

치과용 콤포짓트 레진의 수분 흡수에 따른 압축강도와 굴곡강도의 변화에 관한 연구

정내정 · 김정옥 · 이상훈

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

국문초록

콤포짓트 레진의 다양한 성분은 기계적 성질에 많은 영향을 미치고, 수복물 주위의 환경 또한 재료의 성질에 많은 영향을 줄 수 있다. 구강 내에서 수복된 콤포짓트 레진은 항상 수분에 노출되어 있고, 콤포짓트 레진의 매트릭스는 수분을 흡수할 수 있으므로, 그 결과 콤포짓트 레진은 팽창하게 된다. 또한 콤포짓트 레진의 수분 흡수가 표면강도와 마모저항의 저하와 관계된다고 알려져 있는바 저자는 치과용 콤포짓트 레진의 수분 흡수에 따른 압축강도와 굴곡강도의 변화에 관하여 알아보려고 하였다.

재료는 1군을 Z-100(3M, U.S.A.), 2군을 Spectrum(Dentsply, U.S.A.), 3군을 Clearfil AP-X(Kuraray, Japan), 4군을 Pyramid(Bisco, U.S.A), 5군을 Heliomolar(Vivadent, Germany)로 나누어 7일, 30일, 60일, 120일간 증류수에 넣어 37°C에서 보관한 후 Instron 6022(Instron, U.K.)를 이용하여 압축강도와 굴곡강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 7일, 30일, 60일, 120일로 기간이 증가함에 따라 모든 군에서 압축강도가 감소하였다($p < 0.05$).
2. 7일, 30일, 60일, 120일로 기간이 증가함에 따라 모든 군에서 굴곡강도가 감소하였다($p < 0.05$).
3. Hybrid type인 1, 2, 3군에 비해 matrix 비율이 높은 microfine type인 5군이 강도가 낮았다.

주요어 : 콤포짓트 레진, 매트릭스, 수분흡수, 압축강도, 굴곡강도

I. 서 론

콤포짓트 레진의 본격적인 개발은 1950년대 말에서 1960년대 초에 Bowen이 epoxy resin을 충전제로 강화하기 위해 실험하면서 시작되었다. Epoxy resin은 중합시간이 느리고 변색이 잘되는 결점이 있어 epoxy resin과 acrylates의 장점을 결합시키기 위해 연구하던 중 bisphenol A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA)가 만들어지게 되었고, Bis-GMA는 콤포짓트 레진의 매트릭스로서 요구되는 많은 부분을 충족시켰다¹⁾. 이러한 발달을 통해 전치부의 심미적 수복을 위해 기존에 사용되던 silicate cement와 acrylic resin을 빠르게 대체해 나갔다.

현재의 콤포짓트 레진은 많은 요소로 구성되어 있다¹⁾. 주된 부분은 매트릭스와 무기 충전제로, 충전제로 인해 충전제가 들어가지 않은 것에 비해 훨씬 나아진 기계적 성질을 갖게 되었고, 물리적 성질이 범랑질과 상아질에 가깝게 되었다²⁾. 이 두 가지 외에도 재료의 효능과 내구성을 높이기 위해 여러 가지 성분이 필요한데¹⁾ silane(coupling agent)이 매트릭스와 충전제 사이의 결합을 위해 필요하고, 중합을 위해 activator, initia-

tor가 필요하다. 또한 추가적으로 색의 안정성을 위해 ultraviolet light absorber, 조기에 중합되는 것을 막기 위한 hydroquinone 같은 inhibitor, 그리고 치아의 색과 조화를 이루기 위해 색소가 들어간다. 콤포짓트 레진은 심미성이 중요한 전치부의 Class III, IV, V에 사용하기 위해 개발되어 광중합, 치면과의 결합, 마모 감소 등 많은 개선과 끊임없는 발달로 현재는 구치부에도 사용되고 있다.

콤포짓트 레진의 다양한 성분은 기계적 성질에 많은 영향을 미치고, 여러 조사에서 무기 충전제의 함량이 증가할수록 기계적 성질이 향상되는 것으로 알려져 있다. 또한, 재료의 주위 환경도 물성에 중요한 영향을 미친다^{3,6)}. 구강 내에서 수복된 콤포짓트 레진 수복물은 항상 수분에 노출되어 있게 되고, 수분의 흡수는 콤포짓트 레진의 기계적 성질과 마모 저항을 떨어뜨려 콤포짓트 레진의 성질에 영향을 미친다⁸⁾. 또한 매트릭스에 흡수된 수분은 매트릭스-충전제의 분리나 심지어 충전제의 가수분해를 유발할 수 있어⁹⁾ 콤포짓트 레진 수복물의 longevity에 영향을 미칠 수 있는 바 이에 저자는 치과용 콤포짓트 레진을 7일, 30일, 60일, 120일간 증류수에서 보관하여 기간이 지

남에 따라 압축 강도와 굴곡 강도의 변화에 관한 실험을 통해 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

시판되는 레진 중에서 Z-100(3M, U.S.A.), Spectrum (Dentsply, U.S.A.), Clearfil AP-X(Kuraray, Japan), Pyramid(Bisco, U.S.A.), Heliomolar(Vivadent, Germany) 를 이용하였고 이 들을 각각 1, 2, 3, 4, 5군으로 하였다.

2. 연구방법

1) 시편제작 및 측정

① 압축 강도

직경 4mm, 길이 6mm의 cylinder 형태(ISO 규격)로 각 군마다 5개의 시편을 5종의 레진으로 제조사의 지시대로 만든 후 37℃ 증류수에 7일, 30일, 60일, 120일간 보관한 후 Instron 을 이용해 측정하였다(crosshead speed 0.5mm/min).

② 굴곡 강도

길이 (25±2)mm, 폭 (2±0.1)mm, 높이 (2±0.1)mm 형태(ISO 규격)로 각 군마다 5개의 시편을 5종의 레진으로 제조사의 지시대로 만든 후 37℃ 증류수에 7일, 30일, 60일, 120일간 보관한 후 3-point bending test를 Instron을 이용해 측정하였다(crosshead speed 0.5mm/min).

Ⅲ. 연구성적

1. 압축강도

Table 1과 Fig. 1은 각 군의 기간에 따른 압축 강도를 보여 주고 있다. Scheffe method로 검정한 결과 모든 군에서 7일, 30일, 60일, 120일로 기간이 경과할수록 강도가 감소함을 볼 수 있다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 5군은 30일부터 강도가 급격히 낮아졌고 4군이 120일 후에 초기에 비해 가장 많이 감소하였다. 7일(Fig. 2)에서는 군간에 유의차가 없었고(p>0.05), 30일(Fig. 3)에서는 1군, 2군, 3군, 4군, 5군 순이었으며 4군과 5군 사이에는 통계적인 유의차가 없었다(p>0.05). 60일(Fig. 4)에서는 모든 군간에 유의차가 없었다(p>0.05). 120일(Fig. 5)에서는 4군만이 다른 군에 비해 유의성 있게 낮은 값을 보였다

Table 1. Compressive strength [Mean (S.D.)]

Group \ days	7 days	30 days	60 days	120 days
1	310.08(33.82)	282.78 (7.35)	196.2 (13.28)	164.22(10.03)
2	277.22(34.58)	254.52 (3.40)	212.36(28.70)	177.64 (2.89)
3	274.88(29.06)	223.12(10.70)	207.78(12.14)	160.24(17.32)
4	249.56(12.10)	190.82 (2.69)	181.6 (4.40)	104.02 (2.34)
5	285.54(40.97)	186.24(10.00)	185.0 (3.61)	166.4 (7.02)

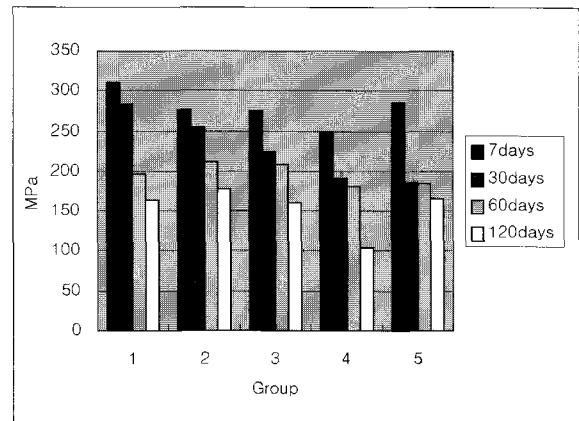


Fig. 1. Compressive strength.

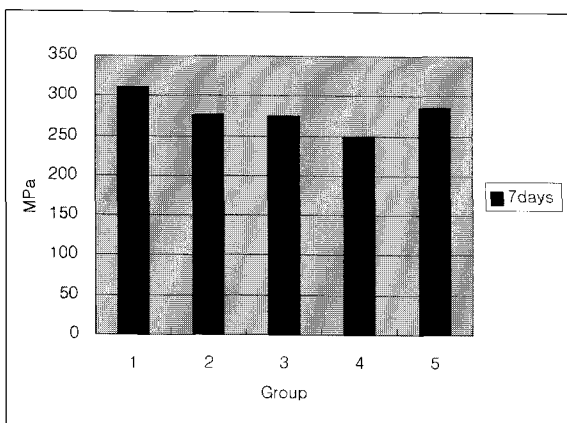


Fig. 2. Compressive strength(7days).

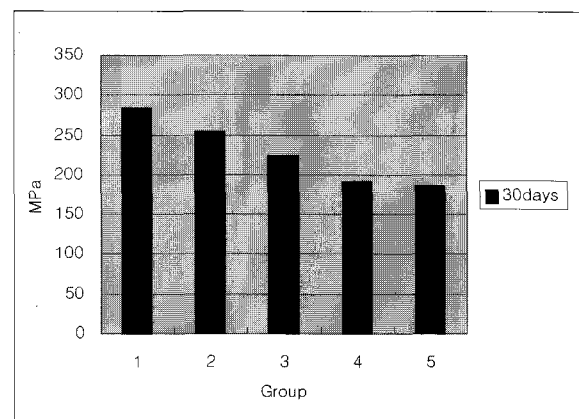


Fig. 3. Compressive strength(30days).

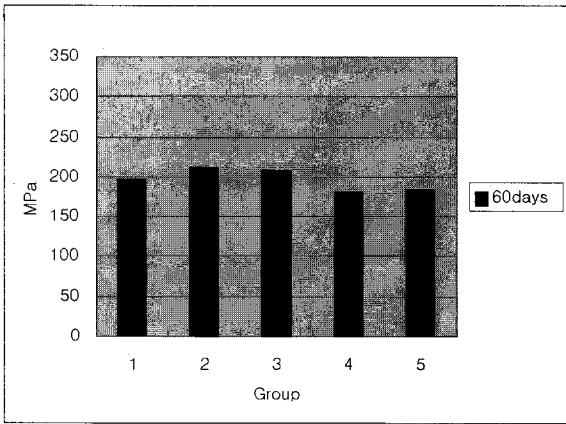


Fig. 4. Compressive strength(60days).

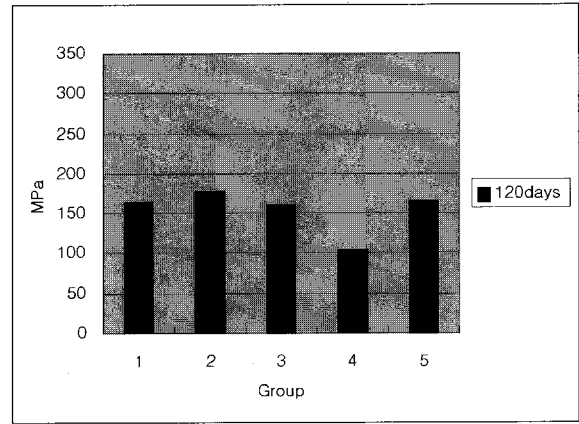


Fig. 5. Compressive strength(120days).

다(p<0.05).

2. 굴곡강도

Table 2와 Fig. 6은 각 군의 시간에 따른 굴곡 강도를 보여 주고 있다. Scheffe method로 검정한 결과 모든 군에서 압축강

도와 마찬가지로 7일, 30일, 60일, 120일로 시간이 경과할수록 강도가 감소함을 볼 수 있다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 1군이 감소폭이 가장 컸고, 1군과 4군은 120일에서 7일에서의 강도에 비해 50%이하로 떨어진 것을 볼 수 있었다. 7일 짜의 굴곡강도(Fig. 7)는 1, 2, 3군에 비해 4, 5군이 유의성 있게 낮았고(p<0.05), 30일(Fig.8)에서는 4, 5군이 2, 3군에 비해 유의

Table 2. Flexural strength [Mean (S.D.)]

Group \ days	7 days	30 days	60 days	120 days
1	99.90(7.07)	85.81 (1.56)	54.02(3.41)	47.10(3.94)
2	96.62(5.37)	87.08 (5.19)	80.60(5.00)	72.78(3.90)
3	111.78(4.82)	94.70(13.14)	82.48(2.00)	79.21(0.85)
4	77.67(7.12)	65.60 (5.81)	50.30(3.86)	31.65(4.28)
5	70.81(0.80)	67.79 (6.53)	57.17(7.94)	38.81(2.12)

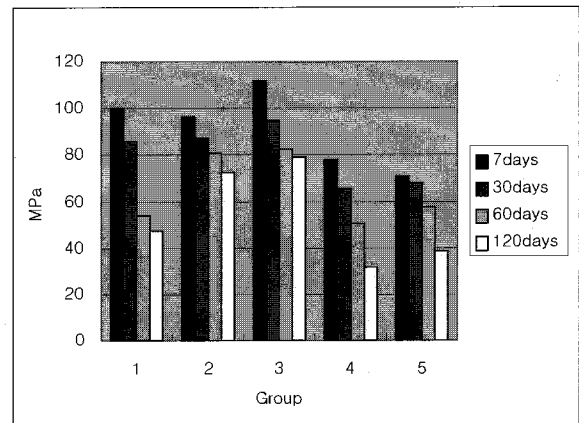


Fig. 6. Flexural strength.

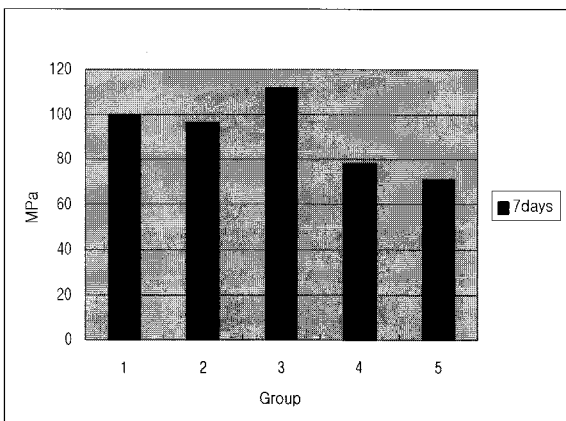


Fig. 7. Flexural strength(7days).

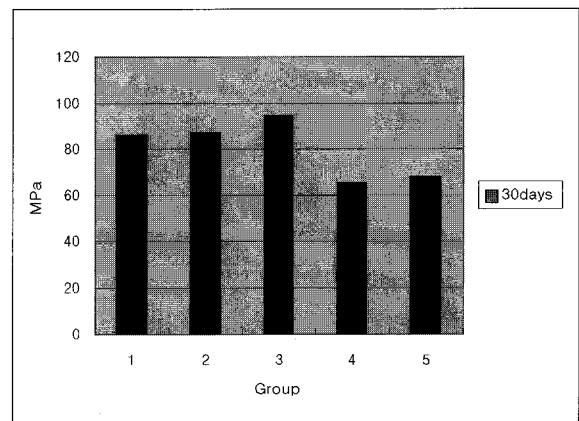


Fig. 8. Flexural strength(30days).

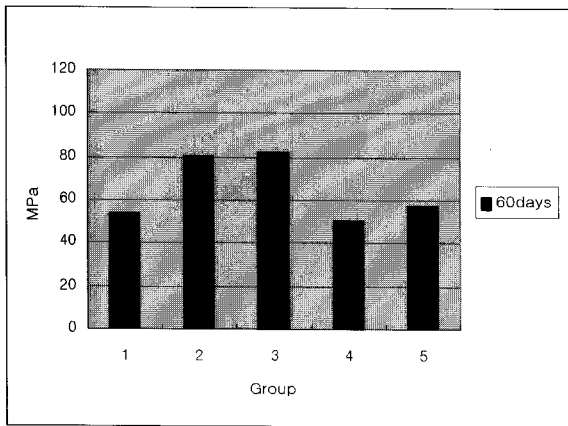


Fig. 9. Flexural strength(60days).

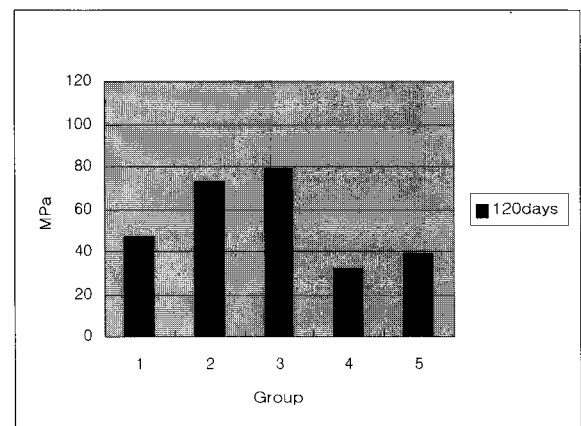


Fig. 10. Flexural strength(120days).

성 있게 낮았으며($p < 0.05$), 60일(Fig. 9)에서는 2, 3군에 비해 1, 4, 5군이 유의성 있게 낮았다($p < 0.05$). 120일(Fig. 10)에서는 3군, 2군, 1군, 4군, 5군 순이었으나, 2군과 3군, 4군과 5군 사이에서는 통계적 유의차가 없었다($p > 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

컴포지트 레진의 수분 흡수에 관한 수많은 연구가 행해져 왔으며¹⁰⁻¹⁴), 이전의 수분 흡수에 관한 연구는 silane-coupling agent로 전처리된 충전제를 사용한 것이었다¹⁵⁻²²). 수분은 흡수되는 양은 적지만 물리적 성질을 변화시킬 수 있으며^{23,24}), 컴포지트 레진의 수분 흡수는 확산으로 조절되는 과정이고, 대부분 매트릭스에서 일어난다^{25,26}). 수분은 매트릭스에 plasticizing effect를 가하며^{27,28}), 매트릭스에 흡수된 수분은 충전제-매트릭스의 debonding이나 충전제의 가수성 분해를 가져온다¹²). 또한 수분은 충전제의 이상을 유발하고^{29,30}), 매트릭스의 강도를 약화시키며³¹) 충전제-매트릭스 결합 파괴에 중요한 역할을 한다는 것이 알려져 있다⁷).

충전제-매트릭스 debonding이 일어나는 것을 설명하기 위해 많은 기전이 제시되었다³²). 결합의 파괴는 충전제의 외층 내에서, silane-충전제 결합에서 또는 silane coating 안에서, silane-매트릭스 계면에서, 또는 매트릭스 내에서 일어날 수 있다. 그러나, 어느 계면에서 파괴가 유발되는지 그리고 어느 부위가 가장 약한 부분인지는 알려져 있지 않다²⁷).

매트릭스는 증합동안 수축하므로 충전제 주위로 hoop stress가 있게 되고²⁹), 이러한 hoop stress는 충전제와 매트릭스간에 마찰력을 증가시킨다. 그러나 컴포지트 레진이 수분에 노출되면 두 가지의 불리한 효과가 발생하게 되는데 먼저 수분은 충전제-매트릭스 결합의 일부를 파괴하고 또한 수분은 주위의 매트릭스가 부풀고 가수화되게 하여 충전제 주위의 hoop stress를 감소시켜 충전제가 떨어져 나가게 한다.

중류수에 보관하는 기간이 증가할수록 모든 군에서 압축 강도와 굴곡 강도가 감소한 것은 이러한 기전이 복합적으로 일어난 것으로 볼 수 있다. 또한 일반적으로 충전제 함량이 낮을수

록³³) 즉 매트릭스 함량이 높을수록 더 높은 수분 흡수를 보이므로¹⁰) 매트릭스의 부피 비율이 더 큰 microfine 콤포지트 레진인 5군이 hybrid type인 1, 2, 3군보다 수분 흡수가 커 압축강도와 굴곡강도가 낮은 것으로 생각된다. 4군은 충전제 함량이 높음에도 전반적으로 강도가 낮았는데 이는 강도가 전적으로 수분 흡수에만 영향받는 것은 아니고 강도의 차이는 충전제의 크기나 silanization과 manufacturing process의 차이에서 비롯될 수 있으므로 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다.

수분은 충전제에도 영향을 주는데 Calaris와 Soderholm³⁰)은 quartz를 포함하는 콤포지트 레진은 수분을 흡수해도 강도의 유의성 있는 차이가 없었으나 barium이 들어있는 경우에는 3개월 후 상당한 강도의 감소가 있다고 하였다. 즉 barium glass가 quartz보다 가수성 분해에 더 민감하므로 barium glass를 포함하는 콤포지트 레진이 quartz를 포함한 것보다 수분에서 분해될 가능성이 더 크다. 다공성의 silica를 쓴 경우 수분을 흡수한 후 상대적으로 많은 파절선을 보였는데 이는 먼저 물리적으로 quartz나 barium에 비해 깨지기 쉽고, silane molecule에 접근이 불량해 silane 처치가 불완전하여 가수성 분해에 더 민감하기 때문이다³¹). 또한 glass 충전제가 pure SiO₂ 충전제보다 가수성 분해에 민감한데 충전제가 가수성 분해에 안정성이 클수록 충전제-매트릭스 결합이 더 안정적이다. 본 연구에서는 각 군의 정확한 성분과 함량을 알기 어려워 이에 대한 분석은 하지 못하였다.

또한 silane coupling agent의 질과 안정성이 매트릭스-충전제 결합의 파괴와 수분 흡수를 최소화하는데 필요하다. Chen과 Brauer³⁴)는 2%의 n-propylamine과 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane(MAOP)이 silica의 silanization을 증가시키고 더 안정적인 silane bond를 나타내는 것을 인장강도와 수분 저항의 증가로 설명하였다. Silane의 소수성을 증가시켜 수분에 대한 안정성을 증가시키기 위해 fluorinated silane이 이상적이거나 매트릭스와 반응할 탄소 이중 결합이 없어 사용할 수 없다³⁵). 이를 대체하는 방법으로 포화된 fluoroalkyltrialkoxysilanes와 MAOP를 섞어 silane처리하거나 aminoalkyltrialkoxysilanes와 MAOP를 섞었을 때 silaniza-

tion이 증진되며 phenyltriethoxysilane같은 aromatic silanes와 MAOP를 섞어 silane 처리하거나 vinyltriethoxysilane같은 불포화 aliphatic silanes과 MAOP를 섞어 처리하거나 alkoxy-나 chloro-silanes와 fluoroalkyltrialkoxysilanes와 MAOP를 섞어 silane layer의 crosslinking을 증가시키는 방법이 있다. Silane coupling layer가 수분 흡수와 용해에 주된 영향을 주지는 않는다.

Bis-GMA를 기본으로 하는 경우 적절히 중합되었으면 화학적으로 매우 안정적이다. 반면에 urethane dimethacrylate같은 매트릭스를 사용한 경우 인공 타액에 다양한 성분이 누출되는 것이 관찰되었다³⁶⁾. 이러한 현상은 degradation을 유발하고, 물리적 성질에 영향을 미친다. 또한 중합 정도가 수분 흡수와 관련된 중요한 요소로 생각된다. Pearson과 Longman³⁷⁾은 microfil resin과 hybrid resin의 수분 흡수와 용해도가 불완전한 중합에 유의성 있게 영향받는다 고 하였다. 그러므로 수분 흡수는 불완전한 중합이 동반될 경우 장기적으로 수복물의 성공을 저해한다.

레진의 수분 흡수는 레진과 resin bonding agent 간에도 중요하다³⁸⁾. 상아질과 레진간에는 resin bonding agent가 매개한다. Resin bonding agent는 일반적으로 충전제를 포함하지 않고, 포함하더라도 함량이 매우 낮아 레진의 fluidity를 유지한다. 젖은 상아질에 결합시킬 때 이 재료의 소수성 성질로 인한 문제를 개선하기 위해 친수성 부분과 소수성 부분 모두를 포함하게 하거나 2-hydroxyethylmethacrylate(HEMA)같은 친수성 레진을 포함하도록 변형시켰다. 이로 인해 resin bonding material은 수분을 더 잘 흡수하게 되었다. 수분 흡수는 상아질 표면과 bonding resin간에 micro-space가 있는 경우 유리하게 작용할 수 있는데, 레진이 팽창하여 공간을 폐쇄하기 때문이며 또한 중합 중에 발생하는 stress를 다소 감소시킨다. 반대로 레진의 팽창은 상아질에서 bonding resin-resin interface에서 다른 stress를 유발한다. 즉 bonding resin이 빠르게 수분을 흡수해서 bonding resin-resin간의 결합을 약화시킨다.

Bonding resin이 약 4%(w/w)의 수분 흡수를 보이는 반면에 일반적인 레진은 1%(w/w) 이하의 수분 흡수를 보인다³⁸⁾. 이것은 레진이 충전제를 포함하는 반면 bonding resin은 충전제가 없거나 매우 낮게 들어있기 때문이다. 따라서 bonding resin이 단면에서 사각형 형태 와동의 point/line angle에서 두꺼울 경우 레진과 bonding resin 간 interface에 응력이 생길 수 있는 가능성이 있게 된다. 또한 bonding resin의 dimensional change가 레진의 중합수축을 과보상할 수도 있다. 이러한 경우 dimensional change의 차이로 인해 결합이 약해져 수복물의 longevity에 악영향을 줄 수 있다.

컴포지트 레진의 빠른 수분 흡수와 소실은 컴포지트 레진 수복물 주위에서 종종 관찰되는 marginal staining을 악화시키는 요소 중의 하나가 될 수 있다³⁹⁾. 다양한 농도와 온도의 음식을 섭취하면서 또한 구호흡자처럼 dessiccation이 동반될 경우 법랑질 margin에서 노출된 매우 얇은 bonding resin 층에서 fluid가 내외로 끊임없이 이동한다. 이러한 빠른 fluid의 움직임

은 컴포지트 레진을 팽창시켰다 수축시켰다해서 컴포지트 레진과 치질간 결합의 파괴를 가져온다. 이것은 또한 오래된 컴포지트 레진 수복물 주위의 marginal staining을 가져온다.

이 연구에서 수분 흡수가 컴포지트 레진의 압축강도와 굴곡강도를 감소시키는 것을 볼 수 있었고, 매트릭스 함량이 높아 수분흡수가 가장 많을 것으로 생각되는 microfine type의 5군이 가장 강도가 낮았다. 본 실험에서는 120일까지 보관하여 강도를 측정했으나 좀 더 오랜 기간 보관하여 강도를 측정하는 추가적 실험이 필요할 것으로 생각되며 매트릭스와 충전제의 정확한 성분과 함량을 측정하여 이와의 관계를 알 수 있는 연구가 필요하리라 생각된다.

또한 본 실험에서는 시편을 증류수에 보관한 후 측정했으나 실제 구강 내에서의 환경은 온도와 산도의 다양한 변화가 있으므로 좀 더 이에 가까운 storage medium에서의 추가적인 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

저자는 치과용 컴포지트 레진의 수분 흡수에 따른 압축강도와 굴곡강도의 변화를 알기 위해 Z-100(1군), Spectrum(2군), Clearfil AP-X(3군), Pyramid(4군), Heliomolar(5군)의 5종 레진으로 시편을 만들고 37°C 증류수에 7일, 30일, 60일, 120일간 보관한 후 각각의 압축강도와 굴곡강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 7일, 30일, 60일, 120일로 기간이 증가함에 따라 모든 군에서 압축강도가 감소하였다(p<0.05)
2. 7일, 30일, 60일, 120일로 기간이 증가함에 따라 모든 군에서 굴곡강도가 감소하였다(p<0.05)
3. Hybrid type인 1, 2, 3군에 비해 matrix 비율이 높은 microfine type인 5군이 강도가 낮았다.

참고문헌

1. Kenneth JA : Restorative resin in: Phillips' Science of Dental Materials. WB Saunders Co:274-292, 1991.
2. William JO : Polymeric restorative materials: composite and sealants in: Dental Materials and Their Selection. Quintessence Publishing Co:97-102, 1997.
3. Draughn RA : Effects of temperature on mechanical properties of composite dental restorative materials. J Biomed Mater Res 15:489-495, 1981.
4. Wu W, Mckinney JE : Influence of chemicals on wear of dental composites. J Dent Res 61:1180-1183, 1982.
5. Wu W, Toth EE, Moffa JF, Elisson JA : Subsurface damage layer of in vivo wondental composite

- restorations. *J Dent Res* 63:675-680, 1984.
6. Roulet JF, Walti C : Influence of oral fluid on composite resin and glass ionomercement. *J Prosthet Dent* 52:182-189, 1984.
 7. Oysaed H, Ruyter IE : Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res* 65(11):1315-1318, 1986.
 8. Soderholm KJ : Degradation of glass filler in experimental composites. *J Dent Res* 60:1867-1875, 1981.
 9. Soderholm KJ, Zigan M, Ragan M et al.: Hydrolytic degradation of dental composite. *J Dent Res* 63:1248-1254, 1984.
 10. Fan PL, Edahl A, Leung RL, Stanford JW : Alternative interpretations of water in composite filling materials. *J Dent Res* 64:78-80, 1985.
 11. Kalachandra S : Influence of fillers of the water sorption of composite. *Dent Mater* 5: 283-288, 1989.
 12. Venz S, Dickens B: NIR-spectroscopic water sorption characteristics of dental resin and composite. *J Biomed Mater Res* 25:1231-1248, 1991.
 13. Momoi Y, McCabe JF: Hygroscopic expansion of resin based composites during 6months of water storage. *Br Dent J* 176:91-96, 1994.
 14. Pagniano RP, Johnston WM: Three-year effect of unfilled resin dilution on water sorption of a micro-filled and hybrid composite resin. *J Prosthet Dent* 75:364-366, 1996.
 15. Bowen RL : Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc* 66:57-64, 1963.
 16. Beech DR, Brown D: The role of the filler-matrix Interface in composite restorative materials based on poly(methyl methacrylate). *Br Dent J* 133:297-300, 1972.
 17. Dennison JB, Craig RG: Physical properties and finished surface texture of composite restorative resin. *J Am Dent Assoc* 85:101-108, 1972.
 18. Pearson GJ : Long-term water sorption and solubility of composite filling materials. *J Dentistry* 7:64-68, 1979.
 19. Brauer GM : Properties of sealant containing bis-GMA and various diluents. *J Dent Res* 57:597-607, 1978.
 20. Douglas WH, Craig RG : Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. *J Dent Res* 61:41-43, 1982.
 21. Dermann K, Rupp NW, Brauer GM: Effect of hydrophilic diluents on the properties of cured composites. *J Dent Res* 61:1250-1254, 1982.
 22. Hirasawa T, Hirano S, Hirabatashi S, et al. : Initial Dimensional changes of composites in dry and wet conditions. *J Dent Res* 62:28-31, 1973.
 23. Ferracane JL, Berge HX, Condon JR: In vitro aging of dental composite in water. Effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res* 42:465-472, 1998.
 24. Sarrett DC, Ray S : The effect of water on polymer matrix and composite wear. *Dent Mater* 10:5-10, 1994.
 25. Braden M, Causton EE, Clarke RL : Diffusion of water in composite filling materials. *J Dent Res* 55 :730-732, 1976.
 26. Braden M, Clarke RL : Water absorption characteristics of dental micofine composite filling materials. *Biomater* 5:369-372, 1984.
 27. Soderholm KJ, Robert MJ : Influence of water exposure on the tensile strength of composite. *J Dent Res* 69(12):1812-1860, 1990.
 28. Bastoli C, Romano G, Migliaresi C : Water sorption and mechanical properties of dental composites. *Biomater* 11(3):219-223, 1990.
 29. Soderholm KJ, Calvert PD : Effects of Water on glass-filled methacrylate resins. *J Mater Res* 18:2957-2962, 1983.
 30. Soderholm KJ : Influence of silane treatment and filler fraction thermal expansion of composite resin. *J Dent Res* 63:1321-1326, 1984.
 31. Calais JG, Soderholm KJ : Influence of filler type and water exposure on flexural strength of experimental composite resins. *J Dent Res* 67:836-840, 1988.
 32. Soderholm KJ : Filler systems and resin interface in: *Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials*. G. Vanherle and D.C. Smith, Eds., Utrecht: Peter Szule publishing Co., pp. 139-159, 1985.
 33. Von Fraunhofer JA, Curtis P Jr : Physical and mechanical properties of anterior and posterior composite restorative matreials. *Dent Mater* 5(6):365-8, 1989.
 34. Chen TM, Brauer GM: Solvent effects on bonding organo-silane to silica surfaces. *J Dent Res* 61:1439, 1982.
 35. Craig RG, Dootz ER: Effects of mixed silanes on the

- hydrolytic stability of composites. *J Oral Rehabil* 23:751-756, 1996.
36. Lee SY, Huang HM, Lin CY, et al: Leached components from dental components in oral simulating fluids and the resultant composite strength. *J Oral Rehabil* 25:575-588, 1998.
37. Pearson GJ, Longman CM : Water absorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *J Oral Rehabil* 16:57-61, 1989.
38. Michael FB, Shigeisa I, Junji T : Water sorption of several bonding resins. *Am J Dent* 12:295-298, 1992.

Abstract

A STUDY ON CHANGE OF COMPRESSIVE STRENGTH AND FLEXURAL STRENGTH OF DENTAL COMPOSITE RESIN AFTER WATER STORAGE

Nae-Jeong Jeong, D.D.S., Jung-Wook Kim, D.D.S., Ph.D., Sang-Hoon Lee, D.D.S., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry and Dental Research Institute
College of Dentistry, Seoul National University*

The difference of composition of composite resin may affect the mechanical properties of composite resin and the environment is important for the properties of materials. The composite resin restoration is always exposed to fluid in oral cavity and the composite resin matrix is able to absorb water, which is accompanied by some swelling of the composite. The uptake of water by composites has been correlated with decreases in surface hardness and wear resistance. The purpose of this study was to investigate the effects of water storage in 37°C distilled water after 7days, 30days, 60days, 120days on compressive strength and flexural strength of dental composite resin, Z-100(group 1), Spectrum(group 2), Clearfil AP-X(group 3), Pyramid(group 4), Heliomolar(group 5).

The compressive and flexural strength were measured by instron machine.

The following results were obtained :

1. There were significant reduction of compressive strength as water storage time increased, 7days, 30days, 60 days, 120days($p<0.05$).
2. There were significant reduction of flexural strength as water storage time increased, 7days, 30days, 60 days, 120days($p<0.05$).
3. Group 1, 2, 3 -hybrid type showed higher compressive and flexural strength than group 5-microfine type which had lower filler contents.

Key words : Composite resin, Matrix, Water absorption, Compressive strength, Flexural strength