

<Short Communication>

항우식성 복합레진의 가능성

박정원*

연세대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF ANTICARIOGENIC COMPOSITE RESIN

Jeong-Won Park*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

Due to the improvement of the composite resin and esthetic desire of the patient, amalgam restoration has been replaced by composite resin. However, still there are many unsolved problems, for example, technique sensitivity, polymerization shrinkage stress and limited mechanical properties. These factors results in fracture of the restoration and secondary caries of the tooth. Also the use of the dental bonding system should be used for the retention of the restoration. In this paper, I want to talk about the present and the future of the remineralizing component released from dental composite resin to overcome the secondary caries and there possibility in the clinical use. [J Kor Acad Cons Dent 35(2):65-68, 2010]

Key words: Composite resin, Anticariogenic, Nanofiller

-Received 2010.3.2., revised 2010.3.7., accepted 2010.3.10.-

심미성을 추구하는 환자의 욕구와 우리나라의 보험 현실로 인해 과거 100년 이상 사용되어오던 아말감을 대신하여 복합레진 수복이 증가하고 있다. 전치부에서는 더 이상 아말감이 사용되지 않은지 오래이고 구치부에서도 복합레진이 심미적이고 치질에 접착하는 성질을 가지며 물성이 개선되어 아말감보다 더 많은 빈도로 사용되고 있다. 하지만 사용의 간편함, 저렴한 비용, 장기적으로 입증된 성공률, 우수한 마모 저항성 등은 아말감이 복합레진에 비해 우위에 있는 부분이다.

Sarrett의 연구에 의하면 이차우식과 수복물의 파절이 수복물 실패의 가장 큰 원인으로 알려져 있다.¹⁾

은이 주성분인 아말감은 항균성을 가지고 있어 이차우식에 있어서 복합레진 수복에 비해 유리한 점을 가지고 있다고 할 수 있다.²⁾ 이에 비해 복합레진은 재료 자체는 항우식

효과 및 항균효과를 가지고 있지 않으므로 이를 위해 부가적인 첨가물을 추가하려는 시도가 있어왔다. 이러한 시도의 하나로 불소를 첨가하는 방법, 칼슘과 인을 추가하는 방법, 항균제인 12-methacryloyloxydodecylpyridinium bromide (MDPB), 혹은 클로르헥시딘을 추가하는 방법 등 여러 가지 접근이 이루어져 왔다. 이러한 시도 중 이번에는 주로 항우식성에 초점을 맞춘 방법에 대해 언급하고자 한다.

대표적인 항우식성 물질인 불소를 함유한 수복물에는 글래스아이오노머, 광중합형 글래스아이오노머, 콤포머, 불소 함유 복합레진이 있다. 이 재료들은 경화초기에 불소를 방출하고 구강 내에서 불소를 다시 흡수하여 구강 내와 수복물 간의 불소 농도의 균형을 유지하면서 수복물 주변의 치질에 불소를 공급하는 역할을 하여 우식을 억제하는 효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

하지만 글래스아이오노머와 광중합형 글래스아이오노머의 경우 복합레진에 비해 물성과 심미성이 떨어져 높은 심미성을 요구하는 곳에는 사용하기 어려운 단점을 가지고 있다. 다른 접근법으로 복합레진이나 접착제에 불소를 첨가하는 방법이 시도되었지만 방출되는 농도가 적어 우식 억제 효과에 대해서는 의문시 되었다.³⁾

*Corresponding Author: **Jeong-Won Park**
 Department of Conservative Dentistry
 College of Dentistry, Yonsei University
 712 Unju-ro Dogok-dong Gangnam-gu, Seoul, 135-720, Korea
 Tel: 82-2-2019-1350 Fax: 82-2-3463-4052
 E-mail: pjw@yuhs.ac

또 다른 방법으로 Ca와 PO₄ 이온을 함유한 복합레진을 개발하였지만 이 재료 역시 글래스아이오노머와 마찬가지로 물성이 떨어지는 단점을 가지고 있었다.^{4,5)} 그 결과 이 재료들은 복합레진의 이장재나 실란트로 사용되는 것이 추천되었다.

하지만 최근에 나노기술의 발전과 더불어 나노입자를 포함한 복합레진이 개발되면서 위의 문제를 극복하고 있는 복합레진이 개발되고 있다. 나노하이브리드 형의 복합레진은 기존의 복합레진의 물성을 유지하면서 부가적인 항우식성 나노 입자를 함유하고 있는데 이러한 재료는 나노 입자의 높은 표면적으로 인해 불소소재 Ca나 PO₄의 방출효과를 높일 수 있는 장점을 가지고 있다.

최근에 Xu 등은 25%의 Whisker와 20%의 CaF₂ 나노분말과 20%의 dicalcium phosphate anhydrous (DCPA) 나노분말을 함유한 복합레진의 불소방출을 측정하였는데 초기에 1.94 μg/(hr · cm²), 500시간 후 0.5 μg/(hr · cm²), 10주 경과 후 0.29 μg/(hr · cm²) 정도의 농도를 나타내었다. 이는 초기에는 글래스아이오노머와 비교했을 때 낮지만 광중합형글래스아이오노머 보다는 높은 수치이며 70일정도 시간이 경과할 때는 글래스아이오노머가 0.05 μg/(hr · cm²) 정도로 오히려 낮은 결과를 보여 주었다.⁶⁾

CaF₂ 함유 나노복합레진의 물리적 성질은 기존의 복합레진에 비해 굴곡강도는 100 ± 7 MPa로 일반적인 하이브리드형 복합레진인 TPH (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA) 의 108 ± 19 MPa과 유사하며 광중합형 글래스아이오노머인 Vitremer (3M ESPE, Seefeld, Germany)의 60 ± 6 MPa 보다 우수하다.

다른 형태로 CaPO₄ 나노입자를 함유한 복합레진을 개발하였다. 여기에 사용되는 성분은 정형외과에서 사용하는 bone 시멘트에 이용되는 dicalcium phosphate anhydrous (DCPA, CaHPO₄)이다. 이 성분을 가진 나노복합레진은 구강내에서 Ca와 PO₄를 방출하여 탈회가 일어난 부위의 재광화 유도를 보여주고 있다.^{5,7)}

위의 성분을 첨가한 복합레진에서 중요한 부분은 첨가된 Ca과 PO₄ 이온이 얼마나 잘 방출되는지이다. 여기에 영향을 미칠 수 있는 요소는 복합레진에 얼마나 많은 DCPA를 넣을 수 있느냐와 복합레진 내로 수분이 잘 침투하여 이온이 방출되는 경로를 형성하는 것이다. 과거 시도 했던 일반적인 입자크기를 가진 복합레진의 경우 DCPA크기가 1.1 μm 이고 tetracalcium phosphate (TTCP)는 16 μm 정도였고 이때 표면적은 DCPA는 1.9 m²/g, TTCP는 0.12 m²/g 으로 나노입자를 넣은 것에 비해 많이 떨어졌다. 따라서 원하는 Ca-PO₄ 이온을 방출하도록 하려면 전체 필러를 모두 치환해야 하지만 나노 입자를 이용하면 이보다 훨씬 적은 양으로 원하는 높은 농도의 Ca-PO₄ 농도를 얻을 수 있다.

입자를 첨가할 때 silane 처리를 하는 것에 따라 이온방출 효과에 차이가 있다. Silane 처리를 한 경우 기질과 필러 간의 결합이 더 강하게 일어나고 혼합이 용이해지지만 수분의 침투를 방해하고, 이온방출을 억제하여 항우식 효과를 떨어뜨릴 수 있으므로 적은 양의 DCPA를 첨가하는 경우에는 이 입자는 silane 처리를 하지 않는 것이 유리하다고 할 수 있다.

초기에 개발한 amorphous calcium phosphage (ACP) 를 함유한 복합레진의 경우 굴곡강도가 47-56 MPa정도로 광중합형 글래스아이오노머와 유사한 정도로 낮게 나타났지만⁸⁾ Ca-PO₄ 나노 복합레진의 강도나 파절강도는 일반적인 하이브리드형 복합레진과 유사한 결과를 보여주었다.⁹⁻¹¹⁾ 하지만 장기간 구강내 타액에 노출 되었을 때 이온방출의 효과로 인해 복합레진의 물성이 떨어지지 않는지에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다. 이 외에 파절강도나 마모도에 있어서도 유사한 결과를 보여주고 있어 나노입자의 첨가로 인한 물성 저하는 나타나지 않는 것으로 보고되었다.

Ca-PO₄ 함유 복합레진의 경우 위와 같은 장점이 있지만 현재까지 나타난 문제점으로는 기질과 필러간의 refractive index가 잘 맞지 않아 너무 opaque한 색상을 나타내어 심미성이 중요하지 않은 구치부에서는 사용 가능하지만 아직 전치부에서는 그 사용이 제한적일 수 밖에 없다는 점이다. 따라서 향후 심미성을 개선한 Ca, PO₄, F 방출형 나노복합레진의 개발이 필요하다.

현재 복합레진은 접착제를 이용하여 치질과의 접착을 통해 유지력을 얻고 수복물로서 역할을 하고 있다. 하지만 향후 단순한 수복물로서의 기능 뿐만 아니라 주변 치질에 대한 항우식 효과를 기대하기 위해서는 탈회 초기에 치질을 재광화하거나 근본적으로 치질이나 수복물에 세균의 부착을 억제하여 탈회를 방해하는 기능을 할 수 있는 재료의 개발이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 이러한 분야에 대한 선구적인 연구가 이미 일부에서는 이루어지고 있으며 아직까지 첨가물로 인한 색조변화나 물성 저하등과 같은 부분의 문제가 해결되지 않고 있지만 향후에는 이러한 것들이 해결된다면 현재 사용되는 복합레진을 대체할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater* 21:9-20, 2005.
2. Silvestry-Rodriguez N, Sicairos-Ruelas EE, Gerba CP, Bright KR. Silver as a disinfectant. *Rev Environ Contam Toxicol* 191:23-45, 2007.
3. Park SH, Kim KY. The anticariogenic effect of fluoride in primer, bonding agent, and composite resins in the cavosurface enamel area. *Oper Dent* 22:115-120, 1997.
4. Skrtic D, Hailer AW, Tagaki S, Antonucci JM, Eanes ED. Quantative assessment of the efficacy of amorphous calcium phosphate/methacrylate composites in

- remineralizing caries-like lesions artificially produced in bovine enamel. *J Dent Res* 75:1679-1686, 1996.
5. Dickens SH, Flaim GM, Takagi S. Mechanical properties and biochemical activity of remineralizing resin-based Ca-PO₄ cements. *Dent Mater* 19:558-566, 2003.
 6. Xu HH, Moreau JL, Sun L, Chow LC. Strength and fluoride release characteristics of a calcium fluoride-based dental nanocomposite. *Biomaterials* 29:4261-4267, 2008.
 7. Skrtic D, Antonucci JM, Eanes ED. Improved properties of amorphous calcium phosphate fillers in remineralizing resin composites. *Dent Mater* 12:295-301, 1996.
 8. O'Donnell JNR, Antonucci JM, Skrtic D. Mechanical properties of amorphous calcium phosphate composite (abstract). *J Dent Res* 84 (Spec Iss A): Abstract 586, 2005.
 9. Xu HH, Sun L, Weir MD, Antonucci JM, Tagaki S, Chow LC, Peltz M. Nano DCPA-whisker composites with high strength and Ca and PO₄ release. *J Dent Res* 85:722-727, 2006.
 10. Xu HH, Weir MD, Sun L, Takagi S, Chow LC. Effect of calcium phosphate nanoparticles on Ca-PO₄ composite. *J Dent Res* 86:378-383, 2007.
 11. Xu HH, Weir MD, Sun L. Nanocomposites with Ca-PO₄ release: effects of reinforcement, dicalcium phosphate particle size and silinization. *Dent Mater* 23:1482-1491, 2007.

국문초록

항우식성 복합레진의 가능성

박정원*

연세대학교 치과대학 보존학교실

복합레진의 개발 및 환자의 심미적 욕구로 인해 기존의 아말감을 복합레진 수복이 빠른 속도로 대체하고 있다. 하지만 복합레진의 경우 숯식의 어려움, 중합수축으로 인한 응력의 발생, 재료의 파절, 이차우식등의 문제를 가지고 있으며 아직까지 복합레진 수복을 위해서는 치과용 접착제의 사용이 필수적이다. 이에 본 글에서는 현재 복합레진이 가지고 있는 문제점을 극복하기 위해 복합레진 수복의 가장 많은 실패 원인으로 알려진 이차우식을 억제할 수 있는 재광화 물질을 방출할 수 있는 복합레진의 개발이 어디까지 이루어지고 있는지 살펴보고 앞으로의 임상적용 가능성에 대해 생각해보고자 한다.

주요단어: 복합레진, 항우식성, 나노필러