

지각과민억제제 적용이 수중 접착제의 미세인장결합강도에 미치는 영향

황성연 · 이경하 · 유미경 · 이광원*

전북대학교 치과대학 치과보존학 교실 및 구강생체과학연구소

ABSTRACT

EFFECT OF A DESENSITIZER ON MICROTENSILE BOND STRENGTH OF DIFFERENT ADHESIVES

Sung-Yeon Hwang, Kyung-Ha Lee, Mi-Kyung Yu, Kwang-Won Lee*

*Department of Conservative Dentistry & Institute for Oral Bioscience
College of Dentistry, Chonbuk National University*

This study evaluated the influence of a desensitizer(MS coat) on microtensile bond strength of different adhesives: a three-step adhesive(All-Bond 2), a two-step adhesive(Single Bond), a one-step adhesive(One-up Bond F).

Non-carries extracted human molars were used. Dentin surface was obtained by horizontal section on mid-portion of crown using a water-cooled low speed diamond saw. Teeth were randomly divided into 6 group. AMO(MS coat + All Bond)-, SMO(MS coat + Single Bond)- and OMO(MS coat + One-up Bond F)-dentin surface were treated with 17% EDTA before bonded adhesive. AMX-, SMX- and OMX-dentin surface were bonded with All-Bond 2, Single Bond and One-up Bond F, respectively, with no previous treatment with MS coat and 17% EDTA. About 1cm high resin composite(Z-250™) were incrementally build-up on the treated surface. The specimens for the microtensile test were serially sectioned perpendicular to the adhesive layer to obtain 0.7×0.7 mm sticks. 30 sticks were prepared from each group.

After that, tensile bond strength for each stick was measured with Microtensile Tester at a 1mm/min crosshead speed. Fractured dentin surfaces were observed under the SEM. The results were statistically analysed by using a One-way ANOVA and Tukey's test(p<0.05).

Value in MPa were: AMO-44.35±13.21; SMO-39.35±13.32; OMO-31.07±10.25; AMX-49.22±16.38; SMX-56.02±13.35; OMX-72.93±16.19. Application of MS coat reduced microtensile bond strengths of both Single Bond and One-up Bond F, whereas microtensile bond strengths of All-Bond 2 were not affected significantly.

Key words : Microtensile, Desensitizer, Three-step adhesive, Two-step adhesive, One-step adhesive, Bond strength

I. 서 론

찬물이나 잇솔질시 시린 증상을 호소하는 지각과민치아는 임상에서 흔히 접한다. 지각과민치아는 대부분 비우식성 치경부 병소와 관련이 있으며, 이는 잇솔질이나 abfraction 등

과 연관이 있다¹⁾. 또한 치주 치료 후에 일시적인 지각과민을 호소하기도 한다. 이러한 환자들은 온도변화, 기계적 자극, 화학적 자극 등에 증상이 나타난다²⁾.

지각과민치아의 노출된 치면 상아질은 정상치아보다 상아 세관이 더 많고 넓다고 알려져 있다. 이렇게 노출된 상아세

관을 기계적으로 막아서 치료하고자 지각과민억제제가 개발되었다³⁾. Pashley⁴⁾는 1986년 oxalate가 90%까지 상아질 투과도(dentin permeability)를 감소시킨다고 보고하였으며 이후 ferric, aluminium, potassium oxalate가 많이 사용되었다. Kerns DG 등⁵⁾은 1991년 ferric, aluminium, potassium oxalate가 효과적으로 지각과민치아에 작용하지만 효과가 항구적이지 않으며, 실험에서 7일 후 상아질 표면에 매우 적은 양의 potassium oxalate만 남아있다고 보고하였다. Jean Camps 등⁶⁾은 1998년 oxalate와 self curing bonding resin이 주성분인 MS coat, oxalate base인 Protect, HEMA와 glutaraldehyde가 혼합된 Gluma desensitizer를 비교하여 MS coat의 효과가 우수하다고 보고하였다. 하지만 모든 재료가 아무런 처치를 하지 않은 경우보다는 지각과민에 효과가 있었다.

이러한 지각과민억제제 도포는 즉각적인 효과를 나타내고 사용이 매우 편리하지만 그 효과는 항구적이지 않으며, 모든 환자에게 기대하는 효과가 나타나진 않는다. 또한 구강 내에서 잇솔질과 같은 기계적 자극이나, 타액 등에 의해 쉽게 제거될 수 있다⁷⁾.

이 때문에 지각과민억제제를 이용한 치료가 실패하면, 접착수복(adhesive restoration)이 주로 이용된다⁸⁾. 이때 전 처치로 사용된 지각과민억제제가 치아와 접착제(adhesive) 간 결합을 방해할 수 있다. 본 실험에선 다른 종류의 접착제를 사용하여 지각과민억제제 사용 여부에 따른 미세인장 결합강도를 비교하고자 한다.

Table 1. The composition of MS coat

composition		pH
liquid A	poly-styrenesulfonic acid	2.3
	poly-methylmethacrylate	
liquid B	oxalic acid	2.0

Table 2. Materials used in this study

material	manufacture	type
MS coat	Sun Medical Co., Ltd, Japan	desensitizer
All-Bond 2	Bisco, Inc., U.S.A.	adhesive
Single Bond	3M dental product, U.S.A.	adhesive
One-up Bond F	Pulpdent, pulpdent Co., U.S.A.	adhesive
EDTA solution	Pulpdent, pulpdent Co., U.S.A.	cleanser
Z-250™(A1)	3M dental product, U.S.A.	composite resin

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근에 발치된 대구치를 이용하였으며, 지각과민억제제는 MS coat(Sun Medical Co., Japan)를 사용하였다(Table 1). 접착제는 3-step 접착제인 All-Bond 2(Bisco Inc., U.S.A.)와 2-step 접착제인 Single Bond(3M Dental Product, U.S.A.)와 1-step 접착제인 One-up Bond F(Tokuyama, Japan)을 사용하였다. 또한 도말층(smear layer) 제거를 위해 17% EDTA 용액(Pulpdent, Pulpdent Co., U.S.A.)을 사용하였으며 레진은 Z-250(3M Dental Product, U.S.A.) A1 shade를 이용하여 치아에 쌓아올렸다(Table. 2).

2. 시편제작

1) resin-dentin stick 형성 및 실험군 분류

발치된 치아를 주수하에 low-speed diamond saw (Isomet, Buehler, Ltd., U.S.A.)를 사용하여 치관 1/2부 위에서 횡절단하여 교합면측 상아질을 노출시킨 뒤 600grit silicious carbide paper로 노출된 상아질면을 연마하였다. 실험군은 table 3과 같이 나누었으며 각 군당 시편의 수는 30개씩으로 하였다. 먼저 AMX군은 All-Bond 2를 접착제로 사용하고 MS coat는 사용하지 않았으며, AMO군은 같은 접착제를 사용하고 MS coat를 처리하였다. SMX군은 접착제로 Single Bond를 사용하고 MS coat를 사용하지 않았으며, SMO군은 같은 접착제를 사용하고 MS coat 처리를 하였다. OMX군은 One-up Bond F를 사용하고 MS coat를 사용하지 않았으며, OMO군은 One-up Bond F를 사용하고 MS coat를 처리하였다.

노출된 상아질 면을 각 실험군으로 분류하기 전 17% EDTA 용액으로 10초간 처리하여 도말층을 제거하였으며,

Table 3. Each group is classified as following

group	No. of specimens	adhesive	MS coat
AMX	30	All-Bond 2	not used
AMO	30	All-Bond 2	used
SMX	30	Single Bond	not used
SMO	30	Single Bond	used
OMX	30	One-up Bond F	not used
OMO	30	One-up Bond F	used

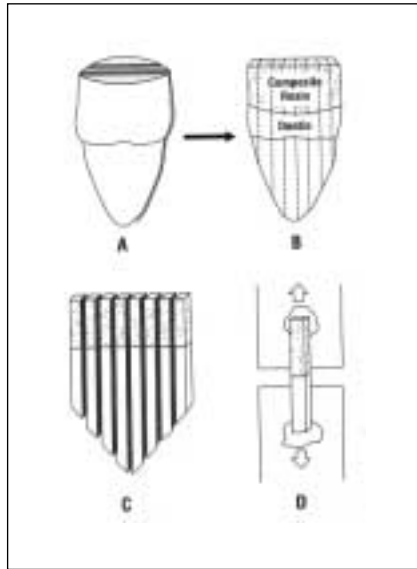


Fig. 1. Schematic illustration of microtensile test

이후 MS coat 용액을 제조자의 지시대로 혼합하여 30초간 문지르듯 도포하였다. 각 접착제는 제조자의 지시대로 사용하였으며 이후 Z-250™을 약 2 mm간격으로 5회에 걸쳐 1 cm길이가 되도록 쌓아 올렸으며 각 층의 중합은 Optilux 500(Demetron, USA)을 사용하여 각각 40초간 중합하였다. 대조군은 노출된 상아질면에 아무런 처리없이 제조자의 지시대로 접착제를 적용하였으며, 이후 실험군과 똑같이 Z-250™을 2 mm 간격으로 쌓아 올린 뒤 40초간 중합하였다.

2) 미세인장결합강도 측정을 위한 시편 제작

주수하에 치아 장축방향으로 low-speed diamond saw를 이용하여 두께가 0.7mm가 되도록 절단하여 3-5개의 절편을 얻은 다음, 각 절편을 sticky wax로 acrylic block 위에 부착시킨 뒤, 0.7mm 간격으로 다시 종절단하여 가로와 세로가 각각 0.7×0.7mm가 되는 dentin-resin stick을 제작하였다(Fig. 1).

3) 미세인장결합강도 측정

Fig. 1처럼 제작된 시편을 자체 제작한 microtensile tester 와 Ciucci apparatus 에 위치시키고 각 끝을 cyanoacrylate(Zapit, dental venture of america, U.S.A.)를 적용하여 고정하였다. 20kg의 load cell를 장착한 뒤 1mm/min의 속도로 인장력을 가하여 시편이 분리될 때 측정값(load)을 기록하였다.

4) 단면관찰

각 군 당 치아시편을 1개씩 선택하여 시편을 7일간 건조기에 넣어 완전 건조시킨 후 상아질 측 파단면을 aluminium stub 에 mounting 하고 진공상태에서 금 증착을 거쳐 주사전자현미경(Hitachi S-450 SEM, Japan)하에서 파절양상(failure pattern)과 파절면의 형태를 관찰하였다.

5) 통계처리

각 군간 평균값과 표준편차를 계산하고 각 군간 통계학적 유의성을 One-Way Anova를 이용하여 분석하였다. 사후검정은 Tukey HSD를 이용하여 실시하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 미세인장결합강도

측정된 각 군의 미세인장결합강도에서 AMX군은 49.22 ± 16.38 MPa를 보였으며 44.35 ± 13.21 MPa의 값을 가진 AMO군과 통계적으로 유의성이 없었다($p > 0.05$). SMX군은 56.02 ± 13.35 MPa를 보였으며 39.35 ± 13.32 MPa의 값을 가진 SMO군과 통계적으로 유의성이 있었다($p < 0.05$). 이번 연구에서 가장 높은 측정값이 나온 OMX군에서는 72.93 ± 16.19 MPa를 나타냈으며 가장 적은 측정값인 31.07 ± 10.25 MPa를 보인 OMO군과 통계적으로 유의성이 있었다($p < 0.05$).

각 군의 미세인장결합강도는 Table 4와 Fig. 2에 요약하였으며, 각 군 사이의 통계학적 유의성은 Table 5에 표기하였다.

2. 주사전자현미경(SEM) 관찰

결합강도가 높게 측정된 시편일수록 수복레진측 파절면의 관찰에서 레진 태그(resin tag)가 길게 뿔려 나온 모습을 관찰할 수 있었으며, 상아질측 파절편의 관찰에서도 레진태그가 대부분의 상아세관을 점유하고 있는 모습을 관찰하였다. 이에반해 측정값이 낮은 경우 상아세관으로의 레진태그형성이 미약하고 상아세관의 폐쇄양상도 현저하지 못하였다.

AMX군과 AMO군의 파절면 모습에서 두터운 접착제(bonding agent)층과 상아세관내부로 형성된 레진태그들을 볼 수 있다(Fig. 3, 4). SMX군에서는 높은 결합강도 값이 말해주듯 레진이 깊게 침투되었음을 의미하는 긴 레진태그들을 볼 수 있으며 상단에 파절된 접착제(bonding agent)층과 복합레진층이 나타나고 있다(Fig. 5). SMO군에서는 노출된 상아세관의 모습을 볼 수 있으며 형성된 레

Table 4. Microtensile bond strength of experimental groups

group	Microtensile bond strength. Mean±SD(MPa)
AMX	49.22±16.38
AMO	44.35±13.21
SMX	56.02±13.35
SMO	39.35±13.32
OMX	72.93±16.19
OMO	31.07±10.25

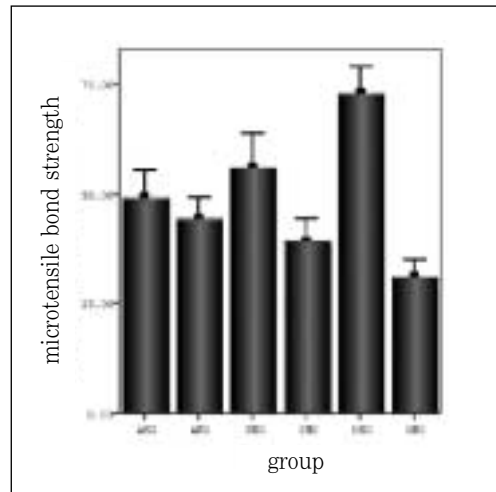


Fig. 2. Bar graph for comparison of microtensile bond strength of experimental groups.

Table 5. Comparison of microtensile bond strength among groups

	AMX	AMO	SMX	SMO	OMX	OMO
AMX					*	*
AMO			*		*	*
SMX				*	*	*
SMO					*	*
OMX						*
OMO						

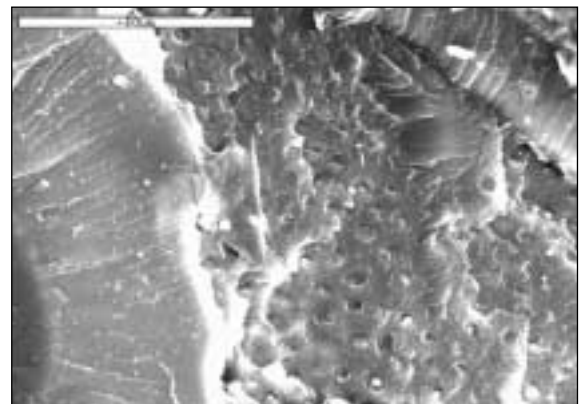


Fig. 3. AMX group(×1000)

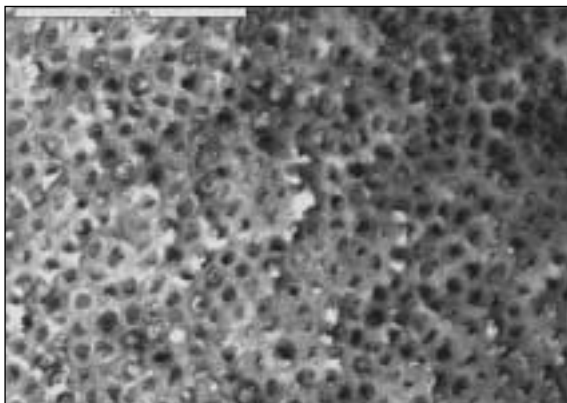


Fig. 4. AMO group(×1000)

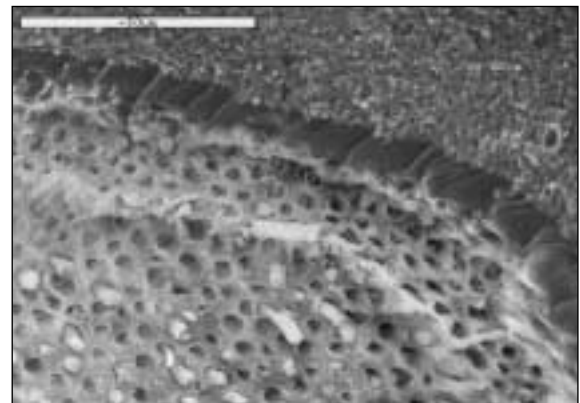


Fig. 5. SMX group(×1000)

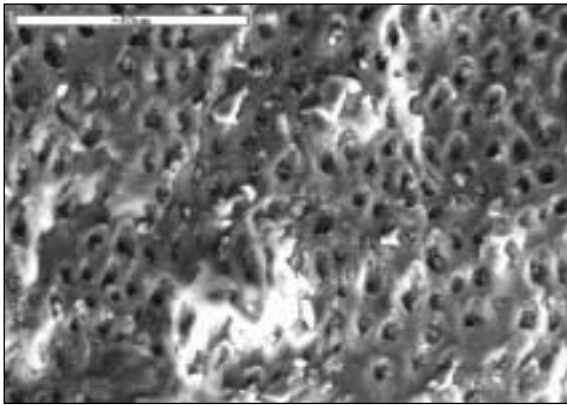


Fig. 6. SMO group(×1000)

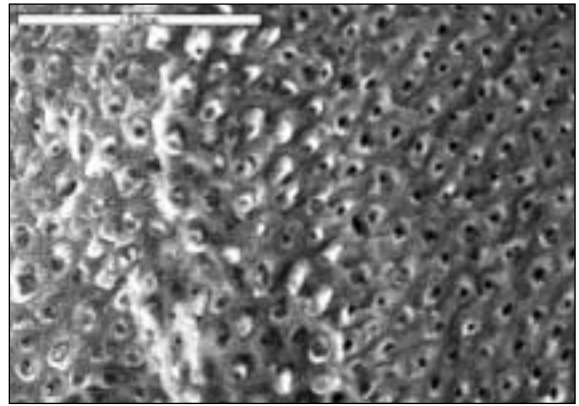


Fig. 7. OMX group(×1000)

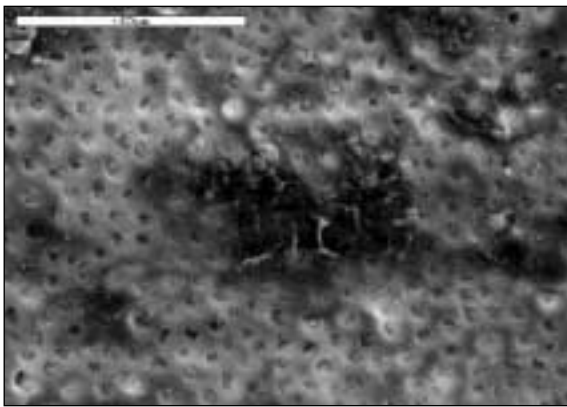


Fig. 8. OMO group(×1000)

진 태그의 형태도 작고 명확하지 않았다(Fig. 6). 가장 높은 미세인장결합강도를 보였던 OMX군에서는 SMX군에서와 유사하게 상아세관내로 깊이 침투하여 들어가는 레진태그의 모습들을 볼 수 있다(Fig. 7). OMO군에서는 많은 상아세관들이 막혀있는걸 보여주고 있으나, 접착레진에 의한 폐쇄라기보다는 지각과민억제제 적용에 의한 상아세관 폐쇄양상으로 보여진다(Fig. 8).

IV. 총괄 및 토의

지각과민억제제는 현재 많이 상품화되어서 시판되고 있다. 효과적이고 즉각적인 치료 효과 때문에 임상에서 지각과민억제제는 많이 사용되고 있다.

이중 MS coat는 상아질의 도말층과 결합이 가능한 Polystyrenesulfonic acid와 polymethylmethacrylate의 공중합체로서 상아질 투과도를 감소시킨다⁹⁾. Jean Camps 등⁶⁾은 MS coat는 potassium oxalate를 함유하고 있진 않지만 oxalic acid가 있어서 calcium oxalate 결정을 만들어

상아세관에 침착되어 상아질 투과도를 감소시키며, 또한 성분중 하나인 methylmethacrylate는 물에 용해되지 않는다고 보고하였다. Gillam 등¹⁰⁾은 주사전자현미경으로 MS coat 도포 후 상아질 표면을 관찰한 결과 상아세관이 열려있는 양상이 많이 보이며, 많은 작은 결정체들이 표면에 남아있으며 이러한 결정들이 상아세관 깊이까지 존재한다고 하였다. MS coat의 효과 또한 연구되었는데 Snuggs 등¹¹⁾의 실험에서, 417개의 지각과민치아에 실험을 한 경우 408개에서 즉각적인 증상의 완화가 있었다.

이러한 효과적인 작용 때문에 MS coat를 지각과민억제제로 사용하지만 모든 경우에서 치료가 효율적인 것은 아니다. 접착수복이 지각과민억제제 치료가 실패한 경우 필요하지만 아직까지 지각과민억제제가 접착제에 미치는 영향은 자세히 보고되고 있지 않다.

본 실험에서 All Bond 2를 사용한 경우에는 MS coat의 사용여부에 따른 미세인장결합강도 차이에 유의성이 없었다. 하지만 Single bond나 One-up Bond F에서는 MS coat를 처치하면 통계적으로 유의성 있게 미세인장결합강도가 낮아졌다.

이러한 지각과민억제제 사용 후 adhesive system의 결합강도 저하는 다른 논문에서도 확인할 수 있다. Seara 등¹²⁾은 potassium phosphate, potassium carbonate, calcium chloride, strontium chloride 등이 주성분인 지각과민억제제, D/Sense 2를 가지고 self-etching primer system인 Bistite II SC와 one-step system인 Prime&bond 2.1을 가지고 지각과민억제제 사용 여부에 따른 미세인장결합강도를 측정한 결과, D/Sense 2를 사용한 경우 미세인장결합강도의 저하를 보인다고 보고하였다. Pashley 등¹³⁾은 지각과민억제제가 세 종류의 dentin bonding agent의 결합강도의 저하를 보이며, 술자는 지각과민억제제를 사용하기 전에 이것이 일부에서 결합강도에 영향을 미칠 수 있다는 것을 주의해야 한다고 하였다.

지각과민억제제가 치관 유지(crown retention)에 미치는 영향도 보고되었는데, Edward 등¹⁴⁾은 지각과민억제제인 Gluma desensitizer와 One-step을 사용하여 치관 유지를 평가한 결과 Zinc phosphate cement, GI cement, resin cement, resin-modified GI cement 모두에 별 영향이 없다고 하였다. 수 중의 cement와 관계를 평가한 Nantiya 등¹⁵⁾은 앞의 연구와 상반된 결과를 보고하였는데, Gluma desensitizer를 resin cement, resin-modified GI cement, GI cement, Zinc phosphate cement에 사용한 경우 치관 유지의 저하를 보였다. 하지만 resin 성분이 첨가된 All Bond 2 desensitizer의 경우 polymerizable surface를 가지고 있어 resin cement, resin-modified GI cement에서 치관 유지의 증가를 보인다고 하였다. Mausner 등⁸⁾은 All-bond desensitizer를 polycarboxylate cement에 사용한 경우 cast retention의 저하를 보였다. 또한 Soeno 등¹⁶⁾은, 지각과민억제제인 Saforide와 MS coat, Gluma CPS를 Super Bond C&B와 AD gel(10% NaOCl)을 사용한 경우나 사용하지 않은 Panavia에 적용하여 결합강도를 측정하였다. 이 연구에서 Saforide는 AD gel을 사용한 Panavia를 제외한 두 가지 경우에서 유의성 있는 결합강도의 저하를 보였다. MS coat는 AD gel 없이 Panavia만 사용한 경우에 유의성 있는 결합강도의 저하를 보였으며 Gluma CPS는 모든 경우에서 유의성 있는 결합력의 차이가 없었다. AD gel 전처리하는 지각과민억제제를 효과적으로 제거하는 과정이라고 하였다.

이러한 모든 실험 결과를 본 실험에 적용하기는 어렵지만, 지각과민억제제 처리는 뒤따르는 접착제에 영향을 미친다고 볼 수 있다. 지각과민억제제는 효과적으로 상아질 투과도를 60-80%까지 낮출 수 있다⁶⁾. 상아질 결합강도를 결정하는데 상아질 투과도가 중요한 요소 중에 하나이다. 이것이 낮으면 레진 태그 형성 부족으로 더 낮은 결합강도를 보인다¹⁷⁾. 이처럼 MS coat는 상아질 표면에서 상아질 투과도를 감소시키며 이후 접착제를 사용한 경우 미세인장결합강도가 정상적인 경우보다 더 떨어지게 한다¹⁸⁻²¹⁾.

본 실험에서 All-Bond 2에서만 통계적으로 유의성 있는 차이가 없게 나온 이유로는 먼저 All-Bond 2가 3-step system으로 Single Bond나 One-up Bond F보다 중간 적용 단계에서 기존 상아질 지각과민억제제내의 레진성분을 잘 용해할 수 있는 acetone과 같은 용매에 직접적인 영향을 많이 받을 수 있다는 가능성이며, 둘째로는 All-Bond 2의 성분들에 의한 침윤양상이 다른 접착제들에 더 효과적으로 이루어졌음을 나타내는 점들로 해석할 수 있을 것이라 생각된다.

하지만 결과에서 보이듯, 통계적인 유의성은 없지만 All-Bond 2에서도 MS coat를 사용하면 더 낮은 미세인장결합강도를 보이고 있다. 때문에 MS coat 사용 후 환자의 증상

개선이 없어 접착 수복을 해야 하는 경우, 상아질 표면에 남아있는 MS coat 결정체를 제거하는 과정을 생각하도록 해야 한다. 그리고 보다 단계가 많은 접착제를 사용할수록 MS coat 처리 후 유리한 결합강도를 얻을 수 있다고 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 지각과민억제제 사용 여부에 따른 수중의 접착제의 미세인장결합강도의 변화를 알아보기 위해, 지각과민억제제인 MS coat로 표면 처리 후 3-step 접착제인 All-Bond 2와 2-step 접착제인 Single Bond와 1-step 접착제인 One-up Bond F를 적용하여 미세인장결합강도를 측정하였다. 최근에 발치된 대구치를 이용하여 각 군당 시편은 30개씩 제작했으며, MS coat를 사용한 군을 실험군, 사용하지 않은 군을 대조군으로 하여 값을 측정하였다. 이후 각 군간의 통계학적 유의성을 One-Way ANOVA를 이용하여 분석하고, 사후검정은 Tukey HSD를 이용하여 실시한다. 또한 주사전자현미경을 이용하여 파절 단면을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. All Bond 2의 경우 지각과민억제제인 MS coat의 사용 여부에 따른 미세인장결합강도의 유의한 변화는 없었다($p>0.05$).
2. Single Bond와 One-up Bond F의 처리군에서는 지각과민억제제인 MS coat를 적용한 경우 통계적으로 유의성 있는 미세인장결합강도의 저하를 보였다($p<0.05$).
3. 적용단계가 적은 접착제일수록 MS coat 사용에 따른 인장결합강도의 저하가 현저하였다($p<0.05$).

참고문헌

1. Braem M, Lambrecchts P and Vanherle G. : Stress-induced cervical lesion. *J Prosthet Dent* 67:718-722,1992.
2. Levitch LC, Barder JD, Shugars DA and Heymann HO : Non-carious cervical lesion(review). *J. Dent.* 22:195-207,1994.
3. Yoshiyama M, Noire Y, Azoic K et al : Transmission electron microscopic characterization of hypersensitive hyman radicular dentin *J. Dent. Res.* 69:1293-1297, 1990.
4. Pashley DH : Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. *J. Endodont* 12:465-474,1986.
5. Kern DG, Scheidt and Pashley DH : Dentinal tubule occlusion and root hypersensitivity. *J. Periodont.* 62(7):421-428,1991.
6. Jean Camps, Stephane Piazant, Jacques Dejou, and Jean Claude Franquin : Effect of desensitizing agents on human dentin permeability. *Am J Dent.* 11(6):286-290,1998.
7. Jain P, Vargas MA, Denehy GE and Boyer DB : Dentin

- desensitizing agents: SEM and X-ray microanalysis assessment. *Am J Dent*. 10(1):21-26,1997.
8. Mausner IK, Goldstein GR and Georgescu M : Effect of two dentinal desensitizing agents on retention of complete cast coping using four cements. *J. Prosthetic Dent*. 75(2):129-134,1996.
 9. Zhang Y, Agee K, Pashley DH and Pashley EL : The effects of pain-free® desensitizer on dentine permeability and tubule occlusion over time, in vitro. *J Clin Periodontol* 25:884-891,1998.
 10. Gillam DG, Mordan NJ, Sinodiou AD, Tang JY, Knowles JC and Gibsson R : the effect of oxalate-containing products on the exposed dentine surface: an SEM investigation. *J Oral Rehabilitation* 28:1037-1044,2001.
 11. Snuggs AK, Cox LK et al : colloidal MSE for differential diagnosis and treatment of dentin permeability. In: Shimona M, Maeda T, Suda H, etal. dentin/pulp complex Quintessence 245-247,1996.
 12. Seara SF, Erthral BS, Ribeiro M, Kroll L and Pereira GDS : The influence of a dentin desensitizer on the microtensile bond strength of two bonding systems. *Operative Dentistry* 27:154-160,2002.
 13. Pashley EL, Tao L and Pashely D : Effect of oxalate on dentin bonding. *Am J Dent*. 6(2):61-64,1993.
 14. Edward J Swift JR, Ashley H. Lloyd and David A Felton : The effect of resin desensitizing agents on crown retention. *JADA* 128:195-200,1997.
 15. Nantiya H Yim, Frederick A, Rueggeberg W, Frank Caughman, Michael Garder F and David H Pashley : Effect of dentin desensitizers and cementing agents on retention of full crowns using standardized crown preparations. *J Prosthet Dent* 83:459-465,2000.
 16. Soeno K, Taira Y, Matsumura H and Atsura : Effect of desensitizers on bond strength of 접착제 luting agents to dentin. *J Oral Rehabilitation* 28:1122-1128,2001.
 17. Tagami J, Tao L and Pashley DH : Correlation among dentin depth, permeability and bond strength of adhesive resins. *Dental Material* 6(1):45-60,1990.
 18. David H Pashley, Ricardo M Carvalho, Hideheko Sano and Masatoshi Nakajima : The microtensile bond test : a review. *J adhesive Dent* 1:299-309,1999.
 19. Steven R Armstrong and Daniel B Boyer : Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater* 14:44-50,1998.
 20. Henry O Trowbridge and David R, Silver : A review of current approaches to in-office management of tooth hypersensitivity : a Review : *Dental Clinics of North America* 34(3):561-578,1990.
 21. Lucinda C Hogan and Michael F Burrow : The microtensile strength of bonding resins. *Austrian Dental J* 46(3):194-197,2001.

이 광 원

전북대학교 치과대학 치과보존학 교수

전북 전주시 금암동 634-18 전북대학교 치과대학 보존과

Tel : 063-250-2119

E-mail : lkw@moak.chonbuk.ac.kr