

컴포머에 대한 복합레진의 전단결합강도에 관한 연구

정송란 · 최남기 · 양규호 · 김선미 · 송호준*

전남대학교 치과대학 소아치과학교실 · *치과재료학교실 · 치의학연구소

국문초록

컴포머(compomer) 충전물이 파절될 경우 즉, 컴포머 수복이 실패했을 때 기존 컴포머의 파절된 부분(aged compomer)을 복합레진으로 수복해야 하는 경우를 고려해야 한다. 본 연구에서는 컴포머의 표면처리 방법에 따른 수리(repair)를 위한 복합레진과의 전단결합강도 변화를 알아보기 위해 두 개의 mold를 만들어서 Dyract AP, F2000를 컴포머 수복재료로, Z250을 수리용 복합레진 재료로 사용하여 컴포머와 레진을 부착시킨 시편을 제작하였다. 컴포머와 복합레진의 종류 조합, 본딩레진 사용유무, 열순환 처리 유무, 표면거칠기 부여 유무, 기존 수복물의 시효(aging)에 따라 10개의 군으로 나누어, 컴포머와 복합레진간의 전단결합강도를 측정하고 그 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 컴포머의 복합레진에 대한 전단결합강도를 측정한 결과, Dyract AP가 F2000 보다는 높은 전단강도 값을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었으며($p>0.05$), fresh 컴포머군이 aged 컴포머군보다 결합강도가 높았다($p<0.05$).
2. 각 군간의 전단결합강도를 측정한 결과 Dyract AP에 접착제를 도포하고 Z250을 접착시킨 제 5군이 가장 높았으며, Dyract AP를 충전하고 1주일간 물에 보관한 후 건조시켜 표면을 roughening 한 후 Z250을 충전시킨 제 9군에서 가장 낮았다($p<0.05$).
3. 열순환을 시행한 군이 시행하지 않은 군보다 전단결합강도가 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
4. 각 재료들의 결합실패가 일어난 파절단면을 조직학적으로 관찰한 결과, 전반적으로 접착파괴를 보였으나, 접착제를 도포한 군에서는 응집파괴가 우세하게 나타났다.

이상의 결과 fresh 컴포머 위에 접착제를 도포한 다음 수리용 복합레진 재료를 사용함으로써 컴포머와 복합레진간의 결합력을 증가시킬 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 fresh 컴포머 위에 복합레진을 즉시 충전한 경우가 높은 결합력을 얻을 수 있었다. Aged 컴포머와 복합레진간의 성공적인 결합력을 얻으려면 aged 컴포머의 표면을 mechanically roughening하고 접착제를 도포한후 복합레진을 충전해야 할 것으로 사료된다.

주요어 : 컴포머, 전단결합강도, 열순환, 파절

I. 서 론

최근 개발된 컴포머는 레진과 글래스 아이오노머의 합성물질로 기존의 글래스 아이오노머에 비해 심미성이 우수하고 법랑질과 상아질에 대한 결합력도 강하며 마모저항성이 우수하고

탈수에 덜 민감하여 치경부 마모로 인한 5급 와동과 같이 유지력이 부족한 곳의 수복치료에 자주 이용되고 있다. 또한 물성이 레진 강화형 글래스 아이오노머 보다 복합레진에 가까워서 불소 유리형 레진(Fluoride releasing resin)이나 Polyacid를 이용한 변형 복합레진(Polyacid modified composite)으로 묘사되기도 한다. 이렇게 복합레진과 글래스아이오노머의 단점들을 상호 보완하기 위한 목적으로 개발된 컴포머는 저농도 불소 유리 광중합형 복합레진으로서 복합레진에 버금가는 심미성 및 조작의 편의성, 탁월한 표면연마성을 지니고 산 부식 과정 없이도 높은 결합강도를 나타낼 뿐만 아니라 저농도의 불소를 지속

교신저자 : 양 규 호

광주광역시 동구 학동 8번지

전남대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 062-220-5476

E-mail : hellopedo@hanmail.net

적으로 유리하는 장점이 있어 소아 환자에 대한 이상적인 수복 재료로 최근에 소개 되었다¹⁾.

그러나 이처럼 소아 환자에게 이상적인 수복재료로 소개되어진 컴포머는 글라스 아이오노머에 비하여는 현저히 낮은 불소 유리 양상을 보이며²⁾, 중합수축의 양이 아직도 상당히 크다는 단점이 있는 것으로 알려져 있다³⁾.

컴포머의 수복시 치면 처리방법에 대한 연구를 살펴보면, 법랑질을 산 처리한 경우가 처리하지 않은 경우보다 높은 결합강도를 보인다고 하는 반면, 상아질의 치면 처리에 대해서는 결과가 일치하지 않아 논란의 대상이 되고 있다⁴⁻⁶⁾. Trillio 등⁷⁾은 상아질 치면 처리가 결합강도를 증가시킨다고 하였으나, Abate 등⁸⁾은 이에 상반된 결과를 보고하였고, Barkmeier 등⁹⁾은 상아질의 치면 처리 여부가 결합력의 증감에는 별다른 영향을 미치지 못한다고 보고하였다.

상아질에 대한 컴포머의 결합력에 대한 연구에서, El-Kalla와 Garcia-Godoy¹⁰⁾는 컴포머가 상아질과 결합력이 좋다고 하였고, Cortes 등¹¹⁾은 실험에 사용된 컴포머 모두가 상아질에 동일한 결합력을 나타낸다고 하였으며 Peutzfeldt¹²⁾는 상아질에 대한 컴포머와 글래스아이오노머의 결합력을 비교한 연구에서 컴포머가 resin-modified & conventional glass-ionomer 보다 결합력이 더 우수하였다고 보고하였다.

컴포머는 초기 탈수에 덜 민감하며 차후에 물의 영향을 받으므로 2급 와동에서 이장재료(base material)로 사용될 수 있지만, 복합레진보다는 기계적 물성이 약하기 때문에 2급 와동 수복재료는 추천되지 않고 있다. 컴포머와 복합레진이 이러한 구치부 와동에 함께 사용될 수 있으며, 더구나 오래된 컴포머 수복물이 파절되어 재수복이 필요한 경우 컴포머와 복합레진을 함께 사용할 수도 있다.

레진과 컴포머는 모노머와 필러가 다르지만, 두 가지 재료가 모두 기본적으로 동일한 시스템을 가지고 있고, 복합레진은 polymer matrix를, 컴포머는 acidic polymer matrix가 있기 때문에 재료의 화학적 조성으로 인해 서로간의 결합력에 영향을 미친다.

최근 소아치과 치료에 널리 쓰이는 컴포머와 복합레진간의 법랑질과 상아질에 대한 연구는 많으나¹³⁻²⁰⁾, 두 재료간의 전단 결합강도에 대한 국내 연구는 희소한 상태이다. 이에 저자는 컴포머와 복합레진간에 재료와 조건에 따른 전단결합강도를 측정하고 표면처리에 따른 차이를 비교 분석하여 어떤 조건에서 좋은 전단결합강도를 얻을 수 있는지 연구하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구의 실험재료로 컴포머는 Dyract AP(Densply/Detrey, Konstanz, Germany)와 F2000 (3M Co., USA)을, 복합레진은 Z250(3M Dental Products, St Paul, Mn, USA)을 사용하였고, shade는 3가지 재료 모두 A3를 선택하였다. 접착제로는 Prime & Bond NT(De Trey/Dentsply, Konstanz, Germany)를 사용하였으며, 컴포머의 표면 거칠기 부어를 위해서 Super-Snap (Shofu, Japan) kit 중에서 course grit disk를 이용하였다 (Table 1).

2. 연구방법

1) 시편제작

Base mold는 직경 6mm, 깊이 2.5mm의 크기의 금속 mold로 Dyract AP 혹은 F2000을 충전한 다음 Spectrum 800 (Dentsply, De Trey, Konstanz) curing light로 40초 동안 광중합 하였다. 그 위에 직경 3mm, 깊이 2mm의 크기로 만들어진 top mold에 Z250을 충전하여 base mold 위에 고정시키고 40초 동안 광중합을 시행하여 두 개의 mold가 접착되도록 하였다. 제작된 시편을 37℃ 증류수에 24시간 보관한 다음 5℃-55℃에서 각각 500회 (60sec/cycle)의 열순환을 시행하였다.

Table 1. Chemical composition of restorative systems used

Materials	Composition	Manufacturers
Prime & Bond NT	DDMA, PENTA, R5-62-1 resin, T-resin, D-resin, butylated hydroxytoluene, camphorquinone 4-ethyl dimethyl aminobenzoate, cetylamine hydroxyfluoride, amorphous silica, acetone	Densply/Detrey, Germany
Dyract AP	Cetylamine hydrofluoride Acetone, UDM resin TCB resin, polymerisable resins, strontium fluoro-silicate glass, strontium fluoride, initiators/stabilizers	Densply/Detrey, Germany
F2000	Fluoro-aluminum silicate glass, colloidal silica, CDMA oligomer, GDMA, hydrophilic polymer, camphorquinone/amine	3M Dental Products, USA
Z250	BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA resin, zirconia/silica	3M Dental Products, USA

2) 전단결합강도 측정

만능시험기(Universal testing machine, Instron 4302, USA)를 이용하여 결합면에 수직방향으로 반원형의 노치(notch)가 있는 loading stylus를 이용하여 결합면의 복합레진층에 crosshead speed 5mm/min로 하중을 가하여 파절시의 전단결합강도를 측정하였다. 각 군당 10개의 시편을 제작하였다.

- Group 1 : Dyract AP 위에 Z250을 즉시 충전하고 24시간 후 전단결합강도를 측정한 군
- Group 2 : Dyract AP 위에 Z250을 충전하고 24시간 후 열순환을 시행한 군
- Group 3 : F2000 위에 Z250을 즉시 충전하고 24시간 후 전단결합강도를 측정한 군
- Group 4 : F2000 위에 Z250을 충전하고 24시간 후 열순환을 시행한 군
- Group 5 : Dyract AP 위에 bonding agent를 도포하고 Z250을 충전한 후 24시간 뒤 전단결합강도를 측정한 군
- Group 6 : Dyract AP 위에 bonding agent를 도포하고 Z250을 충전한 후 24시간 뒤 열순환을 시행하고 전단결합강도를 측정한 군
- Group 7 : Dyract AP 위에 bonding agent를 도포하고 Z250을 충전한 후 37℃ 물에 1주일간 보관한 다음 전단결합강도를 측정
- Group 8 : Dyract AP를 curing하고 37℃ 물에 1주일 동안 보관한 후 bonding agent를 도포하고 Z250을 충전한 군
- Group 9 : Dyract AP를 curing하고 37℃ 물에 1주일 동안 보관한 후 surface roughening을 시행한 다음 Z250을 충전한 군

Group 10 : Dyract AP를 curing하고 37℃ 물에 1주일 동안 보관한 후 surface roughening하고 bonding agent를 도포한 다음 Z250으로 충전한 군

3) 파절면 관찰

파절면을 입체현미경(stereo zoom microscope, Olympus, Japan)을 사용하여 ×30배율로 관찰하여 결합실패의 유형을 관찰하였다.

파절양상은 컴포머와 복합레진 사이의 접촉계면에서 발생한 접착파괴(adhesive failure)와 컴포머 내부에서 발생한 응집파괴(cohesive failure)로 구분하였다.

4) 통계분석

측정된 각 실험재료의 결합 강도는 10개 군간의 차이가 있는지를 알아보기 위해 비모수 검정법인 Kruskal Wallis test를 시행하였고 두 군간의 비교를 위해 비모수 검정법인 Mann-Whitney test를 이용하였으며 통계분석은 SPSS 12.0을 이용했다.

Ⅲ. 연구성적

컴포머와 복합레진간의 전단결합강도는 Table 2와 Fig. 1에 나타난 바와 같다.

Dyract AP와 Z250간의 전단결합강도가 F2000과 Z250간의 결합보다는 높게 나타났으나 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 그리고 Dyract AP위에 Z250을 바로 충전한 1군보다 Dyract AP위에 접착제(bonding agent)를 도포하고 Z250을 충전한 5군이 높은 결합강도를 보였다(p<0.05).

전반적으로는 fresh 컴포머 군이 aged 컴포머 군보다 높은

Table 2. Shear bond strengths (MPa) of resin composites to compomer surfaces under different conditions

Groups	Mean±SD	Minimum	Maximum	Mean Rank*
Dyract/Z250 (1)	35.44 ± 5.02	28.34	41.27	57.00
Dyract/Z250-TC (2)	33.85 ± 3.05	29.70	38.64	49.77
F2000/Z250 (3)	34.81 ± 2.80	29.38	38.01	54.88
F2000/Z250-TC (4)	34.09 ± 0.80	33.17	37.34	52.83
Dyract/BA/Z250 (5)	41.50 ± 3.36	36.12	45.97	80.25
Dyract/BA/Z250-TC (6)	38.16 ± 3.66	32.28	42.83	68.95
Dyract/BA/Z250-1W (7)	31.36 ± 4.44	24.21	37.14	39.63
Aged Dyract/BA/Z250 (8)	25.33 ± 6.63	13.37	38.53	21.50
Aged Dyract/MR/Z250 (9)	21.15 ± 5.54	12.20	30.01	10.78
Aged Dyract/MR/BA/Z250 (10)	26.79 ± 3.85	21.41	32.76	22.80

BA = bonding agent; MR=mechanical roughening

* : p<0.01 by Kruskal-Wallis test (χ² = 59.32)

Table 3. Comparison of shear bond strengths between groups (p-value)

Groups	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.425	0.773	0.814	0.021*	0.253	0.102	0.002	0.000	0.003
2			0.509	0.302	0.003	0.041	0.115	0.006	0.001	0.001
3				0.482	0.001	0.015	0.215	0.002	0.000	0.001
4					0.002	0.065	0.196	0.009	0.001	0.001
5						0.076	0.002	0.001	0.001	0.000
6							0.004	0.001	0.000	0.000
7								0.050	0.003	0.041
8									0.141	0.364
9										0.022
10										

* bold and tilted number : significant by Mann-Whitney test (p<0.05)

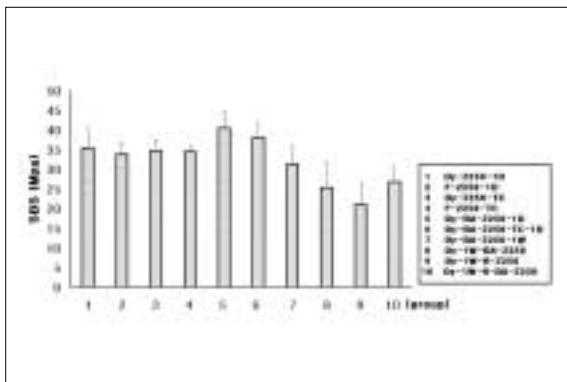


Fig. 1. Mean values of shear bond strength (MPa) of the groups

결합강도를 보였다.

열순환을 시행한 군이 시행하지 않은 군보다 전반적으로 전단결합강도가 낮게 나타났으나 역시 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 10개의 군간의 전단결합강도를 살펴보면 Dyract AP에 접착제를 도포하고 Z250을 접착시킨 제 5군이 가장 높았으며, Dyract AP를 충전하고 1주일간 물에 보관한 후 건조시켜 표면을 roughening 한 후 Z250을 충전시킨 제 9군이 가장 낮았다(p<0.05)(Table 2, 3, Fig. 1).

또한 결합과절 시편에 대한 조직학적 관찰결과 각 재료의 파절양상이 제 1군에서 4군까지 그리고 제 9군은 모두 접착파괴(adhesive failure)를 나타냈으나, 제 5군과 6군은 모두가 응집파괴(cohesive failure)를 보였으며, 제 7군과 8군, 10군에서는 접착파괴와 응집파괴가 각각 절반씩 나타났다.

IV. 총괄 및 고찰

최근에는 구치부 레진의 사용이 증가함에 따라 수복물이 파절되고, 변색되거나, 오래되어 일부가 닳아져 없어진 경우가 많

아지고 있다. 따라서 기존 수복물의 수리를 위해 사용된 복합레진과 new & aged 복합레진간의 결합력에 대한 몇몇 연구가 이루어졌는데^{21,22)} 이러한 이유로 new & old 컴포머와 수리를 위해 사용된 복합레진 간의 결합력을 비교하고자 본 연구를 시행하게 되었다. 전단결합강도(shear strength)는 교합력에 관여하는 요소 중 하나이기 때문에 컴포머와 복합레진 수복물 간의 전단결합강도를 측정하였는데, 본 연구에서는 fresh 컴포머와 aged 컴포머를 혼용하여 사용하였고 컴포머가 베이스 재료로 사용됐을 때 그 위에 복합레진이 놓이기 때문에 fresh 컴포머가 사용되었다. 그러나 컴포머 충전물이 깨졌을 경우 즉, 컴포머 수복이 실패했을 때 aged 컴포머와 복합레진으로 수복해야 하는 경우를 고려해야 한다. 컴포머가 상아질에 대한 접착이 좋고 습한 환경에서 중합할 수 있기 때문에 base material로 사용될 수 있다. 따라서 본 실험에 컴포머와 복합레진 sandwich model을 사용하였다.

또한 성공적인 접착을 위해서는 컴포머에 접착제를 사용하거나 표면처리를 하는 것이 매우 중요하다고 하겠다. 그러므로 접착제와 더불어 복합레진을 충전한 군과 접착제 없이 복합레진을 충전한 군으로 나누어 조사하였다.

치수복조(pulp capping)와 같은 치료를 할 때 base material이 적어도 1주일 동안 구강내에 유지되어야 하는데 만약 컴포머가 사용된다면 복합레진을 그 위에 충전하기 전에 1주일 정도는 구강내에서 유지되어야 한다. 이와는 반대로, 치수복조 치료가 불필요하다면 복합레진을 컴포머 위에 즉시 충전할 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 일부 컴포머 표본은 1주일 동안 보관하였고 다른 군에서는 복합레진을 컴포머 위에 즉시 충전하였다.

심미 접착 수복 재료는 강한 결합력, 뛰어난 변연 밀폐효과, 치질과 비슷한 체적 안정성, 색채 안정성, 구강 주위 조직과의 생물학적 친화성 등이 요구된다. 교합력을 크게 받지 않는 작은 와동의 경우 글래스 아이오노머 수복재료로 사용할 수 있는데 마모도의 증가, 색 안정성, 조작의 용이성 등을 향상시키기 위

해 레진 강화형 글래스 아이오노머, 컴포머 등이 개발되었다. 컴포머는 polymeric matrix 안에 ion-reachable glass(calcium-aluminum fluorosilicate glass)가 묻혀 있는 구조로 되어 있다. 레진 기질은 butane tetracarboxylic acid와 hydroxy methylmethacrylate의 중합 생성물로 2개의 methacrylate 군과 2개의 carboxylate 군을 포함한다. Filler는 글래스 아이오노머 시멘트에서 사용되는 불소를 포함한 reactive silicate glass이다. 컴포머의 중합방식은 광중합과 산-염기 중합 두 가지가 있는데, 우선 광조사기에 의한 초기 중합이 일어난 뒤 주위 환경에서 물을 흡수함에 따라 단량체가 이온화되고 여기서 방출된 hydrogen 이온이 glass 입자와 산-염기 반응을 일으켜 ionic cross-linking network를 형성한다^{23,24}.

본 연구에서 사용된 두 종류의 컴포머 중, Dyract AP는 두 가지 resin 성분인 UDMA(urethane dimethacrylate)와 TCB(butane tetracarboxylic acid) monomer에 strontium fluoro-silicate glass, strontium fluoride, photo initiator, stabilizer를 포함하고 있다. 초기 경화 과정은 복합레진에서와 같이 methacrylate group을 통해서 monomer가 광중합되어 발생한다. 주위에 수분이 있는 경우에 글래스 아이오노머 반응도 발생하여 불소를 유리하고 polymer의 교차결합(cross linking)을 형성한다. 경화과정동안 TCB monomer의 carboxylic acid group이 다른 polyelectrolyte와 유사하게 반응하여 산부식 없이 치질에 직접 접착될 수 있도록 한다.

F2000 컴포머는 FAS(fluoroaluminosilicate) glass와 colloidal silica, CDMA oligomer(citric acid에서 유도된 dimethacrylic functional oligomer), GDMA(glyceryl dimethacrylic 라고 알려진 hydroxypropylene dimethacrylate), hydrophilic polymer와 CPQ/amine으로 구성되어 있다. FAS glass는 입자의 크기가 3 μ m에서 최대로 10 μ m이며, 이런 입자 크기의 분포와 첨가된 colloidal silica로 인해 paste가 조작하기 편리하게 된다. 이 FAS glass는 전체 무게의 84%를 차지하며 filler로서 작용을 하고, 불소유리의 source가 된다. 나머지 부분이 이 재료의 레진부분을 구성한다. CDMA oligomer(acidic hydrophilic matrix former)는 methacrylated polycarboxylic acid와 성분과 기능에서 유사하며, 다른 재료에 포함되어 있는 CDMA oligomer에 비교해서 분자량이 작기 때문에 resin matrix의 교차결합을 더 많이 형성할 수 있다. GDMA(hydroxypropylene dimethacrylate)는 HEMA(hydroxyethyl methacrylate)와 화학적 구조나 기능 면에서 유사하여, F2000을 친수성으로 만들어주고 oligomer와 함께 copolymer를 형성하며, CDMA의 희석제 역할을 한다.

GDMA는 또한 구강내에서 수분을 흡수하고 불소를 전달하는 역할을 한다. 이 GDMA는 유동적이면서도 큰 polymer이기 때문에, paste의 조작성을 향상시키는데 도움을 준다. 레진에서와 같이 광조사에 의해서 중합이 개시되도록 하는 initiator system인 CPQ/amine도 포함되어 있다. 또한 colloidal silica는 dispersing agent로 작용한다.

컴포머를 상아질에 부착시키기 위해서 사용된 one bottle 접착시스템인 Prime & Bond NT에는 nanofiller가 함유되어 있어 기질과의 호환성을 높여주고 중합 시에 각 입자간의 원활한 교차결합이 되도록 유도해주는 역할을 하게 된다. 그 외의 장점으로는 접착제 내의 filler로 인하여 치아와 수복물 간의 응력이 분산되고, 충분한 탄성계수가 부여되며, 이로 인해 변연 적합도가 우수해지고 점도가 감소하고 wettability가 증가하여 상아세관 내로의 접착제 침투 정도가 증가된다고 보고되었다.

복합레진은 내마모성, 색채 안정성, 높은 압축 강도와 인장 강도 그리고 심미성이 뛰어나며 낮은 물성 등으로 인한 글래스 아이오노머로의 수복이 어려운 경우에 주로 사용되고 있다. 그러나 상아질 접착 시스템의 상당한 발전에도 불구하고 복합 레진의 가장 큰 단점으로, 수복물 변연이 상아질이나 백아질에 위치했을 때 중합 수축에 의한 contraction gap의 발생을 들 수 있으며 이러한 gap은 변연 미세누출을 야기하고 술 후 과민반응, 이차 우식 및 치수 자극 등의 원인이 되고 수복물의 결합력을 저하시켜 수복물의 실패를 초래한다.

본 연구에 사용된 복합레진 Z250은 Z100 이후에 개발된 전치부와 구치부에 모두 이용할 수 있는 복합레진으로 TEGDEMA, UDMA, BIS-GMA로 주로 구성되어 있는데 단위무게 당 이중결합 수의 감소로 중합시간이 단축되고 높은 분자량으로 중합수축이 감소했다고 제조회사는 보고하고 있다. 레진기질은 BIS-GMA, UDMA, BISEMA로 60%의 충전제가 함유되어 있고 광개시제로는 캄포로퀴논을 사용한다.

Benderli 등²⁵은 접착제를 사용하지 않을 경우에는, aged 컴포머의 복합레진에 대한 화학적결합(chemical bonding)이 fresh 컴포머의 경우와 비슷했으며, 접착제를 aged 컴포머에 바르다고 해서 복합레진과 컴포머간의 결합력에 크게 영향을 미치지 못했다고 하였다. 컴포머는 monomer를 가지고 있으므로 monomer의 완전한 중합은 48~72시간 정도 걸린다. 그렇기 때문에 aged 컴포머와 복합레진에 접착제를 바르더라도 fresh 컴포머와 복합레진에 결합제를 도포했을 때보다 결합력을 증가시키지 못할 수 있다고 하였는데 본 연구에서도 비슷한 결과를 나타냈다.

또한 Benderli 등²⁵은 fresh 컴포머에 복합레진을 즉시 충전한 군이 aged 컴포머에 복합레진을 충전한 군보다 높은 인장결합강도를 보인다고 했으며, Lewis 등²⁶의 연구에서와 마찬가지로 본 연구에서도 fresh 컴포머에 복합레진을 즉시 충전한 군이 aged 컴포머에 복합레진을 충전한 군보다 높은 전단결합강도를 나타냈다.

10개의 군간의 전단결합강도를 살펴보면 Dyract AP에 접착제를 도포하고 Z250을 접착시킨 제 5군이 가장 높았으며, Dyract AP를 충전하고 1주일간 물에 보관한 후 건조시켜 표면을 roughening 한 후 Z250을 충전시킨 제 9군이 가장 낮았다 ($p < 0.05$) (Table 2, Fig. 1).

이전의 연구에서 resin-modified glass-ionomer cement와 복합레진을 etching 했을 때 결합력에 영향을 미치지 못했다고

했기 때문에 본 연구에서는 etching을 표면처리 방법에 추가하지 않았다^{27,28)}. 또한 복합레진 또는 컴포머의 결합력에 대한 선행학들의 연구에서도 aging에 대한 기간을 7일로 했으므로 본 연구에서도 7일을 선택하게 되었다²⁸⁾.

Repaired resin materials의 인장결합강도에 대한 이전의 연구에서 abrasion 또는 mechanical roughening이 수복된 복합레진과 다른 복합레진 혹은 컴포머간의 결합강도에 미치는 영향을 평가하였는데, 대부분의 연구에서 기계적 술식에 의한 surface conditioning이 다른 방법보다는 월등하게 높았다^{26,28-30)}. 비록 다른 의견들도 있으나 컴포머와 복합레진 모두 polymerizable monomer를 가지고 있기 때문에 1주일 후에는 컴포머의 cross-links가 끝나므로 컴포머와 접착제 간에 화학적결합이 약해서 접착력을 높이고 미세기계적접착(micromechanical retention)을 얻기 위해서는 추가적인 삭제가 요구된다고 하겠다. Mechanical roughening에 의해 미세기계적접착을 얻게 되면 접착제가 이러한 retention area로 확산되어 높은 결합력을 얻을 수 있게 되는 것이다²⁵⁾. 그러나 전단결합강도에 대한 본 연구에서는 aged 컴포머를 이용한 군중에서 mechanical roughening만을 한 군이 전단결합강도가 가장 낮았으며, 접착제를 추가로 도포한 경우는 결합강도가 가장 높았으나, fresh 컴포머를 이용한 모든 군보다는 유의하게 낮았다($p<0.05$). 그 이유는 aged 컴포머의 경우에 컴포머 표면에서 접착에 기여한 카르복실 그룹과 같은 기능 group이 안정화되어 화학적인 결합이 결여되어 있기 때문에 fresh 컴포머에 비해서 더 낮은 강도를 갖는 것으로 보인다.

Tate 등²⁷⁾은 복합레진과 hybrid ionomer와의 인장결합강도 실험에서, 열순환(thermocycling)이 인장결합강도(tensile bond strength)를 감소시킨다고 하였는데, 컴포머와 복합레진간의 전단결합강도를 실험한 본 연구에서도 열순환을 시행한 군이, 하지 않은 군보다 낮은 결합강도를 나타냈다($p>0.05$).

재료에 따라 전단결합강도가 다르게 나타나는 것은 일부분 수복재료의 물리적 성질이 다르기 때문이며, 파절양상과 결합강도 값은 직접적인 연관성이 없었다고 보고하였다⁴⁾. 모든 aging period(1주, 3개월, 6개월) 동안 sandblasting으로 표면을 처리하고 레진을 충전한 경우가 컴포머와 가장 높은 repair bond strength를 나타냈다.

이전의 연구에서 컴포머를 1주일 동안 보관한 군들을 제외하고는 응집파괴(cohesive failure)를 보인 표본이 접착파괴(adhesive failure)를 보인 것 보다 높은 전단결합강도를 나타냈다고 하였는데²⁸⁾, 이는 본 연구 결과와도 일치하였다.

이번 연구 결과 복합레진을 컴포머 위에 즉시 적용하게 되면 접착제를 사용하는 것이 좋은 결과를 나타낸다고 하겠다. 만약 컴포머 수복물이 그 위에 복합레진을 적용하기 전에 구강 내에서 1주일 또는 그 이상동안 유지되려면, 복합레진을 적용하기 전에 표면을 거칠게 만들고 그 위에 접착제를 바르는 술식이 추천된다고 하겠다.

V. 결 론

컴포머(compomer) 충전물이 파절될 경우 즉, 컴포머 수복이 실패했을 때 기존 컴포머의 파절된 부분(aged compomer)을 복합레진으로 수복해야 하는 경우를 고려해야 한다. 본 연구에서는 컴포머의 표면처리 방법에 따른 수리(repair)를 위한 복합레진과의 전단결합강도 변화를 알아보기 위해 두 개의 mold를 만들어서 Dyract AP, F2000를 컴포머 수복재료로, Z250을 수리용 복합레진 재료로 사용하여 컴포머와 레진을 부착시킨 시편을 제작하였다. 컴포머와 복합레진의 종류 조합, 본딩레진 사용유무, 열순환처리유무, 표면거칠기 부여 유무, 기존 수복물의 시효(aging)에 따라 10개의 군을 제작하여, 컴포머와 복합레진간의 전단결합강도를 측정하고 그 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 컴포머의 복합레진에 대한 전단결합강도를 측정된 결과, Dyract AP가 F2000 보다는 높은 전단강도 값을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었으며($p>0.05$), fresh 컴포머군이 aged 컴포머군보다 결합강도가 높았다($p<0.05$).
2. 각 군간의 전단결합강도를 측정된 결과 Dyract AP에 접착제를 도포하고 Z250을 접착시킨 제 5군이 가장 높았으며, Dyract AP를 충전하고 1주일간 물에 보관한 후 건조시켜 표면을 roughening 한 후 Z250을 충전시킨 제 9군에서 가장 낮았다($p<0.05$).
3. 열순환을 시행한 군이 시행하지 않은 군보다 전단결합강도가 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.
4. 각 재료들의 결합실패가 일어난 파절단면을 조직학적으로 관찰한 결과, 전반적으로 접착과피를 보였으나, 접착제를 도포한 군에서는 응집과피가 우세하게 나타났다.
이상의 결과 fresh 컴포머 위에 접착제 처리를 시행하여 수리용 수복재료를 사용함으로써 컴포머와 복합레진간의 결합력을 증가시킬 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 fresh한 컴포머위에 복합레진을 즉시 충전하면 높은 결합력을 얻을 수 있었다. aged 컴포머와 복합레진간의 성공적인 결합력을 얻으려면 aged 컴포머의 표면을 mechanically roughening하고 접착제를 도포한 후 복합레진을 충전해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Burgess JO, Norling BK, Rawls HR, et al. : Directly placed esthetic restorative materials. The Continnum Compendium, 17:731-748, 1996.
2. Millen BJ, Abiden F, Nicholson JW : *In vitro* caries inhibition by polyacid-modified composite resins. J Dent, 26:133-136, 1998.
3. Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, et al. : Microleakage of class V compomer and light cured ionomer restorations. J Prosthet Dent, 79:261-263,

- 1998.
4. 오영학, 홍찬의 : 상아질 표면 처리 방법에 따른 compomer의 전단 결합 강도. 대한치과보존학회지, 26(2): 171-179, 2001.
 5. Fuks AB, Odont EE, Lewinstein I : Shear strength of sealants placed with nonrinse conditioning compared to a conventional acid etch-rinse technique. J Dent Child, 69(3):239-242, 2002.
 6. Baghdadi ZD : Bond strengths of Dyract AP compomer material to dentin of permanent and primary molars:phosphoric acid versus non-rinse conditione J Dent Child, 70(2):145-152, 2003.
 7. Trilio PT, Barkmeier WW, Los SA : Bonding efficacy of a compomer using different conditioning procedures. J Dent Res, 74:107, 1995.
 8. Abate PF, Bertacchini SM, Polack MA, et al. : Adhesion of a compomer to dental structures. Quintessence Int, 28(8):509-512, 1997.
 9. Barkmeier WW, Hammesfahr DD, Latta MA : Bond strength to composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. Oper Dent, 24:51-56, 1999.
 10. El-Kalla IH, Garcia-Godoy F : Bond strength and interfacial micromorphology of compomers in primary and permanent teeth. Int J Paediatr Dent, 8:103-114, 1998.
 11. Cortes O, Garcia C, Perez L, et al. : A comparison of the bond strength to enamel and dentin of two compomers: An *in vitro* study. ASDC J Dent Child, 65:29-31, 1998.
 12. Peutzfeldt A : Compomers and glass ionomers : Bond strength to dentin and mechanical properties. Am J Dent, 9:259-263, 1996.
 13. Jumlongras D, White GE : Bond strengths of composite resin and compomers in primary and permanent teeth. J Clin Pediatr Dent, 21:223-229, 1997.
 14. Schneider BT, Baumann MA, Watanabe LG : Dentin shear bond strength of compomers and composites. Dent Mater, 16:15-19, 2000.
 15. Megid FY, Salama FS : Shear bond strength of Dyract compomer material to dentin of primary molars. J Clin Pediatr Dent, 21(4):305-310, 1997.
 16. 김신, 정태성 : 불소유리 전색제와 일반 레진계 전색제의 전단결합강도에 관한 비교연구. 대한소아치과학회지, 27(1):85-89, 2000.
 17. 김종빈, 김종수 : One-bottle 상아질 결합제의 유치 상아 질에 대한 전단 결합강도에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 27(3):444-455, 2000.
 18. 김승미, 김신, 정태성 : 수중 접착성 수복재의 유치 법랑질 과 상아질에 대한 상대적 접착력의 비교연구. 대한소아치 과학회지, 27(2):237-245, 2000.
 19. 김지태, 김용기, 김종수 : 컴포머와 유치 상아질의 결합에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 29(4):509-518, 2002.
 20. Tate WH, You C, Powers JM : Bond strength of compomers to human enamel. Oper Dent, 25:283-291, 2000.
 21. Mitsaki-Matsou H, Karanika-Kouma A, Papadoyiannis Y, et al. : An *in vitro* study of the tensile strength of composite resins repaired with the same or another composite resin. Quintessence Int, 22:475-481, 1991.
 22. Puckett AD, Holder R, O'Hara JW : Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agent combinations. Oper Dent, 16:136-140, 1991.
 23. Tyas MJ : Clinical evaluation of a polyacid-modified resin composite (compomer). Oper Dent, 23:77-80, 1998.
 24. Small ICB, Watson TF, Chadwick AV, et al. : Water sorption in resin-modified glass-ionomer cements: An *in vitro* comparison with other materials. Biomaterials, 19:545-550, 1998.
 25. Benderli YG, Koray F, Turan N : Bond strength of a resin composite to a polyacid modified resin composite under different conditions. Quintessence Int, 33(10):770-775, 2002.
 26. Lewis G, Johnson W, Martin W, et al. : Shear bond strength of immediately repaired light-cured composite resin restorations. Oper Dent, 23:121-127, 1998.
 27. Tate WH, Friedl KH, Powers JM : Bond strength of composites to hybrid ionomers. Oper Dent, 21:147-152, 1996.
 28. Yap AU, Sau CW, Lye KW : Effects of aging on repair bond strengths of a polyacid-modified composite resin. Oper Dent, 24:371-376, 1999.
 29. Broth T, Pilo R, Bichacho N, et al. : Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. J Prosthet Dent, 77:122-126, 1997.
 30. Shahdad SA, Kennedy JG : Bond strength of repaired anterior composite resins: An *in vitro* study. J Dent, 26:685-694, 1998.

Abstract

A STUDY ON THE RELATIVE SHEAR BOND STRENGTH OF
COMPOSITE RESIN TO COMPOMERS

Song-Ran Jeong, D.D.S., Nam-Ki Choi, D.D.S, Ph.D., Kyu-Ho Yang, D.D.S. Ph.D.,
Seon-Mi Kim, D.D.S. Ph.D., Ho-Jun Song*

*Department of Pediatric Dentistry and *Department of Dental Material, School of Dentistry,
Chonnam National University and Dental Research Institute*

For the purpose of comparing the bond strengths of compomers to composite resin, composite Z250, and two polyacid modified composite resin, Dyract AP and F2000, were selected and investigated using universal testing machine for measuring the shear bond strengths. Additionally, the failure modes were examined by observing the fractured surfaces of each specimen. The following results were obtained.

1. The shear bond strength of Dyract AP to Z250 were higher than those of F2000, but there was no statistically significant difference between group 1 and group 3 ($p > 0.05$), and groups using fresh compomers showed higher bond strength than those using aged compomers ($p < 0.05$).
2. After measuring the shear bond strength of each group, it was highest in group 5 and was lowest in group 9 ($p < 0.05$).
3. Although there was no statistically significant difference, groups treated with thermocycling showed lower bond strengths than those of non-thermocycling groups.
4. Overall compomer/composite resin failures were adhesive. Cohesive failures occurred mainly in groups using bonding agent.

Based on these results, the application of a bonding agent on fresh polyacid-modified resin composite increases the bond strength between polyacid-modified resin composite and composite resin. Additionally, the surface of aged polyacid-modified resin composite has to be roughened mechanically and a bonding agent has to be used in combination with composite resin.

Key words : Compomer, Shear bond strength, Thermocycling, Failure