

4종의 direct composite resin의 파절강도 비교

김남중

신한대학교 치기공학과

A Study on the fracture strength of 4 Kinds of Direct Composite Resins

Nam-Joong Kim

Department of Dental Technology & Science, Shinhan University, Uijeongbu, Korea.

[Abstract]

Purpose: The Purpose of this study is to compare the fracture strength of 4 kinds of direct composite resins.

Methods: his study performed experiments on the fracture strength of direct composite resins after polymerizing 4 kinds of direct composite resins on the MOD cavity standard specimens.

Results: The fracture strength of Aelite(Bisco) was the highest at 176.26N($p < 0.05$). According to post-hoc study with Turkey honest significant difference by multiple comparison on fracture strength test results, there were statistically significant differences between all kinds of direct composite resin. But the statistical difference between Z350(3M) and Spectrum(DP) was not significant.

Conclusion: Aelite(Bisco) scored the highest concerning the fracture strength.

◉ **Key words:** direct composite resin, fracture strength

Corresponding author	Name	김 남 중	Tel.	031-870-3420	E-mail	wnj120@hanmail.net	
	Address	경기도 의정부시 호암로 95. 신한대학교 치기공학과					
Received	2019. 4. 30		Revised	2019. 6. 18		Accepted	2019.

I. 서론

최근 우리나라의 치과의료 분야는 국민들의 경제적 여유와 학문적 발전에 따라 기능회복을 위한 기본적인 역할뿐만 아니라 심미성 회복이라는 추가적인 기능을 위한 치료 술식에 대한 관심이 증가하고 있다. 구강의 기능회복을 위해 현재 시중에서 사용되는 치과용 수복재는 아말감을 비롯한 다양한 종류의 재료가 사용되고 있다. 그 중 복합레진은 금합금이나 아말감에서 나타나는 단점인 심미성을 보완할 수 있는 재료로서 계속 발전하여 개발되고 있으며 그 적용범위도 넓어지고 있다(Kim, 2017). 특히 최근 치과환자들의 치과의료에 대한 심미적인 요구도가 높아지면서 도재나 복합레진을 통한 치료방식에 대한 요구가 늘고 있다.

도재는 내마모성이 뛰어나고 심미적으로 우수한 장점이 있고 또 압축응력이 커서 치과성형재로 많이 사용되었으나(DTMI, 2010) 파절의 문제와 금속 하부구조의 불투과성은 자연스런 투명감을 저해하고, 조작하는데 있어 시간이 많이 소비되며, 숙련된 기술을 필요로 하며, 도재의 마모성은 대합 자연치에 파괴적이 될 수 있다(MaCabe, 1990).

1930년대에 개발된 자가중합형 아크릴릭 레진은 높은 중합수축, 열팽창 계수, 마모저항의 결손 등으로 높은 변연 누출, 치수손상, 재발성 우식증, 색조변화 등을 일으키는 (Shinohara et al, 1989) 여러 가지 단점이 있었으나 그 후 여러 가지 문제점을 보완해주는 복합레진들이 개발되었다.

치과수복용 복합레진에 요구되는 성질은 1)고경도, 고강도, 내마모성 등의 우수한 기계적 물성 2) 내수성, 3) 천연 치아에 가까운 색조 및 반투명성, 4) 작은 열팽창 계수, 5) 신속한 중합반응, 6) 작은 경화 수축, 7) 치아와의 우수한 접착성, 8) 생체적합성 및 작은 독성 등을 들 수 있다(Nakabayashi, 1993). 그 중에 굴곡강도는 횡단강도 또는 파절률이라고도 하며 양 끝에 지탱된 들보의 중앙에 정적인 하중을 걸어 파절시키는 방법으로 측정된다. 하중을 가하면 표본이 구부러지는데 윗부분은 압축변형이 생겨 길이가 감소하고 아랫부분은 인장변형이 생겨 길이가 증가한다(DMI, 2008)

치과의료에서 사용되는 다양한 수복 재료 중에 복합레진은 치아 색과 같은 치아의 부분수복재로 많은 환자의 구강에 직접 적용되며 전치와 구치를 구분하지 않고 폭넓게 사용되고 있으며 타 재료의 단점을 보완하여 대체할 수 있도록 꾸준히 연구되고 있는 가운데 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 복합레진은 다른 치과용 수복재에 비해 제작시간, 제작방법, 심미성과 물성 등에서 다양한 우수성을 가지고 있다. 현재는 복합레진에서 나타나고 있는 변연부 파절, 마모, 변색 등의 여러 가지 문제점을 보완한 2세대 복합레진들이 보급되고 있으며 무기질 충전재의 함량을 조절하고 중합방법을 다양화하는 등 물성 개선을 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다 (Bang, 2011)

이에 본 연구는 최근 임상에서 많이 사용되고 있는 4종의 direct composite resin이 가지고 있는 기계적 성질을 비교하기 위해 파절강도실험을 하여 평가함으로써 향후에 보다 향상된 물성의 치과용 수복재 개발 방향을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 실험재료

본 연구는 치과용으로 시중에서 많이 사용되고 있는 4종의 direct composite resin에 파절강도실험을 하여 비교하였다. 실험에 사용된 4종의 direct composite resin(shade A3)은 Aelite(Bisco, USA), Gradia(GC, Japan), Spectrum(Dentsply, Germany), Z350(3M-ESPE, USA) 이며 MOD 표준시편에 각각 10개씩 제작하여 연구대상으로 하였다(Table 1)(Fig. 1).

Table 1. Subject

composite resin	Co.	N
Aelite	Bisco, USA	10
Gradia	GC, Japan	10
Spectrum	Dentsply, Germany	10
Z350	3M ESPE, USA	10
계		40



Figure 1. 4 kinds of direct composite resins

2. 실험방법

1) Preparation

가로, 세로 10mm인 사각기둥에 길이 10mm, 폭 4mm, 깊이 2mm의 와동이 형성된 MOD 표준 silicone mold에 초경석고(Fujirock, GC, Japan)를 채워 실험용 주형을 제작하였다(Fig. 2). 준비된 실험용 주형에 각 제조회사의 direct composite resin을 채워 광중합기(LA 500 blue light, Apoza, Taiwan)로 20초간 중합하였다(Fig. 3).

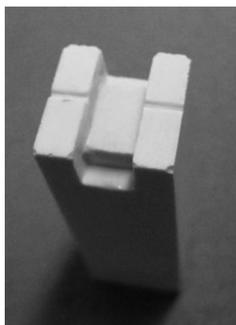


Figure 2. Specimen



Figure 3. Light curing unit & Resin up

2) fracture strength test

실험용 주형을 다이아몬드 디스크로 잘라서 중합된 direct composite resin(실험시편)을 분리하였다. 실험용 주형에서 분리된 실험시편의 파절강도를 만능시험기(Instron 5942, Instron co, USA)로 측정하였다. 이 때 crosshead의 speed는 1.0mm/min로 하였다(Fig. 4).

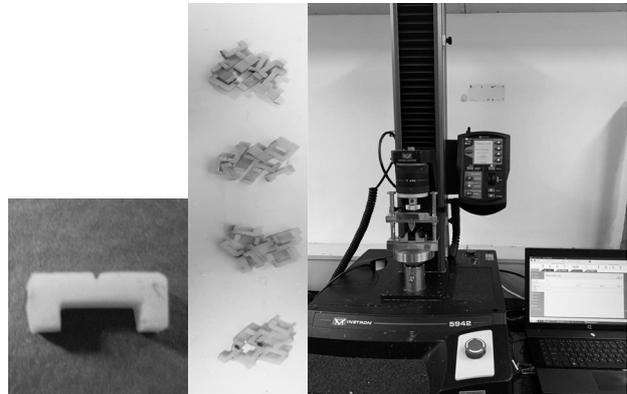


Figure 3. Light curing unit & Resin up

3) Statistical analysis

통계분석은 SPSS 22.0 Ko(SPSS, USA)을 이용하였다. 4종의 direct composite resin의 파절강도 실험 결과에 대한 평균을 비교하기 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 하였다. 사후검정으로 Tukey HSD로 다중 비교하였으며 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 결과

4종의 direct composite resin 파절강도 실험결과는 Table 2.와 같았다. 파절강도가 가장 높은 것은 Aelite(Bisco)로 176.26 N이었으며, 가장 낮은 것은 Gradia(GC)로 129.93 N이었다. 그 다음은 Z350(3M)와 Spectrum(DP) 순으로 높았다. 최고값은 Aelite(Bisco)에서 196.3 N이었고 최저값은 Gradia(GC)에서 112.2 N였다.

이 결과는 모두 통계적으로 유의하였으나 Spectrum (DP)와 Z350(3M)에서만 유의한 차이가 없었다 ($p < 0.05$).

의미하며, 탄성계수는 재료의 stiffness를 나타내는 것으로서 수복물의 수명에 중요한 요소라고 하였다(Kim et al. 2007). 또 Mandikos et al(2001)은 복합레진의 기계적 성질에 영향을 미치는 요소로 레진의 중합정도, 충전재의 함량, 크기, 형태 등이 있다고 하였다.

본 연구에서는 Aelite(Bisco)가 176.26 N으로 가장 높았으며, Gradia(GC)가 129.93 N으로 가장 낮았고 그 다음 Spectrum(DP)와 Z350(3M)은 각각 149.54 N과 149.76 N으로 크게 차이가 없었고 통계적으로도 유의하지 않았다. 이 결과는 Kim (2011)의 indirect composite resin에 대한 실험결과인 SR Adoro 84.06 N, Premise indirect 124.76 N, Sinpony 145.66 N,

Table 2. Results of fracture strength test.

unit : N

composite resin	N	M ± SD	Min	Max	P
Aelite(Bisco)	10	176.26 ± 13.55 ^a	152.6	196.3	p<0.05
Gradia(GC)	10	129.93 ± 7.25 ^b	112.2	136.6	
Spectrum(DP)	10	149.54 ± 13.10 ^c	127.5	165.2	
Z350(3M)	10	149.76 ± 19.70 ^c	130.3	186.5	

*: p-value by one-way ANOVA

abc: 같은 문자는 통계적으로 유의한 차이가 없음(Tukey HSD).

IV. 고찰

현대 치과의학에서 치아의 수복을 위해 아말감, 금속, 도재, 레진 등 다양한 재료들이 사용되고 있다. 그 가운데 복합레진은 우수한 심미성과 조작성이 간편하고 제작 기간이 짧으며 자연치 손상이 적다는 장점 때문에 많은 관심과 함께 사용되고 있으나 약한 강도나 마모성, 중합 수축, 변색에 대한 문제 등 해결해야 할 문제가 많은 수복 재료이다.

파절강도란 삭제된 치아의 외형, 치아의 삭제량, 수복된 재료, 치아와 수복물간의 접착방법 및 수복물에 전달되는 힘의 상태에 따라 영향을 받는 것으로서 최대 에너지 흡수율이며, 치아에 수복된 복합레진이 충분한 기능을 발휘하기 위해선 적절한 강도를 가져야 한다고 하였으며(Kim, 2011), 굴곡강도는 재료의 toughness를

Tescera 150.99 N와 비교하면 Aelite(Bisco)와 SR Adoro가 차이가 크고 나머지는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또 Choi(2014)의 연구 결과 Gradia 26.73, Tescera I 27.74, Tescera II 29.24를 비교하여 보면 차이가 많이 나지만 시편의 크기 차이가 커서 결과 값을 일반화해서 비교하기 힘들 것으로 보이며 그의 실험 결과에서는 광조사, 열, 압력을 이용하여 중합한 군이 광조사만으로 중합한 군보다 더 높은 굴곡강도를 나타내었다고 하였고, Wendt(1987)은 부가적인 열처리나 압력을 가함으로써 복합레진의 중합도가 증가하여 중합 후 남아 있는 미중합 레진의 양이 줄어들며 잔존중합체의 동요도를 증가시켜 중합된 부위의 가교가 강화되고 체적안정성이 부여되어 물리적 성질이 향상된다고 하였다. 또 Shinkai et al.(2001)은 간접복합레진은 광중합 이후 추가적인 열중합이 가능하기 때문에 복합레진의 직접 수복의 한계였던 중합수축을 줄이고 기계적 강도

를 증가시킬 수 있다고 하였다.

본 연구는 시중에서 많이 사용되는 direct composite resin의 제품별 파절강도의 차이를 파악하기 위해 진행되었다. 그 결과, 각 회사의 제품별 파절강도가 차이는 있었으나 모두 통계적으로 유의미 하지는 않은 것으로 나타났다. 본 실험은 직접 수복용 재료에 대한 실험으로서 구강 내에서 자연치에 직접 적용하여 실험하여야 했으나 석고모형재로 주형을 제작하고 사용하여 direct composite resin으로 실험시편을 제작하는 환경과 실험기간 동안 실험 시편을 보관하는 환경이 실제 구강과 다르므로 인해 실제 임상에서와는 다른 결과가 나타날 수도 있을 것으로 예상된다. 따라서 앞으로 시행되는 실험에서는 가능하면 실제 환경과 비슷한 환경에서 실험할 수 있도록 하며, 또 composite resin의 기계적 물성에 대한 더욱 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 치과에서 사용되는 4종의 direct composite resin의 파절강도를 비교할 목적으로 MOD 표준시편에 direct composite resin을 중합하여 파절강도실험을 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

4종의 direct composite resin 가운데에서 Aelite(Bisco)가 176.26 N으로 가장 높았으며, Gradia(GC)가 가장 낮았다. 실험결과를 다중비교하여 Turkey HSD로 사후검증을 한 결과에서는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 Z350(3M)과 Spectrum(DP)은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($P < 0.05$).

REFERENCES

- Bang SH. The compressive strength and microhardness on the composite resins. Masters Thesis of Graduate School of Dankook University, 2011.
- Choi BN. An Experimental study on the micro hardness and flexural strength various composite resins [thesis]. Cheonan: Dankook University; 2014.
- Dental materials institutes. Dental Materials. 2th ed, Seoul, Daihakseorim Publishing co., 95, 2008.
- Dental technology materials institutes. Dental Technology Materials. 4th ed, Seoul, Komoonsa Publishing co. 323, 2010.
- Kim KS, Yoon TH, Song KY, An SK, Comparison of mechanical properties in 4 indirect composite resin. J korean Acad, Prosthodont, 45(1), 28-30, 2007.
- Kim NJ. An experimental study on the microhardness of 4 kinds of direct composite resins. IJCPD, 13(4), 186, 2017.
- Kim SM. An experimental study on the micro hardness, the fracture strength and the marginal fitness of the various composite resins. Masters Thesis of Graduate School of Dankook University, 20, 2011.
- MaCabe J.F. Applied dentalmaterials. 7thed, Oxford,England Blackwell scientific publications, 78-86, 1990.
- Mandikos M,N, McGivney G,P, Davis E, Bush P,J, Carter J.M. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins, J Prosthet Dent, 85, 386-395, 2001.
- N. Nakabayashi, Polymer for some therapeutic applications. Biomedical applications of

polymeric materials, 219, 1993.

Shinohara N, Minesaki Y, Mukoyoshi N, Moriyama H, Jimi T. The effect of the cementing material on the strength of the all ceramic crown. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*, 33(2), 416–421, 1989.

Shinkai MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent*, 85(4), 386–395, 2001.

Wendt SL. The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resins II. Wear, hardness and color stability. *Quintessence int.* 18, 351–356, 1987.