

# Nanofilled 복합레진

연세대학교 치과대학 보존학교실 영동세브란스치과병원 보존과  
조교수 박 정 원

복합레진은 아말감을 대체할 수 있는 수복재료로서 그 사용빈도가 급격히 증가하고 있으며 재료의 발전 속도가 매우 빠른 재료이다. 환자의 심미적인 요구가 증가하면서 복합레진, 세라믹등의 심미재료가 많이 이용되고 있는데 복합레진은 가공과정이 필요없이 1회 내원으로 모든 수복 술식을 마칠수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 재료의 심미적 특성이 개선되어 자연치와 유사한 색상, 투명도, 형광성등을 가진 재료들이 소개되고 있다. 하지만 아직까지 세라믹과 같은 내구성이나 경도 및 심미성, 금과 같은 마모저항성 및 아말감 같은 사용의 편의성에는 미치지 못하는 단점들을 가지고 있으며 이를 극복하기 위해 지속적인 재료의 개발이 이루어지고 있다.

복합레진은 기질과 filler, 그리고 이 두가지를 연결하기 위한 coupling agent와 중합을 위한 개시제로 이루어져 있다. 대부분의 복합레진 기질은 bis-GMA(bisphenol-A-Glycidyl methacrylate)를 주 성분으로 하고 있으며 높은 점도로 인해 filler를 첨

가하기 어려우므로 여기에 점도를 낮춰주기 위해 TEG-DMA(triethylene glycol dimethacrylate)를 첨가하여 사용하고 있다. 일부 제품에서는 bis-EMA(bisphenol-A-polyethylene glycoldiether dimethacrylate) 또는 oxybismethacrylate monomer를 첨가하여 점도 및 조작성능을 조절하는데 이용하고 있다. 복합레진의 filler는 대개 유리 성분을 이용하는데 barium 또는 borosilicate glass, zirconium oxide, aluminum oxide, silicone dioxide 등이 이용되고 있으며 복합레진의 기질에 추가하여 물리적 성질을 개선하고 열팽창계수를 감소시키며, 중합수축을 조절하고, 마모 저항성을 개선되도록 한다. 이러한 filler는 많이 첨가될수록 복합레진의 물리적 성질이 개선되고 중합수축을 줄일 수 있으나 일정량 이상이 첨가되면 혼합이 어렵고 혼합된다 하더라도 너무 높은 점도를 가져 임상에서 사용하기에 힘든 상태가 된다<sup>1)</sup>.

복합레진을 분류하는 방법을 보면 이 filler의 크기 및 종류에 따라 macrofilled, hybrid, small-

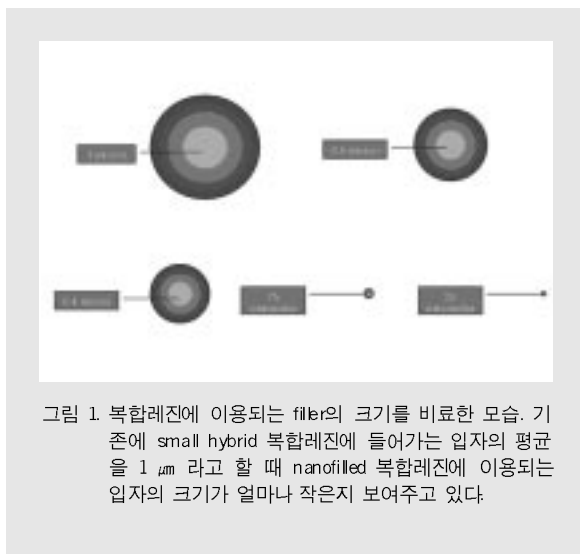


그림 1. 복합레진에 이용되는 filler의 크기를 비교한 모습. 기존에 small hybrid 복합레진에 들어가는 입자의 평균을 1 μm 라고 할 때 nanofilled 복합레진에 이용되는 입자의 크기가 얼마나 작은지 보여주고 있다.

hybrid, microfilled로 나눌 수 있으며<sup>29)</sup> 현재 가장 널리 이용되는 것은 small-hybrid type으로 macrofilled의 강도와 microfilled의 심미성을 적절히 혼합해 놓은 재료이다. 최근에는 nanotechnology에 대한 관심이 높아지면서 치과에도 영향을 미치고 있는데 대표적인 예가 nanofilled 혹은 nanohybrid 라고 하는 복합레진이 소개되고 있다. Nanotechnology는 대개 0.1~100nm 크기의 입자를 다루는 분야인데 기존의 hybrid 복합레진이 8~30μm, small hybrid 복합레진이 0.7~3.6μm의 입자크기를 가지고 있다면 nanofilled 복합레진에 이용되는 재료는 0.005~0.1μm (5~100nm)의 크기를 지닌 filler를 이용하고 있다(그림 1)<sup>30)</sup>.

현재 판매되고 있는 nanofilled 복합레진은 표 1과 같다.

표 1. 판매되고 있는 nanofilled 복합레진

제품명	제조사	입자의 형태	Filler wt./vol%
Filtek Supreme (Z350)	3M ESPE	Nanofilled	78.5/59
Ceram-X	Dentsply	Nanohybrid	76/57
Grandio	Voco	Nanohybrid	87/71.4
Premisa	Kerr	Nanohybrid	84/69
Synergy D6	Coltene/Whaledent	Nanohybrid	80/65
Tetric Evo Ceram (국산판대)	Ivoclar/Vivadent	Nanohybrid	82.5/68

Nanofiller를 포함한 복합레진은 크게 두가지로 나눌 수 있는데 하나는 nanofilled이고 다른 하나는 nanofiller와 기존의 hybrid입자를 혼합한 nanohybrid 형태이다(그림 2). Filtek Supreme (국내 판매명 Z350)의 경우 nano입자를 이용하여 sintering이라는 과정을 통해 작은 nano입자의 덩어리를 형성하고 이것을 복합레진 기질에 혼합한다. 이렇게 하면 연마시 hybrid 형태와 같이 커다란 입자가 노출되지 않으므로 매우 우수한 연마성을 보여주며 높은 투명도를 얻을 수 있다.

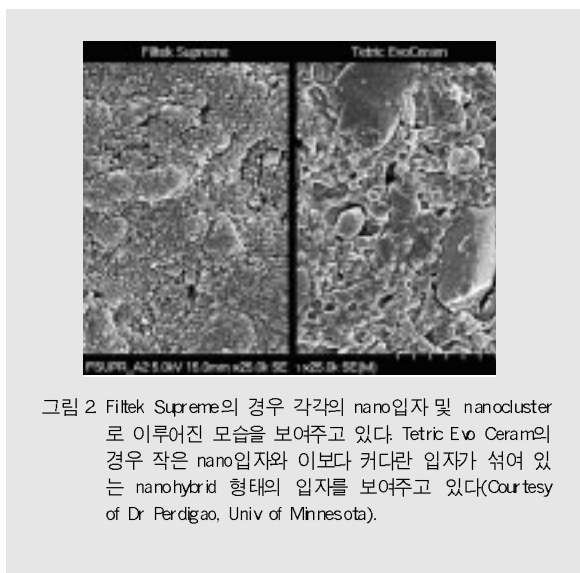


그림 2 Filtek Supreme의 경우 각각의 nano입자 및 nanocluster로 이루어진 모습을 보여주고 있다. Tetric Evo Ceram의 경우 작은 nano입자와 이보다 커다란 입자가 섞여 있는 nanohybrid 형태의 입자를 보여주고 있다(Courtesy of Dr. Ferdigao, Univ of Minnesota).

Nanofilled composite의 경우 기존의 small hybrid 복합레진이 50~60vol%의 filler를 함유하고 있는데 비해 60~70vol%의 입자를 가지고 있으며<sup>4)</sup> 이는 물리적인 성질의 개선과 중합수축이 감소할 수 있음을 의미한다.

또한 Nanofiller를 가진 복합레진의 경우 연마가 용이하며(그림 3) 표면의 광택유지가 기존의 hybrid형 복합레진보다 우수하다고 보고되고 있다. 이는 nanofilled복합레진이 구강내에서 최종연마 후 시간이 경과해도 표면광택을 유지하여 높은 심미성을 나타낼 수 있음을 의미한다(그림 4)<sup>5)</sup>.

임상가를 위한 특집 1

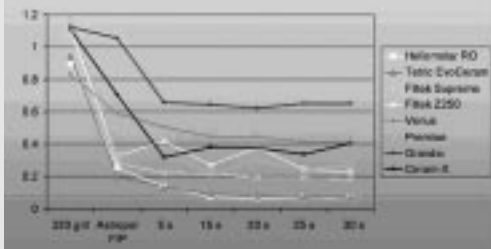


그림 3. Nanofilled 복합레진의 연마성이 대조군으로 사용한 Heliomolar와 유사한 정도임을 보여주고 있다. Grandio의 경우 다른 nanofilled 복합레진보다 상대적으로 커다란 무기입자를 함유하고 있어 연마성에서는 떨어지는 결과를 보여주고 있다.

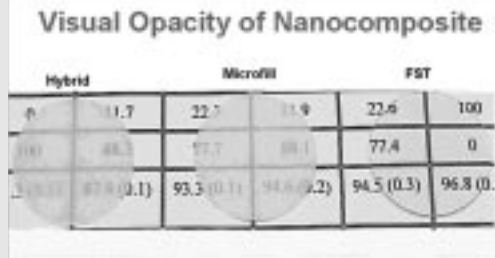


그림 5. 복합레진의 opacity 비교에서 가장 우측의 nanofilled 복합레진인 Filtek Supreme이 가장 높은 투과도를 보여주는 것을 알 수 있다.

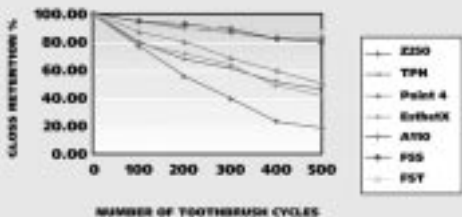


그림 4. Filtek Supreme standard와 Filtek Supreme translucent의 경우 치솔을 이용한 표면마모 후 microfilled에 해당하는 A110과 같은 정도의 광택을 유지하는 것을 보여주고 있다 (Citation from Mitra et al., JADA 2003).

Nanofilled 복합레진의 임상 사용 2년 평가 결과, 변연 적합도, 해부학적 형태의 유지, 변연부 변색, 표면형태, 인접면 접촉상태등에서 기존의 small hybrid composite과 차이를 보이지 않아 임상적으로 사용에 문제가 없음을 알 수 있다<sup>9)</sup>. 이는 기존의 microfilled 복합레진이 작은 입자를 사용하여 심미성을 높였지만 기계적 성질에서 보여준 단점을 nanofilled 복합레진에서 극복하고 있음을 보여주는 것이라 할 수 있다.

Nanofilled 복합레진은 광학적 특성에서 기존의 small hybrid와 전혀 다른 특성을 지닌다. 기존의 hybrid 복합레진은 빛이 투과되면서 산란 및 반사가

일어나지만 nanofiller는 빛의 파장보다 입자의 크기가 너무 작아 빛이 바로 투과된다. 그 결과 높은 투명도를 얻을 수 있으며 수복재료가 더욱 깊은 색이 우리나라로 심미적으로 보이게 된다(그림 5).

Nanofilled 복합레진의 낮은 중합 수축율과 높은 마모 저항성, 우수한 연마성, 높은 투명성과 개선된 물리적 성질을 가지며 이로 인해 향후 우리가 이전에 가장 널리 사용해오던 small hybrid 복합레진을 대체할 것으로 예상되며 임상적으로도 더욱 우수한 결과를 예측할 수 있다.

아직까지 nanotechnology는 급속하게 발전이 이루어지고 있으며 nano입자는 기존의 입자와는 전혀 다른 광학적, 물리적 특성을 가지고 있다. 또한 filler의 제조 방법도 기존의 유리입자의 경우 커다란 덩어리를 갈아서 만드는데 반해 nano입자는 sol-gel technology를 이용하여 입자의 성분을 무기질과 유기질을 혼합하는 방식으로 제조할 수 있으며 여기에 필요한 성분을 조정하여 복합레진기질과 filler간의 결합을 개선할 수 있으며 이는 복합레진의 마모를 줄이고 물리적 성질을 개선할 수 있는 방법이 된다.

가까운 미래에 기초과학기술의 발전에 힘입어 임상에서 사용하기 편하며 중합수축이 없고 높은 투명도를 지니며 세라믹과 같이 지속적인 심미성을

유지할 수 있는 복합레진 재료가 개발되고, 여기에 우식억제 효과등이 결합된다면 임상과정이 훨씬 간

단해지고 현재 보다 한 차원 높은 수복이 가능할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. Summit, J., J. Robbins, et al. Fundamentals of operative dentistry 3rd ed. Hanover Park, IL, USA, Quintessence Publishing Co, Inc. 2006
2. Moszner N, Klapdohr S. Nanotechnology for dental composites. Int J of Nanotechnology 2004; 1(1): 130-156.
3. Beun, S., T. Glorieux, et al.. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. Dent Mater 2007; 23(1): 51-9.
4. Jung, M., K. Sehr, et al. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. Oper Dent 2007; 32(1): 45-52.
5. Mitra, S. B., D. Wu, et al. An application of nanotechnology in advanced dental materials. J Am Dent Assoc 2003; 134(10): 1382-90.
6. Ernst, C. P., M. Brandenbusch, et al. Two-year clinical performance of a nanofiller vs a fine-partide hybrid resin composite. Clin Oral Investig 2006; 10(2): 119-25.