치아 충전용 복합레진의 광중합 광원 종류에 따른 마멸 비교

김환[1](세종대학교 기계공학과), 이권용[2](세종대학교 의공학연구소),
박성호[3](연세대학교 치과대학 보존학교실), 정일영[3](연세대학교 치과대학 보존학교실),
전승범[4]((주)알앤비)

Wear Of Dental Restorative Composite Resins Cured by Two Different Light Sources

[1]H. Kim* (Mech. Eng. Dept., Sejong Univ.) hw123an@hanmail.net
[2]K.Y. Lee(Bioengineering Research Center. Sejong Univ.) kwonlee@sejong.ac.kr
[3]S. H. Park(Conservative Dentistry. Yonsei Univ.), [3]I.Y. Jung(Conservative Dentistry. Yonsei Univ.)
[4]S.B. Jeon (R & B. Inc.)

ABSTRACT

In this study, the wear characteristics of five different dental composite resins cured by conventional halogen light and LED light sources were investigated. Five different dental composite resins of Surefil, Z100, Dyract AP, Fuji II LC and Compoglass were worn against a zirconia ceramic ball using a pin-on-disk type wear tester with 15 N contact force in a reciprocal sliding motion of sliding distance of 10 mm/cycle at 1Hz under the room temperature dry condition. The wear variations of dental composite resins were linearly increased as the number of cycles increased. It was observed that the wear resistances of these specimens were in the order of Dyract AP > Surefil > Compoglass > Z100 > Fuji II LC. On the morphological observations by SEM, the large crack formation on the sliding track of Fuji ?LC specimen was the greatest among all resin composites. Dyract AP showed less wear with few surface damage. There is no significant difference in wear performance between conventional halogen light curing and light emitting diodes curing sources. It indicates that a light emitting diodes (LED) source can replace a halogen light source as curing unit for composite resin restorations.

Key Words : Wear(마모), Dental Composite Reins(치과용 복합레진), Halogen Light Curing, Light Emitting Diodes Curing

1. 서 론

컴퍼짓 레진은 심미성 및 자연치아와의 조화성 등의 우수성으로 오랫동안 전치부 수복용으로 사용되어 왔으며 구치부의 수복에 있어서도 수은성분 용출의 위험성이 있는 치과용 아말감을 대신한 적극적인 사용과 장기간의 임상적용으로 많은 양호한 임상 성적들이 발표되고 있다[1,2]. 그러나 아직도 컴퍼짓 레진은 높은 중합수축, 낮은 내마멸성과 인장강도, 낮은 압축강도 등의 문제점들이 지적되고 있으므로 심미 전구치부 치과용 재료로서의 광범위한 적용을 위하여 많은 연구들이 진행되고 있다[3]. 교합접촉부에서 컴퍼짓 레진은 아말감보다 압축강도와 파괴인성 및 내마멸성이 낮은 문제점들이 지적되고 있으므로 컴퍼짓 레진의 기계적 성질과 내마멸성을 증가시키고 연마성과 중합수축 및 심미성 등을 향상시키기 위해 필러, 레진 모노머, 중합개시제 및 실란 커플링제 등에 대한 많은 연구들이 다양하게 이루어지고 있다[4]. 이러한 치과용 수복재료 컴퍼짓 레진은 필러의 크기와 형태, 조성과 함유량 및 레진 메트릭스와 제조방법 등에 따라 분류되고 있으며 각각은 마찰과 마모에 있어서 다양한 특성들을 나타내고 있다[5]. 과거에 구치부에서 컴퍼짓 레진으로 수복하면 과다한 마모와 점진적인 해부학적 형태의 상실 그리고 교합접촉부에서의 부적당함이 문제점으로 나타났다. 이러한 컴퍼짓 레진의 물성치를 증가시키기 위하여 치아에 레진을 삽입하는 방법이 도입되었다. 그리고 컴퍼짓 레진을 효과적으로 중합시

키고 중합강도 역시 증가시키는 방법으로 광중합 방법이 개발되어졌다. 이러한 광중합 방법으로는 최근 주류를 차지하고 있는 가시광선 광중합 이외에도 아르곤 레이져 광중합이나 플라즈마 아크 광중합 같은 방법들이 도입되었다[6-9]. 그리고 오늘날에는 LEDc(Light Emitting Diodes curing) 광중합 방법이 개발되어졌는데 이 방법은 광원 에너지의 감소와 전력소모가 적고 전원 연결 장치나 전선이 필요 없다는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 일반적인 HLc(Halogen Light curing)와 새로운 방법인 LEDc(Light Emitting Diodes curing)로 각각 광중합 되어진 다섯가지 종류의 치과 수복용 컴퍼짓 레진들의 마모특성을 조사하고, 광중합 방법에 따른 미끄럼 마찰운동의 마모표면 형태를 SEM 을 이용해 관찰하였다.

2. 재료 및 실험방법

2.1 시편

본 실험에 사용되어진 다섯 가지의 컴퍼짓 레진은 Surefil, Dyract AP, Fuji II LC, Compoglass, Z100 이다. 이 컴퍼짓 레진들은 HLc(Halogen Light curing)와 LEDc(Light Emitting Diodes curing)의 두 가지 방법으로 각각 광중합하여 지름 10mm, 두께 2mm 로 제작되어졌다. 모든 컴퍼짓 레진은 650mW/cm^2 의 중합강도 하에서 60 초 동안 광중합 되어졌는데 이때 컴퍼짓 레진의 표면과 광중합기 팁의 거리는 2mm 로 유지되어졌다. 각각의 컴퍼짓 레진은 알루미늄 블록위에 Super glue 로 접착시킨 다음, 마모실험에서 Disk 시편으로 사용되어졌다.

2.2 마모실험

마모실험은 pin-on-disk type 의 마모실험장치에서 실시하였다. 모든 실험은 상온, 건조상태에서 진행되어 졌고 접촉하중은 15N, 직선왕복미끄럼 운동의 왕복 거리는 1cycle 당 10mm, 직선왕복미끄럼 운동의 주기는 1Hz 를 사용하였다(Fig. 1). 마모실험은 2000cycles 를 열 번 반복해서 총 20,000cycles 동안 실시하였고 마모량은 2000cycles 의 실험이 끝날 때 마다 Microbalance 를 이용해서 무게를 측정하여 그 변화량을 사용하였다. 그리고 20,000cycles 가 끝난 뒤 각각의 컴퍼짓 레진위의 마모 트랙 형태를 SEM 을 이용해서 관찰하였다.

3. 실험결과 및 토의

모든 컴퍼짓 레진들의 cycles 수에 따른 마모량의 변화를 Fig. 2 에 나타내었다. 그림을 보면 알 수 있듯이 각각의 컴퍼짓 레진들의 마모량의 변화는 cycles 수가 증가함에 따라 선형적으로 증가하였다(linear regression 95-99%).

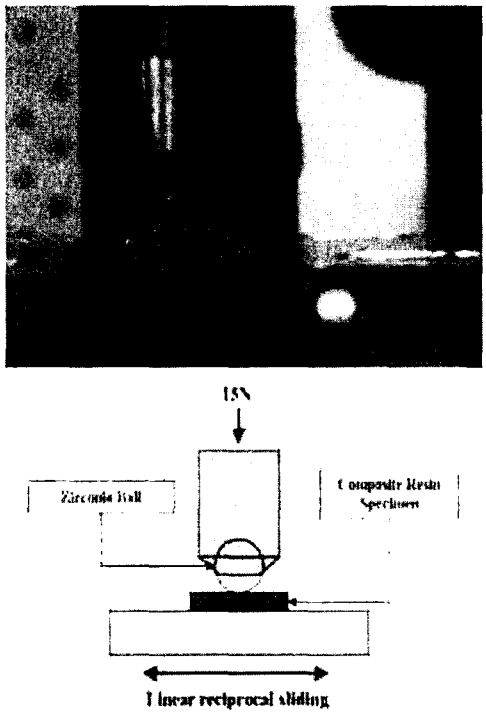


Fig. 1 Pin-on-disk wear testing

그리고 다섯 종류의 컴퍼짓 레진의 내마모성은 Dyract AP > Surefil > Compoglass > Z100 > Fuji II LC 의 순서로 나타났다. 그리고 총 20,000cycles 의 마모실험이 끝난 뒤 모든 컴퍼짓 레진들의 마모량을 HLc(Halogen Light curing)와 LEDc(Light Emitting Diodes curing) 각각에 대하여 비교하였다(Fig. 3). Fig. 3 을 잘 살펴보면 Fuji II LC 를 제외한 나머지 컴퍼짓 레진들은 HLc(Halogen Light curing)와 LEDc(Light Emitting Diodes curing)의 광중합 방법에 따른 차이는 거의 없는 것을 확인할 수 있다.

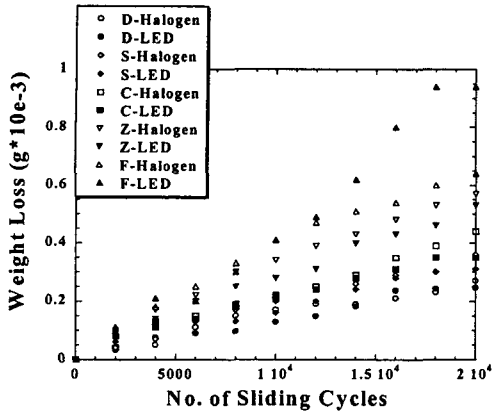


Fig. 2. Wear as a function of sliding cycles.

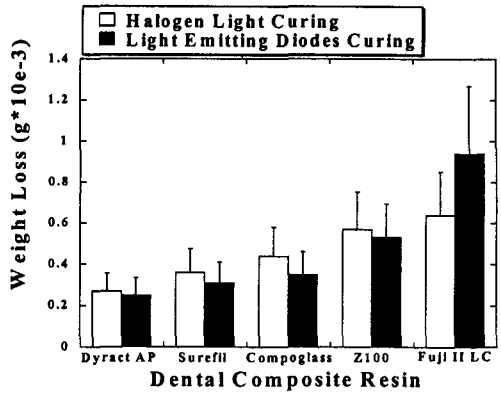
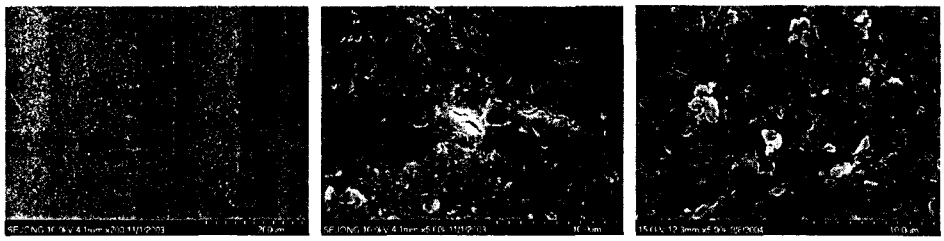


Fig. 3. Wear comparison of Halogen vs. LED.



(a) Dyract AP – HLC x200, HLC x5K, LEDC x5K

(b) Compoglass – HLC x200, HLC x5K, LEDC x5K

(c) Fuji II LC – HLC x200, HLC x5K, LEDC x5K

Fig. 4. SEM photographs showing surface damages on the wear tracks of dental composite resins.

20,000cycles 의 마모실험이 끝난 뒤 모든 시편 중 대표적으로 Dyract AP, Compoglass, Fuji II LC 의 마모 트랙을 SEM 으로 관찰한 사진을 Fig. 4 에 나타내었다.

이번 마모실험에서 가장 적은 마모량을 나타낸 Dyract AP 는 마모 트렉에서 약간의 짧은 크렉들이 관찰되었고 메트릭스로부터 필러들의 탈락도 적었다. 이것은 또한 두 가지 광중합 방법인 HLc(Halogen Light curing)와 LEDc(Light Emitting Diodes curing)의 셈플에서 비슷하게 나타났다. 비교적 적은 마모량을 나타내었던 Compoglass 는 HLc(Halogen Light curing) 셈플의 경우 마모 트렉에서 약간의 긴 크렉들이 관찰되어 졌고 이러한 크렉들이 생겨나면서 그 주위에서의 필러들의 탈락이 생겨났다. 하지만 LEDc(Light Emitting Diodes curing) 셈플의 경우에는 마모 트렉에서 크렉이 관찰되어지지 않았으며 이로 인해 HLc(Halogen Light curing) 셈플보다 적은 마모량을 나타내었다. 이번 마모실험에서 모든 컴퍼짓 레진 중 가장 많은 마모량을 나타낸 Fuji II LC 는 HLc(Halogen Light curing) 셈플의 경우 마모 트렉에서 매우 큰 크렉들이 비슷한 모양으로 생겨났으며 접촉면과 크렉 주위에서 많은 필러들의 탈락이 생겼다. 반면 LEDc(Light Emitting Diodes curing) 셈플의 경우에는 마모 트렉의 크렉 주위에서 필러들의 탈락은 HLc(Halogen Light curing) 셈플 보다 적었지만 마모량은 더 많이 발생하였다. 또한 두 번째로 많은 마모량을 나타낸 Z100 의 경우에는 HLc(Halogen Light curing)와 LEDc(Light Emitting Diodes curing) 두 가지 셈플 모두 마모 트렉에서 크렉은 관찰되어지지 않았지만 심하게 훼손되어진 층이 겹겹이 쌓여있는 것이 관찰되어졌다.

모든 컴퍼짓 레진의 마모 트렉에서의 크렉의 넓이는 각각의 컴퍼짓 레진의 마모량에 비례하였다. 마모량이 가장 적었던 Dyract AP 는 표면의 손상이 적었고 마모 트렉의 폭도 작았다. 반면 마모량이 가장 많았던 Fuji II LC 는 표면이 매우 많이 손상되었고 마모 트렉의 폭도 가장 컸다. 이러한 결과들은 컴퍼짓 레진이 높은 경도(less plastic deformation)와 뛰어난 내마모성을 가지고 있다는 것을 보여준다. 따라서 향후 컴퍼짓 레진은 중합과정에서의 필러들의 탈락과 크렉의 형성을 억제하는 방향으로 연구가 계속되어져야 할 것이다.

4. 결 론

이번 마모실험 결과, HLc(Halogen Light curing)와 LEDc(Light Emitting Diodes curing)의 두 가지 광중합 방법에서의 마모 특성은 Fuji II LC 를 제외한 나머지 컴퍼짓 레진들에서 LEDc(Light Emitting Diodes curing)의 경우가 HLc(Halogen Light curing)의 경우보다 마모량이 적게 나타났다. 따라서 광원 에너지의 감소와 전력소모가 적고 전원 연결 장치나 전선이 필요 없다는 장점을 가지고 있는 LEDc(Light Emitting Diodes curing) 광중합 방법은 기존의 HLc(Halogen Light curing) 광중합 방법을 대신하여 치과용 수복재료 컴퍼짓 레진에 사용되어져도 무방할 것이다.

후 기

본 연구는 학술진흥재단 협동연구지원사업 (과제번호 : KRF-2001-042-F00088)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

1. S.C. Bayne., H.O. Heymann., and E.J. Swift., " J. Am. Dent. Assoc," Vol.125, pp. 687~701, 1994.
2. F. Lutz., R.W. Phillips., J.F. Roulet., and J.C. Setcos., " J. Dent Res," Vol. 63, pp. 914~920, 1984.
3. M. Goldman., " Aust. Dent. J," Vol. 28, pp. 156~161,1983.
4. H. Suzuki., M. Taira., K. Wakasa., and M. Yamaki., " J. Dent. Res, " Vol. 70, pp. 883~888, 1991.
5. R.W. Wassell., J.F. McCabe., and A.W.G. Walls., " J. Dent Res," Vol. 73, pp. 1546~1553, 1994.

6. M.A. Vargas., D.S. Cobb., and J.L. Schmit., " Operative Dentistry," Vol. 23, pp. 87-93, 1998.
7. R.J. Blankenau., G.L. Powell., W.P. Kelsey., and W.W. Barkmeier., " Lasers in Surgery Medicine," Vol. 11, pp. 471-474, 1991.
8. A. Peutzfeldt., A. Sahafi., and E. Asmussen., " Dental Materials," Vol. 16, pp. 330-336, 2000.
9. S.H. Park., I. Krejci., and F. Lutz., " Operative Dentistry," Vol. 27, pp. 30-37, 2002.