

와동의 형태가 상아질과 복합레진
사이의 미세인장결합강도에
미치는 영향

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 예 미

와동의 형태가 상아질과 복합레진
사이의 미세인장결합강도에
미치는 영향

지도 노 병 덕 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2008년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

김 예 미

김예미의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2008년 6월 일

감사의 글

석사 논문을 준비하면서 지난 시간을 돌아보면 정말 많은 분들의 격려와 도움이 저를 이끌어 주었음을 다시 한 번 깨닫게 됩니다.

먼저 수련 기간 내내 저를 이끌어 주시고, 논문의 시작부터 끝까지 아낌 없는 지도를 해 주신 노병덕 교수님께 진심으로 감사드립니다. 부족한 저에게 실험과 논문에 대해 많은 가르침을 주신 박성호 교수님께도 깊이 감사드립니다. 또한 공사다망하신 와중에도 예리한 지적을 아끼지 않으신 김의성 교수님께도 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

치과의사로서의 지식뿐 아니라 인생에 대해 많은 가르침을 주신 이찬영 교수님, 때로는 엄하시면서도 인자하신 스승이신 이승중 교수님, 말씀보다 행동으로 저희의 모범이 되시는 정일영 교수님, 항상 묵묵히 지도해 주신 공형규 교수님, 늘 응원해 주시고 꼼꼼한 지적을 아끼지 않으신 박정원 교수님, 1년차 때부터 언제나 많은 가르침을 주시는 신수정 교수님께도 존경과 감사의 마음을 드리고 싶습니다.

또한 젊은 날의 소중한 시간을 함께 한 의국 동기들과 선후배들에게도 고마운 마음을 전하고 싶습니다.

끝으로 부족한 저를 항상 아낌없는 사랑으로 후원해주는 가족들에게 사랑과 감사의 마음을 전하며 이 논문을 바치고 싶습니다.

2008년 6월

저자 씀

차 례

그림 차례	ii
표 차례	ii
국문요약	iii
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	4
1. 연구 재료	4
2. 연구 방법	6
가. 치아 시편 제작	6
나. 미세인장결합강도 시험	9
III. 결과	11
IV. 고찰	15
V. 결론	19
참고 문헌	20
영문요약	26

그림 차례

Fig. 1. Schematic diagrams of the four groups of restoration that varied according to each C-value	7
Fig. 2. Schematic diagram of the specimen of experimental group	8
Fig. 3. Schematic diagram of the preparation of specimen for microtensile bond test	9
Fig. 4. Schematic diagram of the specimen for microtensile bond test	10
Fig. 5. Graph of the mean microtensile bond strength (MPa) of the Fantasista groups	13
Fig. 6. Graph of the mean microtensile bond strength (MPa) of the Ceram-X mono groups	14

표 차례

Table 1. Adhesive systems and composites used in this study	4
Table 2. Chemical compositions of the adhesive systems	5
Table 3. Bonding instructions of the adhesive systems	6
Table 4. Four groups of restoration that varied according to each C-value	7
Table 5. Mean microtensile bond strength (MPa) of the experimental groups	12

국문요약

와동의 형태가 상아질과 복합레진 사이의 미세인장결합강도에 미치는 영향

복합레진의 중합시에 접착계면에서 발생하는 수축 응력은 수복물의 접착면적과 비접착면적의 비율을 의미하는 Configuration factor, 즉 C-factor에 따라 그 정도가 달라지고, 복합레진의 접착력에 영향을 미친다고 알려져 있다. 본 실험에서는 동일한 깊이의 상아질에서 제 6세대의 self-etching system을 사용하여 C-factor가 상아질과 복합레진 사이의 미세인장결합강도에 미치는 영향을 관찰하고자 하였다.

우식이 없는 건전한 대구치 80개를 선정하여 와동의 바닥면적은 각각 16 mm^2 로 동일하게 하고 깊이를 조절하여 C-factor가 각각 0.25, 2, 3, 4인 4개의 군으로 나누었다. 각 군별로 총 20개의 치아를 할당하였으며 접착제와 복합레진의 조합에 따라 다시 4개의 소군에 치아 5개씩을 배정하였다. 상아질 접착제는 AQ Bond Plus 또는 XenoIII를 사용하였고, 복합레진은 Fantasia 또는 Ceram-X mono를 사용하였다. 교합면의 범랑질을 삭제하여 건전한 상아질 표면이 노출되도록 한 후, 바닥의 넓이가 16 mm^2 , 깊이가 3 mm인 와동을 형성하였다. 각 군별로 와동의 높이에 따라 교합면 상아질을 추가로 삭제하는 방법으로 와동을 형성하여, 상아질에 의한 변수를 제거하고자 하였다. 제조사의 지시대로 상아질 접착제를 도포한 후 60초간 광중합하였다. 치아 시편들을 24시간 동안 증류수에 보관 후 미세인장결합강도를 측정하기 위해 $1.0 \times 1.0 \text{ mm}^2$ 의 단면적을 가지는 복합레진-상아질 beam을 형성하였다. 절단된 시

편 중 각 치아의 중앙부의 시편 2~4개를 선택하여 Microtensile tester (Bisco, USA)를 이용하여 1 mm/min의 속도로 인장 응력을 가하여 파괴가 일어날 때의 응력을 미세인장결합강도로 하여 측정하였다.

One-way ANOVA와 Tukey test, 그리고 Pearson correlation test로 통계처리하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. XenoIII와 Ceram-X mono군에서는 C-factor 2군과 3군, C-factor 3군과 4군을 제외하고는 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 유의하게 감소했으나 ($p < 0.05$), AQ Bond Plus와 Fantasista군, AQ Bond Plus와 Ceram-X mono군, Xeno III와 Fantasista군에서 C-factor군간에 미세인장결합강도의 유의한 차이가 없었다.

2. C-factor 3군에서는 AQ Bond Plus와 Fantasista군이 XenoIII와 Ceram-X mono군에 비해 높은 결합력을 보였으나 ($p < 0.05$), C-factor 0.25군, 2군, 4군에서 4가지 접착제와 수복 레진의 조합 간에 유의한 차이가 없었다.

3. AQ Bond Plus와 Fantasista군, XenoIII와 Fantasista군에서 C-factor와 미세인장결합강도 사이에 일정한 상관관계를 발견할 수 없었고, AQ Bond Plus와 Ceram-X mono군, XenoIII와 Ceram-X mono군에서 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 감소하는 경향을 보였다 ($p < 0.05$).

본 실험의 제한적 상황에서 얻은 위와 같은 결론을 통해, 상아질의 깊이가 동일하고 6세대의 self-etching system을 사용하여 복합레진을 충전하는 경우 와동의 C-factor가 수복물의 미세인장결합강도에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

핵심되는 말: C-factor, 6세대 상아질 접착제, 미세인장결합강도, 수축 응력

와동의 형태가 상아질과 복합레진 사이의 미세인장결합강도에 미치는 영향

<지도교수 : 노 병 덕>

연세대학교 대학원 치의학과

김 에 미

I. 서 론

복합레진은 치아의 심미적, 보존적 수복을 위해 널리 사용되는 수복재로 지속적으로 물성이 개선되고 있지만, 단량체가 중합체로 변화하는 과정에서 필연적으로 발생하는 중합 수축은 상아질과 복합레진의 접착력을 감소시키는 주된 원인으로 지적되고 있다. 중합 수축에 의한 응력은 복합레진의 탄성계수, 중합율 및 와동의 형태, 즉 Cavity configuration factor에 따라 달라진다고 알려져 있다 (Davidson 등, 1984; Feilzer 등, 1987, 1993).

C-factor는 수복물이 와동 벽과 접촉되는 면, 즉 flow가 제한되는 면과 와동 벽과 접촉되지 않는 면, 즉 flow가 가능한 면의 비율로써, 접촉면적과 비접촉면적의 비율을 나타낸다. 중합의 초기 단계에 와동 벽과 접촉하지 않는 면이 flow에 의한 소성 변형을 일으키면서 응력을 감소시킬 수 있다 (Feilzer 등, 1993; Alster 등, 1997). 이를 유한요소분석법을 통해 검증한 결과 복합레진과 상아질의 계면에서 발생하는 응력이 C-factor와 직접 관련이 있으며, C-factor가 높을수록 중합 수축으로 인한 응력이 커져서 결합력이 낮아진다는 보고가 있었다 (Versluis 등, 1998).

복합레진과 상아질의 결합력을 측정하는 방법에 있어 Sano 등 (1994)이 작은 접촉 면적을 이용한 microtensile bond test를 통해 레진의 접착 강도를 일관성있게 얻을 수 있다고 발표한 이후부터 다수의 레진의 접착강도 실험에서 microtensile bond strength가 사용되었다 (Sano 등, 1994).

그러나, C-factor가 증가할수록 중합 수축에 의한 응력이 증가됨으로써 결합력이 낮아질 것이라는 Feilzer 등 (1987)의 주장에 대해 많은 연구가 행해져 왔으며, 와동의 크기, 상아질의 깊이, 복합레진의 물성, 상아질 접착제의 종류에 따라 다양한 결과가 보고되었다. Yoshigawa 등 (1994)은 상아질에 대한 결합강도에 cavity configuration과 와동의 깊이가 영향을 미칠 것이라는 가정하에 microtensile bond test를 시행한 결과 상아질의 깊이가 같을 때 C-factor가 증가할수록 결합 강도가 감소하였으나, self-etching system인 Clearfil Liner Bond II에서는 C-factor 1과 C-factor 3 사이에 통계학적 유의차가 없음을 보고하였다 (Yoshikawa 등, 1999). 또한, Mallmann 등 (2003)은 C-factor의 증가에 따른 Excite, Clearfil SE Bond의 미세인장결합강도를 비교한 결과,

C-factor의 증가가 total-etch adhesive system인 Excite에는 영향을 미쳤으나 self-etching system인 Clearfil SE Bond에서는 영향이 없었다고 하였다 (Mallmann 등, 2003).

위의 실험들은 주로 5세대 또는 그 이전의 상아질 접착제를 대상으로 microtensile bond test를 시행하였으며, C-factor의 변화가 microtensile bond strength에 끼치는 영향에 대해 6세대 상아질 접착제를 대상으로 한 실험은 드물다.

본 실험에서는 발치된 human teeth를 대상으로, 제 6세대의 self-etching system을 사용하여 동일한 깊이의 상아질에서, 와동의 형태가 수복물의 와동저에서 microtensile bond strength에 미치는 영향을 관찰하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 실험에 사용된 접착제와 복합레진은 Table 1과 같다. 2종류의 접착제에 각 2종류의 복합 레진을 적용하였다. Table 2에서는 접착제의 화학적 특성을, Table 3에서는 제조사에서 추천하는 접착제의 적용방법을 기술하였다.

Table 1. Adhesive systems and composites used in this study

Products	Batch No.	Manufacturer	pH	Composition
AQ Bond Plus	MT1	Sun Medical, Japan	2.5	1 bottle, 1 sponge
Fantasista	070221-4	Sun Medical, Japan		
XenoIII	606.67.293	DENTSPLY, Germany	1.4	2 bottles
Ceram-X mono	607.01.325	DENTSPLY, Germany		

Table 2. Chemical compositions of the adhesive systems

Adhesive system	Composition	
	Base	Sponge activators
AQ Bond Plus	acetone, water, 4-methacryloxyethyltrimellitate anhydrid, urethane dimethacrylate, monomethacrylate	p-toluensulfinic acid sodium salt, aromatic amine
	Liquid A	Liquid B
XenoIII	HEMA, purified water, ethanol, urethane dimethacrylate resin, butylated hydroxy toluene, highly dispersed silicon dioxide	phosphoric acid modified polymethacrylate resin, mono fluoro phosphazene modified methacrylate resin, urethane dimethacrylate resin, butylated hydroxy toluene, camphoroquinone, ethyl-4-dimethylaminobenzoate

Table 3. Bonding instructions of the adhesive systems

Adhesive system	Clinical procedure
AQ Bond Plus	Mix 1 or 2 drops of base with AQ sponge for 5 sec. Apply with the sponge and leave for 20 sec. Apply gentle air pressure for 5–10 sec. Apply strong air pressure for 5–10 sec. Cure for 10 sec.
XenoIII	Mix equal amounts of liquid A and B for 5 sec. Apply the mixture and leave for at least 20 sec. Apply gentle air pressure Cure for at least 10 sec.

2. 연구 방법

가. 치아 시편 제작

발치된 지 1달 이내의 충치가 없는 대구치 80개를 생리 식염수에 보관한 후 사용하였다. C-factor를 각각 0.25, 2, 3, 4로 하는 4개의 군을 두었으며, 바닥의 면적은 16 mm²로 동일하게 하였다. Table 4와 Fig. 1에 각 군별 와동의 형태를 기술하였다. 각 군별로 총 20개의 치아를 할당하였으며 접착제와 복합레진의 조합에 따라 다시 4개의 소군에 치아 5개씩을 배정하였다.

Table 4. Four groups of restoration that varied according to each C-value

C-factor	Width (mm)	Length (mm)	Height (mm)	Bonded surface area (mm ²)	Area of floor (mm ²)
0.25	4	4	3	16	16
2	4	4	1	32	16
3	4	4	2	48	16
4	4	4	3	64	16

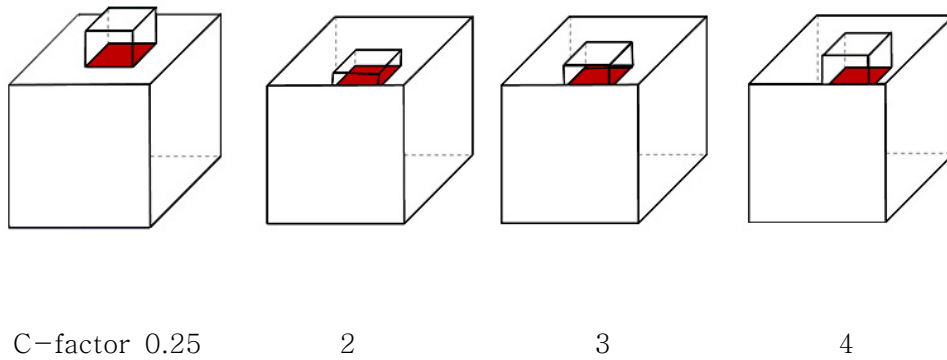


Fig. 1. Schematic diagrams of the four groups of restoration that varied according to each C-value

와동 형성은 주수 하에 고속 회전 다이아몬드 버를 사용하였다. 먼저 해당부위의 교합면의 법랑질을 삭제하여 건전한 상아질 표면이 노출되도록 한 후, 미리 제작해 둔 양형의 template를 이용하여, 바닥의 면적이 16 mm^2 , 깊이가 3 mm 인 와동을 형성하였다. 각 군별로 와동 높이에 따라 교합면 상아질을 추가로 삭제하는 방법으로 와동을 형성하여, 상아질의 깊이에 의한 변수를 제거하고자 하였다 (Fig. 2). 와동 형성 중 치수 노출이 육안으로 확인되는 치아는 제외하였다. 제조자의 지시대로 상아질 접착제를 도포하고 복합레진으로 충전한 후 60초간 광중합하였다.

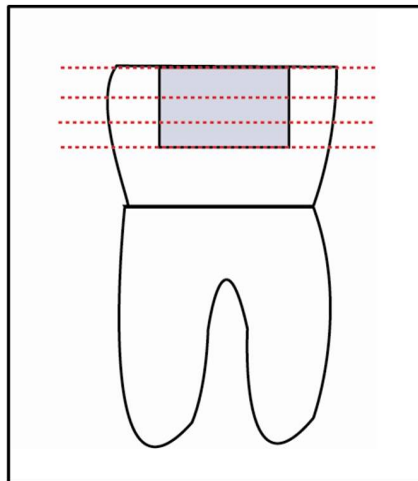


Fig. 2. Schematic diagram of the specimen of experimental group

나. 미세인장결합강도 시험

제작된 치아 시편들은 24시간 동안 증류수에 보관한 후 Low-speed diamond saw (Struers Minitom, DK-2610 Rodovre, Denmark)를 이용하여 주수 하에 교합-치은 방향으로 절단 후, 이를 다시 수직절단하여, $1.0 \times 1.0 \text{ mm}^2$ 의 단면적을 가지는 복합레진-상아질 beam을 형성하였다 (Fig. 3). 절단된 시편 중 각 치아의 중앙부의 시편 2~4개를 선택하여 각 실험군당 14개의 시편을 제작하여 측정하였으며 제작 도중 탈락된 시편은 제외하였다.

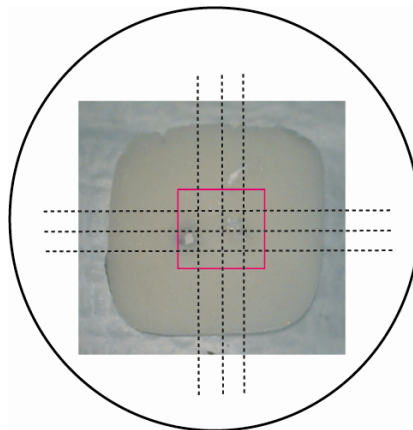


Fig. 3. Schematic diagram of the preparation of specimen for microtensile bond test

Beam으로 제작된 시편을 cyanoacrylate adhesive (Zapit, DVA, Lewis Ct. Corona, USA)를 이용하여 미세인장결합강도 측정용 zig에 부착한 후, Microtensile tester (Bisco, USA)를 이용하여 1 mm/min의 속도로 인장 응력을 가하여 파괴가 일어날 때의 응력을 미세인장결합강도로 하였다 (Fig. 4).

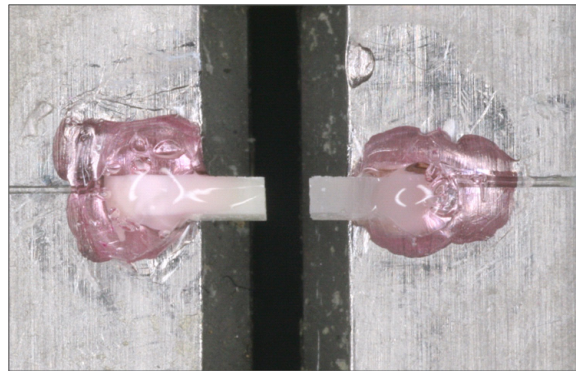


Fig. 4. Schematic diagram of the specimen for microtensile bond test

결과는 one-way ANOVA로 동일한 재료 내에서 C-factor군간의 차이 및 동일한 C-factor 상에서 재료간의 차이를 조사하고, Tukey test로 사후 검정하였다. Pearson-correlation test로 접착제와 결합레진에 따른 미세인장결합강도의 상관 관계를 분석하였다.

III. 결 과

C-factor군 사이의 결합강도의 차이를 보기 위해 사용된 재료에 따라 구분하여 one-way ANOVA로 검정한 결과 Xenolite와 Ceram-X mono군에서 유의한 차이를 보여 ($p < 0.05$), Tukey method로 사후 검정을 시행한 결과 C-factor 2군과 3군, C-factor 3군과 4군을 제외하고는 모든 C-factor군간에 유의할 만한 차이를 보였으나, AQ Bond Plus와 Fantasia군, AQ Bond Plus와 Ceram-X mono군, Xenolite와 Fantasia군에서는 C-factor군간에 미세인장결합강도의 유의한 차이가 없었다.

동일 C-factor군 내에서 재료에 따른 결합강도의 차이를 one-way ANOVA로 검정한 결과 C-factor 3군에서는 AQ Bond Plus와 Fantasia군이 Xenolite와 Ceram-X mono군에 비해 높은 결합력을 보였으나 ($p < 0.05$), C-factor 0.25군, 2군, 4군에서 4가지 접착제와 수복 레진의 조합 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

Pearson-correlation test를 사용하여 C-factor 및 재료와 미세인장결합강도의 상관 분석을 시행한 결과 AQ Bond Plus와 Fantasia군, Xenolite와 Fantasia군에서 C-factor와 미세인장결합강도 사이에 일정한 상관관계를 발견할 수 없었고, AQ Bond Plus와 Ceram-X mono군, Xenolite와 Ceram-X mono군에서 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 감소하는 경향을 보였다 ($p < 0.05$).

Table 5에서 C-factor군과 재료에 따른 미세인장결합강도의 평균값 및 표준편차를 정리하였다. Fig. 5에서는 수복제로 Fantasia를 사용한 경우의 미세인장결합강도의 평균값을 나타내었고, Fig. 6에서는 수복제로 Ceram-X mono를 사용한 경우의 미세인장결합강도의 평균값을 나타내었다.

Table 5. Mean microtensile bond strength (MPa) of the experimental groups

Adhesive system	Composite resin	C-factor			
		0.25	2	3	4
AQ Bond Plus	Fantasia	19.1±5.0	18.1±2.5	18.6±3.8 [†]	17.1±4.2
AQ Bond Plus	Ceram-X mono	19.2±6.1	17.4±5.1	15.1±3.7	14.9±4.2
XenoIII	Fantasia	19.1±3.4	17.7±4.6	17.5±3.8	16.5±5.6
XenoIII	Ceram-X mono	22.5±5.5 ^a	18.1±3.1 ^b	14.3±3.7 ^{b,c†}	13.8±3.5 ^c

Intergroup data designated with different superscript letters (a, b, c) are significantly different ($p < 0.05$; Tukey test). Intragroup data designated with same superscript symbol (†) are significantly different ($p < 0.05$; Tukey test).

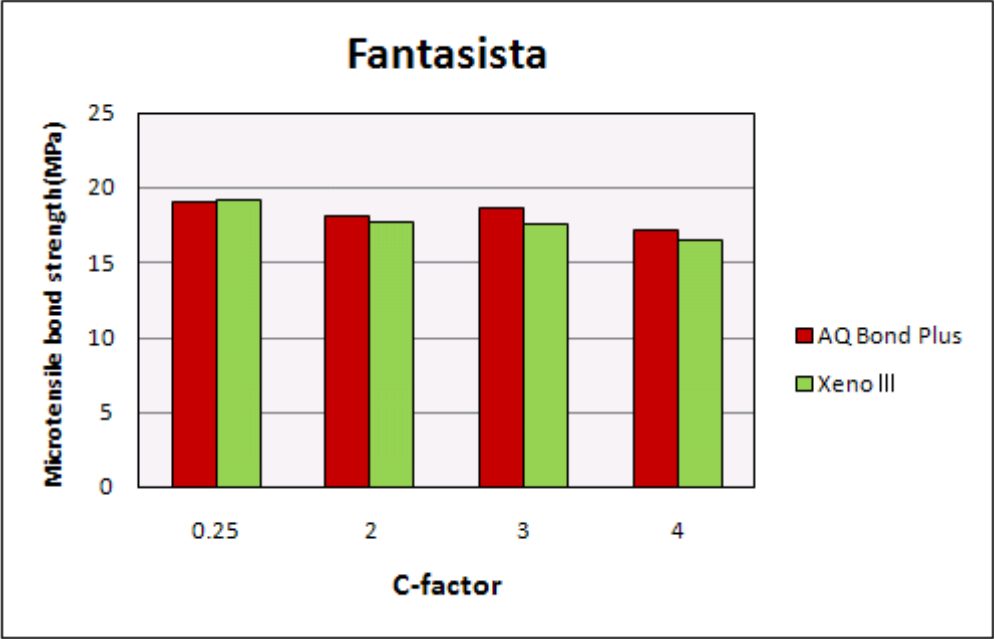


Fig. 5. Graph of the mean microtensile bond strength (MPa) of the Fantasista groups

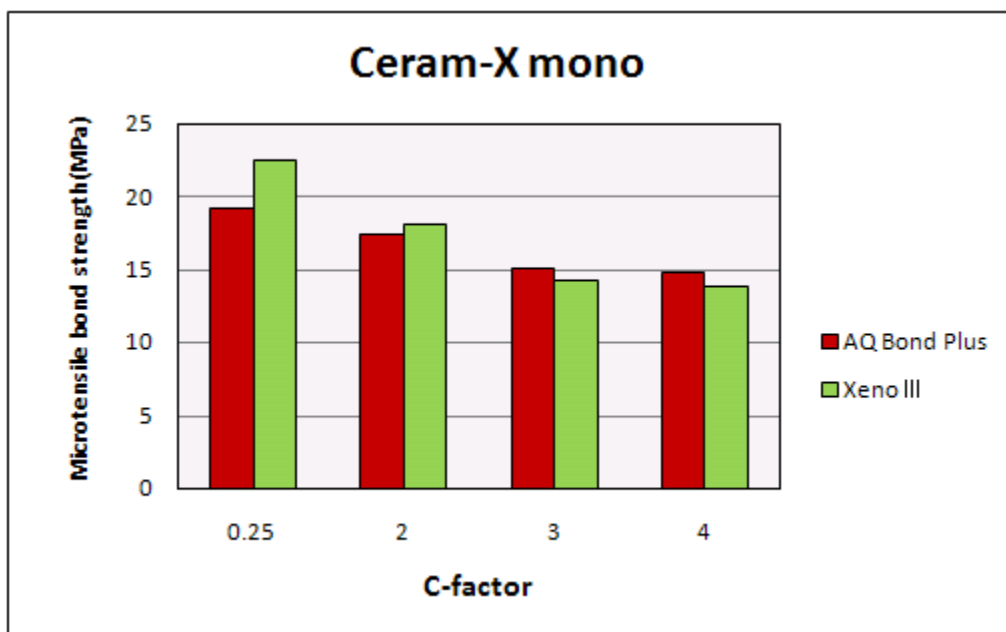


Fig. 6. Graph of the mean microtensile bond strength (MPa) of the Ceram-X mono groups

IV. 고찰

김 (2007)은 전체 접착면적을 약 36 mm^2 로 동일하게 하고, C-factor를 각각 0.2, 0.7, 1, 2.3, 4.9로 하는 5개의 군을 대상으로 수복물의 탈락력을 관찰한 바 있다. 미리 모양을 형성해 놓은 0.5 mm 직경의 스테인리스 스틸 와이어를 와동 내에 넣고 3차원적으로 치아장축에 평행하도록 레진을 충전한 후 만능 시험기 (Instron3366, Instron Inc., Massachusetts, USA)를 사용하여 인장력을 가하는 방법으로 수복물의 전체적인 유지력을 관찰하는 방법을 사용하였다. 그 결과 대조군인 C-factor 0.2군만 두드러지게 높은 접착 강도를 나타내었으며, 나머지 군간에는 유의차를 나타내지 않았다. 이에 대한 가설로 첫째로는 C-factor 0.2군이 표층 상아질로 이루어져 있다는 점을 들 수 있으며, 두 번째로는 인장력이 전체 접착 면적이 아닌 접착된 바닥면적의 크기에 의존했을 가능성을 들 수 있다 (김보경, 2007).

전체적인 탈락력을 관찰하는 경우 수복물에 치아 장축에 평행한 인장력을 가하게 되는데 이 때 tensile load와 동시에 와동의 벽면에서는 shear load가 함께 가해지게 되므로 엄밀한 의미에서 인장력이라고 볼 수 없으며 detachment force(탈락력)으로 이해해야 할 것이다. 또한 치아 장축에 평행한 힘을 가하지만 수복물 내면의 선각 부위에서 모멘트가 발생하고 접착계면 중 접착이 가장 취약한 지점에서부터 미세한 균열이 발생하고 성장하여 접착이 쉽게 깨지게 될 가능성이 있다. 그러므로 본 실험에서는 microtensile bond test를 이용하여, C-factor의 변화에 따른 미세인장결합강도의 차이를 알아보려고 했다. 김 (2007)의 가설에 대한 검증을 위해 모든 C-factor군에서 동일한 깊이의 상아질을 이용하도록 하였고, 모든 군에서 바닥의 면적을 동일하게 16 mm^2 로 하여 C-factor가 각각 다른 네 종류의 와동을 실험군으로 설정하였다.

또한 동일한 접착제에 다른 종류의 복합레진을 사용한 경우 C-factor의 변화에 미치는 영향을 알아 보고자 했다.

실험 결과 XenoIII와 Ceram-X mono군에서는 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 유의하게 감소하여 ($p < 0.05$), Tukey method로 사후 검정을 시행한 결과 C-factor 2군과 3군, C-factor 3군과 4군을 제외하고는 모든 군간에 유의할 만한 차이를 보였으나, 나머지 재료군에서 C-factor군간에 미세인장결합강도의 유의한 차이가 없었다. 동일 C-factor군 내에서 재료에 따른 결합강도의 차이를 one-way ANOVA로 검정한 결과 C-factor 3군에서는 AQ Bond Plus와 Fantasista군이 XenoIII와 Ceram-X mono군에 비해 높은 결합력을 보였고 ($p < 0.05$), C-factor 0.25군, 2군, 4군에서 4가지 접착제와 복합레진의 조합 간에 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. Pearson-correlation test를 사용하여 C-factor와 미세인장결합강도의 상관 분석을 시행한 결과 수복재로 Fantasista를 사용한 재료군에서 C-factor와 미세인장결합강도 사이에 일정한 상관관계를 발견할 수 없었고, Ceram-X mono를 사용한 군에서 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 감소하는 경향을 보였다 ($p < 0.05$).

Ceram-X mono를 사용한 군에서 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 감소한 이유에 대한 가설로는 사용된 복합레진의 물성의 차이를 들 수 있다. Choi 등 (2004)은 상대적으로 탄성계수가 높은 hybrid composite인 Clearfil AP-X군에서는 C-factor의 증가에 따라 미세인장결합강도가 감소하였으나, 탄성계수가 낮은 microhybrid composite인 Esthet-X군에서는 통계학적으로 차이가 없음을 보였다 (Choi 등, 2004). 제조사에서 주장하는 Fantasista의 탄성계수가 7.4 GPa인데 비해 Ceram-X mono는 8.5 GPa로 더 높으므로 C-factor가 증가했을 때 미세인장결합

강도가 감소했다고 생각할 수 있다. 또한, 두 가지 복합레진의 중합수축량의 차이가 영향을 미쳤을 가능성이 있다. Stefan 등 (2007)이 아르키메데스의 원리를 이용하여 복합레진의 중합수축량을 측정한 바 있다 (Stefan 등, 2007). 그의 실험방법을 참고하여 복합레진의 중합수축량을 측정한 결과 Fantasista의 중합수축량은 1.5%인데 비해 Ceram-X mono의 중합수축량은 2.4%였다. 그러므로, 중합수축에 의한 응력이 더 증가함으로써 C-factor의 증가에 따라 미세인장결합강도가 감소했다고 추측할 수 있다.

나머지 군에서 C-factor의 변화에 의해 통계학적으로 유의할 만한 결합력의 차이가 발생하지 않은 이유로는 self-etching system의 사용을 들 수 있다. Yoshigawa 등 (1999)은 상아질 깊이가 같을 때 self-etching system인 Clearfil Liner Bond II에서 C-factor 1과 C-factor 3 사이에 미세인장결합강도의 통계학적 유의차가 없음을 보였다 (Yoshikawa 등, 1999). 또한, Mallmann 등 (2003)은 C-factor의 증가에 따른 Excite, Clearfil SE Bond의 미세인장결합강도를 비교한 결과, C-factor의 증가가 total-etch adhesive system인 Excite에는 영향을 미쳤으나 self-etching system인 Clearfil SE Bond에는 영향이 없었다고 하였다 (Mallmann 등, 2003).

1987년 Feilzer가 Cavity configuration factor의 개념을 도입한 이래, cavity configuration factor가 증가할수록 접착 계면에 해소되지 못한 수축 응력이 집중되어 접착을 방해할 것이라는 가설이 있었다. 그러나 이후 접착제와 복합레진의 상당한 물성의 개선이 있었으므로, 이와 같은 개념은 재조명되어야 한다. 최근 5세대 self-etching system을 사용한 경우 C-factor의 변화에도 접착력의 큰 변화가 없다는 실험결과가 다수 있었으며 (Yoshikawa 등, 1999; Mallmann 등,

2003), 본 실험의 결과에 따르면 상아질의 깊이가 동일하고 제 6세대의 self-etching system을 사용하여 복합레진을 충전하는 경우 와동의 C-factor가 수복물의 미세인장결합강도에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

V. 결 론

동일한 깊이의 상아질에서 C-factor를 변화시켰을 때 상아질과 복합레진 사이의 미세인장결합강도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Xenolite와 Ceram-X mono군에서는 C-factor 2군과 3군, C-factor 3군과 4군을 제외하고는 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 유의하게 감소했으나 ($p < 0.05$), AQ Bond Plus와 Fantasista군, AQ Bond Plus와 Ceram-X mono군, Xenolite와 Fantasista군에서 C-factor군간에 미세인장결합강도의 유의한 차이가 없었다.

2. C-factor 3군에서는 AQ Bond Plus와 Fantasista군이 Xenolite와 Ceram-X mono군에 비해 높은 결합력을 보였으나 ($p < 0.05$), C-factor 0.25군, 2군, 4군에서 4가지 접착제와 수복 레진의 조합 간에 유의한 차이가 없었다.

3. AQ Bond Plus와 Fantasista군, Xenolite와 Fantasista군에서 C-factor와 미세인장결합강도 사이에 일정한 상관관계를 발견할 수 없었고, AQ Bond Plus와 Ceram-X mono군, Xenolite와 Ceram-X mono군에서 C-factor가 증가할수록 미세인장결합강도가 감소하는 경향을 보였다 ($p < 0.05$).

본 실험의 제한적 상황에서 얻은 위와 같은 결론을 통해, 상아질의 깊이가 동일한 경우 와동 내에 6세대의 self-etching system을 사용하여 복합레진을 충전하는 경우 와동의 C-factor가 수복물의 미세인장결합강도에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

참고 문헌

김보경: 와동의 형태가 상아질과 복합레진 사이의 결합력에 미치는 영향. 석사 학위 논문, 연세대학교 대학원, 서울, 2007.

Alster D, Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL: Polymerization contraction stress in thin resin composite layers as a function of layer thickness. *Dent Mater* 13: 146-50, 1997.

Burrow MF, Takakura H, Nakajima M, Inai N, Tagami J, Takatsu T: The influence of age and depth of dentin on bonding. *Dent Mater* 10: 241-6, 1994.

Choi KK, Ferracane JL, Ryu GJ, Choi SM, Lee MJ, Park SJ: Effects of cavity configuration on composite restoration. *Oper Dent* 29: 462-9, 2004.

Davidson CL, de Gee AJ: Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 63: 146-8, 1984

Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL: Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 66: 1636-9, 1987.

Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL: Setting stresses in composites for two different curing modes. *Dent Mater* 9: 2-5, 1993.

Frankenberger R, Perdigao J, Rosa BT, Lopes M: "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives: a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater* 17: 373-80, 2001.

Gregoire G, Millas A: Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH. *Oper Dent* 30: 481-91, 2005.

Inoue T, Takahashi H, Nishimura F: Anisotropy of tensile strengths of bovine dentin regarding dentinal tubule orientation and location. *Dent Mater* 21: 32-43, 2002.

Kemp-Scholte CM, Davidson CL: Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res* 69: 1240-3, 1990.

Kishikawa R, Koiwa A, Chikawa H, Cho E, Inai N, Tagami J: Effect of cavity form on adhesion to cavity floor. *Am J Dent* 18: 311-4, 2005.

Mallmann A, Soares FZM, Placido E, Ferrari M, Cardoso PEC: Microtensile dentin bond strength of self-etching and single-bottle adhesive systems in different cavity configurations. *J Adhes Dent* 5: 121-7, 2003.

Nakabayashi N, Pashley DH: Hybridization of dental hard tissues. *Tokyo: Quintessence*: 54-56, 1998.

Nakajima M, Kanemura N, Pereira PN, Tagami J, Pashley DH: Comparative microtensile bond strength and SEM analysis of bonding to wet and dry dentin. *Am J Dent* 13: 324-8, 2000.

Perinka L, Sano H, Hosoda H: Dentin thickness, hardness and Ca-concentration vs. bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater* 8: 229-33, 1992.

Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ: The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J Dent* 27: 265-74, 1999.

Prati C, Pashley DH: Dentin wetness, permeability and thickness and bond strength of adhesive systems. *Am J Dent* 5: 33-8, 1992.

Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff R, Accorinte M, Loguercio AD: Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent* 33: 549-59, 2005.

Ruttermann S, Kruger S, Raab WH, Janda R: Polymerization shrinkage and hygroscopic expansion of contemporary posterior resin-based filling materials - a comparative study. *J Dent* 35: 806-13, 2007.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH: Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength - Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 10: 236-40, 1994.

Schüpbach P, Krejci I, Felix L: Dentin bonding: Effect of tubule orientation on hybrid-layer formation. *Eur J Oral Sci* 105: 344-52, 1997.

Suzuki T, Finger WJ: Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. *Dent Mater* 4: 379-83, 1988.

Tagami J, Tao L, Pashley DH: Correlation among dentin depth, permeability and bond strength of adhesive resins, *Dent Mater* 6: 45–50, 1990.

Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SHY: Relation between water content in acetone/alcohol based primer and interfacial ultrastructure. *J Dent* 26: 147–56, 1998.

Van Meerbeek, Willems G, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G: Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J Dent Res* 72: 1434–42, 1993.

Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH: Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res*. 77: 1435–45, 1998.

Walshaw PR, Tam LE, McComb D: Bond failure at dentin-composite interfaces with 'single-bottle' adhesives. *J Dent* 31: 117–25, 2003.

Wang Y, Spencer P: Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res* 82: 141–5, 2003.

Wattanawongpitak N, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J: The effect of bonding system and composite type on adaptation of different C-factor restorations. *Dent Mater* 25: 45–50, 2006.

Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH: Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 78: 898–905, 1999.

Abstract

The influence of cavity configuration on the microtensile bond strength between composite resin and dentin

Yemi Kim

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor *Byoung-Duck Roh*, D.D.S., M.S.D., Ph.D)

The configuration(C) factor, which is the ratio of the bonded surface area to the unbonded surface area, is known to influence the contraction stress that develops on the tooth-adhesive interface during the polymerization of a composite resin. In addition, the C-factor also influences the bond strength of the composite resin. This study was conducted to evaluate the influence of the C-factor on the bond strength of a 6th generation self-etching system by measuring the microtensile bond strength of four types of restorations classified by different C-factors with an identical depth of dentin.

Eighty non-carious human molars were divided into four experimental groups, each of which had a C-factor of 0.25, 2, 3 or 4. Each group was then

further divided into four subgroups based on the adhesive and composite resin used. All samples had a floor area of 16 mm².

The occlusal enamel was ground to expose a flat dentin surface. Next, the cavities of 4 mm x 4 mm x 3 mm were prepared. The cavities in each C-factor group were then subjected to an additional grinding of dentin to rule out any effect due to the depth of dentin. The adhesive systems were then applied and light-cured according to the manufacturer's instructions, after which the cavity was restored using composite resin and then light-cured for 60s. The teeth were then restored using AQ Bond Plus and Ceram-X mono, AQ Bond Plus and Fantasista, XenoIII and Ceram-X mono, XenoIII and Fantasista. The teeth were then stored in distilled water for 24hours, after which they were sectioned using a diamond disk to give stick-shaped specimens with a bonded surface area of 1.0 mm². The specimens were then submitted to a microtensile bond test at a crosshead speed of 1.0 mm/min.

The results were then analyzed using one-way ANOVA, a Tukey's test, and a Pearson's correlation test.

1. There were no significant differences observed between the C-factor groups in the AQ Bond Plus and Fantasista groups, the AQ Bond Plus and Ceram-X mono groups, or the XenoIII and Fantasista groups. However there was a significant difference between the C-factor groups in the XenoIII and

Ceram-X mono groups with the exception of groups with C-factor 2 and 3 and those with C-factor 3 and 4 ($p < 0.05$).

2. There was no significant difference between any of the adhesives and composite resins in groups with C-factor 0.25, 2 and 4. However, the AQ Bond Plus and Fantasista groups were found to have a significantly higher bond strength than the XenioIII and Ceram-X mono groups in groups with C-factor 3 and 4 ($p < 0.05$).

3. There was no correlation between the change in C-factor and microtensile bond strength in the AQ Bond Plus and Fantasista groups, or the XenioIII and Ceram-X mono groups, However, there was a negative correlation between the change in C-factor and the microtensile bond strength in the AQ Bond Plus and Ceram-X mono groups, and the XenioIII and Ceram-X mono groups ($p < 0.05$).

Within the limits of this study, it is concluded that the C-factor of cavities does not have a significant effect on the microtensile bond strength of the restorations when cavities of the same depth of dentin are restored using composite resin in conjunction with the 6th generation self-etching system.

Key Word: C-factor, 6th generation dentin bonding agent, microtensile bond strength, contraction stress