

아르곤 레이저의 조사시간에 따른 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 상아질에 대한 전단결합강도에 관한 연구

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

조영린 · 황호길 · 조영곤 · 오행진

Abstract

A STUDY ON THE SHAR BOND STRENGTH OF LIGHT-CURED GLASS IONOMER CEMENTS TO DENTIN ACCORDING TO CURING TIME INDUCED BY ARGON LASER

Young-Lin Cho, Ho-Keel Hwang, Young-Gon Cho, Haeng-Jin Oh

*Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Chosun University*

The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength of light-cured glass ionomer cements to dentin surface according to curing time induced by argon laser.

In this study, 160 extracted human molars with sound crown were used. The dentin surface of these teeth were exposed with high speed diamond bur under water spray and polished with 120, 320, 400, 800, 1200 grits sand paper.

160 extracted human molars were randomly assigned into four groups(control, experimental 1, 2 & 3) with 40 teeth each. Control group used a visible light curing unit, XL 1000(3M Co., U.S.A) and experimental groups used argon laser(SPECTRUM™). And then each group subdivided into two groups(A, B) according to filling materials. Subdivided A group used Fuji II LC(GC Co., Japan), B group used Vitremer(3M Co., U.S.A).

The curing units and curing time of each group were as follows :

- Control group : visible light, 40 seconds
- Experimental group 1 : argon laser, 10 seconds
- Experimental group 2 : argon laser, 20 seconds
- Experimental group 3 : argon laser, 30 seconds

The glass ionomer cements were bonded to dentin surface of each specimen. The specimens were stored in 100% relative humidity at 37°C for 7days. And then, the shear bond strength were measured by universal testing machine(Shimatzu Co. Japan) at crosshead

speed of 5mm/min and 100kg in full scale and analyzed statistically.

The following results were obtained :

1. Experimental group 2-A showed the highest shear bond strength with 9.87 ± 1.24 kgf and control group B showed the lowest shear bond strength with 4.08 ± 0.78 kgf ($P < 0.01$).
2. The Fuji II LC showed higher shear bond strength with 9.49 ± 1.24 kgf than that of the Vitremer with 4.23 ± 1.24 kgf. There was significant difference between Fuji II LC and Vitremer ($p < 0.01$).
3. There was no significant differences among experimental groups according to curing time induced by argon laser.
4. There was no significant differences between control group and experimental groups according to curing units.

I. 서 론

최근 환자의 심미적 욕구의 증가로 치아의 경조직 손상을 수복하는 데 있어 기능적인 회복 뿐만 아니라 심미적인 면을 동시에 충족시키는 것은 매우 중요하다. 이로인해 심미성 재료의 개발과 임상적 적용에 많은 관심을 갖게 되었고, 현재 치과임상에서 널리 사용되고 있는 광중합형 심미수복재료는 복합레진과 글래스 아이오노머 시멘트 등이 있다.

1955년 Buonocore¹⁷⁾에 의해 법랑질의 산부식법이 소개되고, 1962년 Bowen¹⁶⁾에 의해 복합레진이 소개된 이래로, 복합레진은 법랑질에서 기계적 유지력이 증가되어 외상등으로 인한 파절치와 전치부 우식의 수복시 심미성이 향상되었고 약화된 치질의 강도가 강화되는 등의 장점이 있으나, 중합시 발생하는 중합수축으로 변연누출과 이로인한 이차우식의 발생, 술후 지각과민 등 많은 문제점들이 나타났으며, 특히 상아질에서는 삭제후 도말층의 형성과 와동의 깊이에 따른 상아세관의 구조적 변화²⁶⁾ 및 습기방지의 어려움 등으로 인해 법랑질에 비해 복합레진의 접착에 많은 문제점을 안고 있다.

한편, 1972년 Wilson과 Kent⁴⁷⁾에 의하여 개발된 글래스 아이오노머 시멘트는 복합레진에 비해 비교적 근래에 개발된 재료이지만 치질에 화학적 결합을 하며 열팽창계수가 치질과 유

사하여 우수한 변연접합성을 보이고 낮은 온도전달계수로 인해 치수와의 생물학적 친화성이 뛰어나고 술후 민감성이 감소되며 지속적으로 불소이온을 유리하여 이차우식증의 예방 효과^{1,6,7,9,25)}를 나타내는 등의 장점을 지닌 반면, 마모 저항성 및 압축강도와 인장강도가 낮아 파절되기 쉽고 표면 균열 등으로 인해 심미성이 떨어지며 느린 경화로 인한 수분 오염의 가능성^{11,34)} 등의 단점을 가지고 있다.

이에, Mathis등^{34,35)}에 의해 기존의 자가중합형 글래스 아이오노머 시멘트에 광중합형 레진액을 첨가하여 광중합형 복합레진의 장점을 겸비한 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 가능성이 제시된 이래, 최근에 개발된 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트는 기존의 화학중합형 글래스 아이오노머 시멘트에 비해 치질이나 복합레진에 대한 결합력이 높고, 조작시간이 상대적으로 길며, 경화시간을 짧게 조절할 수 있어 수분 접촉의 기회를 줄일 수 있고 충전후 바로 최대강도에 도달하여 표층의 산도가 훨씬 낮아져서 경화도중에 생기는 산에 의한 치수 손상의 우려가 감소되었으며^{19,29,31,48)}, 시술시간의 절감 및 강화된 물리적 특성을 갖는 등^{34,46)}의 장점이 있어 충전용, 이장용, 치면열구전색용, 코아 축성용 등으로 현재 임상에서 유용하게 사용되고 있다^{1,2,3,31)}.

한편, 중합방법도 자가중합으로부터 자외선 중합, 가시광선 중합 등으로 발전되었으며 Bar-

ghi등¹²⁾은 광중합형 심미 수복재의 최적의 중합을 위해서는 적절한 파장(400-520nm)과 중합시간이 필수적이라고 하였으며, 치과의원에서 이용하는 209개의 텅스텐-할로겐 전구를 사용하는 광조사기의 출력을 시험한 결과 약 45%에서 기준치 400 mW 보다 낮은 300 mW를 나타내었고, 이중 30%가 중합을 시행하기에 부적절한 200 mW로 나타났으며 대부분의 치과의사가 광조사기의 텅스텐-할로겐 전구를 전혀 교체하지 않는 것으로 조사되었다. 또한 광조사기에서 나오는 가시광선의 파장이나 광도는 와동의 크기와 위치, 복합레진의 두께, 색조 등의 여러 요인에 의해 감소될 수 있다고 하였다.^{8, 10)}

이러한 결과로 수복물의 물리적 성질을 향상시키고 보다 완벽한 중합을 위해서 얇은 두께로 여러번 충전하는 적층충전의 방법이 추천되었지만 중합시간이 오래 걸리고 행동조절이 어려운 환자나 특히 수분에 민감한 글래스 아이오노머 시멘트를 중합하는 데 있어서는 많은 단점이 있다.^{8, 15)}

이에, Albert Einstein²³⁾이 레이저에 대한 기본 원리를 기술한 이후, 최근 치과영역에서도 레이저가 도입되어 심미 수복재의 중합, 지각 파민의 처치, 치아우식의 탐지, 근관치료, 치은 절제술 및 치은 성형술 등에 다양하게 응용되고 있다. 또한 활성 매체에 따라 CO₂, Argon, He-Ne과 같은 기체를 이용하는 기체 레이저와 Ruby, Nd : YAG와 같은 고체 레이저 외에 액체, 반도체 등의 레이저가 있다.³⁸⁾

이중 1962년에 처음 개발된 아르곤 레이저는 아르곤 가스를 매체로 사용하며, 488nm와 514.5nm의 청녹색의 가시광선 파장을 방출하여 잘 휘어지는 silica-quartz 섬유를 통해 구강내 어느 부위에도 적용이 용이하고, hemoglobin과 같은 빨간색에 잘 흡수되어 현재 치과 분야에서는 구강 점막이나 치은 조직의 절단, 응고 등에 효과적으로 사용되며, 과증식된 치은 조직의 절제 등 연조직 질환의 치료 뿐만 아니라, 최근에는 복합레진이나 글래스 아이오노머 시멘트의 광중합에 많이 응용되고 있다.^{39, 40)}

또한, 광중합에 사용되는 광조사기의 빛은

400-520nm범위의 여러파장이 모인 빛으로서 응집성이 없어 램프에서 나오는 즉시 퍼지며 투과성이 낮은 반면, 아르곤 레이저는 단색성(mono chromaticity)이며 고도의 규칙적인 에너지를 가지는 동시에 작은 크기의 beam size로 만들수 있어 보통 광원의 여러가지 단점을 보완할 수 있다는 연구가 최근에 이루어지고 있다.^{13, 14, 15, 30, 42)}

이러한 이상적인 심미성 수복재료의 개발과 효과적인 중합을 위한 많은 연구 노력에도 불구하고 중합시 수축 등으로 인해 치수 자극과 지각파민, 변연누출, 이차우식의 발생 및 변색 등 많은 문제점들이 남아 있는 상태이다.^{4, 5, 20, 32, 41)}

이에 저자는 임상에서 많은 장점을 갖고 사용되고 있는 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트를 Argon Laser로 중합시 기존의 가시광선 중합시와 상아질과의 전단 결합강도를 조사시간에 따라 비교 연구하여 이의 임상적 유용성을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험 재료

상, 하악 대구치 160개를 실험대상치아로 사용하였다. 수복재료는 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji II LC(GC Co. Japan)와 Vitremer(3M Co. U.S.A)를 사용하였다.

이들의 중합에 사용된 광조사기로는 가시광선 중합기인 XL 1000(3M Co. U.S.A)과 아르곤 레이저(SPECTRUM™)를 이용하였다.

2. 실험 방법

상, 하악 대구치 160개를 발거한 직후 치면에 부착된 연조직, 치석, 착색 및 이물질 등은 초음파 치석제거기와 큐렛(curette)을 이용하여 제거한 후 0.9% 생리식염수에 보관하였다. 고속의 다이아몬드 바를 이용하여 각 치관의 협면 또는 설면의 상아질이 노출되도록 편평하게 삭제하고 평활면을 얻기 위하여 sand paper를 순차적으로 120, 320, 400, 800, 1200grits까지 사용하여 연마하였다. 연마가 완성된 치아는

Table 1. Group classification according to filling materials, curing units and curing time

group	specimens	material	curing unit	curing time (sec)
Control	A	Fuji II LC	XL 100	40
	B	Vitremer		
Experimental 1	A	Fuji II LC	Argon Laser	10
	B	Vitremer		
Experimental 2	A	Fuji II LC	Argon Laser	20
	B	Vitremer		
Experimental 3	A	Fuji II LC	Argon Laser	30
	B	Vitremer		

직경 14mm, 높이 25mm의 원주형 mold내에 치과용 경석고를 부어 치관부가 노출되도록 치아를 식립하였다.

160개의 치아는 상아질 표면처리와 광중합에 앞서 무작위로 20개씩 Table 1과 같이 8개군으로 분류하였다.

제조회사의 지시에 따라 Fuji II LC를 사용한 A군은 10% polyacrylic acid가 주성분인 Dentin Conditioner를 면구에 묻혀서 20초간 문지르는 동작(scrub)으로 적용한 후 수세 및 건조하여 사용하였고, Vitremer를 사용한 B군은 HEMA (hydroxyethyl methacrylate)가 주성분인 Primer를 30초간 도포하여 건조시킨 후 가시광선 조사기를 사용한군은 20초간, 아르곤 레이저를 사용한 군은 5초간 광조사를 시행하였다.

직경 4mm, 깊이 3mm의 구멍이 뚫린 분리 가능한 silicone rubber mold를 제작한 다음, 표면처리된 평활면에 위치시키고 제조회사의 지시에 따라 글래스 아이오노머 시멘트를 혼합하여 충전한 후 광중합하였다.

광중합시 광조사 시간은 XL 1000을 사용한 대조군의 경우 광조사구를 시편의 표면과 최대한 근접시켜 40초간 광조사 하였으며, 아르곤 레이저를 이용한 실험 1, 2, 3군의 경우 600 mm의 직경을 가진 fiber를 이용하여 시편의 직경과 같은 beam size를 만들어 주기 위해 10 mm 떨어진 위치에서 각각 0.5 W 출력으로 10 초, 20초, 30초간 조사하였다(Table 1).

광중합을 시행한 후 분리가 가능한 silicone rubber mold를 제거하고 제작된 모든 시편은 37°C,

100% 습도가 유지되는 항온기(HanBack Scientific Co. Korea)에 1주일간 보관하였다.

전단결합강도의 측정을 위해 만능재료 시험기 (AGS-100A, Shimadzu, Japan)에 제작된 시편을 위치시킨 후, 100kg의 load cell을 이용하여 분당 5mm cross head speed로 하중을 가해 치면에서 수복재가 분리되는 순간의 전단결합강도를 측정하였다. 측정값의 통계처리는 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였고 Duncan's multiple range test로 사후검정을 실시하였다.

III. 실험성적

만능재료 시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정한 결과, Fuji II LC를 Argon Laser로 20초 조사한 실험 2군 A에서 9.87 ± 1.24 kgf로 가장 높은 전단결합강도를 나타내었고, Vitremer를 가시광선으로 40초 조사한 대조군 B에서 4.08 ± 0.78 kgf로 가장 낮게 나타났으며, 두 군간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$) (Table 2, fig 1).

수복재료에 따른 전단결합강도의 비교에서는 Fuji II LC로 충전시 9.49 ± 1.61 kgf로 나타났고, Vitremer로 충전시 4.23 ± 0.91 kgf로 나타났으며 이들 재료간에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$) (Table 3, Fig 2).

실험 군중 동일재료간의 레이저 조사시간에 따른 전단결합강도의 비교시 각 군간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며, 광중합 기

Table 2. Shear bond strength(kgf) of each group

Group		specimens	Mean	SD
Control	A	20	8.99	1.81
	B	20	4.08	0.78
Experimental 1	A	20	9.46	1.91
	B	20	4.35	1.19
Experimental 2	A	20	9.87	1.24
	B	20	4.24	0.87
Experimental 3	A	20	9.63	1.38
	B	20	4.23	0.79

p<0.01

*Statistically significant

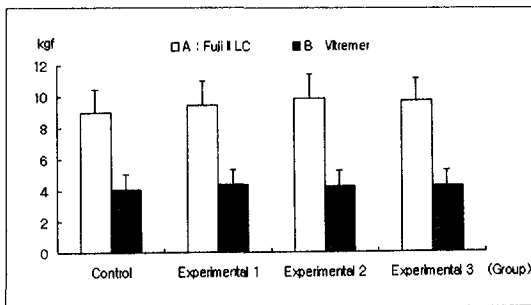


Fig. 1. Shear bond strength(kgf) of each group

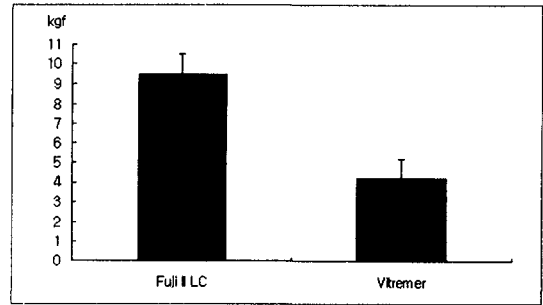


Fig. 2. Shear bond strength(kgf) according to filling materials

Table 3. Shear bond strength(kgf) according to filling materials

Material	Specimens	Mean	SD
Fuji II LC	80	9.49	1.61
Vitremer	80	4.23	0.91

p<0.01

*Statistically significant

Table 4. Shear bond strength(kgf) according to curing time

Group	Specimens	Mean	SD
Control	40	6.54	2.76
Experimental 1	40	6.90	3.03
Experimental 2	40	7.01	3.10
Experimental 3	40	6.93	2.96

기에 따른 동일재료간의 전단결합강도 비교시 아르곤 레이저로 20초 조사한 실험 2군에서 가장 높은 전단결합강도를 나타내고 가시광선 조사기로 40초간 조사한 대조군에서 가장 낮게

나타났으나 대조군과 실험1, 2, 3군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4, Fig 3).

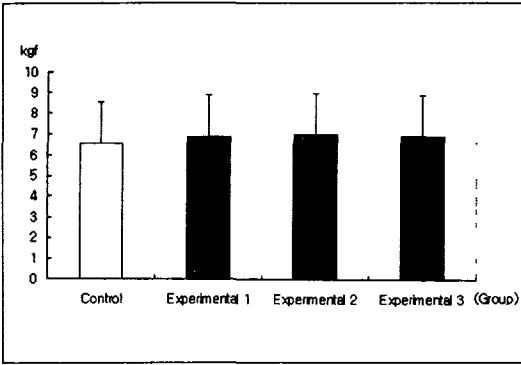


Fig. 3. Shear bond strength(kgf) according to curing time

IV. 총괄 및 고안

치과환자들의 심미적 요구도의 증가와 사회적, 경제적 생활 여건의 향상으로 치아 경조직 질환의 심미수복은 치과의사들의 큰 관심사이며, 이에 따른 심미수복재의 개발과 물성향상이 이루어지고 있다. 현재 치과영역에서 많이 사용되고 있는 심미 수복재로는 복합레진과 글래스 아이오노머 시멘트, 세라믹 등을 들 수 있다.

1972년 Wilson과 Kent⁴⁷⁾에 의하여 개발된 글래스 아이오노머 시멘트는 범랑질, 상아질 및 백악질 모두에 화학적인 결합을 하며 열팽창계수가 치질과 유사하여 우수한 변연접합성을 보이며 치수와 생물학적 친화성을 갖고 지속적으로 불소이온을 유리하여 항우식 효과가 있다²⁸⁾는 장점을 가진 반면, 마모저항성 및 압축강도와 인장강도가 낮고 심미성이 떨어지며 습기와 탈수에 매우 민감하다^{1,11)}는 단점을 가지고 있다.

이와같은 화학중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 단점을 보완하기 위해 Mathis와 Ferracane³⁰⁾은 실험적으로 87%의 글래스 아이오노머 시멘트액에 13%의 광중합 레진액을 첨가하여 혼합액(hybrid liquid)을 제작하고 화학중합형 글래스 아이오노머 시멘트 분말과 혼합한 후, 전통적인 화학중합형 글래스 아이오노머 시멘트와 비교시 물리적 성질, 용해도, 수분 민감성, 취성 그리고 표면균열 등이 개선되었다^{18,31)}.

³⁴⁾고 보고한 이래, 1992년에 Croll²¹⁾에 의해 80%의 글래스 아이오노머 시멘트와 20%의 광중합 레진의 혼합물로 구성되어 있는 이중중합형의 수복용 글래스 아이오노머 시멘트가 소개되어 치경부 수복은 물론 치근면 우식의 증진, 와동의 이장, 수복물의 접착, 치면열구 전색, 치관부 코아 축조용 등으로 유용하게 사용되고 있다^{1, 2, 3, 24, 31)}.

한편, 광중합형 심미 수복재가 개발되면서 보다 효율적으로 광중합을 시킬 수 있는 각종 광중합 기기가 개발되어 왔는데 광중합에 사용되는 가시광선은 400-520 nm범위의 여러파장이 모인 빛으로서 응집성이 없어 램프에서 나오는 즉시 퍼지며 투과성이 낮은¹²⁾ 반면, 아르곤 레이저는 단색파장과 규칙적인 에너지를 제공하는 특성^{8, 10, 33)} 등으로 레진의 중합에 응용되기 시작하였고, Blankenau등¹⁵⁾의 연구에서 아르곤 레이저를 사용한 경우 통상적인 가시광선 중합시 보다 수복재료의 물리적 성질이 증진된다고 보고하였다. 또한 아르곤 레이저는 수복치학에서 다양하게 응용되는데, 최초의 사용은 우식탐지를 위해 치아를 조명하는 목적으로 사용^{2, 40)}되었으며 1980년대 초부터 복합레진의 광중합에 중점을 둔 연구가 계속되어 최근에는 우식예방과 치면열구전색재의 중합시에 이용¹⁵⁾되고 있고 이외에도 심미 수복학 영역에서 광중합 레진의 중합 및 지각파민 처치에 사용^{27, 40)}되고 있다.

그러나 현재까지 레이저 조사시 발생하는 광중합형 심미수복재의 중합수축에 대한 명확한 검증이 이루어져 있지 않고, 또한 레이저 조사시 표면에 발생하는 에너지가 치수 및 경조직에 미치는 영향과 수복재의 물성을 최대도로 증가시킬 수 있는 최적의 출력과 조사시간에 대한 연구가 필요한 상태이다.

이에 저자는 현재 치과영역에서 유용하게 사용되고 있는 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트를 아르곤 레이저를 이용하여 중합하고 기존의 가시광선 중합시와 상아질과의 전단결합강도를 비교하여 아르곤 레이저의 사용시 적절한 조사시간을 알아보고자 본 실험을 고안하였다.

대부분의 수복재의 임상적 성공은 치질에 대한 접착력과 변연누출 정도에 의해 좌우 되는데, 치질과 수복물 간의 미세누출은 슬루 파민증과 세균 및 이물질의 침투, 이차우식증 그리고 치수병변등을 일으키게 되어 수복물의 탈락 등 실패를 초래하게 된다^{4,5,20,32,41}.

한편, 전단결합강도는 수복물이 구강내에서 일어날 수 있는 축방력에 대항하는 힘을 측정하는 것으로써 수복물의 유지에 중요한 지표가 될 수 있다. Blankenau 등¹⁴은 충전후 시간 경과에 따른 간접인장강도를 비교한 실험에서 2개의 복합레진군 모두에서, 레이저에 의한 중합시 가시광선에 비해 초기(1-10시간)의 중합도에서 훨씬 우수했으나, 이 양상은 시간이 경과할수록 사라져 20일 경과시 거의 유사한 결과를 보였다고 하였다. 이와같이 중합에 의한 물성의 차이가 시간 경과와 밀접한 관계가 있으며 상당히 유동적이므로 결과 분석시 비교적 짧은 기간 동안의 관찰에 의한 재료간의 우수성 평가는 약간의 문제가 있다고 하였다. 반면 초기의 중합과정에서 높은 강도를 유지하는 것은 임상적으로 수복후 곧바로 이루어지는 최종 연마 과정에서 발생할 수 있는 재료의 물성 변화를 방지할 수 있다는 의미를 지닌다고 하였다.

본 실험에서도 Fuji II LC를 아르곤 레이저로 20초간 중합한 실험 2군 A에서 가장 높은 전단결합강도를 나타내었고, Vitremer를 가시광선 중합기인 XL 1000으로 40초간 중합한 대조군 B에서 가장 낮게 나타났다.

통법의 와동형성 후, 상아질면은 형태가 변형되며 다양한 형태의 잔사를 포함하게 된다. 이를 “도말층”이라 하며, 이 층은 삭제과정중의 고열의 축적과 치질의 가소성 변화의 결과로 생각된다. 보통 발견되는 잔사는 치질, 혈액, 타액 및 미생물 등으로 구성되어 있어서 치질에 대한 수복재의 접착을 위태롭게 할 수 있다^{6,7,9,22}고 하였다. 이에 Joynt 등²⁷은 글래스 아이오노머 시멘트와 상아질과의 결합을 극대화하기 위한 첫 단계는 상아질 도말층(dentinal smear layer)의 제거라고 하였다.

McLean과 Wilson³⁷이 법랑질 산부식법과

구별하여 표면 처리라고 명한 상아질 전처리법이 소개된 이래 효과적인 상아질 전처리제에 대한 많은 연구가 시행되었다. Powis⁴³, Duke²² 및 Hinoura²⁶, 이등⁷이 polyacrylic acid로 표면처리하여, 다른 군들과 비교한 경우에서 결합강도가 높게 나타났는데, Powis⁴³는 그의 실험을 통해 법랑질과 상아질에 가장 효과적인 표면처리 용액은 polyacrylic acid, tannic acid, 그리고 dodicin이라고 하면서 이들 고분자 물질들은 각기 다수의 기능을 가진 기들을 함유하고 이들 기들은 법랑질과 다수의 수소결합을 이룰 수 있는 능력이 존재할 뿐만 아니라 상아질의 교원질과도 화학적으로 반응할 수 있는 능력을 가지고 있다고 하였다.

한편 본 연구에서 사용된 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 상아질 전처리제로 Fuji II LC는 10% polyacrylic acid가 주성분인 Dentin Conditioner를 사용하였고, Vitremer는 HEMA (hydroxyethyl methacrylate)가 주성분인 Primer를 사용하였다. 본 연구의 실험결과 Fuji II LC를 사용한 군과 Vitremer를 사용한 군간에 전단결합강도에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타내는 이유는 Fuji II LC를 사용시 상아질 전처리제로 polyacrylic acid를 사용한 것 때문인 것으로 생각되며, 이는 이⁶, 정⁹, Joynt²⁸등의 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

본 연구의 결과, 광중합기기에 따른 비교시 통계학적으로 유의한 차이는 없었지만 가시광선으로 중합한 대조군보다도 레이저를 조사한 실험군에서 높은 전단결합강도를 나타내었는데, 이는 Powell 등⁴²이 아르곤 레이저를 이용하여 복합레진을 1W, 5초 동안 중합한 후 상아질과의 전단 결합강도를 비교한 실험에서 레이저 중합군이 12.83 MPa로서 가시광선중합군의 6.96 MPa보다 높았으며, 법랑질과의 전단결합강도나 인장강도 등도 유의성은 없으나 증가하였다고 보고한 것과 유사하다.

본 연구에서, 실험 군간 레이저 조사시간에 따른 전단결합강도 비교시, 10초 조사한 실험 1군보다도 20초 조사한 실험 2군에서 더 높은 전단결합강도를 나타내었으며 이는 전⁸, 조¹⁰과 Shoji⁴⁵ 등의 실험결과와 일치하였고 30초

조사한 실험 3군에서 오히려 전단결합강도의 감소를 나타내었는데, 이는 실험 시편 제작시의 오차나 부가적인 열효과로 인한 수복재 내부의 화학적 구성성분 변화에 기인한 것으로 사료된다. 그러나 각 실험 군간의 비교시 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않아 레이저 조사시간을 짧게 하여도 치질과 유사한 전단결합강도를 나타내므로 광중합형 심미수복재의 중합에 아르곤 레이저를 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

아르곤 레이저 조사시 치질과 수복물사이의 결합관계에 대하여 Severin⁴⁴⁾은 레이저가 매우 빠른 속도로 수복물을 중합시켜 잔존 monomer의 양을 줄여줌으로써 중합시 생기는 체적변화를 줄일 수 있고 따라서 치아와 수복물사이의 stress가 감소되어 응집성 혹은 접착성 파절을 피할 수 있다고 보고하였다. 또한 Blankenau¹⁵⁾은 교합면 치면열구전색재를 아르곤 레이저로 중합한 실험에서 기존의 가시광선을 이용한 방법에 비해 더 우수하거나 거의 비슷한 인장강도를 나타냈으나 중합 시간은 기존에 비해 1/2 혹은 1/4로 감소되었으므로 레이저 중합이 더 효과적이라고 할 수 있으며 이러한 인장강도의 임상적 의미는 장시간 동안 치질과 결합하리라고 예상할 수 있고, 또한 부분 맹출 치아나 러버댐을 사용할 수 없어 방습을 하기가 어려운 치아를 40초에 비해 10초 동안 중합하는 방법이 타액 오염의 기회를 줄여 미세누출의 감소와 물성이 향상된다고 보고하였다. 본 실험에서도 기존의 가시광선으로 40초 조사시보다 이의 1/4에 해당하는 10초로 레이저를 조사한 경우에서 더 높은 전단결합강도를 나타내었다. 이는 앞으로 아르곤 레이저가 보존술식에 응용될 잠재적 가능성을 보여주는 것이라 생각된다.

이상의 결과, 가시광선에 비해 아르곤 레이저로 조사시 상아질과 수복물 간에 전단결합강도가 높게 나타났고 짧은 시간에 중합이 이루어졌으나 임상에 응용하기까지에는 많은 연구가 요구되며, 특히 경화시 발생하는 중합수축이 어느정도 감소하는가에 대한 명확한 검증이 필요하리라 사료된다. 또한 레이저 조사시

표면에 발생하는 에너지가 치수 및 경조직에 미치는 영향과 수복재의 물성을 최대도로 증가시킬 수 있는 최적의 출력과 조사시간에 대한 계속적인 연구가 요구된다. 아울러 더욱 간편하고 적용이 용이한 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 개발을 통하여 색조의 향상과 이에 대한 임상술식이 개선되어 변연누출과 치질에 대한 접착력 등의 문제점이 해소될 수 있다면 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트는 임상에서 훌륭한 심미성 수복재로서 더욱 각광받을 수 있을 것이다.

V. 결 론

상아질과의 전단결합강도를 측정하기 위하여 160개의 치아를 4군으로 분류한 다음 각군을 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트의 종류에 따라 A, B군으로 분류하였다. 아르곤 레이저 조사시간을 달리하여 상아질에 부착한 후 만능재료시험기로 상아질과의 전단결합강도를 측정하고 기존의 XL 1000을 이용한 가시광선 중합시와 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Fuji II LC를 아르곤 레이저로 20초 조사한 실험 2군 A에서 9.87 ± 1.24 kgf로 가장 높은 전단결합강도를 나타내었으며, Vitremer를 가시광선으로 40초 조사한 대조군 B에서 4.08 ± 0.78 kgf로 가장 낮게 나타났다($p < 0.01$).
2. 수복재료에 따른 전단결합강도의 비교시 Fuji II LC로 충전한 군은 9.49 ± 1.61 kgf, Vitremer로 충전한 군은 4.23 ± 0.91 kgf를 나타내 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$).
3. 실험 군중 동일재료간의 레이저 조사시간에 따른 전단결합강도의 비교시 각 군간에 통계학적 유의한 차이가 없었다.
4. 광중합 기기에 따른 동일재료간의 전단결합강도 비교시 대조군과 실험1, 2, 3군간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

이상의 연구 결과, Fuji II LC가 Vitremer

보다 높은 전단 결합강도를 나타내었으며, 임상적으로 수분접촉등에 민감한 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트를 중합하는데 있어 조사시간이 짧아도 양호한 결합강도를 나타내는 아르곤 레이저의 사용이 효과적인 방법인 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김덕, 민병순 : 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트와 복합레진과의 전단결합강도에 관한 연구. 대한치과보존학회지. 19(2), 447-458, 1994.
2. 김영관, 황호길, 오행진 : 심미수복재의 수복방법과 광조사기기에 따른 치질과의 인장결합강도에 관한 연구. 구강생물학연구. 20(1), 211-224, 1996.
3. 신기식, 임호남, 최부병, 민병순 : 베이스용 글래스 아이오노머 시멘트와 복합레진 수복재의 결합강도에 관한 연구. 경희치대논문집. 14, 189-210, 1992.
4. 신용필, 이찬영, 이승중, 이정석 : V급 와동 변연부 형태 및 복합레진 종류에 따른 변연누출에 관한 실험적 연구. 대한치과보존학회지. 12(1), 107-117, 1986.
5. 신찬승, 이정석 : Sandwich 술식이 제 V급 와동의 미세변연누출에 미치는 영향에 대한 연구. 대한치과보존학회지. 18(2), 447-462, 1993.
6. 이광우, 홍찬의, 신동훈 : 상아질 표면처리가 글래스 아이오노머 시멘트의 결합강도에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과보존학회지. 17(1), 104-111, 1992.
7. 이원섭, 민병순, 최호영, 박상진 : 산처리에 따른 상아질에 대한 glass ionomer cement의 접착강도에 관한 실험적 연구. 대한치과보존학회지. 13(1), 95-117, 1988.
8. 전상언, 김용기 : 가시광선과 아르곤 레이저에 의한 복합레진 중합효과의 비교 연구. 대한소아치과학회지. 23(2), 327-346, 1996.
9. 정상백, 임미경 : 상아질 전처리 방법이 상아질과 Glass Ionomer Cement간의 결합강도에 미치는 영향에 대한 실험적 연구. 대한치과보존학회지. 17(2), 355-363, 1992.
10. 조현경, 이정석 : Argon 이온 레이저 중합에 의한 Composite resin의 물성에 관한 연구. 대한치과보존학회지. 17(1), 69-81, 1992.
11. 한승원, 박상진 : Glass ionomer cement를 이장한 Composite resin의 변연 적합성에 관한 연구. 대한치과보존학회지. 14(1), 5-19, 1989.
12. Barghi, N., Berry, T. and Hatton, C. : Evaluating intensity output of curing lights in private dental office. J. A. D. A. 125, 992-996, 1994.
13. Blankenau, R.J., Kelsey, W.P., Powell, G.L., Shearer, G.O., Barkmeier, W.W. and Cavel, W.T. : Degree of composite resin polymerization with visible light and argon laser. Am. J. Dent. 4,40-42, 1991.
14. Blankenau, R.J., Powell, G.L., Kelsey, W.P. and Barkmeier, W.W. : Post polymerization strength values of an argon laser cured resin. Laser Surg Med. 11, 471-474, 1991.
15. Blankenau, R.J., Powell, G.L., Kelsey, W.P., Anderson, D.M. and Kelsey, N. : A Comparison of the Diametral Tensile Strength Values of Pit and Fissure Sealants Polymerized with an Argon Laser and an Incandescent Light Source. J. of Clinical Laser Medicine & Surgery. 12, 75-78, 1994.
16. Bowen, R.L. : Properties of a silicareinforced polymer for dental restorations. J. Dent. Assoc. 66,57, 1963.
17. Buonocore, M.G. : Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res. 34,849, 1955.
18. Burke, F.M., Hamlin, P.D. and Lynch, E.J. : Depth of cure of light-cured glass ionomer cements. Quint. Int. 21,977-981,

- 1990.
19. Burgess, O. and Summitt, J.B. : Advances in glass ionomer materials. *Esthet. Dent. Update.* 4,54–58, 1993.
 20. Charbeneau, G.T. and Bozell III, R.R. : Clinical evaluation of a glass ionomer cement for restoration of cervical erosion. *J. A. D. A.* 98,936–939, 1979.
 21. Croll, T.P. : Glass ionomers and esthetic dentistry. *J. A. D. A.* 123, 51–54, 1992.
 22. Duke, E.S., Phillips, R.W., and Blumer shine, R. : Effects of various agents in cleaning cut dentin. *J. Oral Rehab.* 12, 295–302, 1985.
 23. Einstein, A. : Zur quanten theorie der strahlung. *Phys. Zeit.* 18,121, 1917.
 24. Galan, D. : Clinical Application of Geristore Glass-Ionomer Restorative in Older Dentitions. *J. Esth. Dent.* 3,221–226, 1991.
 25. Garberoglio, P. : The Ratio of the densities of dentinal tubules on the cervical and axial walls in cavities. *Quint. Int.* 25, 49–52, 1994.
 26. Hinoura, K., Moore, B.K., and Phillips, R. W. : Influence of dentin surface treatments on the bond strengths of dentinlinging cements. *Oper. Dent.* 11,147–154, 1986.
 27. Inokoshi, S., Hosoda, H., Harnirattisai, C. and Shimada, Y. : Interfacial Structure between Dentin and Seven Dentin Bonding Systems Revealed Using Argon Ion Beam Etching. *Oper. Dent.* 18,8–16, 1993.
 28. Joynt, R.B., Davis, E.L., Wieczkowski, G., Jr. and Pierce, L. : Effects of dentinal pretreatment on bond strength between glass ionomer cement and dentin. *Oper. Dent.* 15,173–177, 1990.
 29. Katsuyama, S., Ishikawa, T., and Fujii, B. : GLASS IONOMER DENTAL CEMENT The materials and Their Clinical Use, Ishiyaku Euro America, Inc. Publishers, 1993, pp.18–23.
 30. Kelsey, W.P., Blankenau, R.J., Powell, G.L., Barkmeier, W.W. and Stormderg, E.F. : Power and time requirements for use of the Argon laser to polymerize composite resins. *J. Clin. laser Med. & Sur.* 10(4), 273–278, 1992.
 31. Kerby, R.E. and Knobloch, L. : The relative shear bond strength of visible light curing and chemically curing glass-ionomer cement to composite resin. *Quint. Int.* 23, 641–644, 1992.
 32. Knibbs, P.J. : A clinical report on the use of a glass ionomer cement to restore cervical margin lesions. *J. Oral Rehabil.* 14, 105–109, 1987.
 33. Kutsch, V.K. : Lasers in dentistry : Comparing wavelengths. *J. A. D. A.* 124,49–53, 1993.
 34. Mathis, R.S. and Ferracane, J.L. : Properties of glass-ionomer/resin composite hybrid materials. *Dent. Mater.* 5,355–358, 1989.
 35. Mathis, R.S., DeWald, J.P., Moody, C.R. and Ferracane, J.L. : Marginal leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro. *J. Prost. Dent.* 63,522–525, 1990
 36. McLean, J.W. : Glass-ionomer cements. *Br. Dent. J.* 164,293–300, 1988.
 37. McLean, J.W. and Wilson, A.D. : The clinical development of glass ionomer cement, : III. The erosion lesion. *Aust. Dent. J.* 22,190–195, 1977.
 38. Miserendino, L.J. and Pick, R.M. : Lasers in Dentistry, Quintessence Publishing Co., 1995, pp.17–25.
 39. Miserendino, L.J. and Pick, R.M. : Lasers in Dentistry, Quintessence Publishing Co., 1995, pp.129–143.
 40. Miserendino, L.J. and Pick, R.M. : Lasers in Dentistry, Quintessence Publishing Co.,

- 1995, pp.217–230, 1995.
41. Mount, G.J. : Longevity of glass ionomer cements. *J. Prost. Dent.* 55,682–685, 1986.
 42. Powell, G.L., Kelsey, W.P., Blankenau, R.J. and Barkmeier, W.W. : The use of an Argon laser for polymerization of composite resin. *Esthetic Dentistry.* 78–81, 1989.
 43. Powis, D.R., Follera, T., Merson, S.A. and Wilson, A.D. : Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. *J. Dent. Res.* 61,1416–1422, 1982.
 44. Severin, C. and Maquin, M. : Argon laser beam as composite resin photocuring agent : Proposed clinical solution & results. Presentation at the 1st Int.l Congress of Laser in dentistry. 51,3–6, 1988.
 45. Shoji, S. and Horiuchi, H. : Historical changes of dental pulp of rats after irradiation by argon laser. Presentation at the 1st Int.l Congress of Laser in dentistry. 53,5–6, 1988.
 46. Smith, D.C. : Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J. A. D. A.* 120,20–22, 1990.
 47. Wilson, A.D. and Kent, B.E. : A new translucent cement for dentistry : The glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.* 32,133–135, 1972.
 48. Woolford, M.J. : The surface pH of glass ionomer cavity lining agents. *J. Dent. Res.* 295–300, 1989.