상아질과 Gutta-Percha에 대한 근관충전용 Sealer의 결합강도의 측정

허미자 · 유미경 · 이세준 · 이광원*
전북대학교 치과대학 치과보존학교실 및 구강생체과학연구소

ABSTRACT

MEASUREMENT OF ADHESION OF ROOT CANAL SEALER TO DENTINE AND GUTTA-PERCHA

Mi-Ja Her, Mi-Kyung Yu, Se-Joon Lee, Kwang-Won Lee*
Department of Conservative Dentistry & Institute for Oral Bioscience,
College of Dentistry, Chonbuk National University

The purpose of this study was to investigate the bonding of resin- based root canal sealer, AH26 when the sealer was applied as a thin layer between dentine and gutta-percha surface.

In this study, forty non-caries extracted human molars and resin-based root canal sealer(AH 26, DeTrey/Dentsply, Germany) were used. Disks of gutta-percha, 6mm in diameter·6mm thick (Diadent/Dentsply, Korea) for thermoplastic obturation were used and dentin surfaces were treated with 2% NaOCl(Group 1) or 2%NaOCl+17% EDTA(Group 3). Disks of gutta-percha, 6mm in diameter·6mm thick (Diadent/Dentsply, Korea) for conventional obturation were used and dentin surface were treated with 2% NaOCl(Group 2) or 2%NaOCl+17% EDTA(Group 4). Enamel was removed by a horizontal section 1mm below the deepest portion of the central occlusal groove by using a water-cooled low speed diamond saw. A second horizontal section was done around cementoenamel junction. Exposed dentin surface was cut to approximately 8×8 mm rectangular shape and was ground against 320, 400, 600 grade silicon carbide abrasive paper serially. After grinding, the dentine surface were soaked in a solution of 2% NaOCl for 30 minutes and twenty of specimens were treated with 17% EDTA solution for 1 minute. The treated specimens were washed and dried. Root canal sealer, AH26 was prepared according to the manufacture's instructions. The Gutta-percha and dentin surface were coated with a thin layer of the freshly mixed sealer. The specimens were left overnight at room temperature. After their initial set, they were transferred to an incubator at 37°C for 72 h. After 72 hours, resin blocks were made. The resin block was serially sectioned vertically into stick of 1·1mm. Twenty sticks were prepared from each group.

After that, tensile bond strength for each stick was measured with Microtensile Tester. Failure patterns of the specimens at the interface between gutta-percha and dentin were observed under the SEM(×1000) and Stereomicroscope (LEICA M420, Meyer Inst., TX U.S.A) at 1.25 ×25 magnification. The results were statistically analysed by using a One-way ANOVA and Tukey's test.

The results were as follows:

1. Tensile bond strengths(mean±SD) were expressed with ascending order as follows: Group 1, 3.09±1.05MPa ; Group 2, 6.23±1.16MPa ; Group 3, 7.12±1.07MPa ; Group 4, 10.32±2.06MPa.
2. Tensile bond strengths of the group 2 and 4 used disks of gutta-percha for conventional obturation were significantly higher than that of the group 1 and 3 used for thermoplastic obturation. ($p < 0.05$)
3. Tensile bond strengths of the group 3 and 4 treated with 2% NaOCl+17% EDTA were significantly higher than that of the group 1 and 2 treated with 2% NaOCl. ($p < 0.05$)
4. In analysis of failure patterns at the interface between sealer and gutta-percha, there were observed 49 (61%)cases of adhesive failure patterns and 31(39%) cases of mixed failures patterns.

Ⅰ. 서 론

성공적인 근관치료를 위해 적절한 근관충전은 중요한 요건이며, 현재 사용하는 근관 충전의 최선의 재료는 Gutta-percha와 sealer나 시멘트를 같이 사용하는 것이고, 이중 어느 하나의 재료만으로는 어떠한 충전방법이나 압축방법을 사용하든 적절한 근관충전을 이룰 수 없다[28]. 또한 근관의 충전시 이용되는 근관충전용 sealer의 결합력은 근관충전의 견고한 밀봉을 유지하기 위한 중요한 특성 중에 하나로 여겨진다[1]. Grossman등[10]은 이상적인 근관충전용 sealer의 특성 중에 하나로, 경화시 우수한 밀폐를 제공해야 하고, sealer와 근관벽, 충전물질 사이의 적절한 접착을 형성해야 한다고 언급했다. Michael Tagger등[1]은 근관벽의 결합 혹은 접착이 근관충전 물질의 주요한 요구조건의 하나로 항상 언급되는 것은 아니지만, 근관충전용 sealer의 기본적인 요구조건 중에, "근관충전용 sealer는 경화시 근관벽과의 좋은 접착을 제공하기 위해 혼합시 끈적끈적 해야 한다"는 것이 종종 언급되고 있다고 보고한다. 근관의 상아질 벽과 근관충전 물질간의 접착은, 다음의 두가지 측면에서 유리한데, 첫째는 정적상태에서 근관벽과 충전물질사이의 액체가 침투(percolation)할 공간을 제거한다는 것과[15], 동적 상태에서 조작하는 동안 충전의 파괴에 저항한다는 것이다[1].

이런 의미에서 sealer의 결합력을 측정하려는 기존의 연구들을 살펴보면, Øs tavik등[15]은, 상아질과 Gutta-percha의 접착에 대한 연구에서 AH26이 가장 우수한 결과를 보고했다. Wennberg와 Østavik 등[2]은, 8가지의 근관충전용 sealers의 접착 특성을 연구하기 위해, 상아질과 직경 3.7mm의 Gutta-percha 사이에 얇은 층으로 sealer를 적용한 후, universal testing machine을 이용해 인장 결합 강도를 측정하였고, AH26이 2.38MPa로 가장 높은 값을 보였다. Siriporn Timpawat등[7]은 치근 상아질에 글래스 아이오노머 sealer를 20mm 직경의 폴리에틸렌 링을 이용해 적용한 후, universal testing machine을 이용해 인장 결합 강도를 측정했다. 이처럼 대부분의 접착에 관한 연구는 sealer의 얇은 층이 아니라, cylinder를 이용한 sealer기둥을 상아질면에 적용한 후, universal testing machine을 이용한 결합력의 측정에 관한 연구였다.

Pashley등[3]은, 상아질과 레진을 접착시키고, 일정한 간격으로 시편을 절단하여 단면적이 0.7 - 1.2mm²인 stick을 만들어 특별한 인장결합강도 측정기를 이용해 결합강도를 측정하는 미성형(non-trimming) 미세 인장 결합강도 측정방법을 소개했다. 이 방법은 5MPa 정도의 상대적으로 낮은 결합력도 측정되어질 수 있고, 최소의 접착면을 가진 시편에 응력이 일정하게 분산되기 때문에 상아질이나 레진 자체의 응집성 파절 양상(cohesive failure) 없이 접착성 파절 양상(adhesive failure)이 주로 일어나 측정하고자 하는 접합재료의 결합 강도를 보다 정확하게 측정할 수 있으며, 따라서 더 높은 결합 강도가 측정되어지고, 국소적인 부위(우식치질, 경화 상아질, 탈회 상아질)나 불규칙한 면을 가진 부위의 결합 강도도 특정 가능하며, 매우 작은 단면적이므로 주사전자 현미경 관찰에도 유리하다는 장점 등이 있다[8,9,16]. 이는 주로 상아질과 레진의 결합 강도를 측정하기 위한 방법으로, 결합력이 약한 근관충전용 sealer의 결합력의 측정에 사용되어진 연구는 없었으나, 비교적 강한 결합력을 보이는 AH26 (Michael Tagger등[1]의 연구에서 4.06±0.8 MPa의 결합력을 보고)을 이용하여, 상아질과 Gutta -percha를 sealer의 얇은 층으로 접합시킨 후, sealer가 경화한 후에 이를 일정한 단면적(약 1mm²)을 가지는 stick 형태로 절단하여 인장 결합 강도를 측정하는 실험을 하였다.

본 연구에서서는, 비교적 강한 결합력과 상아질에 좋은 적합성을 보이는 레진계 sealer인 AH26을 이용하여, 상아질면의 도말층의 제거 유무와 Gutta-percha의 종류에 따른, AH 26의 Gutta-percha와 상아질 사이의 인장 결합강도를 평가해 보고자 한다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1) 실험 재료

최근에 발치된 건전 상.하악 대구치 40개를 치관부 상아질을 노출시키고, 레진계 sealer인 AH26 (DeTrey/ Dentsply, Germany)을 이용하여, 특수 제작된 직경 6mm, 길이 6mm의 Gutta-percha disk(Diadent/ Dentsply, Korea)를 노출된 상아질에 접착시킨다. 노출된 상아질을 2% NaOCl (6%NaOCl의 희석:Sodium Hypochlorite, Duksan Pure Chemical Co., Korea) 과 17% EDTA (Pulpdent®, Pulpdent corporation, USA)를 이용해 표면 처리하였다. Gutta-percha disk는 일반 충전용(for conventional obturation:GP-CO)과 열가소성 충전용 (for thermoplastic obturation :GP- TO), 두 가지가 사용되었다.

2) 실험 방법

1. 시편의 초기 제작

최근에 발치된 40개 건전한 상.하악 대구치의 중심구 가장 깊은 곳에서 1mm 하방을 주수하에 Low-speed diamond saw(ISOMET, Buehler, Ltd., IL USA)를 이용하여 수평으로 절단하여 상아질을 노출시킨다. 다시 CEJ 부근에서 수평으로 절단한 후, 직경 6mm Gutta percha disk를 붙이기에 적당한 약 8mm 정사각형 형태로 절단한

Table 1. Group classificaion

Group	No. of Specimens	Gutta percha	Surf. treatment
1	20	GP-TO	2% NaOCl (30min)
2	20	GP-CO	2% NaOCl (30min)
3	20	GP-TO	2%NaOCl(30min)+17%EDTA(1min)
4	20	GP-CO	2%NaOCl(30min)+17%EDTA(1min)

GP-CO : Gutta-percha for conventional obturation
GP-TO : Gutta-percha for thermoplastic obturation

Table 2. Composition of Gutta-percha (Diadent/Dentsply, Korea)

	GP-CO	GP-TO
gutta percha	20%	25%
Zinc Oxide Filler(ZnO)	66%	60%
Heavy Metal radiopacifier($BaSO_4$)	11%	9%
Plasticizer	3%	2%
Bee's wax	4%	

GP-CO : Gutta-percha for conventional obturation
GP-TO : Gutta-percha for thermoplastic obturation

Table 3. Composition of AH26 (DeTrey/Dentsply, Germany)

	Composition
powder	Bismuth oxide(Bi_2O_3) 60%, methenamine 25%, silver(Ag) 10%, Titanium dioxide(TiO)5%
liquid	epoxy resin (bisphenol-A-diglycidylether)

다. 노출된 상아질면을 #320, 400, 600 sandpaper로 각각 순서대로 5회씩 연마한다. 2% NaOCl 에 30분간 담가둔 후, 20개의 치아에는 17% EDTA를 1분간 적용한다. 각각 표면 처리한 치아의 상아질면을 세척하고 건조한 후, 제조회사 지시대로 AH-26 sealer를 혼합하여 직경 6mm, 길이 6mm의 Gutta-percha disk를 각 치아의 표면 처리한 상아질면에 각 군별로 접착시킨다. 실온에서 초기 경화 후, 37°C incubator에 72시간 동안 보관한다. Orthodontic resin 에 매몰시켜서 resin block을 제작한다.

2. 인장결합강도 시험을 위한 시편제작

제작된 resin block을 주수하에 Low-speed diamond saw(ISOMET, Buehler, Ltd., IL USA)를 이용하여 두께 약 1mm 가 되게 접착면에 수직으로 절단한다. 절단된 1mm 박편을 평편한 면을 갖는 resin block에 sticky wax로 고정한 후, 다시 1mm 간격으로 절단하여 1×1mm의 stick을 제작한다. 각 군 당 20개의 stick을 제작하여 상온에 보관한다.

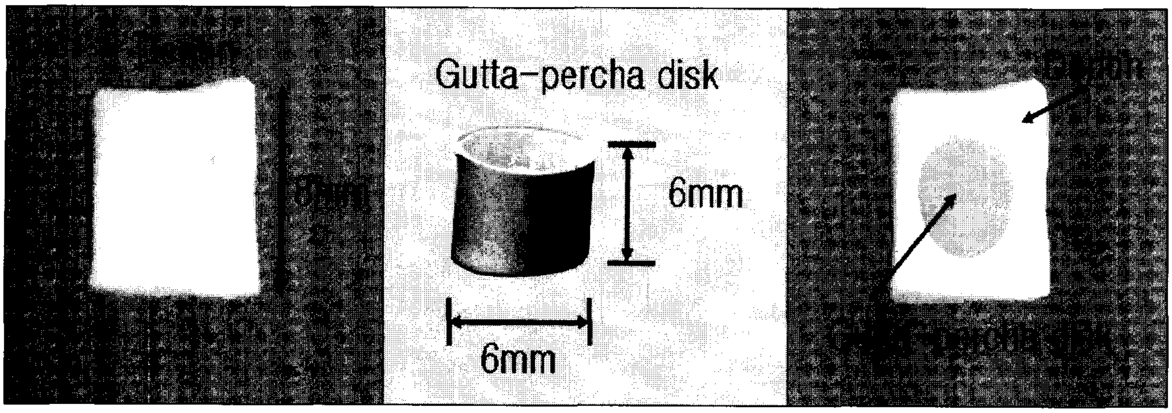

Fig. 1. Adaptation of sealer between dentin and Gutta-percha disk.

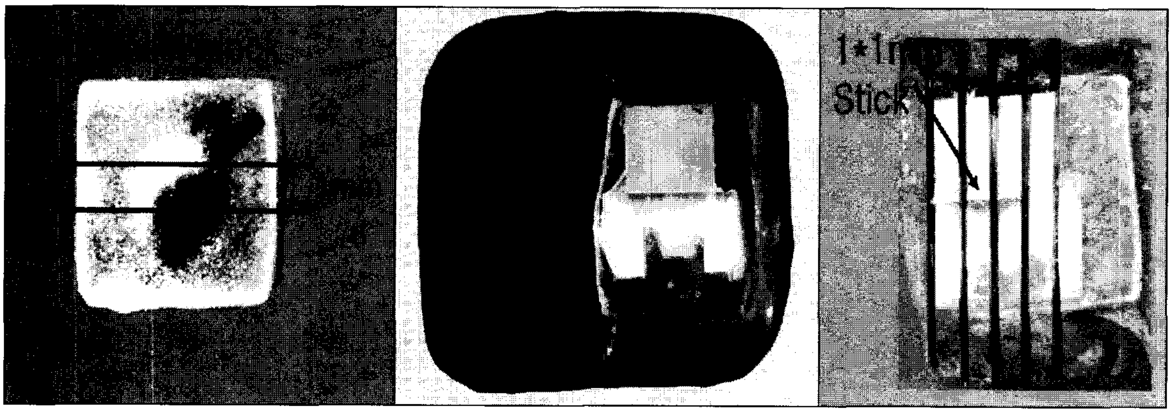

Fig. 2. The resin block was serially sectioned into stick of 1×1mm.

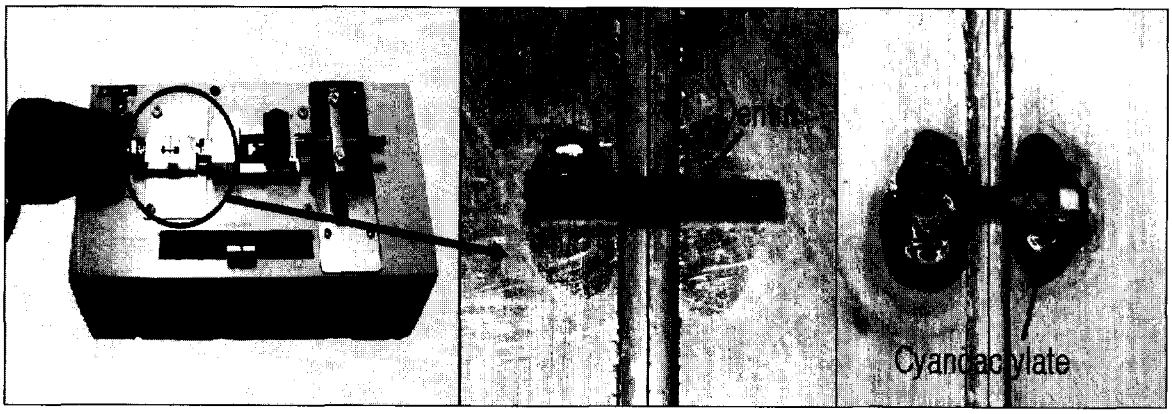

Fig. 3. Microtensile bond testing apparatus and testing procedure.

. 3. 인장결합강도 시험

미세인장 결합강도 측정기에 시편을 위치시키고, stick의 각 끝을 cyanoacrylate adhesive(ZAPIT, Dental Ventuers of America, U.S.A)로 고정한 후, 1mm min^{-1}의 속도로 인장력을 가하여 stick의 결합면에서 분리될 때의 load를 기록하고, 인장 결합강도(MPa)를 구한다.

4. 단면관찰

각 군의 파절된 stick의 계면을 관찰하기 위해 1000배율의 주사전자현미경과 1.25×25배율의 Stereomicroscope (LEICA M420, Meyer Inst., TX U.S.A)으로 단면을 관찰하여 파절 양상을, sealer와 Gutta-percha 혹은 sealer와 상아질의 계면에서 일어난 파괴를 접착성 파절양상, 각 계면과 sealer 자체에서 일어난 파괴가 혼합되어 일어난 파괴를 혼합성 파절양상, Gutta-percha나 상아질, sealer 자체에서만 일어난 파괴를 응집성 파절양상으로 분류하여 기록하였다.

5. 사용된 통계

개별 실험군의 평균값과 표준편차를 구한 뒤 군간의 통계학적 유의성을 One-Way ANOVA와 Tukey' test를 이용하여 통계 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 인장 결합강도

각 군의 측정된 인장 결합강도의 평균값은 열가소성 충전용(for thermoplastic obturation : GP-TO) Gutta-percha를 사용한 두 군에서, 2% NaOCl로 표면 처리한 군은 3.09±1.05MPa, 2% NaOCl과 17% EDTA로 표면 처리한 군은 7.12±1.07MPa 이었다. 일반 충전용(for conventional obturation : GP-CO) Gutta-percha를 사용한 두 군에서, 2% NaOCl로 표면 처리한 군은 6.23±1.16MPa, 2% NaOCl과 17% EDTA로 표면 처리한 군은 10.32±2.06MPa 이었다.

열가소성 충전용 Gutta-percha를 사용한 group 1과 group 3을 비교할 때, 17% EDTA를 처리한 군인 group 3에서 7.12±1.07MPa로 더 높은 결합강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다.($p<0.05$) 일반 충전용 Gutta-percha를 사용한 group 2 와 group 4를 비교할 때, 역시 17% EDTA를 처리한 군인 group4 에서 10.32±2.06MPa로 더 높은 결합강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다.($p<0.05$)

표면처리에 따른 군간의 비교를 보면, 2% NaOCl로 표면처리한 군인 group 1 과 group 2를 비교할 때, 일반 충전용 Gutta-percha를 이용한 group 2에서 6.23±1.16MPa 로 더 높은 결합강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다.($p<0.05$) 2% NaOCl과 17% EDTA를 처리한 군인 group 3과 group 4를 비교할 때, 일반용 충전용 Gutta-percha를 이용한 group 4에서 10.32

Table 4. Tensile bond strength (Mean±SD(MPa) of sealer

Group	Tensile bond strength. Mean±SD(MPa)
1	3.09±1.05
2	6.23±1.16
3	7.12±1.07
4	10.32±2.06

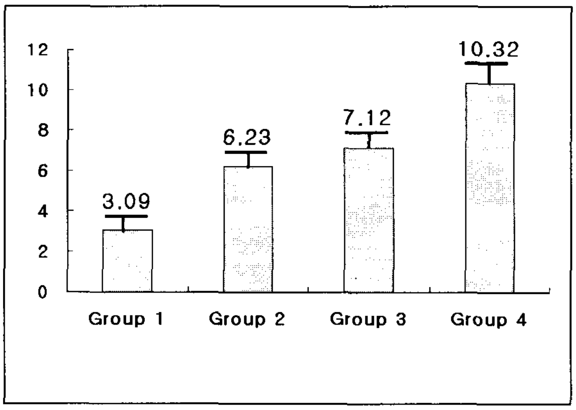

Fig. 4. Tensile bond strength(MPa) of sealer

Table 5. Comparison of tensile strength in groups

Group	Gutta percha	Surf. treatment	Comparison
1	GP-TO	2% NaOCl (30min)	1
2	GP-CO	2% NaOCl (30min)	2
3	GP-TO	2%NaOCl(30min)+17%EDTA(1min)	3
4	GP-CO	2%NaOCl(30min)+17%EDTA(1min)	4

GP-CO : Gutta-percha for conventional obturation

GP-TO : Gutta-percha for thermoplastic obturation

Table 6. Failure pattern

Gutta-percha	Surface treatment	No. of specimen	failure pattern adhesive	mixed	cohesive
GP-TO	2%NaOCl	20	16	4	·
	2%NaOCl+17%EDTA	20	16	4	·
GP-CO	2%NaOCl	20	3	17	·
	2%NaOCl+17%EDTA	20	14	6	·

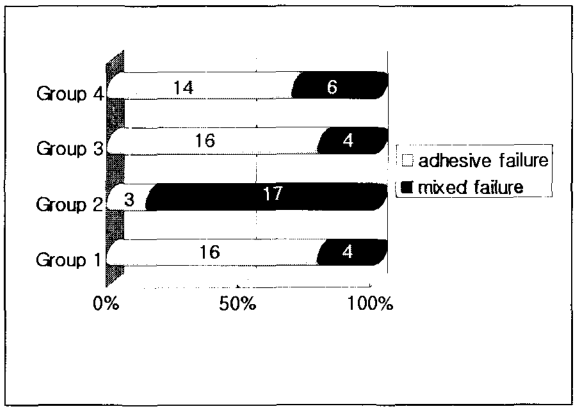

Fig. 5. Failure pattern of sealer to dentin and Gutta-perch

±2.06MPa 로 더 높은 결합강도를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의성이 있었다.($p<0.05$)

2. 파절 양상의 결과

위에서 관찰된 결과처럼, 응집성 파절양상는 관찰되지 않았고, 접합성 파절양상(61%)과 혼합성 파절양상(39%)이 주로 관찰되었고, 접합성 파절양상은 주로 Gutta-percha와 AH 26의 접착 계면에서 발생했다.

Ⅳ. 총괄 및 고안

근관충전용 sealer는 근관충전 물질과 근관벽 사이의 작은 틈과 불규칙한 벽을 채우고, 근관벽이나 상아세관에 잔존하는 미생물의 성장을 조절하며, 가압 충전시 core 재료가 잘 들어갈 수 있도록 윤활제 역할을 한다[28]. 이상적인 sealer의 중요한 요구조건 중에 하나로 근관충전 물질과 치질과의 접착성이 있어야 한다는 것이 종종 언급되고 있다. J.Branstetter등[19]은 sealer의 결합력이 항상 중요한 특성으로 고려되는 것은 아니지만, 적절한 결합력은 치아의 강화 뿐 아니라, 포스트를 위치시키는 술식 동안 Gutta-percha가 탈락되는 것에 효과적으로 저항한다는 장점이 있다고 보고한다.

최근에 사용 가능한 방법으로 충전되어진 근관은, 치근단이나 치관부 방향으로 미세누출이 발생하는데, 주로 근관벽과 충전물질 사이의 계면에서 발생한다[5]. 또한 O.Zmener 등[17]은 근관충전용 sealer도 어느 정도 누출이 발생하며 대부분의 누출은 근관벽과 sealer 사이에서 발생하기 때문에 sealer와 근관벽과의 결합은 상당히 중요한 특성이라고 보고한다. Østavik등[15]은, sealer의 결합능력과 누출 사이에 어떤 상관성을 연구하였으나, 특별한 상관관계가 없음을 보고했다. sealer의 강한 결합이 근관의 전체 면에 sealer가 도포됨을 보장하지 않으며, 제한된 국소부위에서 sealer와 근관벽과의 결합의 결여가 액체의 침투(percolation)를 형성 혹은 지속시킬지도 모르기 때문에, 강한 결합의 sealer를 사용하더라도 이런 결함이 있으면 미세누출이 높게 측정되어질 수 있다는 의미로 해석될 수 있다[15]. 따라서 이 미세누출을 막기 위해 근관충전용 sealer가 근관벽과 Gutta-percha사이의 공간을 잘 채워야 함을 내포할지도 모른다. 하지만 근관벽과 충전물질 모두에 강한 결합을 보인다면 결함의 형성 가능성을 줄이므로 미세누출 예방에 더 유리할지도 모른다.

또한, Wiener & Schilder[12]와 De Gee[13]는 sealer (AH26)가 경화초기의 부피 팽창 후 약간의 수축이 발생하며, 이는 상당량의 누출의 주요한 원인이 될 수 있다고 보고하기도 하였다. De Gee등[22]은 AH26은 34시간 후에 경화되었고, 70시간까지 수축은 약 2.0±0.1 vol%, 결합강도는 1.6MPa로 측정되었고, Ketac-Endo는 2.5시간이 경화시간이고, 15시간까지 수축 양이 3.6±0.2 vol% 이며, 결합강도는 0.4MPa을 나타냄을 보고했다. 따라서 수축양이 적을수록 결합력은 높게 측정됨을 통해 강한 결합력이 수축에 의한 누출의 예방에도 어느 정도 도움이 될 것으로 생각된다.

본 연구에서 sealer의 인장 결합강도 측정에 인용된 방법은 레진의 미세인장 결합강도 측정 방법이다. Pashley등[20]

은 미세 인장결합강도 시험에 사용되는 시편은 최소의 면적($2mm^2$ 이하)으로 만들어져 이론적으로 시편에 스트레스를 더욱 일정하게 분산시키도록 고안되었고, 단면적이 $2mm^2$ 이하일 때 모든 파절은 접합성 파절양상을 보인다고 보고한다. Sano와 Sudsangiam등[21]은 미세 인장결합 강도 시험은 시편의 금(crack)형성을 발생시키는 국소적인 스트레스 집중을 발생시키는 내부적인 요소를 줄여줌으로써 기존의 시험방법에 나타났던 낮은 수치에서 발생하던 응집성 파절양상의 가능성을 줄이게 되어 더 높은 결합력을 보인다고 하였다. 따라서 본 실험에서 sealer의 결합력은 기존의 방법보다 훨씬 높은 측정치를 보였고, 상아질이나 Gutta-percha 자체의 응집성 파절양상은 나타나지 않았다. 하지만, 비교적 결합력이 강한 레진계 sealer인 AH26(Michael Tagger등[1]의 연구에서 4.06±0.8 MPa의 결합력)이라 하더라도, 레진의 결합력에 비해 현저히 낮기 때문에, 1×1mm의 stick을 만드는 과정에서의 발생하는 실패율이 비교적 높게 나타났다. 따라서, 실패되지 않고 제작된 stick을 이용해 측정하였기 때문에 이것도 전반적으로 결합력이 더 높게 측정되어진 이유 중에 하나일 것이다.

Wennberg와 Østavik등[2]은 AH26의 파절이 sealer와 Gutta-percha 사이에서의 접착성 파절양상이 더 우세하게 관찰됐고, 따라서 상아질에 EDTA를 처리해도 결합강도가 증가하지 못했다고 보고한다. 하지만, Østavik등 [15]은 AH26이 상아질보다 Gutta-percha에 더 나은 접착을 보였다고 보고했다. 이와 유사하게, Kwang-Won Lee등[3]은, 4종류의 근관충전용 sealer (Kerr, Sealapex, AH26, Ketac-Endo)의 상아질과 Gutta-percha에 대한 결합력을 비교한 연구에서, AH 26이 상아질에 대해 2.06MPa, Gutta-percha에 대해 2.93MPa로 측정되었고, AH26과 상아질 사이의 파절 양상은 30%가 응집성 파절양상이고, 70%가 접착성 파절양상으로 나타났고, Gutta -percha 사이에서는, 40%가 응집성 파절양상이고, 60%가 혼합성 파절양상을 나타냈으며, 이는 AH26이 상아질보다 Gutta-percha에 더 강하게 결합한다는 것을 의미한다고 보고한다.

본 연구에서는, 파절양상(응집성, 접착성, 혼합성)이 결합력의 크기와 상관관계가 없다는 통계 결과를 통해, sealer와 상아질, sealer와 Gutta-percha 사이에서 어느 쪽이 더 우세하게 결합력이 높다는 결론을 얻어내기는 어렵다. 이는 파절이 발생하는 계면이 두 개이므로, 가해지는 인장력이 계면에 더 복합적으로 작용했을지도 모르기 때문이다. 하지만 전체적으로 접착성 파절양상(61%)이 혼합성 파절양상(39%)보다 약간 높게 관찰되었고, 접착성 파절양상은 주로 Gutta-percha와 sealer의 접착 계면에서 발생함을 통해 sealer가 상아질에 더 잘 접착하는 것으로 생각되어진다.

EDTA의 상아질면 처리여부에 따른 영향을 살펴보면, Wennberg와 Østavik등[2]은 상아질에 EDTA를 처리해도 AH26의 결합강도를 증가시키지 못했다고 보고했다. 그러나, Bradley H등[1]은, 17% EDTA를 3분, 5.25% NaOCl을 3분간 적용하였을 때, AH26이 상아질에 더 강하게 결합됨을 보고했다. 이는 도말층이 제거되고 상아세관이 노출되면서 더 불규칙적이고 거친면이 형성됨으로 더 강한 기계적 결합을 보이는 것으로 생각된다. 이것이 실지로 sealer의 상아질에 대한 결합력을 증가시키고 충전물의 밀폐 능력을 향상시킬지도 모른다. 본 연구에서도, EDTA를 처리하여 도말층을 제거한 군인 3군과 4군에서 모두 통계학적으로 유의성 있게 높은 값을 보였다. 주사전자 현미경 관찰에서도 이 두 군의 상아질 계면에서 상아세관이 관찰됨을 알 수 있고, 이런 기계적 불규칙성이 sealer의 결합을 강화시키는 인자로 작용한 것으로 생각된다. 하지만 파절양상에서는 EDTA를 처리한 군과 하지 않은 군간의 파절양상의 일관성 있는 차이를 보이지 않았다. 즉 EDTA를 처리하지 않은 1군과 2군에서도 상아질과 sealer사이의 파절은 관찰되지 않았다. 이는 AH26이 Gutta-percha 보다 상아질에 더 잘 결합하는 경향이 있음을 나타내는 것이라 생각된다. 하지만 결합력과 파절 양상의 상관성이 뚜렷하지 않는 것은 접착면에 보다 복합적인 인자가 작용하기 때문일지 모른다.

Semra등[6]은 상아질에 대해 EDTA 처리 시간에 따른 연구에서, EDTA를 1분간 적용했을 때, 도말층 제거에 효과적이나, 10분간 적용시 과도한 관주와 관간 상아질의 침식이 관찰되었음을 보고했다. Meryon등[27]은 10% EDTA의 1분간 적용으로 상아세관 입구의 크기를 증가시킴으로 도말층이 완전히 제거됨을 보고했다.

EDTA는 근관치료에 좋은 윤활제의 특성을 지닌 가장 효과적인 chelating agent로서 받아들여지고 있다[29]. Goldman[11]과 Baumgartner, Mader등[21]은 NaOCl과 EDTA를 병용해서 사용했을 때 도말층 제거에 가장 효과적인 방법이라고 보고했다. 이는 NaOCl에 의한 유기물질의 제거와 EDTA에 의한 무기물질의 탈회 작용에 의해 관주와 관간 상아질 부위까지 점진적인 상아질의 용해를 야기하여 상아세관 입구의 직경을 2.5-4㎛까지 증가시키기 때문이다[21].

Manoel등[23]은 Er: YAG laser를 이용하면, 상아질에 산부식과 유사한 형태상의 변화를 야기하고, 도말층을 제거하여 상아세관을 노출시키므로 상아질 면적이 넓히고 불규칙성을 형성하게 되어 레진계 sealer의 접착을 증가시킨다고 보고하기도 했다. 하지만, M.S.Lalh등[26]는 3종의 GI sealer의 전단강도 시험에서, 3종류 모두 도말층이 존재할 때 더 나은 결합력을 보인다고 보고한다.

근관충전용 Gutta-percha는 근관을 충전하기 위한 고형의 가장 좋은 충전재료이다. 제품간에 차이는 있지만 근관충전용 Gutta-percha는 대부분 약 20%(19-22%)의 gut-

ta-percha와, filler로서 첨가되며 X선 불투과성과 항균효과를 나타내는 약 60-70%의 산화아연(ZnO), 이 외에 X선 불투과성을 부여하기 위한 황산바륨과 안료로서의 산화타이타늄과 산화철이 첨가된다.(heavy metal salts : 1-17%) 그리고 가소성과 항산화제 목적의 왁스와 물성을 개선하기 위한 레진이 어느 정도(1-4%) 첨가된다. Gutta-percha와 산화아연 같은 특정성분의 비율을 변화시킴으로써 재료의 취성, 강성, 인장강도, 방사선 투과도의 차이가 생길 수 있다. Gutta-percha cone의 경도는 산화아연의 함유율이 높을수록 증가한다. 또한 Gutta -percha 함량이 높을수록 깨지기 쉬워진다[18]. Gutta-percha의 결점으로는 치질과의 접착성이 없다는 점, 산화와 빛에 의해 경시적으로 열화되어 허약해진다는 점, 경화와 더불어 체적이 줄어든다는 점, 열 팽창이 크다는 점을 들 수 있다[28,29]. 본 연구에 사용된 두 종류의 Gutta-percha는, 일반충전용 Gutta-percha는 20% Gutta-percha와 66%의 산화아연을 포함하고, 열가소성 충전용 Gutta-percha는 25% Gutta-percha와 60% 산화아연, 그리고 약 4%의 Bees wax를 포함하게 제작되었다. Sealer를 적용하고 인장력을 평가한 결과, 일반충전용 Gutta-percha가 sealer와의 결합력이 유의할 만하게 높은 값을 나타냈다. 이는 더 적은 Gutta-percha 함량에 기인할 것으로 생각된다. 파절양상의 관찰 결과에서, NaOCl로 표면처리한 군에서는, 접착성 파절과 혼합성 파절이 각각, 열가소성 Gutta -percha를 사용한 1군에서 80%, 20%, 일반충전용 Gutta-percha를 사용한 2군에서 15%, 85%로 차이를 보이고, 2군에서 혼합성 파절양상이 현저히 많이 관찰됨을 통해서, 일반충전용 Gutta-percha에 대한 sealer의 결합력이 더 우수할 것으로 생각된다. 하지만, EDTA를 처리한 군에서는, 접착성 파절과 혼합성 파절이 각각, 3군에서 80%, 20%, 4군에서 70%, 30%로, 비슷한 양상을 보였는데, 이는 sealer의 결합력이 Gutta-percha보다 상아질면에 대한 결합에 더 영향을 많이 받는 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용했던, sealer의 결합력을 측정하는데 이용된 미세인장 결합강도 측정은 보다 더 재현성이 있고, stick 제작 과정에서의 실패를 줄이기 위한 노력과 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 AH26은 Gutta -percha 함량이 적은 Gutta-percha에 더 양호한 결합력을 보임을 통해, 되도록 sealer와의 결합력을 증진시키면서 물성을 저해시키지 않는 범위의 조성을 갖는 Gutta-percha의 제작에 대한 노력이 필요할 것이다. 또한, EDTA로 도말층을 제거한 경우 더 양호한 결합력을 보임을 통해, 근관치료시 근관충전 직전에 EDTA(약 1분정도)와 NaOCl을 병용하여 근관세척함으로 더 우수한 충전 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

Ⅴ. 결　론

본 연구에서는, 레진계 sealer인 AH 26의 상아질면의 도말층의 제거 유무와 Gutta -percha의 종류에 따른, Gutta percha와 상아질 사이의 인장 결합강도를 평가하였다. 발거된 건전 대구치의 치관부 상아질에 2%NaOCl과 2%NaOCl+17% EDTA를 처리하고, Gutta-percha 함량이 20%와 25%의 두 종류의 Gutta-percha에 AH26을 각각 적용하여 접착시킨 후, 레진 block을 제작하고, 1×1mm의 stick을 제작하여 미세 인장강도 측정기로 인장력을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일반충전용 Gutta-percha를 이용한 군의 인장 결합강도는 열가소성 충전용 Gutta-percha를 이용한 군보다 통계학적으로 유의성 있게 높은 값을 나타냈다. ($p < 0.05$)
2. 상아질면을 2% NaOCl+17% EDTA로 표면 처리한 군의 인장 결합강도는 2% NaOCl 만으로 표면 처리한 군보다 통계학적으로 유의성 있게 높은 값을 나타냈다. ($p < 0.05$)
3. 계면의 파절양상의 관찰에서는 49(61%)cases의 접착성 파절양상과, 31(39%)cases의 혼합 파절양상을 나타냈으며, 응집성 파절양상은 관찰되지 않았다. 접착성 파절양상은 주로 sealer와 Gutta-percha 사이에서 발생함이 관찰되었다.

참고문헌

1. Michael Tagger, DMD, MS, Etty Tagger, DMD, Anthony H.L. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endo* 2002;28:351-4.
2. A.Wennberg & D.Østavik, Niom. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. *Int Endo J.* 1990;23:13-9.
3. Kwang-Won Lee, DDS, PhD, Michael C. Williams, BS, Pashley, DMD, PhD. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endo* 2002;28:684-8.
4. Bradley H. Gettleman, DDS, MS, Harold H. Messer, MDSc. Adhesion of sealer cements to dentin with and without the smear layer. *J Endo* 1991;17:15-20.
5. H.Kataoka, DDS, PhD, T. Yoshilka, DDS, PhD, H. Suda, DDS, PhD. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. *J Endo* 2000; 26:230-5.
6. Semra Calt, DDS, PhD, and Ahmet Serper, DDS, PhD. Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endo* 2002;28:17-9.
7. Siriporn Timpawat, DDS, MS, Choltacha Harnirattisai, DDS,PhD. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to the root canal wall. *J Endo* 2001;27:168-171.
8. David H. Pashley. Ricardo M. Carvalho. Hideheko Sano. Masatoshi Nakajima. The microtensile bond test : a review. *J Adhes Dent* 1999;1:299-309.
9. Steven R. Armstrong, Daniel B. Boyer. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater* 1998;14:44-50.

10. Grossman, L.I., Oliet, S.& Del Rio,C.E. Endodontic Practice, 11th edn, p.255. Lea & Febiger, Philadelphia.
11. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R. The efficacy of several endodontic irrigating solutions : a scanning electron microscopic study.part 2. *J Endo* 1982;8:487-92.
12. Wiener BH. Schilder H. A comparative study of important physical properties of various root canal sealers.II. Evaluation of dimensional changes. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1977;32:928-37.
13. De Gee AJ, Wu M-K, Wesselink PR. Sealing properties of Ketac Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endo J*; 1994;27:239-44.
14. I.W.M. Jeffrey & W.P.Saunders. An investigation into the bond strength between a root canal sealer and root-filling points. *Int Endo J.* 1987;20:217-222.
15. D.Østavik, H.M. Eriksen & EVA M. Beyer-olsen. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endo* J. 1983;16:59-63.
16. David H. Pashley, Hidehiko Sano, Bernard Ciucchi, Masahiro Yoshiyama. Adhesion tesing of dentin bonding agents : A review. *Dent Mater.* 1995;11:117-125.
17. O.Zmener, C.Spielberg, F. Lamberghini &M. Rucci. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *Int Endo J.* 1997;30:332-334.
18. Joseph Marciano, DCD, and Pierre M. Michailesco, DCD,DSO. Dental gutta-percha : Chemical composition ,X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. *J Endo* 1989;15:149-153.
19. J.Branstetter, DMD, and J.A. von Fraunhofer, MSc,PhD. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements : a review. *J Endo* 1982; 8:312-6.
20. Edger Schafer, Priv-Doz Dr med dent, and Gudrun Olthoff, cand med dent. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted gutta-perch. *J Endo* 2002; 28:638-642.
21. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pachley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-Evaluation of a microtensile bone test. *Dent Mater* 1994;10;236-240.
22. A.J.De Gee, M-K. Wu & P.R. Wesselink. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. *Int Endo J.* 1994;27:239-244.
23. Manoel D. Sousa-Neto, DDS,PhD, Melissa A. Marchesan, DDS. et al. Effect of Er:YAG laser on adhesion of root canal sealers. *J Endo* 2002; 28:185-7.
24. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endo* 1987 ;13:147-57.
25. Nasim Gheshlaghi Azar, DDS, Mahnaz Heidari, MSc, et al. In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canla sealer. *J Endo* 2000; 26:462-5.
26. M.S.Lalh, K.Titley, C.D. Torneck & S. Friedman. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentin conditioned with common endodontic irrigants. *Int Endo J.* 1999;32:430-5.
27. Meryon SD, Tobias RS, Jakeman KJ. Smear removal agents : a quantitative study in vivo and in vitro. *J Prosthet Dent* 1987;20:174-9.
28. Stephen Cohen, Richard C.Burns. Pathways of the pulp(seventh edition) 508-509.
29. 장세원/홍찬의. 치유를 위한 근관치료 Atlas.

이 광 원

전북대학교 치과대학 보존학교실
전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14 전북대학교 치과대학병원 보존과
Tel : 063-250-2120
E-mail : lkw@moak.chonbuk.ac.kr

사진부도 ①

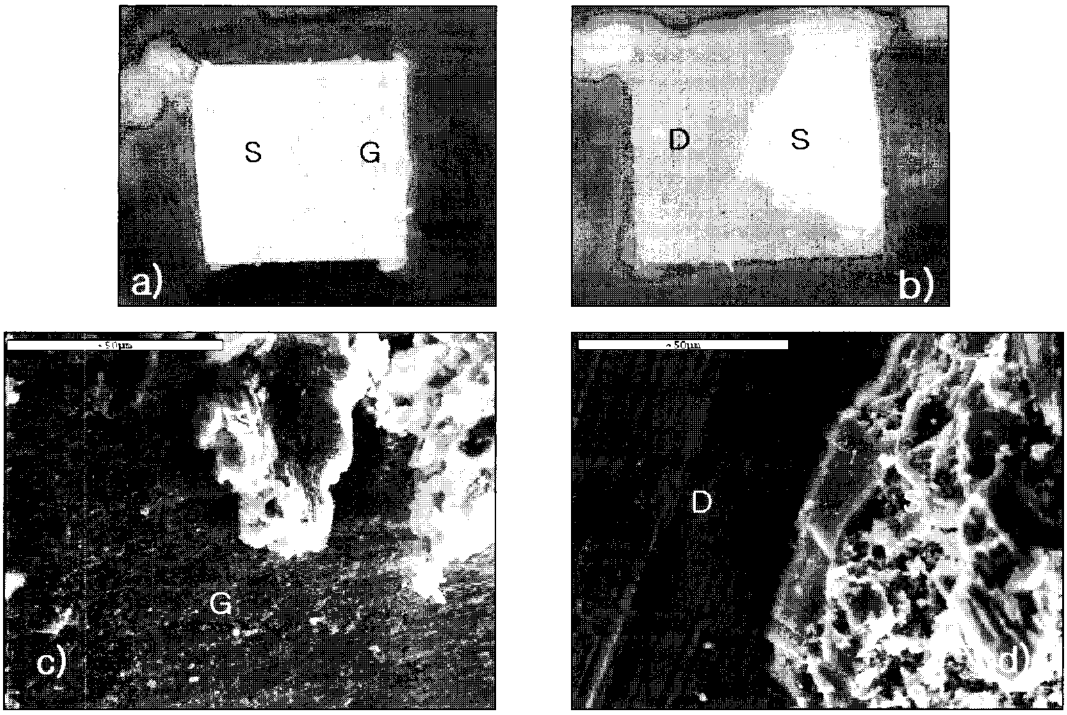

Fig. 6. Failure patterns of the specimens at the interface of the Group1. a,b: Stereomicroscope(1.25× 25) c,d:SEM(×1000) S:sealer G:Gutta-percha D:dentin surface.

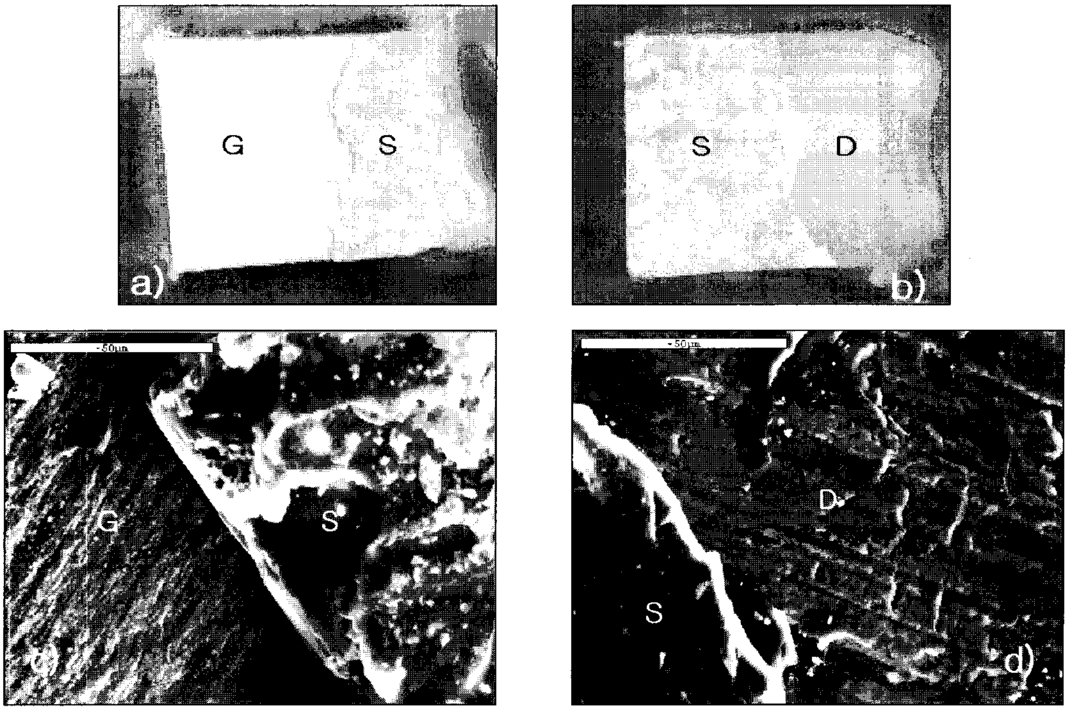

Fig. 7. Failure patterns of the specimens at the interface of the Group2. a,b: Stereomicroscope(1.25× 25) c,d:SEM(×1000) S:sealer G:Gutta-percha D:dentin surface.

사진부도 ②

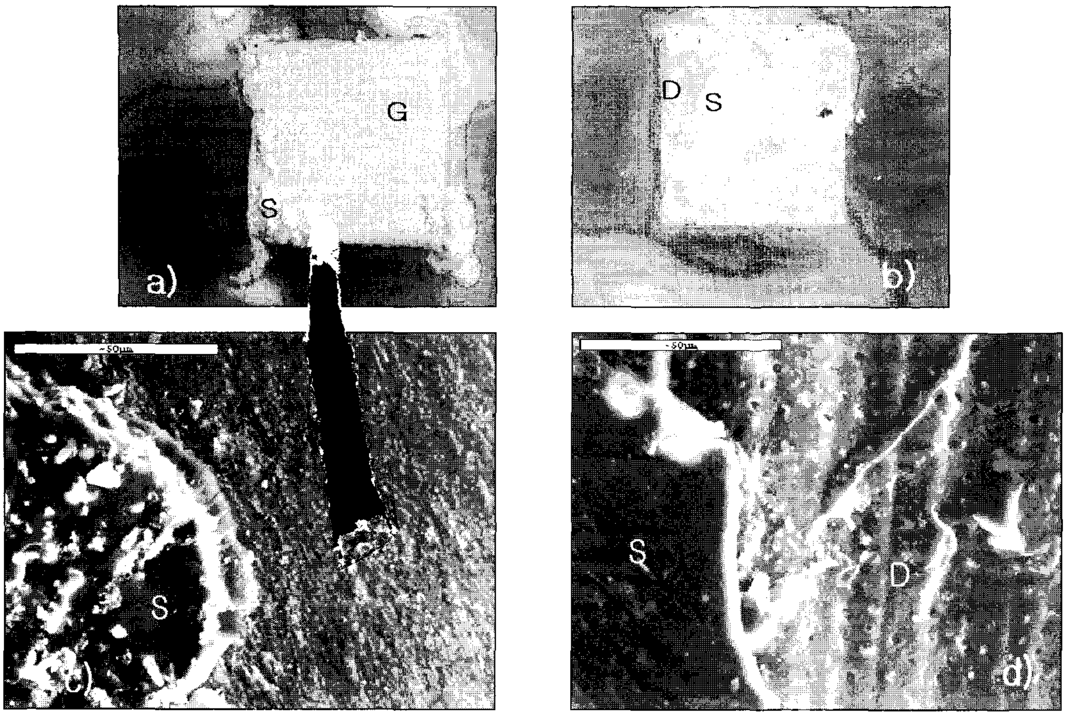

Fig. 8. Filure patterns of the specimens at the interface of the Group3. a,b: Stereomicroscope(1.25×25) c,d:SEM(×1000) S:sealer G:Gutta-percha D:dentin surface.

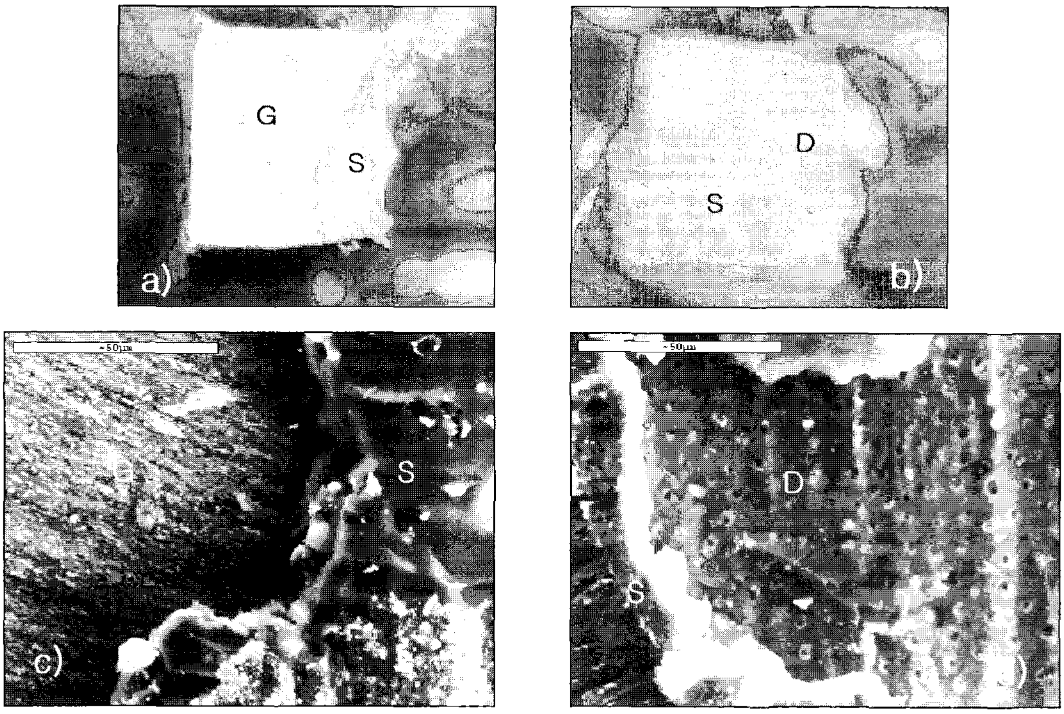

Fig. 9. Filure patterns of the specimens at the interface of the Group4. a,b: Stereomicroscope(1.25×25) c,d:SEM(×1000) S:sealer G:Gutta-percha D:dentin surface.