

투고일 : 2012. 6. 11

심사일 : 2012. 6. 15

게재확정일 : 2012. 6. 18

# 간접 복합레진 수복의 이론과 실제

전남대학교 치의학전문대학원<sup>1)</sup>, 연세대학교 치과대학<sup>2)</sup>

황인남<sup>1)</sup>, 장지현<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

### Indirect Composite Restoration

Department of Conservative Dentistry, Chonnam National University<sup>1)</sup>, Yonsei University<sup>2)</sup>

In-Nam Hwang<sup>1)</sup>, Ji-Hyun Jang<sup>2)</sup>

The demand for tooth-colored restorations has grown considerably during the last decade. Posterior composite restorations have risen in popularity as a result of the development of improved resin composites, bonding systems and operating techniques. A major limitation of direct composite restoration is the difficulty of controlling the polymerization shrinkage. To overcome this limitation, the indirect fabrication of a composite restoration and cementation with resin cement has been advocated. Unfortunately, the current available resin cements with indirect restorations do not always bond to dentin as strongly as dentin adhesive systems bond with direct resin composite restorations. Several procedural strategies have been proposed for indirect composite restoration. In this regard, the rationale for the indication, characteristics and clinical application is described in this paper. As a result, we will try to suggest the evidence-based guidelines for indirect composite restorations by reviewing each available indirect composite products, technical procedure and prognosis.

Key words : Indirect Composite Restoration, Resin Inlay, Immediate Dentin Sealing, Dentin Adhesive, Composite cement

## I. 서론

복합레진과 접착시스템이 개발된 이후, 심미적인 복합레진 수복물은 재료 물성의 발전을 거듭하면서 오랜 기간동안 구치부 수복의 스탠다드로 제시되던 아말감과 금인레이의 자리를 대체해가고 있다. 직접 복합레진 수복은 와동 형성과정에서 치질의 삭제가 최소화되어 기존 수복물과 대비되는 minimal intervention의 관점에서 선호되어왔다.<sup>2)</sup> 그러나, 복합레진에 의한 구치부의 수복은 레진의 전환율(Degree of Conversion)과 중합수축을 조절하기 어려우며, 보

다 심미적인 해부학적 외형을 부여하기가 어렵고, 접착점의 회복이 어렵다는 점 등의 한계가 있다.<sup>3, 4)</sup> 이러한 단점을 극복하기 위하여 레진시멘트를 이용하여 레진인레이를 합착하는 간접 복합레진 수복이 제시되었고, 가능한 최대 중합률을 얻고자 다양한 중합시스템이 개발되었다. 이를 통해 수복물의 물성이 개선되었으며, 가공실 과정을 거침으로써 해부학적 외형 및 접착점의 부여가 가능해지는 등 여러가지 장점을 가져 임상가들로부터 선호되고 있다.<sup>5, 6)</sup> 그러나, 간접 복합레진 수복의 여러 장점에도 불구하고, 직접 레진수복과 대비되는 치질의 삭제, 레진 인레이의 탈락 등의 단

점이 제기되고 있다<sup>7, 8)</sup>.

본 종설은 간접 복합레진 수복의 특성과 종류, 임상 적용 술식에 대해 정리하고 고찰함으로써 구치부 수복 시 간접 복합레진이 보다 올바르게 적용될 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

## II. 본론

### 1) 간접 복합레진 수복의 적응증 및 금기증

심미적 수복을 요하는 1급 또는 2급 수복물은 간접 복합레진 수복의 적응증이 되며, 특히 협설로 넓은 와동에서 교두의 피개를 요할 때 교합면의 외형 재현 및 접촉점의 형성 관점에서 간접 복합레진 수복은 직접 수복에 비해 양호한 예후를 나타낸다. 그러나, 수복물의 충분한 두께를 확보할 수 없거나, parafunctional occlusal habit을 가지는 경우에는 추천되지 않는다. 또한, 레진 시멘트를 이용한 합착 과정을 거치므로 깊은 치은연하 변연을 가지거나, 수분 조절을 위한 dry field를 확보하기 어렵다면 접착의 성공을 보장할 수 없으므로 다른 수복 방법을 고려하는 것이 바람직하다<sup>1, 9)</sup>.

### 2) 간접 복합레진 수복의 특성 및 종류

간접 복합레진 수복의 가장 큰 장점은 광중합과 추가적인 열 중합에 의한 높은 중합률이다. 이를 통해 광범위한 복합레진 직접 수복법의 한계로 지적되던 마모 저항성을 극복할 수 있으며, 간접 수복용 복합레진 자체의 필러 함량도 더 높아 수복물의 강도 및 탄성계수가 개선되는 등 물성이 향상되었다<sup>7, 10)</sup>. 또한 기공과정을 거쳐 적절한 교합면 외형 및 접촉점을 회복할 수 있고, 시술 시간이 감소되어 효율적인 임상의 운용에 기여하였다.

현재 상용되는 대다수의 간접 수복용 복합레진은

1990년대 후반에 개발되어 발전된 것으로 SR Adoro(Ivoclar Vivadent), belleGlass HP(Kerr), Tescera ATL(Bisco), Signum(Heraeus) 등이 있으며, 제조사별로 수복물의 물성을 향상시키기 위한 다양한 방법을 제시하고 있다. 이들 복합레진의 대부분은 중합 방법에 있어 광중합과 열중합을 병행하는데, 이를 통해 전환율을 증가시켜 잔존 미반응 단량체를 최소화하고 안정한 polymer 분자의 형성을 늘리고자 하였으며 복합레진의 기질 분해나 독성을 줄이고자 하였다. Ferracane 등의 microfilled composite의 중합시 광중합을 단독 시행한 경우와 열중합을 추가적으로 시행한 경우를 비교한 연구에서 전환율은 40%가 증가하였고, 파괴인성은 35%가 증가함을 보고하였다<sup>11)</sup>. 그 밖에 추가적인 가압 혹은 감압(진공)을 통하여 기공과정의 기포를 제거하고, 질소 혹은 물 속에서 중합함으로써 표면의 Oxygen inhibition layer가 형성되지 않게 하여 중합률을 높이고 있다<sup>12, 13)</sup>. 하지만 모든 기공실용 간접 복합레진들이 부가적인 열중합을 시행하는 것은 아니며 최근의 일부 제품들은 추가적인 광중합용 기기를 이용해 광중합만 시행하는 제품들도 있다. 기공과정에서 충분히 중합된 복합레진 수복물은 레진시멘트로 합착하게 되므로, 실제 임상에서 중합 수축은 레진시멘트 층에서만 발생하게 되는데, 이는 직접 복합레진 수복에서 발생하는 수축량과는 대비되는 미미한 량으로 직접 수복의 중합수축으로 인한 문제를 해결할 수 있다.

### 3) 간접 복합레진 수복의 임상

#### (1) 와동 형성

복합레진을 이용한 간접 수복을 위한 와동형성의 기본 원칙은 아래 제시된 그림1와 같다. 기존의 금속성 수복물과는 와동의 외형에 다소 차이가 있는데, 첫째로 날카로운 선각이 없도록 형성하고 금인레이보다 더욱 이개된 와벽의 각(10-15°)을 형성한다는 점이다. 이는 금인레이의 유지력은 평행한 와벽과 선명한 선각

임상가를 위한 특집 1

에서 얻는 반면 복합레진 인레이에서는 시멘트의 결합력에서 얻어지기 때문이다. 둥근 와벽(rounded corners and angles)은 수복물과 치질에 응력이 집중을 해소하며, cement가 잘 빠져나오게 하여 레진 시멘트 부위의 중합수축을 최소화하는데 기여한다. 둘째로 와동의 깊이는 와동의 깊이는 1.5mm 이상이 되도록 충분하게 형성해야하며 isthmus의 폭은 2mm 정도가 적당하다. 복합레진이 다소 brittle한 성질을

지니므로 수복물의 두께가 파절 저항성을 가질 정도로 확보되어야 하기 때문이다. 셋째로 치은측 변연과 교합면측 변연은 bevel을 형성하지 않고 90°에 가까운 변연을 형성해야한다. 또한 교합면측 와동 변연은 대합치와의 접촉점 상에 형성되는 것을 피해야 한다.

와동 형성이 끝난 후에는 인상을 채득하고, Provisional composite restoration을 이용하여 임시수복한다.

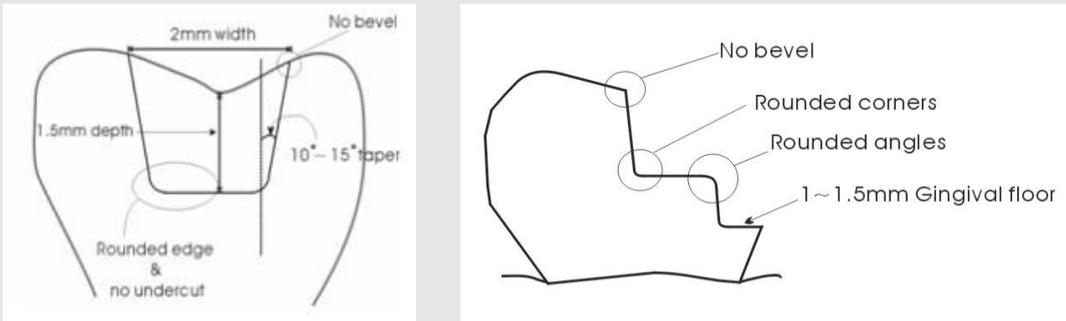


그림 1. 와동형성의 원칙



그림 2A. Tescera ATL(Bisco)



그림 2B. belleGlass HP(Kerr)



그림 2C. Signum(Heraeus)

## (2) 기공실 과정

복합레진 인레이는 채득된 인상으로 제작된 모델상에 제작하게 된다. 사용되는 간접수복용 복합레진의 종류에 따라 기공과정 및 중합방법에는 다소 차이가 있지만, 대부분 광중합과 열중합을 병행함으로써 높은 중합율을 얻도록 시스템화되어 있다. 일반적으로 간접수복용 복합레진의 조성은 Hybrid composite 이 주류를 이루지만 최근에는 inorganic filler의 함량을 높인 microfilled composite도 소개되고 있으며, 제조사별로 Dentin과 Body, Enamel shade를 심미적으로 재현할 수 있도록 다양한 shade로 구성되어 있다.

대표적인 예로, Tescera ATL(Bisco)시스템(그림 2A)은 Light cup과 Heat cup으로 구성되어 있는데, 간접 수복용 복합레진으로 적층수복하면서 압력을 가하여 내부의 기포를 제거하면서 광중합을 시행하고(Light cup), 최종적으로 중합하는 단계에서는 Oxygen Scavenger를 첨가한 물 속에 수복물이 잠기게 하여 중합함으로써 Oxygen inhibition layer(OIL)의 형성을 방지하면서 중합률을 최대한으로 높이게 된다. belleGlass HP(Kerr)(그림 2B)는 적층수복하면서 할로젠 광중합기를 이용하여 중합을 시행하고, 최종 중합 단계에서는 OIL의 형성을 방지하기 위하여 고압의 질소가스가 들어있는 중합기에서 열중합을 시행한다. Signum(Heraeus)(그림 2C)은 앞서 언급한 두 간접수복용 레진과는 달리 광중합만을 이용한 중합시스템으로 치과에서 사용하는 광중합기와는 달리 전용 광중합기(Heraflash)가 있다. 이 중합기기는 8개의 xenon stroboscopic lamps를 가져 350, 550nm의 강한 빛을 여러 방향으로 조사하는데, 20mm/s 동안 조사하고 80mm/s 동안은 꺼져있는 ramp 모드로 중합이 된다. 제조사에 따르면, 이러한 방식의 광중합이 더많은 양의 monomer conversion이 일어나 중합률이 높아진다고 한다<sup>12, 14)</sup>.

## (3) 간접 복합레진 수복물의 접착

복합레진 수복물은 레진시멘트를 사용하여 **합착(Luting, Cementation)**하게 되는데, 레진시멘트와 치아 사이의 적절한 합착을 위해서는 노출된 상아질면에 상아질 접착제(dentin adhesives)를 이용한 **접착(Adhesion, Dentin bonding)** 과정이 필요하다. 접착의 주요 실패 원인은 수분 조절과 수복물 및 피착면인 치아의 오염이며, 이를 차단하기 위한 러버댐 격리는 필수적이다<sup>15)</sup>. 러버댐을 장착할 수 없는 경우는 성공적인 레진수복을 기대하기 어렵다고 해도 과언이 아니다.

수복물의 내면은 sandblast 처리를 시행하고, 상아질접착제를 얇게 도포한다. Sandblasting은 기공과정중 발생한 불순물을 제거하고 microroughness를 증가시켜 결합력 향상에 기여하며, adhesive를 도포하여 레진시멘트가 수복물에 잘 wetting될 수 있도록 한다. 도재나 지르코니아 수복물과 달리 간접 레진 수복물의 내면에 불산을 처리하는 것은 결합력을 떨어뜨리는데, 이는 불산이 수복물의 레진필러/기질간의 계면에 영향을 미치고, 필러의 표면을 부식시켜 결합에 방해가 되기 때문이다<sup>16, 17)</sup>. 임상에서 수복물 내면에 상아질접착제 적용 전 Silane coupling agent를 적용하는 경우가 많지만, 그 효과에 대해서는 논란이 있으며 결합력의 향상에 기여하는 바가 의심스럽다는 것이 대체적인 결론이다<sup>18-20)</sup>.

와동의 표면은 임시수복물을 제거 후 잔존하는 오염물질을 Pumice를 이용하여 제거한다. 이 때 Pumice는 불소를 함유하지 않는 것을 사용해야 하는데, 이 후 접착과정에 필수적인 산부식에 저항을 가지는 fluoride product를 형성하여 산 부식과정에 의해 형성되는 micromechanical retention의 효율을 떨어뜨릴 수 있기 때문이다<sup>21)</sup>. 치면 세마과정에서 수세 및 건조과정은 항상 과하지 않도록 하여 상아질면이 탈수되지 않도록 주의한다.

상아질 접착제는 접착제의 종류에 따라 제조사의 지시에 따라 적용한다. 단, Self etch adhesive

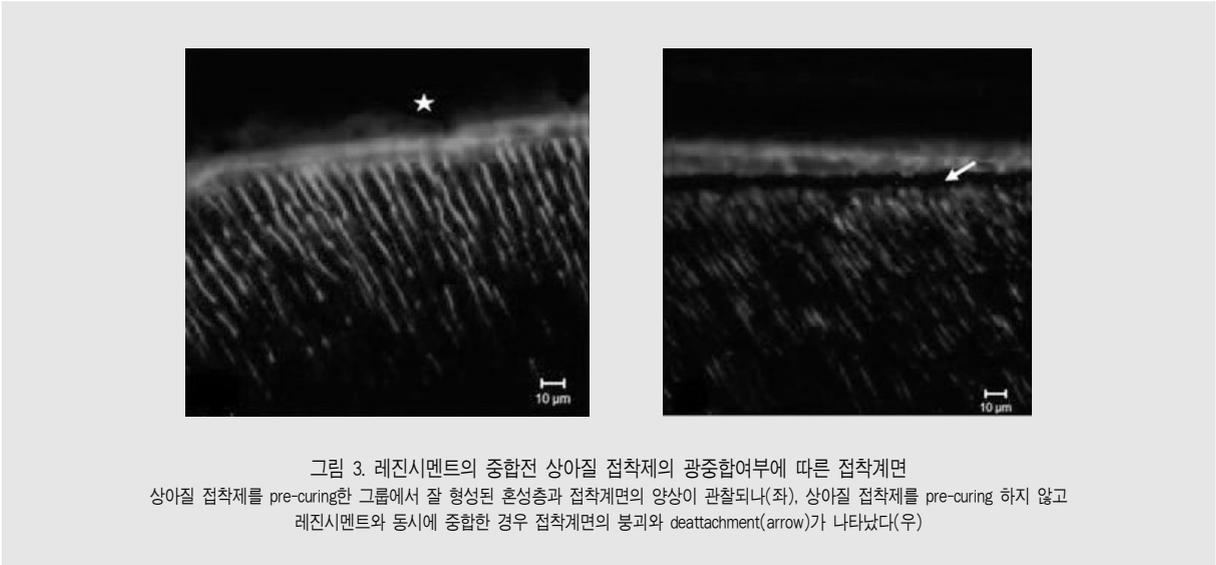


그림 3. 레진시멘트의 중합전 상아질 접착제의 광중합여부에 따른 접착계면 상아질 접착제를 pre-curing한 그룹에서 잘 형성된 혼성층과 접착계면의 양상이 관찰되나(좌), 상아질 접착제를 pre-curing 하지 않고 레진시멘트와 동시에 중합한 경우 접착계면의 붕괴와 deattachment(arrow)가 나타났다(우)

(=All-in-One system) 계열의 상아질 접착제는 소수성인 dentin adhesive와 친수성인 산성 primer가 결합되어 낮은 pH를 갖는데, 이는 자가중합형이나 이원중합형 레진 시멘트의 중합을 방해하여 시멘트와 상아질 접착제간 결합력이 낮아지므로 간접수복시에는 부적합하다<sup>22)</sup>. 또한 단일병(Single bottle) 시스템의 상아질 접착제 중 3 이하의 pH를 갖는 일부 제품들도 자가중합 시스템이 포함된 레진 시멘트의 결합력을 낮춘다고 보고되었으며<sup>23)</sup> 이러한 상아질 접착제는 제조사에서 제공하는 activator와 혼합하여 사용하길 권하고 있다.

임상에서 상아질 접착제는 변연부위에 pooling되어 수복물의 완전한 seating이 되지 않을 경우를 염려하여 상아질접착제를 미리 중합하지 않고, 레진시멘트의 중합과정에서 함께 중합하는 경우가 많다. 그러나, 상아질 접착제는 레진시멘트 적용 전 광중합을 시행해야한다<sup>24, 25)</sup>. Jang 등<sup>25)</sup>의 연구에 따르면 상아질접착제를 광중합하지 않고 레진시멘트와 함께 중합하는 경우에서 상아질접착제를 pre-curing하고 레진시멘트를 적용한 경우보다 유의하게 낮은 결합력을 나타내었으며, 이는 혼성층(hybrid layer)가 수복물의 시적 압력에 의해 collapse되거나, 레진시멘트의

중합시 발생하는 수축에 의해 접착층이 떨어져 올라가는 현상이 나타나기 때문이라고 설명하였다(그림3). 그러므로 레진인레이 합착과정에서 상아질접착제를 도포한 후 잉여분은 충분한 건조 과정을 통해 적절히 제거하여 시적에 방해되지 않도록 한 후, 레진시멘트 적용 전에 광중합을 시행하여야 한다.

레진인레이의 통상적인 와동 깊이에 비해 2급 와동의 인접면 부위에서는 형성된 와동의 교합면으로부터의 깊이가 훨씬 깊어지므로 인접면 부위에 적용된 상아질접착제는 충분한 중합이 이루어지기 어렵다. 그러므로 간접 복합레진 수복에 사용되는 상아질 접착제는 activator를 사용하거나(All Bond 2의 Pre-bond, Bisco) 이원중합형 접착제(Excite DSC, Ivoclar vivadent)를 사용할 것을 추천한다.

최근 Magne 등은 레진시멘트를 이용한 합착을 요하는 간접수복에서 삭제된 상아질에 와동 형성 직후 상아질 접착제를 적용하는 “Immediate Dentin Sealing(IDS)”을 제안하였다<sup>26, 27)</sup>. 이 술식의 과정을 살펴보면, 형성된 와동면에 상아질 접착제를 적용 후 광중합을 시행한다. 법랑질부위는 상아질 접착제가 남아있지 않도록 하여 차후 더 강한 법랑질 접착을 얻을 수 있도록 추가적으로 삭제를 시행한다. 상아질접

착제가 도포된 와동의 내면을 알코올스펀지를 이용하여 가볍게 문질러 표면의 OIL 층을 제거하고, 러버 인상재를 이용하여 인상 채득한다. 이 때 레진 계열의 임시 수복재로 임시 수복을 시행하려 한다면 임시 수복재 역시 복합레진이기 때문에 임시 수복 전에 처리된 상아질면을 수용성 분리제(SEP, Sun Medical)나 바셀린을 도포하여야 한다. IDS 술식의 가장 큰 장점은 임시 수복기간 동안의 노출된 상아질면을 보호하여 상아질민감증을 크게 감소시켜 환자의 불편감을 줄인다는 것이며, 그 밖에도 임시 수복기간의 노출된 상아질면으로의 세균이나 타액 등에 의한 오염을 막고 와동내면의 선각부위를 부드럽게 하여 수복물의 적합성을 향상하는 등의 장점이 있다<sup>27, 28)</sup>. 또한 최근의 여러 연구에서<sup>24, 26, 27, 29-31)</sup> IDS가 결합강도 향상에 기여한다는데 의견을 일치하여 IDS는 점차 일반화된 술식으로 자리매김할 것으로 예상된다.

#### (4) 간접 레진수복물의 합착

레진시멘트는 복합레진형(composite-based)과 자가접착형(self-adhesive)으로 분류할 수 있다<sup>12)</sup>.

복합레진형 시멘트는 수복용 복합레진과 조성이 유사하며, 상아질 접착제를 도포한 후 적용한다. 치질에 대한 결합력이 자가접착형 시멘트보다 우수한 장점이 있지만, 접착(dentin adhesion) 과정을 거치므로 복잡하고, 술자에 따라 다소 술식에 민감한 편이다.

자가접착형 시멘트는 산성의 monomer를 포함하여 시멘트 자체에 접착(adhesion) 능력이 있어 상아질 접착과정을 시행하지 않아도 되는 간편함이 장점이지만 산부식 과정이 없어 '범랑질 접착'이 특히 취약하고, 일반적으로 여러 단계를 거치는 복합레진형 레진시멘트에 비해 결합강도와 내구성이 떨어지는 단점이 있어 간접 복합레진 수복물의 합착에 적절한지는 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

복합레진형 시멘트는 Variolink(Ivoclar Vivadent), Duolink(Bisco) 등이 있으며, 이를 사용한 레진/상아질 결합계면의 관찰시 균일한 혼성층

과 상아질로 침투한 레진태그 등의 전형적인 직접 레진수복의 결합 계면과 같은 양상을 나타내며<sup>25)</sup> 결합력도 우수하다. 자가접착형 레진시멘트는 전처리 없이 시멘트만 적용하는 1단계형과 전처리제의 도포 후 시멘트를 적용하는 2단계형으로 나눌 수 있는데, Biscem(Bisco), Maxcem(Kerr), Rely X Unicem(3M ESPE) 등이 1단계에 해당하며, Panavia F(Kuraray)가 2단계에 해당한다. 잘 알려진 바와 같이 Panavia F는 레진시멘트의 gold standard로 불리울 정도로 높고 안정적인 결합강도를 나타내며 Rely X Unicem도 우수한 결합강도를 나타낸다<sup>32-34)</sup>. Cho<sup>34)</sup>의 수종의 레진시멘트의 상아질에 대한 결합강도를 평가한 연구에서 레진시멘트의 접착과정이 단순화 될수록 레진시멘트의 내구성과 결합강도는 낮으며, aging과정을 거침에 따라 결합강도가 더 떨어지는 결과를 보고하였다.

간접 복합레진 인레이 수복에서 레진시멘트는 이원중합 레진시멘트를 사용할 것을 추천한다. 전치부용 비니어나 투명도가 높은 포셀린 인레이의 경우에는 광투과가 용이하므로 광중합 레진시멘트나 수복용 고희름성 복합레진을 사용하기도 한다. 하지만 구치부용 복합레진 인레이는 와동의 깊이가 깊은데다가 수복물의 투명도가 광원의 중합광을 충분히 전달하기 어려우므로 자가중합의 기능이 동반된 이원중합 레진시멘트를 사용해야 레진시멘트의 높은 중합률을 기대할 수 있다. 이원중합 레진시멘트를 사용할 때 주의할 점은 반드시 충분한 광중합을 하라는 것이다. 이원중합 레진시멘트를 광중합시키지 않을 때는 미반응 광중합 기질들의 분해 및 중합률 저하 등으로 같은 시멘트를 광중합시켰을 때 보다 결합강도가 현저히 떨어지게 된다<sup>35)</sup>.

#### (5) 마무리

합착 후 간접 복합레진 수복물의 교합조정을 시행한다. 금속성 수복물과 달리 복합레진 인레이나 도재인 레이는 접착 및 합착과정을 거친 후 파절저항성이 향상되기 때문에, 교합조정은 합착 이후에 진행해야 한

다. 교합조정을 마친 후 적절한 finishing and polishing을 시행하고, 마무리한다.

(6) 임상증례

#35,36의 이차우식과 아말감 수복물의 교체를 주스로 내원한 임상증례이다(그림 4). 러버댐 장착하에 이차우식과 수복물 제거후 Tescera ATL 시스템을 이용한 간접 복합레진 수복하였다. Dentin A2와 Body A1 shade로 수복후, 법랑질층에 해당하는 최상층은 incisal yellow shade를 이용하여 build up하였다.

각 층의 layering 과정중에는 light cup을 이용한 중합을 시행하고, 최종 수복후에는 heat cup을 이용하여 수중에서 oxygen scavenger를 첨가한 후 최종 중합을 시행하였다.

제작된 die상에서 연마와 마무리를 시행하고, 러버댐하에 Excite DSC(Dentin adhesive)와 composite cement(Variolink II)를 이용하여 합착하여 수복을 마무리 하였다.

Ⅲ. 결론

간접 복합레진 수복은 금속성 간접 수복의 많은 영

역을 대체할 수 있는 수복 방법으로 인정받고 있다. 이는 직접 수복용 레진에 비해 향상된 재료적 특성과 2차적인 부가중합에 의한 물리적 성질의 향상이 마모를 비롯한 다양한 임상적 요구를 충족시킬 수 있게 되었고, 환자들의 심미성에 대한 요구를 충분히 만족시켜 줄 수 있는 수복 방법으로 인지되고 있음을 시사한다. 또한 접착 치의학의 발달로 치아에 대해 좀 더 보존적인 치질 삭제가 가능해 졌고 대합치에 대해서도 자연치 교합에 근접할 정도의 안정성을 보이기 때문이다.

하지만 현재 여러 제조사에서 공급하고있는 간접 수복용 레진들의 특성이나 중합 방법은 제조사에 따라 다양하며, 이는 완성된 수복물이 동일한 물리적 광학적 특성을 가지지는 않는다는 것을 인지하고 재료의 선택에 있어 세심한 고려가 필요하다.

또한 다양해진 접착 시스템과 합착용 시멘트들의 특성도 간접 복합레진 수복의 성공적 시술에 매우 중요한 부분을 담당하는 만큼 기존의 많은 연구 결과들을 토대로 적절한 시스템을 선택해야 하는것도 매우 중요하다.

결론적으로 준비된 술자에 의한 간접 복합레진 수복은 환자와 술자의 요구를 만족시켜줄 수 있는 기능성과 심미성을 가진 수복법으로 자리잡을 수 있으리라 사료된다.

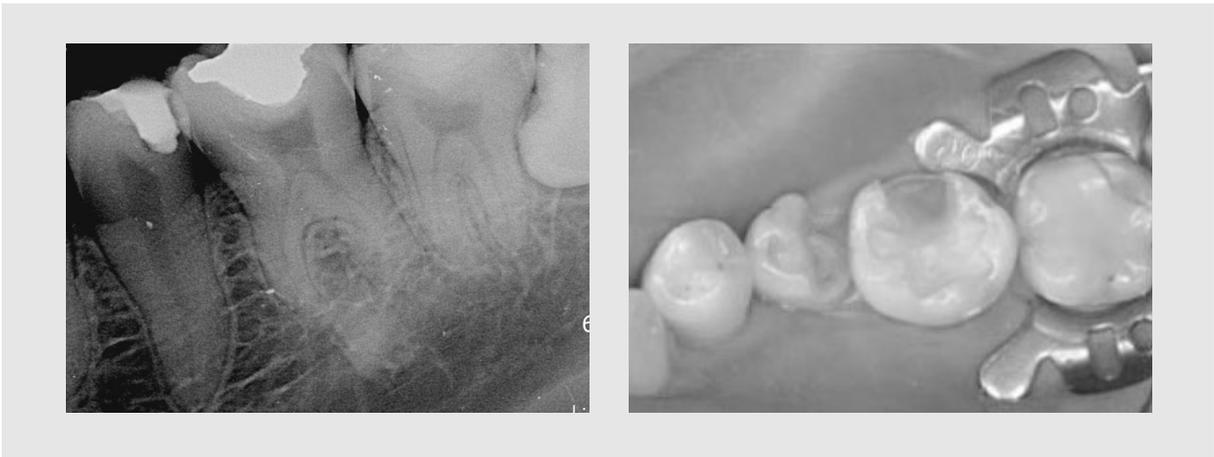




그림 4. #35, 36의 간접 복합레진 수복증례  
 #35,36의 아말감 교체를 주소로 내원한 환자로, 수복물 주위의 이차우식 소견이 관찰되었다.  
 Tescera ATL(DentinA2/Body A1/ incisal yellow)를 이용한 간접 복합레진 수복하였다.

## 참 고 문 헌

1. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84:118-132.
2. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21:864-881.
3. Deliperi S, Bardwell DN. Clinical evaluation of direct cuspal coverage with posterior composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent* 2006;18:256-265; discussion 266-257.
4. Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mater* 2000;16:292-296.
5. Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 2006;96:433-442.
6. Rees JS, Jacobsen PH. The restoration of posterior teeth with composite Resin. 2: Indirect-placement composite. *Dent Update* 1997;24:25-30.
7. Leinfelder KF. Indirect posterior composite resins. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26:495-503; quiz 504, 527.
8. Strassler HE. Esthetic posterior restorations: indirect composite resin inlays and onlays. *J Esthet Dent* 1992;4 Suppl:64-67.
9. Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent* 2004;29:481-508.
10. Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder KF, Katoh Y. How heat treatment and thermal cycling affect wear of composite resin inlays. *J Am Dent Assoc* 1994;125:1467-1472.
11. Ferracane JL, Condon JR. Post-cure heat treatments for composites: properties and fractography. *Dent Mater* 1992;8:290-295.
12. Choi KK. *Adhesion and Esthetic Restoration*, 2009.
13. Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater* 2009;25:1338-1346.
14. Netto NG. *Inlay & Onlay*. 2nd ed: 대한나래출판사, 2011.
15. Asmussen E, Peutzfeldt A. The influence of relative humidity on the effect of dentin bonding systems. *J Adhes Dent* 2001;3:123-127.
16. Cekic-Nagas I, Sukuroglu E, Canay S. Does the surface treatment affect the bond strength of various fibre-post systems to resin-core materials? *J Dent* 2011;39:171-179.
17. Ozcan M, Alander P, Vallittu PK, Huysmans MC,

## 참 고 문 헌

- Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med* 2005;16:21-27.
18. Bitter K, Noetzel J, Neumann K, Kielbassa AM. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements. *Quintessence Int* 2007;38:121-128.
  19. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater* 2005;21:437-444.
  20. Perdigo J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006;22:752-758.
  21. Chen LJ, Meng QF, Chen YM, Smales RJ, Yip KH. Effect of fluoride iontophoresis on the microtensile bond strength between dentin and two adhesive systems. *J Dent* 2008;36:697-702.
  22. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent* 2003;5:267-282.
  23. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 2001;17:542-556.
  24. Lee JI, Park SH. The effect of three variables on shear bond strength when luting a resin inlay to dentin. *Oper Dent* 2009;34:288-292.
  25. Jang JH, Lee BN, Chang HS, Hwang YC, Oh WM, Hwang IN. Bonding efficacy of cured or uncured dentin adhesives in indirect resin. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 2011;36:490-497.
  26. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:144-154; discussion 155.
  27. Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent* 2007;98:166-174.
  28. Jayasooriya PR, Pereira PN, Nikaido T, Tagami J. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. *J Esthet Restor Dent* 2003;15:105-113; discussion 113.
  29. de Andrade OS, de Goes MF, Montes MA. Marginal adaptation and microtensile bond strength of composite indirect restorations bonded to dentin treated with adhesive and low-viscosity composite. *Dent Mater* 2007;23:279-287.
  30. Duarte S, Jr., de Freitas CR, Saad JR, Sadan A. The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *J Prosthet Dent* 2009;102:1-9.
  31. Rodrigues SA, Jr., Ferracane JL, Della Bona A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mater* 2009;25:442-451.
  32. De Kanter RJ, Creugers NH, Verzijden CW, Van't Hof MA. A five-year multi-practice clinical study on posterior resin-bonded bridges. *J Dent Res* 1998;77:609-614.
  33. Behr M, Hansmann M, Rosentritt M, Handel G. Marginal adaptation of three self-adhesive resin cements vs. a well-trying adhesive luting agent. *Clin Oral Investig* 2009;13:459-464.
  34. Cho MW, Park SH, Kim JR, Choi KK. The bonding durability of resin cements. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 2007;32:343-355.
  35. de Menezes MJ, Arrais CA, Giannini M. Influence of light-activated and auto- and dual-polymerizing adhesive systems on bond strength of indirect composite resin to dentin. *J Prosthet Dent* 2006;96:115-121.