>로서 우수하였으며, 120시간 후에도 134.71kgf/cm<sup>2</sup>로서 가장 우수하였다.

## REFERENCE

1. Shima, S., Hatogai, H., Mitomo, K., Takahashi, H., Nakagawa, K.I., Okada, T., Ito, H., and Asai, Y. : Experimental studies on the sealing properties of various kind of root canal sealers and pastes in vitro, with special reference to non eugenol preparations, *Shikwa Gakuho*, 80:1471-1486, 1980.
2. 백승래, 조규중 : 근관충전의 폐쇄효과 평가에서 색소 침투의 정성적 및 정량적 측정의 상호관계, *대한치과 보존학회지*, 17:343-353, 1992.
3. Fogel, B.B. : A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces, *Endodon.*, 43:284-299, 1977.
4. Ainley, J.E. : Fluorometric assay of the apical seal of root canal fillings, *Oral Surg.*, 29: 753-762, 1970.
5. 임미경, 이정식 : 근관 충전용 Sealer가 수종의 세포에 미치는 독성효과에 관한 연구, *대한치과보존학회지*, 17:263-283, 1992.

6. Edwall, L. : Methods of measuring dental, pulpal and periapical reactions to dental materials, *Inter.Dent.J.*, 24:251-257, 1974.
7. 김중중, 민병순, 최호영, 박상진 : 치과용 수산화칼슘 시멘트의 경화반응에 관한 적외선분석학적 연구, *경희치대논문집*, 6:235-247, 1984.
8. Fukase, Y. : A Study on Calcium Phosphate Cement setting reactions, compressive strength and sintering, *J.Nihon Univ.*, 31:535, 1989.
9. Chen, C.H., Fujisawa, S., Chang, P.I., and Masuhara, E. : Evaluation of the EVA-MMA-TBB-O Adhesive Composite Material for Root Canal Sealer, *Dent.Mater.J.* 5:99-109, 1986.
10. Higginbotham, T.L. : A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers, *Oral Surg., Oral Med., and Oral Pathol.*, 24:89-101, 1967.
11. Curson, I., and Kirk, E.E.J. : An assessment of root canal-sealing cements, *Oral Surg., Oral Med., and Oral Pathol.*, 26:229-236, 1968.
12. Weisman, M.I. : A study of the flow rate of ten root canal sealers, *Oral Surg.*, 29:255-261, 1970.
13. Uhrich, J.M., Moser, J.B., and Heuer, M.A. : The Rheology of Selected Root Canal Sealer Cements, *J. Endodon.*, 4:373-379, 1978.
14. Orstavik, D. : Weight loss of endodontic sealers, cements and pastes in water, *Scan.J.Dent.Res.*, 91:316-319, 1983.
15. Weiner, B.H., and SWchilder, H. : A comparative study of important physical properties of various root canal sealers. I. Evaluation of setting times, *Oral Surg.*, 32:768-777, 1971.
16. Harcourt, J.K., Moser, J.B., and Young, A.R. : Working and setting times of root canal sealants determined by the oscillating rheometer, *Aust.Dent.J.*, 26:292-294, 1981.
17. Fujishima, T., and Imal, Y. : Preparation and properties of new root canal filling material with adhesiveness to tooth, *J.Jpn.Soc.Oper.Dent.*, 36:232-239, 1992.
18. Daidoh, H. : Study on a newly designed dentin adhesive system for root canal filling, *J.Jpn. Soc.Oper.Dent.*, 35:162-191, 1992.
19. 이서영, 석주경, 김경남 : 수중 근관충전용 sealer의 물리적 성질 : 대한치과기재학회지, 20:133-139, 1993.
20. Burns, D.R., Douglas, H.B., and Moon, P.C. : Comparison of the retention of endodontic posts after preparation with EDTA, *J. Prosthe.Dent.*, 69:262-266, 1993.
21. Soh, Y., Ohsumi, T., Kuroki, K., Tahara, J., and Minami, N. : A basic study of root canal cleansing, *J.Jpn.Soc.Oper.Dent.*, 34:313-321, 1991.