

수종의 광중합기에 의한 복합레진 중합시 미세누출에 관한 연구

박성진 · 이광희 · 김대업

원광대학교 치과대학 소아치과학교실 · 치의학연구소

국문초록

현재 광중합 복합레진은 치아의 수복을 위하여 많이 사용되며 복합레진이 많이 사용되는 만큼 광중합을 위한 광중합기도 다양하게 사용된다. 하지만 광중합기에 따른 복합레진의 미세누출은 아직 연구대상이다.

본 연구의 목적은 광중합기에 따라 발생하는 미세누출에 대한 평가를 하는 것으로 최근에 개발된 광중합기의 중합능력을 전통적인 할로겐 광중합기와 비교하는 것이다.

전통적으로 사용되어지던 저출력 할로겐 광중합기(Optilux 360), 일반 플라즈마 아크 광중합기(Flipo), 저발열 플라즈마 아크 광중합기(Aurys), 고출력 LED 광중합기(Freelight 2)를 사용하였다. 건전한 유구치에 와동을 형성한 후 복합레진(Z100)을 동일한 레진 접착제(Scotchbond Multi-Purpose)를 사용하여 충전한 후 각 광중합기를 이용하여 복합레진을 중합시켰다. 광중합기의 광조사 시간은 제조사에서 복합레진의 광중합을 위해 권장하는 시간으로 Optilux 360은 40초, Flipo는 5초, Aurys는 9초, Freelight 2는 20초간 조사하였다. Optilux 360만 광강도의 변화가 없는 광조사 방식이며 그 외 광중합기들은 광강도가 광조사 중에 증가되는 soft-start 광조사 방식이다. 각 시편을 증류수에 24시간 보관 후 열 순환을 1000 회 시행한 후 2% methylene blue 용액으로 색소침투를 시켰으며 각 시편을 절단하여 색소침투 정도를 점수화시켜 다음과 같은 결론을 얻었다.

미세누출을 각 점수화하였을 때 Aurys가 평균 0.95로 가장 낮은 값을 보였고 Freelight 2(1.05), Flipo(1.25), Optilux 360(1.30)의 순이었다. 하지만 각 광중합기군 간의 값에서는 통계학적인 유의성은 관찰되지 않았다($P>0.05$).

주요어 : 광중합기, 미세누출, 유치

I. 서 론

광중합 복합레진에 사용되는 대표적인 광중합기는 할로겐 광중합기, 플라즈마 아크 광중합기와 최근에 사용되기 시작한 LED(Light-emitting diode) 광중합기가 있다. 할로겐 광중합기 경우 다소 열이 발생하고 중합시간이 상대적으로 길어 적층 충전의 경우나 어린 환자의 치료에 있어 불편하며 비효율적이다¹⁾. 할로겐 광중합기의 대부분의 파장범위는 450~490nm정

도이며 주로 조사되는 파장은 460nm 정도로서, 복합레진의 광중합 기시제인 camphorquinone의 가장 민감한 파장인 470nm와 약간의 차이를 보인다²⁾. 또한 시간이 지날수록 광출력이 감소되는³⁾ 단점이 있다.

플라즈마 아크 광중합기는 이온화된 분자와 전자의 기체상태의 혼합물로 구성된 glowing plasma로부터 빛이 방출되고, 보다 집중된 470nm대의 파장의 매우 강한 출력을 특징으로 한다⁴⁾. 그 광도가 1,000mW/cm² 이상으로 중합시간을 현저히 단축시키고 광조사에 따른 출력의 변화가 거의 없다고 한다. 하지만, 열 발생량이 많은 것이 단점으로 지적되고 있으며⁴⁾ 높은 출력에 의한 몇 초간의 광조사로 복합레진의 이상적인 물성을 제공할 수 있는지는 아직 미지수이다.

기존 광중합기의 열 발생이나 출력 감소 등의 단점을 극복하기 위해 LED 광중합기가 개발되었다. LED 광중합기는 광을

교신저자 : 이 광 희

전북 익산시 신웅동 344-2

원광대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel : 063-850-1955~7

E-mail : kwhee@wonkwang.ac.kr

형성하기 위해 반도체접합을 사용하며 출력되는 파장이 복합레진의 광중합 기시제인 camphorquinone의 가장 민감한 파장인 470nm에 집중되어 있어 광강도는 약하나 높은 중합도와 중합율을 보인다²⁾. 또 시간의 증가에 따른 광방출의 유의한 감소 없이 지속되며 진동이나 충격에도 강한 장점을 가지고 있다⁵⁾.

초기 복합레진은 구치부에서 1~2년 후에 많은 양의 교합면 마모가 발생하였다. 보다 많은 양의 filler가 포함된 복합레진이 개발되었고 마모에 더 저항성을 보였다. 하지만 개선된 복합레진에서 교합면 마모의 문제는 해결되었으나 술후 지각과민이라는 문제는 남아있다. 이러한 지각 과민은 복합레진의 수복 시 발생하는 중합수축 스트레스와 미세누출과 깊은 관계를 보이고 있다⁶⁾. 복합레진의 중합수축의 양은 2~4% 정도로서 이는 미세누출과 연관성이 있다⁷⁾. 복합레진 중합 시 발생하는 중합수축 스트레스에 의한 미세누출로 치아의 와동벽과 수복물 사이에 틈이 형성되며 이는 세균과 액체가 통과할 수 있는 공간이 된다⁸⁾. 치아와 수복물 사이에 발생되어진 미세누출에 의한 복합레진 수복 후 지각과민은 10~50% 정도에서 발생한다⁶⁾. 환자들은 일정한 유형의 통증을 호소하지는 않으나 수복물로의 저작시 통증이 발생한다고 한다. 술후 지각과민은 구치부 복합레진 충전물의 깊이와 깊은 연관성을 보인다. 또한 술후 지각과민은 Boksmann과 Jordan⁹⁾에 의하면 다음 4가지의 요소에 의해 발생할 수 있다고 한다. 1) 상아질의 산부식시의 부주의 2) 복합레진 자체의 독성 3) 복합레진의 중합수축에 의한 미세누출 혹은 상아세관내의 삼투압 4) 교합력에 의한 레진의 변형 등이다.

복합레진의 사용 시 발생할 수 있는 미세누출과 복합레진의 중합양상과 중합 후 물성은 서로 깊은 관계가 있다. 중합 후 복합레진의 물성은 주로 광중합기에 의하여 크게 영향을 받는다¹⁰⁾. 또한 현재 새로운 광중합기가 다양하게 개발되며 각 중합기에 따른 종류 및 광강도에 따른 복합레진의 중합 시 발생하는 미세누출에 대한 연구가 부족하였다. 이에 저자들은 중합기의 광원에 따른 복합레진 중합 시 발생하는 미세누출을 평가함으로써 현재 사용하는 수종의 중합기 중합능력을 비교 평가하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1) 시편제작

손상이 없는 건전한 유구치 80개를 이용하여 시편을 제작하

였다. 치아 표면에 부착된 유기물을 스케일러와 알콜을 이용하여 제거하였고 불소가 함유되지 않은 페미스로 세마한 뒤, 교합면이 노출되도록 매몰하여 레진 시편을 제작한 후 증류수에 보관하였다. 건전한 교합면에 고속 No.330 round bur (Brasseler, Germany)을 이용하여 직경 1.5 mm, 깊이 1.5 mm의 와동을 형성하였다. 매 10개 시편마다 bur를 새것으로 교환하였다.

2) 충전재

와동의 충전재는 복합레진으로 Z100(3M, USA)의 P shade를 사용하였다. 복합레진의 접착을 위한 접착제는 4세대 접착제로서 Scotchbond Multi-Purpose(3M, USA)를 사용하였다.

2. 연구방법

1) 와동충전

각 군당 20개의 치아를 무작위적으로 선택한 후 복합레진을 충전하고 각각의 광중합기를 이용하여 중합하였다. 충전 및 중합 후 37℃ 증류수에 24시간 보관하였으며 충전 방법은 제조사의 지시에 따랐으며 와동 형성, 접착, 충전의 각 단계는 동일한 술자가 전담하였다.

충전재의 중합을 위해 사용된 광중합기로는 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360(Demetron, USA)과 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo(Lokki, France), 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys(Degre K, France), 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2(3M ESPE, USA)등 4종을 사용하였다 (Table 1). 광중합기의 광조사 시간은 제조사에서 복합레진의 광중합을 위해 권장하는 시간으로 Optilux 360은 40초, Flipo는 5초, Aurys는 9초, Freelight 2는 20초간 조사하였다. Optilux 360만 광강도의 변화가 없는 광조사 방식이며 그 외 광중합기들은 광강도가 광조사 중에 증가되는 soft-start 광조사 방식이다.

2) 시편처리

충전이 완료된 시편을 구강내의 온도변화를 부여하기 위하여 5℃와 55℃의 수조에서 각각 30초 동안 담그는 방법으로 1,000회 열순환(thermocycling)을 시행하였다. 이후 시편을 충분히 건조시키고 수복물 변연 1 mm내를 제외한 시편의 모든 면을 nail varnish를 도포하고 건조시켰으며 도포는 3회 반복

Table 1. Light curing units used in this study

Curing unit	Curing time (second)	Intensity (mW/cm ²)	Type
Optilux 360	40	380	Halogen
Flipo	5	1900	Plasma arc
Aurys	9	1650	Plasma arc
Freelight 2	20	800	LED

Table 2. Microleakage scores of each group

	0	1	2	3
Optilux 360	1	13	5	1
Flipo	3	9	8	0
Aurys	6	10	3	1
Freelight 2	4	11	5	0
Total	14	43	21	2

하였다. 건조 후 시편을 2% methylene blue(동양화학, 한국) 수용액에 24시간 동안 보관하여 색소가 침투할 수 있도록 하였다. 색소침투가 완료된 시편을 꺼내어 흐르는 물에 세척, 건조 하였다. 시편을 저속 다이아몬드 절단기(Eps 420p, Ehwa diamond, 한국)를 이용하여 충전물이 포함되도록 주수 하에 시편을 절단하였다.

3) 관찰 및 통계처리

색소의 침투정도를 stereomicroscope를 이용하여 관찰하고 침투 깊이에 따라 다음과 같이 점수를 부여하였다.

- 0: 색소 침투가 전혀 되지 않은 경우
- 1: 색소 침투가 법랑질층에 국한된 경우
- 2: 색소 침투가 상아질층에 이르나 와동저에는 파급되지 않은 경우
- 3: 색소 침투가 와동저까지 파급된 경우

각 구간 미세누출의 차이를 평가하기 위하여 SPSS 10.0 프로그램을 이용하여 군별 평균치와 표준편차를 산출하고 one-way ANOVA 분석 후 Scheffe test로 사후 검정하였다.

Ⅲ. 연구 성적

본 연구에서 광중합기에 따른 복합레진의 미세누출 정도를 점수화 한 결과, 점수의 분포양상이 광중합기간에 큰 차이를 보이지 않으며 전체적으로 '1' 점이 가장 많았고 그 다음은 '2' 점, '0' 점, '3' 점의 순이었다. 실험에 사용된 모든 광중합기에서 '1' 점이 가장 많았다(Table 2).

미세누출이 보이지 않은 '0' 점을 가장 많이 보인 광중합기 군은 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys가 6개의 시편으로 가장 많았으며 다음이 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2로 4개의 시편이며 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo는 3개의 시편을 전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360은 1개의 시편을 보였다. 미세누출이 와동저까지 이루어진 '3' 점은 Optilux 360과 Aurys에서 각각 1개의 시편이 나타났으며 이는 복합레진의 충전과정상의 오류에 의한 것인 것으로 생각된다. 미세누출의 점수는 법랑질에 국한된 미세누출을 보이는 '1' 점에 대부분이 모여 있으며 각 광중합기에서 미세누출의 점수는 비슷한 분포양상을 보였다.

각 미세누출의 점수를 각 광중합기에 따라 평균을 내어 비교

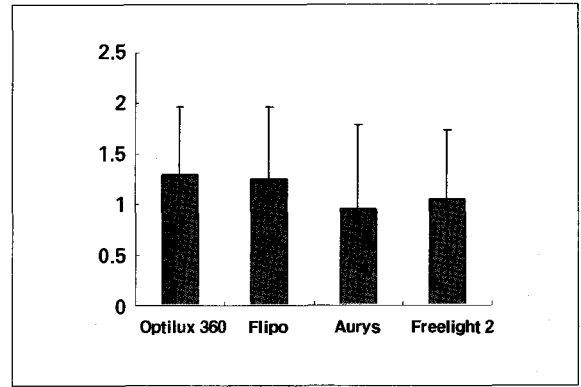


Fig. 1. Mean values of microleakage scores according to light curing units.

하였다. 연구 결과에서 각 군의 점수화한 미세누출의 평균치는 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys의 평균치가 0.95로 가장 작은 값을 보였고 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2가 1.05, 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo는 1.25, 전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360은 1.30의 순으로 미세누출 평균점수가 증가하였다. 하지만 각 광중합기간의 미세누출의 평균치는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(P>0.05)(Fig. 1).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

치아수복에 쓰이는 광중합 복합레진의 물성은 중합할 때 사용하는 광중합기에 따라 차이를 나타낸다. 또한 광중합기의 특징에 따라 중합이 이루어지는 양상에도 차이를 보인다. 이러한 차이는 광중합기에 의하여 복합레진의 중합이 이루어질 때 형성되는 복합레진의 중합율(rate of conversion)과 중합도(degree of conversion)의 차이를 만들어내고 이러한 차이는 광중합기에 따라 복합레진의 물성이 조금씩 차이가 날 수 있음을 의미한다. 중합율은 광중합기에 의하여 복합레진의 광중합이 이루어질 때 이중결합에서 복합레진이 결정화되는 속도를 의미하며 중합도는 복합레진의 총 이중결합 중에 중합이 이루어진 이중결합의 비율을 의미한다¹¹⁻¹³⁾.

중합율과 중합도는 복합레진의 물성에 영향을 주며 또한 복합레진의 미세누출에도 영향을 준다. 복합레진의 중합율은 중합수축에 따른 스트레스의 유발율(rate of shrinkage stress)을 결정하는 요소로 작용한다¹¹⁾. 또한 중합율은 중합 수축 시 발생하는 스트레스의 양과 최종 스트레스 수준을 결정한다. 중합율이 높다는 의미는 복합레진이 중합되는 과정이 빠르게 진행되면서 중합 수축 스트레스가 해소되어질 시간이 상대적으로 적어지며 그로 인해 흐름성이 빠르게 감소하여 변연의 틈을 증가시키는 경향이 있다. 그러므로 빠르게 이루어지는 광중합은 변연 틈을 더 크게 만들 수 있다¹⁴⁾.

복합레진의 중합도는 광강도, 광중합 시스템에서 발생하는 열

에너지, 광중합기의 광과장, 중합시간, 복합레진의 종류 및 조성, 복합레진의 색상, 수복물의 깊이에 의해 영향을 받는다^{12,13}. 중합 광강도와 중합시간에 큰 영향을 받는 중합도는 수복물의 수명과 깊은 연관성을 가진다. 중합도가 높으면 물성이 좋아져 수복물의 수명은 연장될 수 있으며 높은 색안정성과 강도와 경도를 증가시킬 수 있다. 하지만 높은 중합도는 많은 양의 중합수축을 유발하므로 변연의 틈을 증가시킬 수 있다¹¹.

높은 광강도로 복합레진을 광중합하는 경우 더 이상적인 복합레진의 중합율을 만들 수는 있으나 중합시 발생하는 중합수축을 허용하는 것이 감소하는 경향을 보인다¹⁵. 또한 높은 광강도의 사용은 낮은 광강도를 사용한 경우에 비하여 높은 중합도를 형성하며 이는 복합레진의 기계적인 물성, 생적합성을 증진시키며 복합레진의 중합깊이를 증가시킨다^{12,13}.

중합수축은 복합레진 중합시의 흐름성에 영향을 받으며 광중합 시간에도 영향을 받는다. 낮은 광강도로 중합하는 경우 높은 광강도로 광중합하는 경우에 비하여 상대적으로 느리게 진행되므로 중합되는 동안 흐를 수 있는 보다 많은 시간을 제공할 수 있으므로¹⁴ 젤 상태의 레진이 젤 상태로 중합되는데 발생하는 수축을 허용할 가능성이 높다¹³. 이에 반해 높은 광강도로 복합레진을 중합하는 경우 젤 상태로 전환이 빠르게 이루어지므로 광중합 하는 동안 중합수축을 보상할 가능성이 감소한다¹¹.

높은 광강도의 사용은 복합레진의 생적합성과 기계적인 물성을 증진시키며 높은 중합도를 보인다. 또한 높은 광강도는 더 깊은 광중합 깊이를 제공한다^{12,13}. 광중합 깊이는 중합광에 노출되는 시간과 양에 따라 증가한다. 광강도가 2배 증가하면 중합되는 깊이는 15%정도 증가한다¹⁶. 복합레진의 중합에 사용된 총에너지가 동일하다는 가정하에 높은 광강도로 중합한 복합레진이 낮은 광강도로 중합한 복합레진보다 치아에 대해 높은 결합력을 보인다¹⁷.

광강도와 변연 접합의 관계에 대하여는 다양한 보고가 있다. 높은 광강도의 사용은 변연 접합에서 부정적인 효과가 있을 수 있으며, 높은 광강도는 더 빠른 중합으로 인한 보다 빠른 중합수축을 형성하며 수축과 연관된 스트레스와 뒤틀림의 양을 증가시킨다고 하였다¹⁸. 낮은 광강도는 와동벽에 수복물의 접합을 더 증가시킬 수 있으나, 다른 연구에서 Kubo 등¹²은 높은 광강도를 이용한 빠른 광중합이 변연 접합에서 부정적 효과를 만들지 않는다고 하였다.

복합레진의 광중합 1시간 후 수축량을 평가해 보면 중합시 발생하는 모든 수축량의 95%정도가 발생된다¹⁵. 복합레진 중합시 발생하는 중합수축 스트레스는 광중합 하는 동안 부착면에서 형성된다고 하였으며 대부분의 중합수축 스트레스는 광중합 시작 초기 10초 동안 일어난다고 하였다^{11,12}. 그러므로 낮은 광강도에서 높은 광강도로 진행되어지는 soft-start 광중합 방식과 램프 방식의 두 단계 광중합 방식이 적용되었으며¹², 이러한 방식은 광중합 동안의 중합 수축 스트레스를 확연하게 감소시키며 보다 변연 접합을 좋게 하였다¹⁹. Mehl 등²⁰은 변연의 접합이 초기 광강도에 영향을 받는다는 것과 두 단계 광중합 방

식이 변연 접합에 효과적임을 보고하였다. 두 단계 광중합 효과는 초기 광강도에 의해 결정된다. 낮은 광강도와 높은 광강도 사이에 지연 혹은 중단은 두 단계 중합 방식에서 중합 수축 스트레스를 감소하는데 중요한 요소이다. 그러나 모든 연구에서 동일한 결과를 보이지 않았으며 Hofmann 등¹⁶은 soft-start 광중합 방식의 변연 보존 효과에 대해 부정적인 보고를 하였다.

두 단계 광중합 방식이나 soft-start 광중합 방식은 복합레진의 물성에 영향을 줄 수 있으며, 높은 광강도를 이용한 광중합에 비하여 낮은 광강도를 사용하기 때문에 복합레진이 중합되어지는 구심점이 보다 적게 만들어진다. 그러므로 높은 광강도를 이용한 경우보다 복합레진의 가교결합이 적게 형성된다. 가교결합의 밀도는 중합도와 관련이 있으며 중합도는 광강도와 연관이 있다. 지연형 방식의 광중합은 변연의 누출을 줄일 수는 있으나 지연형 방식의 광중합에 의한 가교결합의 밀도가 낮은 복합레진은 에탄올에 보다 민감하게 반응하며 음식물이나 효소에 더 많이 연화가 이루어진다²¹.

이와 같이 현재 사용되어지는 수복용 복합레진은 다양한 요소에 영향을 받게 되는데 광중합기는 복합레진의 물성에 큰 영향을 준다. 복합레진을 중합하기 위하여 사용하는 광중합기로는 할로겐 광중합기, 플라즈마 아크 광중합기와 최근에 사용되기 시작한 LED(Light emitting diode) 광중합기가 있다. 각 광중합기의 중합 특징에 따라 복합레진의 물성이 다를 수 있으며 중합되는 양상이 다를 수 있다. 광중합기의 중합 특징에 따른 차이는 중합이 이루어지는 복합레진의 물성 즉, 강도, 마모 저항성, 접착력 미세누출 등에서 차이를 나타낼 수 있다¹⁰. 본 연구에서는 광중합기의 중합 특징에 따라 차이를 보일 수 있는 여러 가지 복합레진의 물성 중에 복합레진의 미세누출 정도를 알아보려고 하였다.

본 연구는 한 종류의 복합레진(Z100 P Shade)과 한 종류의 레진 부착 시스템(Scotchbond Multi-Purpose)을 이용하여 진행되었다. 본 연구에는 4종의 광중합기가 사용되었는데, 전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360과 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo와 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys와 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2를 사용하였다. 광중합기의 광조사 시간은 제조사에서 복합레진의 광중합을 위해 권장하는 시간으로 Optilux 360은 40초, Flipo는 5초, Aurys는 9초, Freelight 2는 20초간 조사하였다. Optilux 360만 광강도의 변화가 없는 광조사 방식이며 그 외 광중합기들은 광강도가 광조사 중에 증가되는 soft-start 광조사 방식이다.

연구 결과에서 각 군의 점수화한 미세누출의 평균치는 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys의 평균치가 0.95로 가장 낮은 값을 보였고 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2가 1.05, 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo는 1.25, 전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360은 1.30의 순으로 미세누출 평균 점수가 증가하였다. 하지만 각 광중합기간의 미세누출의 평균치는 통계학적 유의한 차이는 관찰되지 않았다($P>0.05$).

미세누출이 보이지 않은 '0' 점을 가장 많이 보인 광중합기 군은 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys가 6개의 시편으로 가장 많았으며 다음이 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2로 4개의 시편이며 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo는 3개의 시편을 전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360은 1개의 시편을 보였다. 미세누출이 와동저까지 이루어진 '3' 점은 Optilux 360과 Aurys였는데 이는 복합레진이 충전되어지는 과정에서 실수에 의한 것인 것으로 생각된다. 미세누출의 점수는 범랑질에 국한된 미세누출을 보이는 '1' 점에 대부분 모여 있다.

전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360의 미세누출 값이 다른 광중합기보다 조금 더 높게 나온 것은 상대적으로 실험에 사용된 다른 광중합기들에 비하여 출력 에너지가 약한 것이 원인인 것으로 생각된다. 상대적으로 낮은 광강도로 복합레진이 중합되므로 중합이 이루어진 복합레진의 전반적인 기계적인 물성이 부족한 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 하지만 범랑질에 국한된 미세누출을 보이는 '1' 점에 가장 많은 시편을 보이는 것은 상대적으로 낮은 에너지로 중합되는 시간이 많으므로 중합수축 스트레스를 해소할 수 있는 시간이 충분하였던 것으로 생각된다.

플라즈마 아크 광중합기 중에 상대적으로 큰 값을 보인 Flipo의 경우 중합시간이 5초로 가장 짧은 시간을 조사하였으므로 복합레진 중합 시 발생하는 중합수축을 해소할 수 있는 시간이 적다. 스트레스를 해소할 수 있는 시간이 적으므로 상대적으로 발생하는 스트레스의 양이 많은 것과 연관된 것으로 보인다. 발생하는 중합수축 스트레스의 양이 동일하다는 가정 하에 중합수축을 해소시킬 수 있는 시간이 가장 짧은 것은 동일한 시간에 대해 발생하는 스트레스가 상대적으로 크다고 볼 수 있다.

가장 작은 값을 보인 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys의 경우 광중합 시에 복합 레진에 충분한 에너지가 공급되며 같은 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo에 비하여 상대적으로 긴 중합시간이 중합수축 스트레스가 해소되어질 수 있는 시간을 제공하였을 것으로 생각되어진다.

고출력 LED 광중합기인 Freelight 2는 광강도가 플라즈마 아크 광중합기에 비하여 낮은 반면 상대적으로 광중합 시간이 길어 중합수축 스트레스가 해소될 기회를 제공하여 복합레진의 미세누출 값이 낮은 것으로 보인다. Aurys와 마찬가지로 중합수축 스트레스가 해소되어질 수 있는 시간을 충분히 제공하였을 것으로 생각되어진다.

미세누출이 복합레진을 이용한 치아수복에 고려할 요소이지만 미세누출이 모든 복합레진의 물성을 대변한다고 볼 수는 없으며 보다 적은 미세누출을 보였다고 하여 복합레진의 물성이 우수하다고 볼 수 없다. 복합레진에는 미세누출 외에도 강도, 경도, 마모저항성, 색조안정성, 생적합성 등 많은 요소가 작용하게 되기 때문이다.

미세누출의 값이 낮다고 하여 복합레진의 물성이 보다 우수하다고 할 수 없으며, 더 낮은 미세누출을 보인 광중합기가 더 우수하다고 할 수 없다. 각 광중합기는 특징을 가지고 있으므로

광중합기마다 장점과 단점이 있고 또한 물성에서도 차이를 보인다.

본 연구에서 각 광중합기에 따른 미세누출에 대한 연구결과 저발열 플라즈마 아크 광중합기가 작게 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 본 연구에 사용된 유치는 영구치에 비하여 변이가 심하므로 영구치를 대상으로 하는 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 사용된 미세누출의 점수는 주관적으로 평가되었으므로 보다 표준화된 미세누출에 대한 평가방법을 이용한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 광중합기의 중합 특징에 따라 차이를 보일 수 있는 여러 가지 복합레진의 물성 중에 복합레진의 미세누출에 대하여 연구, 평가하였다.

동일한 복합레진과 레진 부착 시스템을 사용하여 총 4종의 광중합기를 사용하였으며 사용되어진 광중합기로는 전통적 저출력 할로겐 광중합기인 Optilux 360(Demetron, USA)과 일반 플라즈마 아크 광중합기인 Flipo(Lokki, France), 저발열 플라즈마 아크 광중합기인 Aurys(Degre K, France), 고출력 LED 광중합기인 Freelight 2(3M ESPE, USA) 등이다. 각 광중합기의 복합레진의 중합을 위해 사용된 중합시간은 제조사가 권장하는 중합시간으로서 Optilux 360은 40초, Flipo는 5초, Aurys는 9초, Freelight는 20초를 사용하였다. 각 광중합기를 이용한 미세누출의 정도를 색소침투 후 다음과 같은 결론을 얻었다.

미세누출을 점수화 하였을 때 Aurys가 평균 0.95로 가장 낮은 값을 보였고 Freelight 2(1.05), Flipo(1.25), Otilux 360(1.30)의 순이었다. 하지만 각 광중합기군 간의 값에서는 통계학적인 유의성은 관찰되지 않았다($P>0.05$).

참고문헌

1. Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, et al. : Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. Dent Mater, 17:309-315, 2001.
2. Nomoto R : Effect of light wavelength on polymerization of light cured resins. Dent Mater, 16:60-73, 1997.
3. Barghi N, Berry T, Hatton C : Evaluating intensity output of curing lights in private dental office. J Am Dent Assoc, 125:992-996, 1994.
4. Peutzfeldt A, Sahafi A, Asmussen E : Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. Dent Mater, 16:330-336, 2000.

5. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, et al : Light-emitting diode (LED) polymerisation of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. *Biomaterials*, 21: 1379-1385, 2000.
6. Eick JD, Welch FH : Polymerization shrinkage of posterior composite resin and its possible influence on postoperative sensitivity. *Quintessence Int*, 17:103-111, 1986.
7. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL : Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. *J Prosthet Dent*, 59:297-300, 1988.
8. Piemjai M, Watanabe A, Iwasaki Y, et al. : Effect of remaining demineralised dentine on dental microleakage accessed by a dye penetration: how to inhibit microleakage? *J Dent*, 32:495-501, 2004.
9. Boksmán L, Jordan REI : Posterior composite restorative technique. *Restorative Dent*, 5:120, 122, 124-126, 1985.
10. Nilgun Ozturk A, Usumez A, Ozturk B et al. : Influence of different light sources on microleakage of class V composite resin restorations. *J Oral Rehabil*, 31:500-504, 2004.
11. Feilzer AJ, Dooren LH, de Gee AJ, et al. : Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci*, 103:322-326, 1995.
12. Kubo S, Yokota H, Hayashi Y, et al. : The effect of light-curing modes on the microleakage of cervical resin composite restorations. *J Dent*, 32:247-254, 2004.
13. Stoll R, Kook K, Stachniss V, et al. : Influence of a high-speed polymerization method on the marginal integrity of composite fillings in class-II cavities. *Clin Oral Investig*, 4:42-49, 2000.
14. Davidson CL, de Gee AJ : Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res*, 63:146-148, 1984.
15. Unterbrink GL, Muessner R : Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent*, 23:183-189, 1995.
16. Hofmann N, Siebrecht C, Hugo B, et al. : Influence of curing methods and materials on the marginal seal of class V composite restorations in vitro. *Oper Dent*, 28:160-167, 2003.
17. Hinoura K, Miyazaki M, Onose H : Influence of argon laser curing on resin bond strength. *Am J Dent*, 6:69-71, 1993.
18. Silikas N, Eliades G, Watts DC : Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater*, 16:292-296, 2000.
19. Lim BS, Ferracane JL, Sakaguchi RL, et al. : Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two-step light-activation. *Dent Mater*, 18:436-444, 2002.
20. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann K : Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J Dent*, 25:321-330, 1997.
21. Asmussen E, Peutzfeldt A : Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. *J Dent Res*, 80:1570-1573, 2001.

Abstract

**MICROLEAKAGE IN RESIN COMPOSITE POLYMERIZED WITH
VARIOUS LIGHT CURING UNITS**

Sung-Jin Park, Kwang-Hee Lee, Dae-Eup Kim

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University
Wonkwang Dental Research Institute*

This study was to evaluate the effects of several light curing units on the microleakage of composite resin restorations in primary teeth.

The types of curing units were traditional low intensity halogen light(Optilux 360), plasma arc light(Filpo), low heat plasma arc light(Aurys) and high intensity LED(Freelight 2). After preparing cavities on sound primary teeth, cavities were filled with composite resin(Z100) using the same resin bond agent(Scotchbond Multi-Purpose) and were cured with each curing light system. After storing each specimen in sterile water for 24 hours, thermal circulation was done 1,000 times followed by pigmentation using 2% methylene blue solution. Each specimen was sliced and the degree of pigmentation was graded.

When microleakage is graded, the average of Aurys was 0.95 which was the lowest and Freelight 2(1.05), Filpo(1.25), Optilux 360(1.30) followed. But values were not shown statistically significant difference ($P>0.05$).

The results suggest that the newly developed curing units which has advantage in children by decreasing discomfort and procedure time can increase the microleakage of the composite resin.

Key words : Light curing, Microleakage, Primary teeth