

복합레진의 재료학적인 측면

조선대학교 치과대학 보존학 교실
부교수 조영곤

1. 서론

최근 환자들의 심미적 욕구에 부응하여 전치부에서는 물론 구치부에서도 복합레진의 사용이 증가되고 있다. 복합레진은 1962년 Bowen이 개발한 이래 지속적인 발전과 함께 과거에 비해 물리적인 성질과 심미성이 향상되었다. 복합레진의 적절한 사용을 위해서는 복합레진에 대한 재료학적인 지식과 사용시 주의사항을 인지하는 것이 필요하다.

2. 복합레진의 구성성분

복합레진은 그 이름이 내포하듯이 2개 또는 그이상의 재료로서 구성되어 있다. 이러한 재료들은 각기 복합레진의 전체적인 성질에 영향을 미치게 된다. 치과에서 사용되는 복합레진은 3가지의 주성분, 즉 레진기질, 무기질 filler, coupling agent로 되어 있다.

(1) 레진기질

레진기질은 복합레진중 화학적으로 상당히 활성적인 성분이다. 이것은 처음에는 유동성의 단량체(monomer)이지만 라디칼반응에 의해 견고한 다량체(polymer)로 전환된다. 즉 plastic한 재료가 단단한 재료로 전환하여 치아의 수복을 가능하도록 한다. 가장 흔히 사용되는 단량체는 Bis-GMA이며, 이는 methyl methacrylate보다 큰 분자무게를 가지고 있어 중합수축을 감소시키는데 기여한다. 또한 현재 다수의 복합레진에서 Bis-GMA대신 urethane dimethacrylate resin을 사용하고 있다. Bis-GMA와 urethane dimethacrylate 단량체는 고분자무게로 인해 점도가 높은 액체이므로 여

기에 소량의 filler를 첨가하여도 지나치게 딱딱한 복합레진이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 점도조절제로 알려진 저점도 단량체가 첨가되는데, methyl methacrylate(MMA), ethylene glycol dimethacrylate(EDMA), triethylene glycol dimethacrylate(TEGDMA) 등이 조절제로 이용된다.

복합레진의 조기중합을 방지하고 저장기간을 연장하기 위해 hydroquinone 같은 저해제(inhibitor)가 포함되어있으며, 함량은 대개 0.1%미만이다. 레진기질은 또한 중합을 위해 개시제(initiator)를 포함하며, 이는 화학중합 또는 광중합레진에 따라 개시제의 성분이 달라지게 된다.

(2) 무기질 filler

복합레진의 성질을 개선하기 위하여 다양한 filler가 사용된다. 이는 석영과 같은 filler를 methyl methacrylate를 기본으로 하는 충전제에 첨가했던 1950년 후반에 시작되었다. 이러한 filler의 첨가는 3가지의 잇점을 제공한다. 첫째, methyl methacrylate는 심한 중합수축을 일어나지만 filler를 많이 첨가한 paste를 제조함으로써 중합수축은 훨씬 감소되었다. 둘째, methyl methacrylate는 높은 열팽창계수를 가지고 있지만 팽창계수가 치아와 비슷한 세라믹 filler를 첨가함으로써 팽창계수가 감소되었다. 셋째, filler는 경도와 강도와 같은 물리적 성질을 증가시켰다.

(3) Coupling agent

우수한 기계적 성질을 갖는 복합레진을 위해서 filler와 레진기질이 상호 강하게 결합되는 것은 아주 중요하다. 만약 이들이 강하게 결합되지 못한다면 스트레스는

재료전반에 걸쳐 효과적으로 분산되지 못하게 되고 레진과 filler의 접촉부위는 파절의 기시부가 되어 결국에는 복합레진의 분해가 일어나게 될 것이다.

레진에 첨가된 coupling agent의 사용으로 강한 결합을 얻게 되는데 이러한 coupling agents로는 epoxy, vinyl, methyl silanes이 이용된다.

3. 복합레진의 분류

(1) Macrofilled resins

이는 filler의 직경이 1-20um범위의 큰 입자크기를 가지고 있으며, filler의 함유량이 보통 중량비로 75-80% 이상을 차지하고 있다. filler의 입자크기가 1-8um 사이에 있는 복합레진을 small-particle macrofilled resin이라고 하며 이 레진은 평활한 면으로 마무리할 수 있으나 microfilled resin보다는 광택이 덜하다. 또한 10um 이상의 filler의 입자크기를 갖는 재료를 large-particle macrofilled resin이라고 한다. macrofilled resin은 큰 입자크기로 인해 microfilled resin만큼 광택이 나지 않으며 polishing후에도 윤택이 부족한 표면을 나타내지만 microfilled resin보다는 파절에 대한 저항성이 더 우수하다.

macrofilled resin는 과도한 교합압에 노출된 아주 큰 치관부(peg lateral)의 수복이나 하악전치의 절단면 수복시 이용될 수 있다. 그러나 구강위생상태가 좋지않는 환자에서 이재료 사용은 거친 표면으로 인해 치태가 침착되어 변색되기 쉬워므로 피해야 한다.

(2) Microfilled resins

이는 filler의 입자크기가 0.04um정도의 분말로 된 colloidal silica로 구성되어 있고 filler의 함유량이 51-52%정도밖에 함유되어 있지 않는 복합레진이다.

이처럼 마이크론 이하의 크기를 갖는 filler입자로 인해 이 레진은 수복후 고도의 평활한 면을 제공한다. 그러나 복합레진내에 이렇게 작은 크기의 입자 사용은 많은 양의 filler를 레진기질내에 수용할 수 없게 되어 다른 종류의 레진에 비해 파절에 대한 저항성이 약하다. 따라서 이 복합레진은 마모에 대한 저항보다는 평활한

면을 필요로 하는 전치부의 수복에 흔히 이용될 수 있다.

(3) hybrid resins

현재 가장 많이 사용되고 있는 복합레진으로서 이들은 서로 다른 두가지 형태의 filler입자 즉, micro-particles(0.04um)와 macroparticles(1-20um)를 함유하고 있다. 이 레진은 macrofilled resin에 비해 광택을 내기가 쉽지만 microfilled resin에 비해서는 그렇지 못하다. 이는 보통 확산 filler(중량비 76-80%이상)를 함유하므로 압력이 가해지는 부위에 위치될 때 파절저항성이 우수하고 또한 상당히 광택을 낼 수 있는 장점을 갖는다. hybrid resin은 저작압에 견딜 수 있는 4급외동이나 구치부 수복에 흔히 이용된다.

3. 광중합 복합레진의 물리적 성질

(1) 중합의 균일성

광중합레진에 광선을 조사하면 광선은 레진의 표면에서 내측으로 진행하고 이때 광중합개시제인 camphor-oquinone을 활성화 시킨다. 그러나 광선은 복합레진내부를 통과할 때 반사, 산란, 흡수되어(그림 1) 광선의 투과량이 제한되며 어느정도의 깊이에 도달하게 되면 광선은 광중합개시제를 활성화 시키지 못하게 되어 레진의 중합이 일어나지 않게 된다. 또한 충전된 복합레진의 위치에 따라 광선의 강도가 다르게 적용되기 때문에 레진의 중합률도 다르게 되어 전체적으로 균일한 중합체를 얻을 수 없게 된다. 이러한 현상은 광중합레진에서만 볼 수 있으며 화학중합레진에서는 볼 수 없다.

(2) 중합수축

복합레진의 중합수축은 일반적으로 중합개시제의 차이에 따라 다르므로 광중합레진과 화학중합레진의 중합수축은 상호 다른 양상을 취하고 있다.

광중합레진은 광선이 조사되는 면에서부터 중합이 시작되어 내부로 진행되면서 중합이 이루어 지기때문에 중합수축은 와동의 기저부에 주로 발생된다(그림 2). 반면 tertiary aromatic amine계의 화학중합레진은 수

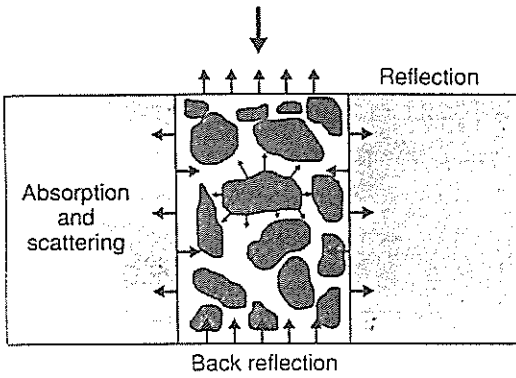


그림 1. 반사, 산란 및 흡수

광중합레진

화학중합레진

3차 아민계

benzoyl peroxide계



그림 2. 광중합레진과 화학중합레진의 중합수축

분이 자유기의 발생에 효과적으로 작용하고, 상아질의 콜라겐으로 중합하는 성질을 갖기때문에 와동의 상아질면에서 중합이 일어나기 시작하고 중합수축은 와동의 표면에서 일어나게 된다. benzoyl peroxide계의 화학중합레진은 중합이 레진의 중앙으로 진행되고 이에 따라 중합수축은 와동과 레진의 경계면에서 발생된다. 이와같은 레진의 종류에 따른 중합수축 방향이 서로 다르기 때문에 레진사용시 이에 대한 이해가 따라야 할 것이다.

(3) 경화깊이

1) 복합레진의 shade

광선은 복합레진에서 반사, 산란, 흡수되므로 레진의 중합을 위해 조사되는 광선의 전량이 중합에 관여한다고 볼 수 없다. 이는 특히 어두운 색조의 복합레진에서 밝은 색조의 레진에 비해 더욱 그러하다. 따라서 어두운 색조의 레진을 중합할때는 정상시간보다 긴 노출시간과 적층중정법에 의해 수복물이 완전히 경화되도록 해야한다.

2) 광선의 질

광중합복합레진에서 레진의 중합은 광선의 파장이 450-500um일 때 가장 효과적이다. 광원(light source)의 저하가 일어난다면 출력의 질이 떨어지므로 광선의 강도는 정기적으로 검사되어야 한다. 이를 위한 다양한 광선 측정기가 시판되고 있다. 또한 가시광선 중합기에 공급되는 전압이 10%정도 떨어지게 되면 광선의 강도가 현저히떨어지게 되므로 전압이 항상 일정하게 유지되어야 한다. 따라서 제조회사에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 중합기내에 전압조절기를 내장하여 시판하기도 한다.

3) 광조사기의 사용방법

광조사기를 복합레진에 적용할 때 light guide의 끝이 레진의 표면으로부터 떨어지게 되면 중합효능이 급격히 저하되므로 가능한 수복물의 표면에 가깝게 위치시켜 조사하여야 한다. 또한 light guide의 끝이 복합레진에 의해 오염되지 않도록 모든 노력을 기울여야 한다. 만약 광선이 나오는 끝부분이 레진이나 점착제등에 오염이 되면 다음에 중합기를 사용할 때 중합효능이 떨어지게 된다.

몇몇 제조회사에서는 복합레진의 중합을 위해 짧은 조사시간을 추천하고 있다. 그러나 이것은 아주 얇은 층으로 복합레진이 충전된 경우에는 충분하지만 광범위한 수복물의 중합을 위해서는 제조회사에서 추천된 시간보다 더 긴 조사시간이 필요하며 일반적으로 최소한 40-60초간 조사하는게 바람직하다.

큰 수복물에서 light tip은 수복물 전체를 덮기에 충분치 않을 수 있다. 이러한 경우 술자는 광조사기로 레진 표면을 부체질하듯이 조사하는 경향이 있는데 이러한 조사방법은 피해야 한다. 이처럼 수복부위가 큰 경우에는 한부위를 중합하고 다른 부위를 중합하는 방식으로 광조사기를 사용하여야 한다.

대구치의 인접면의 수복과 같이 광선의 접근이 어려운 상황에서는 광선을 전도하는 wedeg이나 투명한 matrix를 사용하게되면 레진의 중합에 도움을 줄 수 있다.