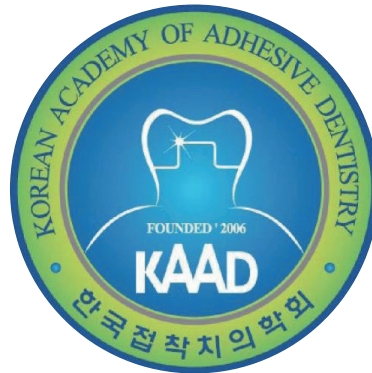


한국접착치의학회지

The Korean Journal of Adhesive Dentistry

2026

Volume 13 Number 1



한국접착치의학회

Korean Academy of Adhesive Dentistry

The Korean Journal of Adhesive Dentistry

Editor-in-Chief

장지현, DDS, MSD, PhD

서울특별시 동대문구 경희대로 26
경희대학교 치과대학 치과보존학교실

전화 02-958-9330

FAX 02-953-9303

E-mail: jangjihyun@khu.ac.kr

Editorial Board

이 상 엽 (가야치과병원)

김 선 영 (서울대학교 치과대학)

곽 영 준 (연세자연치과의원)

이 윤 (강릉원주대학교 치과대학)

전 미 정 (강남세브란스 치과병원)

김 덕 수 (경희대학교 치과대학)

신 유 석 (연세대학교 치과대학)

최 경 규 (경희대학교 치과대학)

박 정 원 (연세대학교 치과대학)

C O N T E N T S

Review Paper

- | | | |
|---|---------------------------|-----|
| 1 | 상아질 접착의 내구성에 관한 최신 지견 (1) | 최경규 |
| 9 | 상아질 지각과민증: 원인, 진단과 치료전략 | 이명진 |

Case Reports

- | | | |
|----|--|------------------------------|
| 17 | Injectable molding technique을 이용한 하악 전치부 복합레진 수복 | 채승우, 권지영, 김현정 |
| 23 | Molar-incisor malformation (MIM)의 근관치료 임상 증례 | 홍민정 |
| 29 | 3D프린팅 수술가이드를 이용한 융합 과잉치의 외과적 해부학적 형태 회복 절제술 | 노연수, 장석우, 장지현 |
| 35 | Peg lateralis 환자의 전치부 심미 수복 | 조은효, 배꽃별, 이빈나, 장훈상, 황윤찬, 황인남 |
| 39 | 외상 당한 전치부와 왜소치를 접착성 간접 수복물로 수복한 증례 | 허은영, 권지영, 김덕수 |
| 45 | 상악 전치의 정중이개의 레진수복: 만성 치주질환을 가진 환자에서 고려할 점 | 정경호, 정일영 |
| 51 | 상악 중절치 Class IV 수복에서 파절선 마스킹과 복합레진 선택에 대한 임상적 고려 | 김지민, 신유석 |
| 57 | Esthetic Anterior Rehabilitation Using Direct Composite Resin and PFZ Crowns:
A Combined Restorative Approach | 오희원, 김선영 |

REVIEW PAPER

상아질 접착의 내구성에 관한 최신 지견 (1)

Contemporary advances in the durability of dentin bonding

최경규
Kyoung-Kyu Choi

경희대학교 치과대학 치과보존학교실
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

초록

Dentin bonding is a fundamental component of contemporary restorative dentistry; however, the long-term durability of the dentin-resin interface remains limited due to its inherent structural and chemical instability. This special review aims to reestablish the fundamental concepts of dentin adhesion and to provide an in-depth analysis of the intrinsic and extrinsic factors responsible for hybrid layer degradation and breakdown, which are major contributors to bond strength reduction and clinical failure. Furthermore, this review comprehensively examines current evidence-based strategies proposed to overcome the vulnerabilities of dentin bonding and to enhance bond durability. These strategies include improving adhesive infiltration efficiency and moisture control, protecting the adhesive interface from hydrolytic degradation, stabilizing collagen matrices, utilizing adjunctive antioxidants, biomimetic remineralization of demineralized collagen substrates, and optimizing clinical bonding protocols.

By addressing the mechanisms responsible for dentin bonding failure, this review advances the understanding of adhesive interface degradation and supports future research and clinical applications aimed at improving bonding durability.

Key words : dentin bonding, hybrid layer, hydrolytic degradation, adhesion durability, collagen stabilization

서론

접착치의학의 괄목할 발전으로 인하여 수복치과의 대부분 영역에서 응용되고 있으며, 현재 치아의 수복은 접착과 불가분의 관계를 가지고 있다. 법랑질과 상아질을 포함한 치아뿐 아니라 다양한 수복재에 대

한 견고한 결합능력은 수복의 범위와 적응증을 확장하고 있다. 그럼에도 불구하고 수복물은 시간이 경과하면 종종 변연 변색, 세균침투로 인한 2차 우식, 수복물의 탈락 등 실패가 발생하여 전체 수복물의 70%는 재수복을 필요로 한다^[1].

혼성층(hybrid layer)이라 부르는 상아질-접착제

Corresponding author: Kyoung-Kyu Choi, DMD, MSD, PhD
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University,
Kyunghedaero26, Dongdaemun-gu, Seoul, Republic of Korea, 02447
E-mail: choikkyu@khu.ac.kr

의 결합 계면은 탈회되어 노출된 상아질의 교원질과 레진 접착제가 혼재되어 있는 층으로 정의하며, 상아질 결합의 중요한 역할을 담당한다. 그러나, 구강 환경에서 다양한 원인에 의해 혼성층은 생분해(biodegradation) 될 수 있고 그 결과 접착의 내구성이 저하되어 ‘아킬레스건(Achilles heel)’으로 여겨진다^[2,3].

상아질 접착은 교원질과 레진 접착제간 이질성으로 인하여 복잡한 기전을 갖는다. 더욱이 상아질은 나이, 생리적 변화, 음식과 같은 조건에 의해 다양한 특성을 가지며, 수분을 많이 포함하고(약 25vol%) 있어 소수성을 띠는 레진과 물리화학적으로 친화성을 갖기 어렵다. 탈회된 상아질에 접착레진의 불완전한 침투는 Etch & Rinse 접착제 시스템의 내구성에 치명적인 문제가 된다. 한편, 접착제를 구성하는 친수성 단량체는 노출된 교원질에 침투하여 물리적으로 맞물리게(interlocking) 하고, 소수성 단량체는 기계적 성질을 증진시켜 가수분해를 억제한다^[4]. 따라서 이들 단량체는 모두 상아질 접착에 필수적이며, 접착제의 효과적인 침투 능력은 임상적으로 중요한 역할을 한다^[5].

상아질 접착에서 교원질 스케폴드의 기계적 성질을 유지와 함께 내인성 효소(endogenic enzyme)에 의한 가수분해를 억제하고, 교원질 구조에 접착 레진의 침투 및 상호작용을 증진시켜 물리적 성질을 향상시키는 것은 혼성층을 장기간 보존하는 주요 전략이라 할 수 있다. 본 중설에서는 상아질-레진 계면의 붕괴 과정에서 원인과 기전을 살펴보고, 상아질 결합의 문제를 극복하고 내구성을 증진시키기 위하여 최근 진행되고 있는 다양한 연구에 대하여 알아보하고자 한다.

본론

1. 상아질-레진 계면의 붕괴

산부식에 의해 상아질에서 무기질이 용해되면 탈회된 상아질(교원질 30%와 물 70%)이 생성되어 교원질 섬유가 물에 부유하게 된다. 과도한 건조에 의해 교원질이 붕괴되면 탈회된 층과 그 아래에 있는 정상 상아질 사이에 장벽을 만들어 레진 침투를 억제하고, 교원질이 변성되어 접착제-상아질 계면이 취약한 구조

가 된다. 혼성층의 임상적 수명은 물리적, 화학적 원인, 교합력, 구강 내 온도 변화로 인한 반복적인 팽창 및 수축 스트레스 등 많은 요인에 의해 동시 영향을 받는다. 다른 한편으로는, 치아와 생체 재료 계면에서의 세균에 의한 산 공격 외에도 상아세관액, 타액, 식품 및 음료의 화학적 작용 등은 노출된(레진에 의해 감싸지 못한) 교원질 섬유 분해, 레진 단량체의 분해 및 용출 등 다양한 결과에 기여한다^[6,7,8].

결합 계면에서의 붕괴는 교원질 섬유소의 해체(disorganization) 및 용해로 간략하게 정의되며, 섬유간 공간에서 접착 레진의 가수분해 및 용출과 관련이 있다. 교원질 분해는 Dayan 등^[9]에 의해 처음 기술되었고, 그 후 Tjäderhane 등^[10]에 의해 추가로 설명되었으며, 마지막으로 Pashley 등^[11]에 의해 합리적 추론이 이루어졌다. 내인성 기질 프로테아제(intrinsic matrix protease)로 인하여 무균 환경에서도 시간이 지남에 따라 교원질 분해가 발생한다는 것을 밝혔다. 반면에, 접착제의 가수분해는 고분자 사이의 공유 결합이 물에 의해 파괴되면서 발생하는데, 혼성층 붕괴의 주요 원인으로 간주된다^[12]. 상아질은 친수성 기질이며, 친수성 레진 단량체가 습윤 및 탈회된 상아질 내부에 침투하여 접착제의 혼성화를 유발해야 한다^[13]. 그러나 이러한 친수성 단량체는 수분 흡착을 유발하여 결합된 계면으로 수분의 이동을 허용하고 채널을 생성한다. 또한, 접착제의 친수성 도메인에 물이 존재하면 레진이 용출되고 표면적이 증가하여 더 많은 물과 용해성 타액 효소가 침투하여 가수분해를 일으킬 수 있다^[14]. 표1은 결합 계면의 파괴를 유발하거나 가속화하는 외적 요인과 내적 요인을 요약하였다^[15].

표1. 접착제-상아질 결합 계면의 파괴에 영향을 미치는 요인

외인성 요인	내인성 요인
술자의 능력/경험	상아질의 조성, 구조, 기계적 성질
접착제의 조성/선택	접착제의 가수분해
병적인 바이오필름의 세균성 에스테라제 및 산	내재적 프로테아제에 의한 교원질의 붕괴
타액의 에스테라제	접착계면의 미충합 단량체

1) 외인성 요인

술자의 지식과 기술은 적절한 레진-상아질 접착력을 확보하는데 중요한 역할을 하는데, 접착 술식의 정확한 권장 사항, 수복재 적용시 적층 방법 및 마무리/연마 과정, 적절한 방습 등으로 요약할 수 있으며 수복물의 수명에 영향을 미친다. 기존 수복물의 수리 또는 교체를 결정할 수 있는 술자의 진단 방법과 의사 결정과 같은 고유한 능력이 중요한 역할을 한다. 이러한 맥락에서 치과 수복물의 수명은 재수복율과 밀접한 관련이 있다. 불행히도 치과 의사는 기존 수복물에 개입하려는 경향이 있고 결과적으로, 치과 의사를 자주 바꾸는 환자는 수복물을 교체할 가능성이 더 높으므로 시간이 지남에 따라 수명이 짧아진다^[16].

적용된 기술 외에도 접착제의 선택은 수복의 성공에 필수적이다. 사용하는 접착시스템의 화학적 성질을 이해해야 하는데 예를 들어, acetone-based 접착제 시스템은 water-based 접착제 시스템보다 연간 실패율이 더 높다. 그 이유는 acetone-based 시스템은 자체의 수분 함량이 아주 적어 “최적의 혼성층을 만들기 위해 최적의 습윤 접착을 필요로 하여 기술 민감도가 더 높아진다”는 것이다.

접착제의 산도 또한 연간 실패율(AFR, annual failure rate)에 영향을 미치는데, 비우식성 치경부 병소(NCCL)의 수복에 대한 연구^[17]에서 중간 정도(mild, $\text{pH} \geq 1.5$)의 pH를 가진 2단계 SE 접착 시스템에서 가장 낮은 연간 실패율이 관찰되었고 [2.5±1.5], 3단계 E&R 접착 시스템 [3.1±2]과 1단계 SE 접착 시스템 [3.6±4.3]이 그 뒤를 이었으며, 이들 시스템 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 강한 산성(strong, $\text{pH} \leq 1.5$)의 pH를 갖는 1단계 SE 접착 시스템 [5.4 ±4.8], 2단계 E&R 접착 시스템 [5.8±4.9]에서 더 높은 AFR이 관찰되었다. 또한, 법랑질에 대한 선택적 산부식은 SE 접착 시스템의 유지율에 영향을 미치지 않았으나, 저자는 이러한 결과가 유지율에 국한된 것으로 변연연속성 같은 다른 변수를 평가한 경우에는 법랑질의 선택적 산부식의 중요성을 역설하였다.

범용 접착 시스템과 관련하여 관찰기간은 다른 시스템에 비해 비교적 짧다. 무작위 임상시험을 통하여 비우식성 치경부 병소의 수복물의 생존을 5년 추적 관

찰 결과^[18], 유지율은 E&R 모드로 적용한 경우 93%, SE 모드로 적용한 경우 81.4%, 범용 접착제가 선택적 산부식과 함께 SE 모드로 적용한 경우 88.4%로 나타났다. 즉, 범용 접착제의 임상 결과는 E&R 모드에서 SE 모드 보다 우수했으며, SE 모드로 적용할 때 법랑질 선택적 산부식을 강력히 권장한다.

2) 내인성 요인

많은 요인이 상아질-접착 계면의 실패와 관련이 있는데, 치아 경조직의 탈회 및 상아질 또는 레진 분해와 관련이 있다. 시간이 지남에 따라 수복물 실패의 주요 원인은 pH 변화, 습도, 온도 변화, 노화, 하중 및 피로이다.

구강 환경의 pH 감소는 생물막 대사, 산성 식단 또는 위산의 역류로 인해 발생할 수 있다. 법랑질과 상아질의 가장 일반적인 탈회는 치아 플라크(생물막, biofilm)가 이러한 조직의 표면에 부착될 때 발생한다. 구강에는 700종 이상의 세균이 검출되며, 특히 타액에는 밀리리터당 10^7 - 10^{10} 개가 존재한다. 세균은 치아 표면에 부착되어 끈적한 기질에 속에서 치과 생물막을 형성하게 된다^[19]. 이 생물막의 일부를 구성하는 우식성 세균은 식이 탄수화물(자당) 발효의 산물로 젖산을 생성한다. 식단의 종류, 타액 분비 및 구강 위생과 같은 환자와 관련된 몇 가지 요인은 생물막 축적을 촉진하며 이러한 미생물은 더 많은 영양소를 이용하게 된다. 산성 환경은 산생성(acidogenic) 및 산내성(aciduric) 세균 개체군을 유지하고 성장을 촉진시킨다. 특히, pH가 5.5 이하로 감소하면 젖산이 hydroxyapatite(HAp, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)를 용해시킨다.

동시에 산성 구강 환경은 치과 고분자의 가수분해를 유발할 수 있는데 특히, 가수분해에 취약한 에스테르기(-COO-)를 포함하는 methacrylate 그룹에서 발생한다. 구강의 습윤 환경은 이러한 가수분해를 일으키며 타액이나 미생물의 산과 효소가 존재할 때 더욱 촉진될 수 있다. 한편, 계면을 구성하는 상아질은 물과 효소의 영향으로 분해되는데, 상아질의 기질 금속단백 분해효소(MMP, matrix metalloproteinases) 및 시스테인 카텝신(CC, cysteine cathepsins) 과 같은 숙주 유래 상아질 단백질 분해효소는 세포외 기질 단백질

분해를 촉진하여 시간이 지남에 따라 접착의 실패를 유발한다.

MMP는 아연 및 칼슘에 의존하며 상아질 형성 및 광물화 과정에서 상아모세포로부터 분비되는 내인성 단백질 분해효소에서 유래한다^[20]. stromelysin-1(MMP-3), collagenase(MMP-8), gelatinases A 및 B(MMP-2, MMP-9), MMP-20과 함께 사람 상아질에 가장 널리 분포한다^[21,22]. 상아질 MMP는 광화 과정에서 경조직 내에 갇히고 물리적, 화학적 조건에 의해 활성화되는데, 첫째, 우식성 세균과 산부식제에 의해 가장 활성화되고, 온도변화 및 기계적 응력이 그 다음이다^[23]. 둘째, MMP 전구체는 zymogen 또는 pro-enzyme으로 분비되는데, 이 효소는 교원질 분해 활성을 가지고 있다. 이 작용은 특히 혼성층 또는 그 하방에 접착레진이 불완전하게 침투한 부위에서 나타난다.

이러한 엔도펩티다제(endopeptidase)가 활성화된 후, 다음과 같은 단계로 교원질의 분해가 이루어진다: (1) MMPs가 표면 교원질 섬유질의 telopeptides를 가수분해한다. (2) 이후 교원질에서 구형 telopeptides를 제거하고 (다른 MMPs를 위한) 공간을 생성한다. (3) 교원질 분해효소(collagenase)로 분류된 다른 MMPs가 해당 부위에 결합하여 교원질 분자의 교차결합을 풀어 가수분해를 일으킨다^[24].

시스테인 카텡신(CC)은 일반적으로 정상 상아질 및 우식 상아질 모두에서 발견되는 단백질 분해효소로서 대부분은 천연 치수조직과 상아모세포에서 발견된다^[25]. MMP와 CC 사이의 시너지 효과가 있으며, 정상 상아질보다 우식 상아질에서 10배 더 높은 활성을 나타낸다^[26].

타액에 있는 esterase 역시 구강 환경에 흔한 구성 요소이다. cholesterol esterase(CE)와 pseudocholinesterase(PCE)는 레진 기질의 에스테르 결합을 가수분해할 수 있고^[27], 레진의 기계적 특성에 부정적인 영향을 줄 수 있으며 심지어 상용 수복용 복합레진의 생분해를 촉진시킨다^[28,29]. CE는 정상 및 염증이 있는 치은에서도 발견된다. 단핵구 대식세포가 이를 생성하고 비특이적 면역 반응과 함께 증가한다^[30]. PCE는 당단백질의 한 형태이며 아세틸콜린에 대한 특이도가 낮고 다양한 조직에서 발견된다

^[31]. 이들 CE와 PCE는 모두 접착 레진의 단량체 Bis-GMA, HEMA 및 TEGDMA를 분해할 수 있다^[32]. 한편, neutrophils esterase는 치은 틈새액의 면역 체계 구성 요소로서 Bis-GMA를 분해시켜 결합 계면을 직접 붕괴시킬 수도 있으며, myeloperoxidase와 hypochlorite를 방출하여 레진의 에스테르 결합에 대하여 가수분해를 촉매한다^[33,34].

또한, 우식성 생물막은 단백질 분해 효소를 생성하여 접착계면의 유기물을 생분해할 수 있다. 생물막에 의해 생성된 산과 효소는 단량체의 가수분해를 일으켜 레진 고분자의 붕괴를 증가시킬 수 있다. 이러한 분해 산물은(미중합 단량체이든 고분자 가수분해의 부산물이든) 구강환경으로 침출되어 잠재적으로 생물막 독성을 조절하고 그 발달을 증가시킨다^[35]. 또한 생물막에 있는 *S. mutans*가 복합레진 및 접착제를 분해할 수 있는 esterase를 활성화시킬 수 있다. 그 결과 복합레진의 표면 거칠기가 증가되고 세균의 부착 및 생물막의 축적이 이루어져 접착계면의 생분해를 가속화한다^[36]. 그림 1은 상아질-접착제 계면의 파괴 기전을 보여주는 도식도이다.

결론

상아질 접착은 현대 수복치의학에서 필수적인 기술로 자리 잡았으나, 상아질-레진 계면, 특히 혼성층은 구조적·화학적으로 본질적인 취약성을 지니고 있어 장기적인 결합 내구성 확보에는 여전히 한계가 존재한다. 본 종설에서는 산부식 후 형성되는 탈회 상아질과 접착 레진 사이에서 발생하는 계면 붕괴의 기전을 중심으로, 상아질 접착 실패에 관여하는 외인성 및 내인성 요인을 체계적으로 고찰하였다. 술자의 술식 및 접착제 선택과 같은 외인성 요인뿐 아니라, 구강 환경의 pH 변화, 수분, 온도, 기계적 하중, 그리고 상아질 및 타액 유래 단백질 분해효소에 의한 교원질 및 레진 성분의 가수분해가 상호작용하며 혼성층의 열화와 붕괴를 가속화함을 살펴보았다. 이러한 복합적인 요인들은 상아질 접착을 단순한 기계적 결합이 아닌, 시간의 존적이고 생물학적 영향을 받는 동적 계면으로 이해

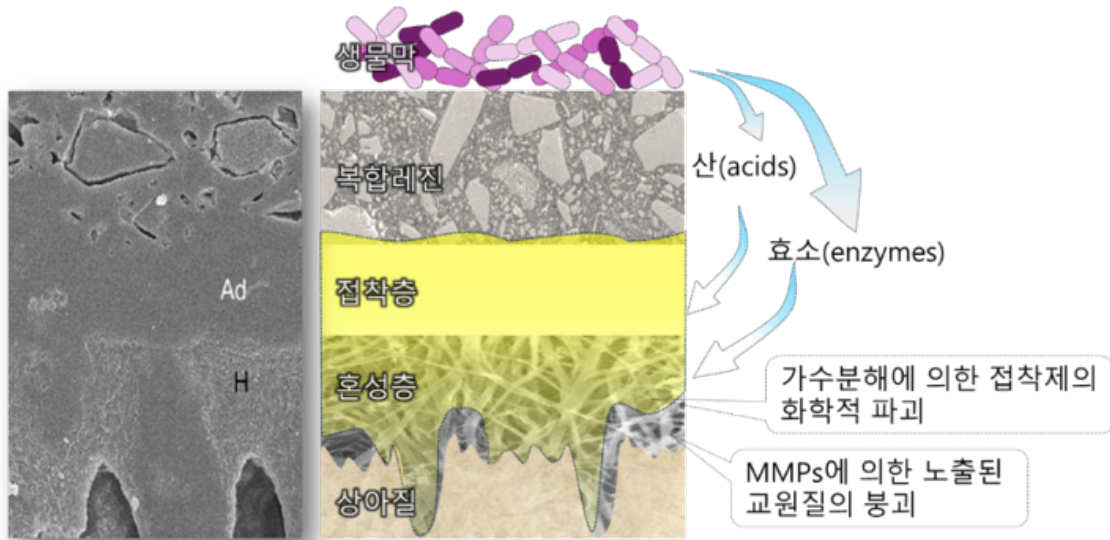


그림 1. 병적인 생물막(pathologic biofilm)에 의한 레진-상아질 계면의 파괴 현상

해야 함을 시사한다.

상아질-레진 계면의 붕괴 기전에 대한 이해는 접착 실패를 예방하고 결합 내구성을 향상시키기 위한 전략 수립의 출발점이 된다. 이에 따라, 다음 후속 종설에서는 본 고찰에서 다룬 이론적·기전적 배경을 토대로, 상아질 접착의 내구성 증진을 목표로 제안되고 있는 다양한 최신 접근법들에 관하여 최근의 근거 기반 전략들을 종합적으로 소개하고자 한다.

참고문헌

- [1] Eltahlah D, Lynch CD, Chadwick BL, Blum IR, Wilson NHF. An update on the reasons for placement and replacement of direct restorations. J Dent. 2018; 72:1-7.
- [2] Spencer P, Jonggu Park QY, Misra A, Bohaty BS, Singh V, Parthasarathy R, Sene F, de Paiva Gonçalves SE, Laurence J. Durable bonds at the adhesive/dentin interface: an impossible mission or simply a moving target? Braz Dent Sci. 2012; 15(1):4-18.
- [3] Stewart CA, Finer Y. Biostable, antidegradative and antimicrobial restorative systems based on host-biomaterials and microbial interactions. Dent Mater. 2019; 35(1):36-52.
- [4] Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's pioneering acid-etch technique to self-adhering restoratives: a status perspective of rapidly advancing dental adhesive technology. J Adhes Dent. 2020; 22(1):7-34.
- [5] Cavalheiro A, Cruz J, Sousa B, Silva A, Coito C, Lopes M, Vargas M. Dentin adhesives application deviations: effects on permeability and nanoleakage. Dent Mater J. 2021; 40(5):1160-1168.
- [6] Gwinnett, A.J. Quantitative Contribution of Resin Infiltration/Hybridization to Dentin Bonding. Am J Dent. 1993; 6:7-9.
- [7] Spencer P, Wang Y. Adhesive Phase Separation at the Dentin Interface under Wet Bonding Conditions. J Biomed Mater Res. 2002; 62:447-456.
- [8] Wang Y, Spencer P. Continuing Etching of an All-in-One Adhesive in Wet Dentin Tubules. J

- Dent Res. 2005; 84:350-354.
- [9] Dayan D, Binderman I, Mechanic GL. A Preliminary Study of Activation of Collagenase in Carious Human Dentine Matrix. *Arch Oral Biol.* 1983; 28:185-187.
- [10] Tjäderhane L, Larjava H, Sorsa T, Uitto VJ, Larmas M, Salo T. The Activation and Function of Host Matrix Metalloproteinases in Dentin Matrix Breakdown in Caries Lesions. *J Dent Res.* 1998; 77:1622-1629.
- [11] Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, Ito S. Collagen Degradation by Host-Derived Enzymes during Aging. *J Dent Res.* 2004; 83:216-221.
- [12] Tay FR, Pashley DH. Have Dentin Adhesives Become Too Hydrophilic? *J Can Dent Assoc.* 2003; 69:726-731.
- [13] Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K. Technique-Sensitivity of Contemporary Adhesives. *Dent Mater J.* 2005; 24:1-13.
- [14] Lins R, Sebold M, Magno MB, Maia LC, Martins L, Giannini M. Does the Type of Solvent in Dental Adhesives Influence the Clinical Performance of Composite Restorations Placed in Noncarious Cervical Lesions? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oper Dent.* 2020; 45:E237-E254.
- [15] Mokeem LS, Garcia IM, Melo MA. Degradation and Failure Phenomena at the Dentin Bonding Interface. *Biomedicines.* 2023; 23;11(5):1256.
- [16] Gordan VV, Riley JL, Rindal DB, Qvist V, Fellows JL, Dilbone, DA, Brotman SG, Gilbert GH. National Dental Practice-Based Research Network Collaborative Group. Repair or Replacement of Restorations: A Prospective Cohort Study by Dentists in The National Dental Practice-Based Research Network. *J Am Dent Assoc.* 2015; 146:895-903.
- [17] Peumans M, De Munck J, Mine A, Van Meerbeek B. Clinical Effectiveness of Contemporary Adhesives for the Restoration of Non-Cariou Cervical Lesions. A Systematic Review. *Dent Mater.* 2014; 30:1089-1103.
- [18] de Paris Matos T, Perdigo-ao J, de Paula E, et al. Five-year clinical evaluation of a universal adhesive: a randomized double-blind trial. *Dent Mater.* 2020; 36:1474-1485.
- [19] Dewhirst FE, Chen T, Izard J, Paster BJ, Tanner ACR, Yu WH, Lakshmanan A, Wade WG. The Human Oral Microbiome. *J Bacteriol.* 2010; 192:5002-5017.
- [20] Huang B, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y. Biodegradation of Resin-Dentin Interfaces Is Dependent on the Restorative Material, Mode of Adhesion, Esterase or MMP Inhibition. *Dent Mater.* 2018; 34:1253-62.
- [21] Mazzoni A, Mannello F, Tay FR, Tonti GAM, Papa S, Mazzotti G, Di Lenarda R, Pashley DH, Breschi L. Zymographic Analysis and Characterization of MMP-2 and -9 Forms in Human Sound Dentin. *J Dent Res.* 2007; 86:436-440.
- [22] Martin-De Las Heras A, Valenzuela S, Overall CM. The matrix metalloproteinase gelatinase A in human dentine. *Arch Oral Biol.* 2000; 45:757-65.
- [23] Biodegradation of Resin Composites and Adhesives by Oral Bacteria and Saliva: A Rationale for New Material Designs That Consider the Clinical Environment and Treatment Challenges. Available online: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24113132/>
- [24] Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol ILS, Geraldelli S,

- Tezvergil-Mutluay A, Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR. et al. Optimizing Dentin Bond Durability: Control of Collagen Degradation by Matrix Metalloproteinases and Cysteine Cathepsins. *Dent Mater.* 2013; 29:116-135.
- [25] Dickinson DP. Cysteine peptidases of mammals: their biological roles and potential effects in the oral cavity and other tissues in health and disease. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2002; 13:238-75.
- [26] Nascimento FD, Minciotti CL, Geraldeli et al. Cysteine Cathepsins in Human Carious Dentin. *J Dent Res.* 2011; 90:506-511.
- [27] Finer Y, Jaffer F, Santerre JP. Mutual Influence of Cholesterol Esterase and Pseudocholesterase on the Biodegradation of Dental Composites. *Biomaterials.* 2004; 25:1787-1793.
- [28] Shokati B, Tam LE, Santerre JP, Finer Y. Effect of Salivary Esterase on the Integrity and Fracture Toughness of the Dentin-Resin Interface. *J Biomed Mater Res. B Appl. Biomater.* 2010; 94:230-237.
- [29] Jaffer F, Finer Y, Santerre JP. Interactions between Resin Monomers and Commercial Composite Resins with Human Saliva Derived Esterases. *Biomaterials* 2002; 23:1707-1719.
- [30] Finer Y, Santerre JP. Salivary Esterase Activity and Its Association with the Biodegradation of Dental Composites. *J Dent Res.* 2004; 83:22-26.
- [31] Robles A, Michael M, McCallum R. Pseudocholesterase Deficiency: What the Proceduralist Needs to Know. *Am J Med Sci.* 2019; 357:263-267.
- [32] Stewart CA, Finer Y. Biostable, Antidegradative and Antimicrobial Restorative Systems Based on Host-Biomaterials and Microbial Interactions. *Dent Mater.* 2019; 35:36-52.
- [33] Segal AW. How Neutrophils Kill Microbes. *Annu Rev Immunol.* 2005; 23:197-223.
- [34] Gitalis R, Zhou L, Marashdeh MQ, Sun C, Glogauer M, Finer Y. Human Neutrophils Degrade Methacrylate Resin Composites and Tooth Dentin. *Acta Biomater.* 2019; 88:325-331.
- [35] Bourbia M, Ma D, Cvitkovitch DG, Santerre JP, Finer Y. Cariogenic Bacteria Degrade Dental Resin Composites and Adhesives. *J Dent Res.* 2013; 92:989-994.
- [36] Huang B, Siqueira WL, Cvitkovitch DG, Finer Y. Esterase from a cariogenic bacterium hydrolyzes dental resins. *Acta Biomater.* 2018; 71(15):330-338.

REVIEW PAPER

상아질 지각과민증: 원인, 진단과 치료전략

Dentin Hypersensitivity: Etiology, Diagnosis and Management Strategies

이명진
Myung Jin Lee

전북대학교 치과대학 치과보존학교실
Department of Conservative Dentistry and Institute of Oral Bioscience, Jeonbuk National University

초록

Dentin hypersensitivity is characterized by transient and sharp pain arising from exposed dentin in response to stimuli such as thermal changes, evaporation, mechanical stimulation, osmotic shifts, and chemical agents. This condition occurs when enamel or cementum is lost due to processes such as abrasion, erosion, attrition, abfraction, or gingival recession, leading to the exposure of dentinal tubules to the external environment. Dentin hypersensitivity is relatively common, reported in approximately 8% to 57% of the adult population, and it is observed with even higher prevalence in patients with gingival recession or periodontal disease. Nevertheless, achieving a consistent and definitive treatment remains challenging.

In this review, we aim to provide a clearer understanding of dentin hypersensitivity and enhance clinical management by comprehensively examining its etiology, pathophysiology, diagnostic considerations, existing treatment methods, and recent therapeutic trends. Furthermore, by covering a wide range of topics, from the histological and biological characteristics of dentin to treatment approaches based on recent research trends, this review seeks to present practical insights that can be directly applied in clinical practice.

Key words : Dentin hypersensitivity, Hydrodynamic theory, Dentinal tubules, Clinical diagnosis

서론

치과 진료 현장에서 “이가 시리다”는 주소는 매우 흔하지만, 동시에 임상가를 가장 고민하게 만드는 증상 중 하나이다. 환자는 “차가운 것을 먹을 때 오른쪽 위가 시리다”, “아래 앞니가 시리다”, 혹은 “정확한 위

치는 모르겠지만 한쪽이 시린 것 같다”와 같이 비특이적이고 모호한 표현으로 증상을 호소하는 경우가 많다. 치과의사로서는 원인이 되는 치아를 정확히 감별하는 일에서부터 진단을 내리고, 나아가 어떤 치료 전략으로 접근할 것인지 결정하는 데까지 상당한 임상적 고민이 요구된다. 이러한 시린 증상은 단순한 불편

Corresponding author: Myung Jin Lee
Department of Conservative Dentistry and Institute of Oral Bioscience, Jeonbuk National University
567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeonbuk-do, Republic of Korea, 54896
Email: eem4323@jbnu.ac.kr

감으로 치부되기 쉽지만, 원인에 따라 전혀 다른 진단과 치료 전략이 요구되며, 잘못된 판단은 불필요한 침습적 치료로 이어질 수 있다. 따라서 상아질 지각과민증의 병태생리와 임상적 진단 기준을 정확히 이해하고, 체계적인 접근을 통해 감별 진단과 적절한 치료 방침을 수립하는 것이 중요하다.

본론

1. 상아질 지각과민증의 정의와 원인

상아질 지각과민증이란 노출된 상아질에 열, 증발, 촉각, 삼투, 화학적 자극으로 인한 일시적이고 예리한 통증을 의미하며, 치아의 다른 병적인 요소에서 기인하지 않을 때 진단할 수 있다^[1]. 이때 다른 병적인 요소란 치아 우식, 치아 파절, 수복물 파절, 술후 민감증, 치주 질환 혹은 치수염 등을 의미한다^[2]. 즉, 이러한 요소들이 관찰되지 않는데도 환자가 노출된 상아질에서 온도변화나 공기 분사 자극, 혹은 촉각자극에 시린 증상을 보이는 경우 상아질 지각과민증이라고 진단할 수 있다. 상아질 지각과민증이 발생하는 기전은 아직 명확하게 밝혀지지 않았지만 Brännström의 유체역학설(Hydrodynamic theory)이 가장 각광받고 있다. 이는 외부 자극이 주어졌을 때 상아세관 속에 있는 상아세관액이 이동하는 과정에서 액체의 흐름이 상아세관 내벽이나 치수층 신경말단에 압력변화를 유도하여 동통을 일으킨다는 가설이다^[3]. 노출된 상아질에 외부 자극이 가해질 때, 예를 들어 와동 형성 과정에서 버(bur)에 의한 열이 가해질 때, 혹은 공기 분사(air blast)가 가해질 때, 또는 차갑거나 뜨거운 자극이 전달될 때 상아세관 속에 있는 상아세관액의 급격한 이동이 발생한다(그림 1). 상아세관액이 이동하면 상아세관 속 상아모세포(odontoblast)와 구심성 신경이 변형되고, 신경 말단에 압력 변화가 전달되면서 환자에게 통증이 느껴질 수 있으며, 이것이 바로 Brännström의 유체역학설의 원리이다^[4].

정리하자면 치아에 마모(abrasion), 교모(attrition), 침식(erosion), 골극파절(abfraction)과 같은 비우식성

치경부 병소(Non-carious cervical lesion, NCCLs) 등으로 인해 법랑질이 상실되고 상아세관이 노출되었을 때, 외부 자극에 의해 상아세관액이 이동하고, 이 때문에 유발된 신경말단의 압력 변화로 인해 상아질 지각과민증이 발생할 수 있다. 경조직이 상실되는 것이 외에도 치은 퇴축 시 연조직이 상실되었을 때도 백악질이 노출되며 외부 자극에 의해 상실될 가능성이 높아지고, 상아질이 노출되며 지각과민증이 발생할 수 있다. 백악질이 외부 요인에 의해 상실되지 않더라도 10% 정도의 치아에서는 치경부 부위에서 법랑질과 백악질이 만나지 않는 부위 즉, 상아질이 본래 노출된 부위가 존재할 수 있고, 이는 치은이 퇴축되었을 때 지각과민증이 발생할 가능성이 높아지는 원인이 된다^[7].

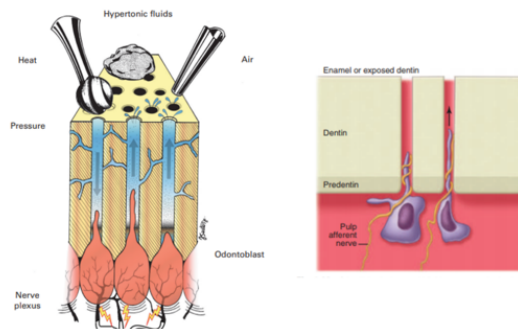


그림 1. 유체역학설의 원리를 묘사하는 모식도. 외부 자극이 가해질 때 상아세관액의 이동이 발생하며, 이로 인해 상아모세포와 구심성 신경이 변형된다^[5,6].

하지만 상아질이 노출되어 있다고 해서 항상 시린 증상으로 이어지는 것만은 아니다. 중요한 것은 상아질의 개통성(patency)인데, 상아세관이 외부 환경에 노출되어 있다고 해도 상아세관의 입구가 도말층(smear layer) 등으로 막혀 있다면 외부 자극에 의한 상아세관액의 이동이 제한된다. 또한 경화상아질(sclerotic dentin)은 상아세관이 whitlockite 결정과 변성된 콜라겐으로 채워지면서 과도하게 광화되어 상아세관이 자연적으로 폐쇄된 상태를 의미하며, 이는 연령이 증가함에 따라 형성되거나 혹은 마모나 교모에 대한 방어작용의 일환으로 생성될 수 있다^[6]. 따라서 노출된 상아질이 관찰되더라도 정작 시린 증상은

없을 수 있으며, 상아질 지각과민증이란 상아질이 노출되어 있다고 해서 무조건 발생하는 것이 아니라 개통된 상아세관에서 외부 자극에 의해 상아세관액이 이동할 때만 발생하는 것으로 이해할 수 있다.

때로는 상아세관이 노출되지 않더라도 법랑질을 일부 자극하는 것만으로도 환자에게 동통을 일으킬 수 있는데, 이런 기전의 일부를 설명할 수 있는 조직학적 구조물이 enamel spindle이다. 이는 상아세관 내 상아모세포가 상아법랑경계(dentino-enamel junction, DEJ)를 넘어 법랑질로 뻗어 있는 형태인데, 초기 법랑질 형성 단계에서 일부 상아모세포 돌기(odontoblast process)가 무소주 법랑질(aprismatic enamel) 속에 포획되어 DEJ를 넘어 뻗게 된다. 이런 경우, 상아세관이 노출되지 않더라도 법랑질 자극만으로도 시린 증상을 일으킬 수 있는 기전의 일부가 된다^[5]. 이외에도 법랑질에 미세균열(microcrack)이 존재하는 경우, 치수 자체가 이미 과민 상태인 경우, 신경 섬유가 감작된 경우에도 법랑질 자극만으로 시린 증상이 나타날 수 있다.

2. 상아질 지각과민증의 임상적 진단

상아질 지각과민증을 검사할 수 있는 대표적인 방법들은 다음과 같다. 이는 환자가 실제로 느끼는 통증을 재현하기 위한 것으로, 상아세관액의 이동을 유발할 수 있는 자극을 포함한다는 공통점이 있다. 구체적으로 공기 분사에 의한 증발성 자극(evaporative air stimuli), 차갑거나 뜨거운 온도 변화를 유발하는 자극(thermal stimuli), 탐침 등을 이용한 촉각 자극(tactile stimuli)과 같은 기계적 자극(mechanical stimuli), 삼투압 변화를 일으키는 화학적 자극(chemical stimuli), 그리고 전기적 자극을 이용한 검사법 등이 있다^[6]. 상아질 지각과민증을 정확하게 검사하기 위해서는 이러한 자극원들 중 2가지 이상으로 검사하는 것이 권장되며, 이 경우 여러 자극원 중 약한 자극을 먼저 사용해야 한다. 또한 첫 번째 자극을 가한 후에는 최소 5분 이상 기다린 뒤 다른 자극을 가해야 하는데, 이는 첫 번째 자극으로 인해 치아가 감작된 상태로부터 회복할 시간을 확보하기 위함이다.

먼저 공기 분사에 의한 증발성 자극은 가장 널리, 또 쉽게 이용되는 방법 중 하나인데 3-way syringe로 공기를 분사하는 방법이다. 증발성과 냉자극의 특성을 동시에 지닌 검사법으로, 유체역학설의 원리에 대해 본다면 공기 분사를 가했을 때, 상아세관 입구의 수분이 수증기로 증발하면서 압력이 낮아지고, 이로 인해 모세관 작용이 함께 일어나 상아세관액이 바깥 방향으로 즉각적으로 이동하면서 시린 증상이 나타난다. 보통 20°C의 온도와 40-65 psi의 압력으로 유닛체어의 조건을 설정할 수 있으며, 공기 분사를 가할 때에는 노출된 상아질에 수직으로 1cm 떨어진 거리에서 1초간 짧게 공기를 분사할 수 있다. 공기를 분사한 후 환자의 반응을 정량화하는 방법은 VAS(Visual analogue scale)의 척도를 이용하여 환자에게 아팠던 정도를 직접 표시하도록 할 수 있으며, 혹은 검사자가 Schiff sensitivity score의 지표를 이용하여 환자의 반응을 점수화 할 수 있다^[9].

온도 자극의 경우 냉자극(cold stimuli)이 흔히 이용되는데 ice stick이나 4-10°C의 냉수(cold water)를 활용할 수 있다. Ice stick은 시린지나 마취 카트리지에 담아 얼려 사용할 수 있고, 냉수는 시린지에 증류수에 담아 냉장고에 보관하여 사용할 수 있다. 진료실에서 흔히 사용되는 ethyl chloride spray 혹은 프로판이나 부탄 등의 혼합 냉매로 구성된 Endo-frost 등의 경우 -50°C까지 떨어지는 극저온의 냉자극으로, 상아세관액의 이동보다는 치수의 A-delta 섬유를 직접 자극하는 검사법으로, 상아질 지각과민증보다는 치수의 생활력을 평가하는 데 더 적합하다. 마찬가지로 gutta-percha stick이나 heat carrier 등을 이용한 온자극 검사는 주로 치수의 C 섬유를 자극하기 때문에 상아세관액의 이동보다는 치수 생활력이나 치수의 염증 상태를 평가하는 데 더 적합한 검사이다.

기계적 자극의 경우, 촉각 자극(tactile stimuli)이 가장 보편적으로 이용되며 explorer나 probe를 사용할 수 있다. 보통 치아 표면의 mesial에서 distal의 수평 방향으로 이동하며 자극을 가하며, 광범위한 범위보다는 특정 포인트의 상아질 부분이 자극에 반응하여 덜 침습적인 자극에 해당하고, 여러 검사법을 동시에 이용한다면 가장 먼저 시행해야 할 검사법이다. 유

체역학설에 대입해 본다면 probe나 explorer가 상아질 표면을 누르면, 상아질은 탄성력이 있는 조직이기 때문에 해당 부위의 상아세관이 치수 방향으로 넓어지게 되고, 상아세관액이 치수 방향으로 이동하게 된다. Probe를 제거하면 상아질 표면은 원래대로 되돌아가면서 바깥 방향으로 상아세관액의 이동이 일어난다 (그림 2)^[8]. 이 검사의 한계점은 술자마다 혹은 검사를 시행할 때마다 explorer나 probe에 가해지는 압력이 달라질 수 있다는 것이다. 만약 연구 등을 목적으로 일정한 압력을 필요로 한다면 Yeaple probe 등의 기기를 이용할 수 있는데, 이는 기기의 다이얼을 움직여 5g 단위로 70g까지 정량화된 압력을 전달할 수 있다. 이 외에도 삼투압 자극을 가할 때에는 화학적 용액(chemical solution)을 이용할 수 있으며, 이때 sucrose나 calcium chloride와 같은 고장성 용액을 이용한다면 삼투압에 의한 상아세관액의 이동으로 시린 증상을 재현할 수 있다. 혹은 전기적 자극을 이용한 검사법도 활용될 수 있다.

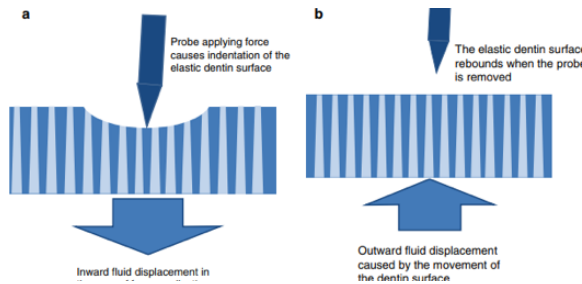


그림 2. 촉각 자극에 따른 상아질 표면 변형과 상아세관액의 이동을 묘사한 모식도^[8]

환자가 내원했을 때 위 검사법들을 곧바로 적용하기보다는 우선 환자의 주소(chief complaint)를 듣고, 병력 청취(history taking)를 한 뒤 방사선학적 혹은 임상적 검사를 통해 다른 진단을 배제하여 상아질 지각과민증으로 진단하는 과정이 필요하다. 이 중 병력 청취 과정에서 환자의 증상을 구체화시킬 수 있는 되묻는 질문을 하는 것이 중요하다. 예로 뜨겁거나 차가운 음식을 먹을 때 시린지, 양치할 때 시린지, 혹은 가만히 있을 때 시린지 여부를 질문할 수 있다. 또 얼마나 시린지, 차가운 것이 닿았을 때 항상 시린지 혹은 어쩌

다 한 번 가끔 시린지, 시린 물질이 닿았을 때 잠깐 시린지, 아니면 계속 증상이 이어지는 등 환자에게 구체적으로 되물어보며 원하는 정보를 얻을 수 있다.

1) 만약 환자가 주로 씹을 때 증상이 나타난다고 하면 균열 치아(crack tooth)를 의심해 볼 수 있는데 tooth slooth를 통한 교합 검사(bite test)로 저작 시 통증을 재현해 본다거나, 투과조명 검사(transillumination)를 통해 치아의 균열선(crack line)의 유무를 더 자세하게 확인할 수 있다.

2) 자발통이 있는 경우, 잠을 자지 못할 정도의 통증이 있는 경우, 혹은 차고 뜨거운 음식이 닿았을 때 그 순간뿐만 아니라, 자극원이 제거되었는데도 통증이 심하게 지속된다면 비가역적 치수염을 의심할 수 있으며 신경치료를 고려해 볼 수 있다.

3) 차가운 것이 닿았을 때 혹은 양치 과정에서 칫솔모가 치아의 특정 부위에 닿았을 때 시린 증상이 있는 경우 상아질 지각과민증을 우선적으로 고려할 수 있으며, 시진을 통해 법랑질이 소실된 부위가 있는지 확인할 수 있다. 법랑질 소실이나 치은 퇴축으로 인해 상아질이 노출된 부위가 관찰된다면, 공기 분사나 냉자극과 같은 검사를 시행할 수 있으며, 이때 환자의 시린 증상이 재현된다면 상아질 지각과민증으로 진단 내릴 수 있다.

4) 만약 환자가 차갑거나 뜨거운 온도 변화에 시린 증상을 호소하는데도 법랑질 소실이나 치은 퇴축 등 상아질이 노출될 만한 부위가 관찰되지 않는다면 가역적 치수염을 의심해 볼 수 있으며 환자의 증상 심도에 따라 치료 여부를 결정할 수 있다. 보통 차가운 물질이 닿았을 때 잠깐 시리고, 일상생활에서 고통스러운 정도의 통증은 아니라고 한다면, 당분간 냉온자극이 심한 음식을 피할 것을 권유하고 추적관찰하며 기다려 볼 수 있다. 추적관찰을 한 이후에도 환자의 증상이 나아지지 않고 증상이 심화된다면 비가역적 치수염으로 이환된 것이라 판단하고 근관 치료를 고려해 볼 수 있다.

5) 심리적 요인 또한 간과할 수 없는데 환자의 통증이란 개인의 이전 통증 경험, 스트레스 레벨과 심리 상태 혹은 개인의 통증 역치와 같은 요소들이 복합적으로 작용하여 발생할 수 있다. 특히 통증을 인지하는 과

정에서 최종 단계인 중추신경계에 심리적 요소가 영향을 미칠 수 있는데, 따라서 평소에는 별 증상 없이 지나갈 자극에도 스트레스를 받는 상황에서는 치아가 더욱 민감하게 반응할 수 있다. 특별한 상아질 노출이 관찰되지 않고, 가역적 치수염 등의 징후가 없는데도, 환자가 이가 전체적으로 시리다는 등의 불편감을 호소할 경우 환자에게 최근 스트레스를 받는 일이 있었는지, 혹은 몸 컨디션이 안 좋을 만한 일이 있었는지를 질문할 수 있고, 만약 그런 경우 3-6개월 이상 추적 관찰을 하며 기다릴 수 있다. 시간이 지나면서 스트레스를 받는 상황이 해소되고 몸 컨디션이 회복되면서 자연스럽게 증상이 소실되는 경우도 있다.

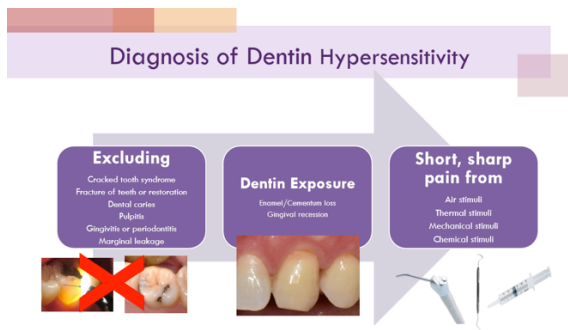


그림 3. 상아질 지각과민증의 임상적 진단 과정을 요약하는 모식도

3. 상아질 지각과민증의 치료 및 관리

상아질 지각과민증 치료법의 가장 전통적인 방법은 다음 두 원리에 기반한다: 즉 신경 탈감작과 상아세관 밀폐이다. 신경 탈감작에서 대표적인 치료 물질은 칼륨염(potassium salt)이며, potassium nitrate, potassium chloride, potassium citrate, potassium bicarbonate 등을 예로 들 수 있다¹⁰⁾. 이때 칼륨 이온은 치수의 신경에 직접적으로 작용한다고 알려져 있는데, 치수 내 신경을 비활성화하기 위해서는 최소 8mM의 칼륨 농도가 필요하며, 신경 부위에 도달한 칼륨은 세포의 전위를 변화시켜 탈분극을 유발하고 이후 세포는 외부 자극에 덜 반응할 수 있다¹¹⁾. 칼륨 이온은 상아세관을 통과한 후 신경에 도달할 수 있지만, 이로 인해 환자가 직접적인 통증의 완화를 경험하기까지는 4-8주 정도의 지연 시간이 발생한다. 따라서

이러한 칼륨염(potassium salt)을 구성요소로 하는 민감성 치약의 경우 즉각적 효과보다는 일정 기간을 사용한 후 효과가 나타난다고 이해할 수 있다.

상아세관을 밀폐하는 경우 상아세관에 불용성 침전물을 형성하는 역할을 한다. 예로 strontium, arginine, fluoride와 oxalate는 치질의 수산화인회석이나 타액에서 칼슘 혹은 인산이온과 상호작용하여 상아세관 내 불용성 염을 형성한다(그림 4). Glutaraldehyde는 세관액의 혈장 단백질을 응고시켜 단백 침전물을 형성하며, glass ionomer, composite resin, sealant 등의 dentin sealer, 불소 이온 삼투요법(fluoride iontophoresis), 레이저 치료법, 치주 연조직 이식 등의 치료방법도 노출된 상아세관을 밀폐시켜 외부 자극으로부터 차단시키는 역할을 한다¹⁰⁾.

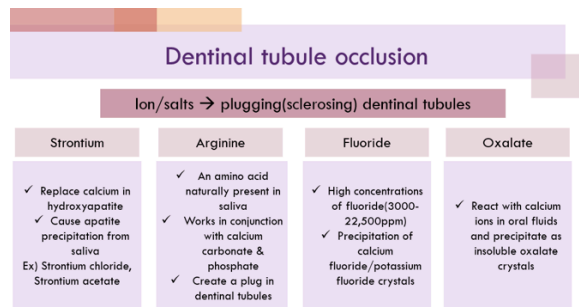


그림 4. 상아세관 밀폐를 통해 상아질 지각과민증을 완화하는 물질의 예시

시중에 판매되는 대표적인 상아질 지각과민증 완화제(desensitizer)로는 독일 Kulzer사의 GLUMA가 있으며, 이는 glutaraldehyde를 주성분으로 하여 상아세관 내 단백질 응고를 통해 세관을 폐쇄하는 기전을 가진다. 미국 Phoenix Dental사의 Super Seal은 potassium oxalate를 주성분으로 하여 상아세관 내 불용성 옥살레이트 침전을 형성한다. 또한 일본 Sun Medical사의 Gel Desensitizer는 oxalic acid를 함유하고 있으며, Ivoclar의 Fluor Protector S는 7700 ppm의 고농도 불소를, 3M의 Clinpro XT Varnish는 sodium fluoride를 함유하여 상아세관 밀폐 효과를 나타낸다. 이 밖에도 Ultradent사의 UltraEZ, 3M의 Clinpro Clear Fluoride Treatment, Kuraray사의 Clearfil SE Bond 등 다양한 제품이 상아질 지각과민

증의 임상적 처치에 활용될 수 있다.

상아질 지각과민증이 발생했을 때 올바르게 치료하는 것도 중요하지만, 환자의 식습관이나 생활습관 등을 점검하여 옳지 않은 부분은 교정하도록 도움으로써, 상아질지각과민증을 예방하는 것도 중요하다^[12]. 특히 양치 습관에 있어서 강한 칫솔모보다는 부드러운 칫솔모를 사용하도록 지시하며, 치약의 구성성분 중 탄산칼슘(calcium carbonate), 규산(silica) 혹은 인산수소칼슘(dicalcium phosphate dihydrate) 등과 같은 연마제나 마모제가 과도하게 들어가 있는 치약은 삼가도록 지시해야 한다. 또한 양치할 때 과도한 힘을 주어 치아 표면에 가로로 칫솔모를 문지르기보다는, 칫솔을 잇몸 쪽으로 45° 각도로 기울여 부드럽게 원을 그리듯이 닦도록 칫솔질 지도(tooth brushing instruction)하는 것도 중요하다. 무엇보다 산성 음식을 자주 먹지 않고, 또 산성 음식을 먹은 후 바로 칫솔질을 하지 않도록 교육하는 것도 중요하다.

결론

상아질 지각과민증이란 한 번 발병하면 외부 자극에 대해 치아가 예민하게 반응할 수밖에 없는 질환이지만, 동시에 치수가 여전히 살아 있고 신경 반응이 유지되고 있음을 보여주는 긍정적인 신호로 해석될 수 있다. 즉, 이는 반드시 침습적인 치료가 필요한 병적 상태라기보다는, 치아의 생명력이 보존된 상태에서 나타나는 기능적 반응의 하나일 수 있다. 최근 치과 치료의 패러다임이 최소 침습과 치아 보존을 중시하는 방향으로 변화하고 있는 만큼, 환자가 시린 증상을 주소로 내원했을 때 이를 곧바로 근관 치료나 크라운 치료의 적응증으로 판단하는 것은 신중해야 한다. 상아질 지각과민증의 병태생리와 임상적 특징에 대한 정확한 이해를 바탕으로 보존적인 치료법을 우선적으로 고려하는 접근이 바람직하다. 본 리뷰가 상아질 지각과민증에 대한 임상적 이해를 돕고, 불필요한 침습적 치료를 지양하며 치아의 생명력을 보존하는 진료 전략을 수립하는 데 도움이 되는 임상적 지침으로 활용되기를 기대한다.

참고문헌

- [1] Holland GR, Narhi MN, Addy M, Gangarosa L, Orchardson R. Guidelines for the design and conduct of clinical trials on dentine hypersensitivity. *J Clin Periodontol.* 1997;24(11):808-813.
- [2] Mantzourani M, Sharma D. Dentine sensitivity: past, present and future. *J Dent.* 2013;41(Suppl 4):S3-S17.
- [3] Brännström M. A hydrodynamic mechanism in the transmission of pain-producing stimuli through the dentine. In: Anderson DJ, ed. *Sensory Mechanisms in Dentine.* Oxford: Pergamon Press; 1963:73-79.
- [4] Kim JW, Park JC. Dentin hypersensitivity and emerging concepts for treatments. *J Oral Biosci.* 2017;59(4):211-217.
- [5] Ritter AV, Boushell LW, Walter R, eds. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry.* 7th ed. St. Louis (MO): Elsevier; 2019.
- [6] Hilton TJ, Ferracane JL, Broome JC, eds. *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach.* 4th ed. Hanover Park (IL): Quintessence Publishing Co, Inc.; 2013.
- [7] Vandana KL, Haneet RK. Cementoenamel junction: An insight. *J Indian Soc Periodontol.* 2014;18(5):549-554.
- [8] Gillam DG, ed. *Dentine Hypersensitivity: Advances in Diagnosis, Management, and Treatment.* Cham (Switzerland): Springer; 2015.
- [9] Schiff T, Dotson M, Cohen S, DeVizio W, McCool J, Volpe A. Efficacy of a dentifrice containing potassium nitrate, soluble pyrophosphate, PVM/MA copolymer, and sodium fluoride on dentinal hypersensitivity:

- a twelve-week clinical study. *J Clin Dent*. 1994;5(Spec No):87-92.
- [10] Shiau HJ. Dentin hypersensitivity. *J Evid Based Dent Pract*. 2012;12(3 Suppl):220-228.
- [11] Orchardson R, Gillam DG. The efficacy of potassium salts as agents for treating dentin hypersensitivity. *J Orofac Pain*. 2000;14(1):9-19.
- [12] Canadian Advisory Board on Dentin Hypersensitivity. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. *J Can Dent Assoc*. 2003;69(4):221-226.

CASE REPORTS

Injectable molding technique을 이용한 하악 전치부 복합레진 수복

Anterior lower teeth resin restoration using injectable molding technique

채승우*, 권지영, 김현정

Seung Woo Chae, Ji-Young Kwon, Hyun-Jung Kim

경희대학교 치과대학 치과보존학교실

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

초록

The mandibular anterior region presents restorative challenges due to limited working space and restricted accessibility, which compromise visibility and accurate morphological reproduction. In this case, discoloration of existing restorations accompanied by secondary caries was managed using a combination of direct restoration and the injection molding technique, allowing predictable reproduction of anatomical form and shade.

Morphology transfer using a transparent index enhanced procedural precision and restorative predictability. Following buccal cut-back preparation, a packable composite resin was layered to reconstruct the enamel layer, thereby compensating for the mechanical limitations of flowable resin.

This approach may be considered an effective clinical option for anterior esthetic restorations, addressing the requirements of morphological precision, mechanical stability, and esthetic integration.

Key words : Mandibular anterior teeth, Injectable molding technique, Direct restoration, Transparent PVS index, Injectable composite resin

서론

하악 전치부는 치아 크기와 근·원심 폭이 작고 협설 공간이 제한적이며, 수복 시 시야 확보와 격리가 어려운 부위이다. 이러한 특성은 인접면, 절단면, 변연부 형성 시 높은 정밀도를 필요로 한다. 전통적인 직접 수복 (direct restoration)은 술식 의존성이 높아

해부학적 형태 및 접촉점 재현에 한계를 보일 수 있다. 이러한 상황에서 주입식 레진 수복법 (injectable molding technique)은 diagnostic wax-up과 투명 PVS index를 활용해 설계된 치아 형태를 구강 내로 보다 예측 가능하게 수복할 수 있다고 보고되고 있다. 특히 다수 치아를 동시에 수복해야 하거나 형태 재현의 정밀도가 요구되는 경우, 흐름성 복합레진의 적층

Corresponding author: Hyun-Jung Kim

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University,
Kyunghedaero26, Dongdaemun-gu, Seoul, Republic of Korea, 02447

E-mail: kimhyunjung@khu.ac.kr

을 통해 재현성과 일관성을 향상 수 있다는 장점이 있다. 본 증례에서는 하악 전치부(#32-42)의 변색 및 이차 우식에 대해 #41,42는 direct restoration으로, #31,32는 injection molding technique을 적용하여 수복한 임상 과정을 소개하고자 한다.

증례



그림 1. 초진 시 임상 사진

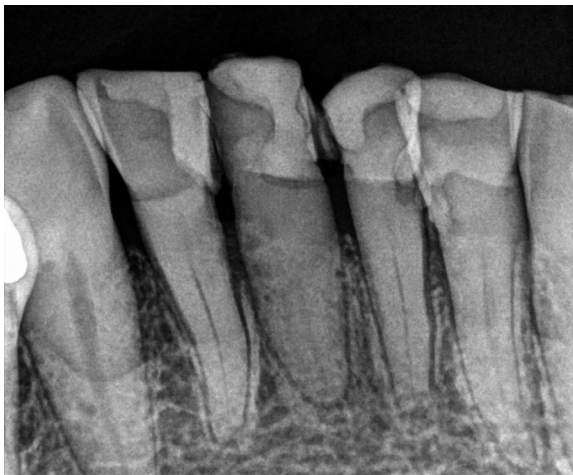


그림 2. 초진 시 치근단 방사선 영상

만 70세 여자 환자로, 기존 하악 전치부 수복물의 광범위한 변색으로 인한 심미적 불만을 주소로 본과에 내원하였다. 초진 시 임상 검사에서 하악 전치부(#32-42)는 기존 복합레진 수복물의 심한 변색, 변연 누출 및 이차 우식이 관찰되었으며(그림 1), 치근단 방사선 사진에서도 이차 우식이 관찰되었으며 모든 치

아는 치근단 병소 없이 생활 치수 상태를 유지하고 있었다(그림 2).

이에 #32-42 치아에 대해 정상 치수 및 이차 우식으로 진단하였다. 치료 계획으로는 기존 수복물 및 이차 우식을 제거한 후, #41,42는 direct restoration으로, #31,32는 injection molding technique을 이용하여 수복하기로 하였다.



치료과정

1:100,000 epinephrine 함유 2% lidocaine을 사용하여 #41,42 협측 침윤마취를 시행하였다. 러버댐을 이용해 격리 후 기존 수복물과 이차 우식을 제거하였다(그림 3). 이후 Palodent matrix band (Dentsply Sirona, USA)를 적용 후, G-Fix (GC Corp., Japan)로 매트릭스 위치를 안정적으로 고정하였다. 최종 수복은 G-aenial Injectable (GC Corp., Japan)과 Estelite (Tokuyama Dental, Japan)을 이용하여 #41,42 direct restoration 시행하였다(그림 4).

#31,32는 injection molding technique을 적용하기 위해 인생 채득 후 진단 모형을 제작하였다. #31,32 Buccal 측에 1 mm의 cut-back을 시행하였으며, 이를 기반으로 투명 PVS 인상재인 Easy Clear (Vericom, Korea)를 이용하여 #34-44를 포함하는 매트릭스를 제작하였다(그림 5).

#31 기존 수복물과 이차 우식을 제거한 후, 37%



그림 3. #41, 42 기존 수복물 및 이차 우식 제거 후 임상 사진



그림 4. #41, 42 직접 복합레진 수복 과정 임상 사진



그림 5. Injection molding technique을 위한 진단 모형과 PVS 매트릭스 제작 과정

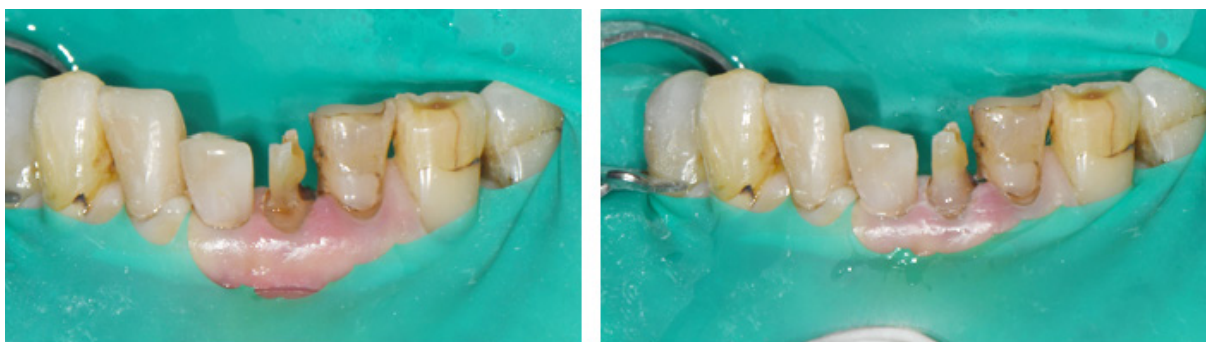


그림 6. #31 우식 제거 및 lining 형성 후 임상 사진

인산 에칭 및 All-Bond Universal (BISCO, USA) 을 도포하였다. 언더컷이 형성되지 않도록 G-aenial Injectable으로 lining을 형성하였다(그림 6). 인접 치아

는 Teflon tape으로 격리한 뒤, 제작된 PVS 매트릭스를 적용하고 G-aenial Injectable을 주입하여 10초간 tack cure 후 매트릭스를 제거하였다(그림 7).



그림 7. #31 injection molding technique 수복 과정



그림 8. #32 injection molding technique 시행 후 #31,32 enamel layer 복합레진 수복 후 임상 사진



그림 9. #41 절단면 수정 및 #33,43 치경부 복합레진 수복 후 임상 사진



그림 10. 초진, 최종 수복 직후, 2개월 추적 관찰 후 임상 사진

동일한 술식으로 #32 수복 시행하였으며, 수복된 #31, 32의 협측 enamel layer는 Estelite을 이용하여 수복하였다 (그림 8). 이후 사전에 제작한 putty index 를 이용하여 #41의 절단면 불규칙 부위를 추가로 수

정 보완하였으며, #33, 43에서 관찰된 기존 치경부 수복물의 변색 부위도 제거 후 재수복하여 #33-43에 대하여 최종수복을 완료하였다 (그림 9).

고찰

하악 전치부는 치아 크기와 근·원심 폭이 작고 협설 공간이 제한되어 시야 확보와 격리가 어려운 부위이다. 본 증례에서도 기존 수복물의 변색과 이차 우식이 광범위하게 관찰되었으며, 이러한 조건에서 전통적인 direct restoration은 술식 의존성이 높아 예측성 및 해부학적 재현성이 떨어질 수 있다. 이에 일부 치아 (#31,32)에서는 투명 인덱스를 활용한 injection molding technique을 적용하여 심미 수복의 재현성을 높이고자 하였다.

Flowable resin 기반 injectable resin은 강화된 필러 구조와 silane coating 기술을 통해 기존 flowable resin보다 향상된 굴곡강도와 내마모성을 보인다는 보고가 있으나¹⁾, 동시에 nanohybrid composite에 비해 굴곡강도, 탄성계수, 표면경도가 낮게 나타났다는 연구도 보고되고 있다²⁾. 따라서 전치부와 같이 기능적, 심미적 요구가 높은 부위에서는 단독으로 사용 시 이러한 기계적 성질의 한계를 고려해야 한다.

이러한 특성을 고려하여 본 증례에서는 injection molding technique을 적용하지만, buccal cut-back 후 packable composite을 적용하여 enamel layer를 형성함으로써 색 안정성, 표면 광택, 마모 저항성 등 전치부에서 요구되는 심미적 요소를 보완하였다. 최근에는 CAD/CAM 기술이 심미 수복 영역에서도 활용되면서, 수복 형태를 디지털로 설계하고 인덱스를 제작하는 시도가 증가하고 있다^{3,4,5)}. 최근 문헌에서는 CAD/CAM 기반 디지털 디자인을 통해 dentin cut-back 모델과 full-contour enamel 모델을 각각 제작하고, 해당 단계에 제작한 투명 매트릭스를 이용해 상아질-법랑질 구조를 단계적으로 재현한 증례가 보고되었으며⁶⁾, 3D 프린팅 index에 pre-heated composite을 적용하여 적합성을 개선한 증례도 소개된 바 있다⁷⁾. 이러한 기법들은 전치부 심미 수복에서 해부학적 형태, 광학적 특성의 예측성을 높이기 위한 최근의 흐름을 반영한다.

복합레진 수복물은 시간이 지남에 따라 색 안정성과 광택 유지에 한계가 있으며, injection molding technique을 이용한 증례에서도 1년 경과 후 표면

착색과 광택 저하가 관찰되었으나 이는 정기적인 polishing을 통해 심미성을 회복할 수 있었다는 보고가 있다⁸⁾. 본 증례의 환자 또한 기존 변색된 수복물로 인해 재치료가 필요했던 만큼, 정기적인 유지관리 및 표면 연마는 장기적 심미성 유지에 필수적이다.

결론

본 증례는 제한된 공간과 심미성을 필요로 하는 하악 전치부에서 direct restoration과 injection molding technique을 적용하여 안정적인 형태와 색조를 재현할 수 있음을 확인하였다. 투명 인덱스를 이용한 형태 전이는 수복의 예측성과 조작성을 향상시켰으며, flowable resin의 기계적 한계는 buccal cut-back과 packable composite resin을 법랑질 층 적층하여 보완하였다. 이와 같은 접근은 전치부 심미 수복에서 효과적인 임상적 대안으로 평가되며, 향후 CAD/CAM 기반 디지털 디자인을 병행할 경우 형태 재현의 일관성과 예측성을 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Rajabi H, Denny M, Karagiannopoulos K, Petridis H. Comparison of Flexural Strength and Wear of Injectable, Flowable and Paste Composite Resins. *Materials (Basel)*. 2024 Sep 27;17(19):4749.
- [2] Basheer RR, Hasanain FA, Abuelenain DA. Evaluating flexure properties, hardness, roughness and microleakage of high-strength injectable dental composite: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2024 May 10;24(1):546.
- [3] Gao Y, Li J, Dong B, Zhang M. Direct composite resin restoration of a class IV fracture by using 3D printing technology: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2021

- Apr;125(4):555-559.
- [4] Zhu J, Wei J, Anniwaer A, Huang C. Esthetic rehabilitation of labial tooth defects caused by caries of the anterior teeth using a composite resin injection technique with veneer-shaped 3D printing indices. *J Prosthodont Res.* 2025 Jan 10;69(1):127-132.
- [5] Shui Y, Wu J, Luo T, Sun M, Yu H. Three dimensionally printed template with an interproximal isolation design guide consecutive closure of multiple diastema with injectable resin composite. *J Esthet Restor Dent.* 2024 Oct;36(10):1381-1387.
- [6] Liaropoulou YM, Jiménez AK, Chierico F, Blatz MB. The Multilayer Flowable Injection Technique for Highly Esthetic Restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2025 Oct;37(10):2161-2170.
- [7] Farah RI, Al-Haj Ali SN, Alharbi A, Alresheedi B. Straightforward replication of digital wax-up design into direct composite resin restorations in adolescents using a custom 3-dimensionally printed index. *Restor Dent Endod.* 2024 Oct 10;49(4):e36.
- [8] Ypei Gia NR, Sampaio CS, Higashi C, Sakamoto A Jr, Hirata R. The injectable resin composite restorative technique: A case report. *J Esthet Restor Dent.* 2021 Apr;33(3):404-414.

CASE REPORTS

Molar-incisor malformation (MIM)의 근관치료 임상 증례

The clinical case of root canal treatment for a tooth with Molar-incisor malformation (MIM) or Molar-root incisor malformation (MRIM)

홍민정
Min-Jung Hong

경산미르치과병원 보존과
Gyeongsan Mir Dental Hospital

초록

Molar-incisor malformation (MIM), also called molar-root incisor malformation (MRIM), is a rare developmental anomaly where mainly the first permanent molars (and sometimes second primary molars and maxillary central incisors) have normal-looking crowns but severely abnormal roots.

MIM is characterized by permanent first molars with short, thin, narrow, and often tapered or spiky roots and a constricted cervical region, while the crowns usually look clinically normal.

Management is challenging because the short, malformed roots reduce periodontal support and make endodontic treatment technically difficult due to constricted and aberrant canals.

This case report presents a short-term case of successful healing following nonsurgical root canal treatment of the mandibular right first molar affected by molar incisor malformation (MIM) in a 15-year-old female patient.

Key words : Mandibular first molar, Molar-incisor malformation, Chronic alveolar abscess

서론

Molar-incisor malformation(MIM) 혹은 Molar-root incisor malformation(MRIM)은 비교적 최근(2014년, Lee 등)에 보고된 치아 희귀질환으로, 제1대구치에서 많이 발생하며, 치근 발육 장애가 주요한 특징이다¹⁾. 일반적으로 제1대구치에서 많이 발생하지만,

제2유구치와 상악 영구 중절치에서도 형태 이상이 나타난다.

MIM에 이환된 제1대구치 또는 유구치의 치관은 형태와 색상은 정상이다. 그러나, 치근은 일반적으로 백악법랑경계에서 수축되어, 하나 이상의 치근이 짧고 형태가 비정형적이다. 다른 임상 소견으로는 치주염과 치주낭, 치근단 낭종, 자발통, 이소맹출, 조기 치

Coressponding author: Min-Jung Hong
Gyeongsan Mir Dental Hospital
5-10, Gyeongang-ro 65-gil, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, Republic of Korea, 38504
E-mail: selenes@naver.com

아 결손 등의 합병증이 나타나기도 한다. 한편, 이환된 상악 영구 중절치의 경우, 치근은 정상 형태인 반면, 치관의 치경부 1/3~1/2에 움푹 패인 법랑질 형태 이상(notch)이 나타난다^[2,3].

2023년에 발표된 systemic review 문헌 고찰에 따르면, 2014년부터 2023년까지 총 130개의 case가 보고되었으며, 남성과 여성의 성비는 1.16:1로 남성의 비율이 약간 많았다. 이환된 치아는 1개 이상의 제1대구치만 이환된 경우가 99.2%, 모든 제1대구치가 이환된 경우가 39.2%, 하악 제1대구치만 이환된 경우가 0.02%, 상악 중절치가 이환된 경우가 16.9%, 모든 제2유구치가 이환된 경우가 39.1% 였다^[4].

MIM의 정확한 원인은 밝혀지지 않았으나, 1~2세 경 뇌·중추신경계 질환이나 관련 전신적 질환력과 연관이 있다고 추정하는 다수의 연구가 보고되었다. 유전적 요인이나 환경인자 등도 보고되고 있으나, 명확하지 않다. 기존의 증례 보고를 살펴보면 생후 초기 의학적 병력을 가지고 있다. 그 예로는 신경학적 질환(48.5%) 조산 및 출생시 저체중(24.6%), 생후 첫째 약물을 복용한 경우(26.0%), 생후 첫 몇 년간 수술 받은 경우(33.8%) 등이 있다^[5,6,7].

MIM에 이환된 치아에서는 형태적 특성으로 인한 치주염이 발생하기 쉽고 치료가 어렵다. 또한, 좁은 근관으로 인하여 치수의 자발적 괴사가 발생하여, 결국 치수-치주 복합 병소로 발전하는 경우가 많다. 따라서 대부분의 임상 증례에서 최종적으로 발치 하는 경우가 많고, 발치 후에 교정 치료가 동반되기도 한다^[6]. 이환된 치아의 증상 완화를 위해 비외과적 근관치료가 시도되는 경우도 있으나, 치근의 형태 이상으로 성공률이 매우 떨어진다.

본 증례는 만 15세 여성 환자에서 MIM에 이환된 하악 우측 제1대구치의 비외과적 근관치료 후 효과적으로 치유가 일어난 단기 증례로, 이를 보고하고자 한다.

증례

만 15세 여성 환자가 하악 우측 제2소구치와 제1대구치 사이의 부종을 주소로 본원 진단과에 내원하였

다. 환자 및 보호자의 진술에 따르면, 약 1년 전부터 오른쪽 아래 구치부에 부종이 발생했고, 하악 우측 제1대구치의 동요도가 생겼다고 하였다. 타 치과에서 발치가 필요하다고 하였으나, 영구치이어서 영양제를 복용하면서 최대한 유지하고자 노력해왔다고 하였다. 내원 당시 환자의 전신건강상태는 양호하였으나, 어릴 때 간이 좋지 않았다는 기왕력이 있었다. 내원 당일에 부종부위를 Tetracycline 용액으로 드레싱하였고, 전신적 항생제 투약을 실시한 후, 본원 보존과로 의뢰되었다.

1. 방사선 사진

파노라마 방사선 사진(그림1)에서 하악 좌,우측 제1대구치의 뚜렷한 치근형태이상을 확인할 수 있었고, 상악 좌,우측 제1대구치의 경미한 치근형태이상을 관찰할 수 있었다. 주소 부위인 하악 우측 제1대구치에서 치근 주위의 방사선 투과상을 관찰할 수 있었다.



그림 1. 초진 파노라마(2024.3.22)

2. 임상 검사

초진으로부터 1주일 후, 보존과 내원 당시, 부종은 감소한 상태였으나 sinus tract이 하악 우측 제2소구치와 제1대구치 사이에 형성되어 있었으며, 해당 부위를 촉진할 때마다 농이 삼출되는 만성치농양(Chronic Alveolar abscess, CAA)으로 발전한 상태였다. 치수의 감염을 일으킬 만한 치관의 우식은 관찰할 수 없었으며, 치관의 형태는 정상이었다. 한편, 상악

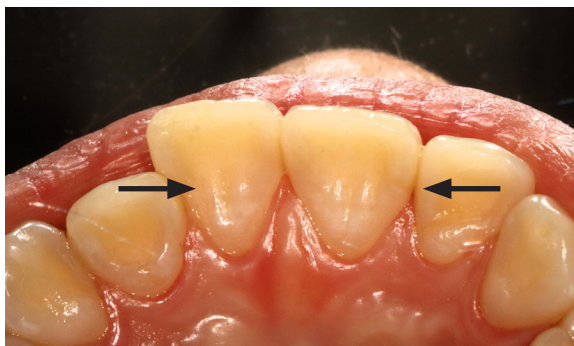


그림2. 상악 전치의 notch 형태

전치의 경우, 순면에서 형태이상은 볼 수 없었으나, 구개측에서 notch 형태의 법랑질형태이상을 관찰할 수 있었다 (그림2).

3. 진단 및 치료계획

따라서, 상,하악 좌,우측 제1대구치 및 상악 좌,우측 중절치의 MIM으로 진단하였다 주소 부위인 하악 우측 제1대구치의 경우, 발치를 하면, 교정으로 하악 우측 제2대구치를 이동시키지 않는다면, 발치공간의 폐쇄는 불가능한 상황이었고, 환자 및 보호자가 발치를 원하지 않았기 때문에, 치아의 형태이상으로 인한 근관치료의 어려움 및 발치 필요 가능성을 고지한 후, 현재의 증상을 완화시키기 위하여, 비외과적 근관치료를 시행하면서 경과를 관찰하기로 하였다.

4. 치료 과정

국소마취 및 러버댐 격리 후, 치과용 현미경 (OPMI PICO; Carl Zeiss, Gottingen, Germany)을 사용하여 Access opening 을 실시하였다. 이 때 이환된 하악 우측 제1대구치의 경우, 원심치근은 관찰할 수 없었으며, 근심치근만 관찰할 수 있었다. (그림3) 치근 주위 병소 역시 치근의 근심부에 국한되어 있어, 근심으로 치우친 와동을 형성하였다. 근심 설측 근관 입구를 먼저 확보 하였으나, 만곡이 심하여 전동 NiTi file은 사용을 할 수 없었고, K file 을 이용하여 근관 negotiation 및 성형을 시행하였다. 8k, 10k, 15k, 25 k 까지 순차적



그림3. #46 초진 (2024.3.22)



그림4. 치근 주위 방사선 투과상 감소 확인 (2024.10.2)



그림 5. Canal fillig 및 core 수복 (2024.10.2)

으로 확대하고 성형하였으며, NaOCl과 초음파 세척기를 이용하여 근관을 세척하였다. 근심 협측 근관을 확보하려는 도중 천공이 발생하여 MTA(Well Root PT, Vericom, Korea) 로 수복하였으며, 추가 근심 근관을 확보하는 데에는 실패하였다. 환자의 개인 사정

상 빈번한 내원이 어려워, 약 1달 간격으로 근관 세척을 6회 실시한 후, 치근단 방사선 사진상에서 방사선 투과상의 감소 (그림4)를 확인하였고, 누공이나 부종, 동통 등의 임상적 증상은 관찰되지 않아, Calcium silicate based sealer(CeraSeal, Metabiomed, Korea)와 GP cone을 이용하여 canal filling (그림5)후, 레진으



그림 6. 약 4개월 후 경과관찰 (2025.2.27)



그림 7. 약 10개월 후 파노라마(2025.7.29)



그림8. 하악 우측 제1대구치의 레진수복 후

로 와동을 수복하였다 (그림8). 최종수복 후 경과관찰 중이며 치근단 방사선 투과성 감소 및 치조백선의 재형성을 확인할 수 있었다. (그림6, 7)

고찰

MIM은 용어가 비슷한 MIH(molar-incisor hypomineralization)와 달리, MIM은 주로 치근 구조의 기형이 핵심이라는 점을 구분해서 기억하는 것이 중요하다. 또한 MIM은 치근 흡수, 치근 형성부전증(치근 무형성증) 등과 감별이 필요하며, 이를 위해서는 전체 치열의 방사선학적 패턴과 병력(영아기 전신 질환 여부)을 함께 평가해야 한다.

MIM에 이환된 치아는 치근이 짧고 치수강이 협착되어 있어, 통상적인 근관치료가 매우 어렵거나 예후가 불량한 경우가 많다. 따라서 치근 기형으로 인한 조기 상실 위험이 높아, 성장기 교합 및 저작 기능, 심미, 장기적인 보철 계획에 큰 영향을 줄 수 있다.

특별한 증상이 없는 경우에는 가능한 한 오래 유지하기 위한 예방적 관리가 필요하며, 치아 동요, 치은 종창, 치주 농양, 잇몸 통증, 저작근관 등의 증상 발생 시 보존치료를 시도해볼 수 있으나 반복적인 감염이 발생하거나, 치아의 동요도가 심하면 발치가 필요하다. 이후 교정치료를 통한 공간 관리, 성장 후 보철(임플란트 등)치료를 계획해야 한다.

본 증례의 경우 근관치료를 통해 증상이 완화되었으나, 재발 여부 확인 및 장기적인 예후 관찰이 필요하며, MIM은 특발성으로 증상이 발생하므로 좌측 하악 제1대구치의 이상 여부 또한 지속적으로 관찰해야 하겠다.

결론

MIM 또는 MRIM은 비교적 최근에 연구되고 있는 치아의 형태 이상이기 때문에, 아직 확립한 치료의 지침이 없다. MIM에서 나타나는 제1대구치 치근의 다양하고, 복잡한 형태 이상 및 비정상적인 치수강의 발

달과 불완전한 치주조직의 부착은 특발성 치수괴사 및 농양을 일으킬 수 있으며, 임상가는 이에 대해 잘 숙지할 필요가 있다. 치근 형태의 이상 정도에 따라 비외과적 근관치료 및 적절한 치주치료를 통해 치아를 보존하는 방법도 고려해 볼 수 있다. 또한 환자의 전신 상태 및 제2, 제3대구치의 발달 정도에 따라 발치 시기 조절 및 성장 발육과 교합변화를 고려한 포괄적 치료 계획을 세워 접근할 수 있어야 할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Lee HS, Kim SH, Kim SO, et al. A new type of dental anomaly: Molar-incisor malformation (MIM). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2014;118(1):101-9.
- [2] Kim JE, Hong JK, Yi WJ, et al. Clinico-radiologic features of molar-incisor malformation in a case series of 38 patients: A retrospective observational study. *Medicine (Baltimore)* 2019;98(40):e17356.
- [3] Lee HS, Kim SH, Kim SO, et al. Microscopic analysis of molar-incisor malformation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2015;119(5):544-52.
- [4] Jensen ED, Smart G, Poirier BF, Sethi S. *BMC Oral Health*. : Molar-root incisor malformation - a systematic review of case reports and case series, 2023 Aug 18;23(1):576.
- [5] Wright JT, Curran A, Kim KJ, et al. Molar root-incisor malformation: Considerations of diverse developmental and etiologic factors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2016;121(2):164-72.
- [6] Kim MJ, Song JS, Kim YJ, Kim JW, Jang KT, Hyun HK. Clinical considerations for dental management of children with molar-root incisor malformations. *J Clin Pediatr Dent* 2020;44(1):55-9.
- [7] Emilija D. Jensen, Gabrielle Smart, Brianna F. Poirier and Sneha Sethi : Molar-root incisor malformation — a systematic review of case reports and case series, Jensen et al. *BMC Oral Health* (2023) 23:576.

CASE REPORTS

3D프린팅 수술가이드를 이용한 융합 과잉치의 외과적 해부학적 형태 회복 절제술

Surgical Contouring Resection and Conservative Restoration of a Fused Supernumerary Tooth using a 3D-Printed Surgical Guide

노연수*, 장석우, 장지현
Yeon Soo Nho, Seok Woo Chang, Ji-Hyun Jang

경희대학교 치과대학 치과보존학교실
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

초록

Tooth abnormalities arise from disturbances during odontogenesis which may result in variations in the number, size, shape, or structure of teeth. Although relatively uncommon, these anomalies can increase susceptibility to dental caries and periodontal disease which may cause functional and esthetic complications.

In this case, the mandibular left second molar exhibited irregular morphology due to fusion with a supernumerary tooth. The enlarged occlusal table with additional fissures and grooves created areas vulnerable to food impaction, leading to patient discomfort and recurrent periodontal inflammation. Because the abnormal morphology made it difficult to achieve an appropriate anatomical contour through conventional restorative treatment, surgical contouring resection of the fused supernumerary tooth was planned.

Surgical resection was performed using a 3D-printed surgical guide to accurately determine the resection line while preserving the remaining tooth structure. At the 18-month follow-up, the tooth remained functional with stable periodontal health. Surgical resection using a 3D-printed surgical guide may be a useful treatment option for surgical contouring resection of fused posterior teeth with complex morphology.

Key words : Mandibular molar, Tooth abnormality, Fusion, Supernumerary tooth, 3D-printed surgical guide, Surgical resection

서론

치아 이상은 치아 발생 과정(odontogenesis) 중 일어나는 발달 이상으로 인해 치아의 수, 크기, 형태 또

는 구조에 변이를 보이는 상태를 의미한다. 이러한 치아 이상의 발생률은 비교적 낮지만, 교합, 기능 및 심미적인 문제를 유발할 수 있다.

여러 치아 이상 중, 융합치(fusion)는 두 개의 독립

Corresponding author: Ji-Hyun Jang, DDS, PhD
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University,
Kyunghedaero26, Dongdaemun-gu, Seoul, Republic of Korea, 02447
E-mail: jangjiyun@khu.ac.kr

적인 치배가 발달 과정 중 결합되어 하나의 치아를 형성하는 현상으로, 일반적으로 커다란 치관과 복잡한 치근 형태를 보인다. 이러한 형태적 이상으로 인해 치면의 홈이나 fissure 등이 늘어나, 식편압입과 치태 축적을 유발할 수 있으며, 결과적으로 치주 질환이나 우식 발생 위험을 높일 수 있다.

융합치의 치료는 치아의 형태, 위치, 치주 상태 등을 종합적으로 고려하여 결정해야 한다. 최근에는 디지털 기술과 3차원 프린팅 기술의 발전으로 수술 가이드를 이용한 보다 정밀한 치료가 가능해지고 있다. 본 증례에서는 하악 제2대구치에 융합된 과잉치의 3D-printed surgical guide를 활용하여 외과적으로 절제하여 해부학적 형태를 회복하고 간접 주소 수복을 통해 수복한 증례를 소개하고자 한다.

증례

만 33세 남자 환자로, 5년 전에 치료한 수복물이 또 떨어졌고 찬물에 닿으면 시리다는 주소로 본원 교정과 과로부터 치과보존과에 의뢰되었다. 임상 및 방사선 검사 결과, 좌측 하악 제2대구치(#37)는 비정상적으로 넓어진 교합면과 다수의 fissure 및 groove가 관찰되었다 (그림1). 환자는 반복적인 치주 염증과 식편 압입 증상을 호소하였다. 현재 기존 수복물이 탈락 및 근심 변연용선 부위의 치질이 파절되어 이에 따른 시린 증상도 호소하였다. 기존 수복물을 제거해보니, 전형적인 하악 제2대구치의 형태가 아닌, 치경부 함입을 동반한 과잉 교두 형태와 같은 독특한 해부학적 모양이 관찰되었고, 해당 부위는 근관이 노출되어 있어, 탐침 시 매우 시린 증상을 호소하였다 (그림2).

치근단 방사선 영상에서 치근단 병소는 확인되지 않았으나, 추가적인 치근 모양이 관찰되었다 (그림3). CBCT 영상을 통해 더 자세한 해부학적 특징들을 확인하였다 (그림4). Gemination, accessory root, three-rooted molar 등의 가능성을 고려하였으며, 최종적으로 하악 제2대구치와 과잉치의 융합(fusion)으로 진단하였다. 융합된 과잉치와 본래의 제2대구치는 근관계가 개통되지 않았음을 CBCT로 확인하였으며, 본래

제2대구치는 치근단 방사선투과상이 나타나지 않으며 우식이 없는 생활치수임을 확인하였다. 치료로써, 치아의 비정상적인 형태로 인해 단순한 수복 치료만으로는 적절한 해부학적 형태 회복이 어렵다고 판단되어 수술 가이드를 이용한 융합된 과잉치의 외과적 절제를 통한 해부학적 형태 성형 및 수복 치료를 계획하였다.



그림1. 초진시 임상 사진



그림2. 수복물 제거 후 임상 사진



그림3. 초진시 치근단 방사선 영상

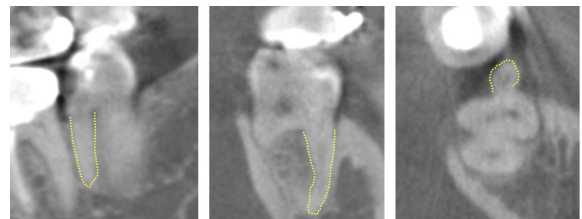


그림4. 초진시 CBCT 방사선 영상

치료과정

먼저 노출된 과잉치의 근관에 대하여, 근관치료를 진행하였다. 과잉치의 근관계는 제2대구치와는 근관계가 교통되지 않아 해당 부위만 별도의 근관치료를 시행할 수 있었다. 1:100,000 epinephrine 함유 2% lidocaine을 각각 1앰플씩 사용하여 전달 및 침윤마취 시행하였다. 발수 후 (그림5), 융합된 과잉치의 외과적 절제를 통한 해부학적 형태 성형 과정에서 과잉치 근관이 노출될 경우를 대비하여, MTA (ProRoot MTA, Dentsply Serona, Oklahoma, USA)로 충전하였다.

근관치료 후 CBCT 영상 (그림6)에서 추출한 #37의 모형 (그림7) 과 모델 스캔 (그림8) 을 중첩하여, 모델 상에서 #37의 치근 모양 및 위치를 확인하였다 (그림9). #37의 STLization은 Ray Fusion (RAY Co.,

Seongnam, South Korea)을, #37과 모델 스캔의 중첩은 Geomagic Control X (Geomagic Inc, South Carolina, US) 프로그램을 이용하였다.

그 후, ExoCAD (Align Technology, Inc, Darmstadt, Germany)를 이용하여 3D-printed surgical guide를 디자인하였고 (그림10), RAY Dent 3D printer (RAY Co., Seongnam, South Korea)를 이용하여 제작하였다 (그림11) 과잉치의 해부학적 형태



그림5. #37 근관치료 과정 임상 사진



그림6. #37 근관치료 후 CBCT 영상



그림7. #37에 대한 STL 파일

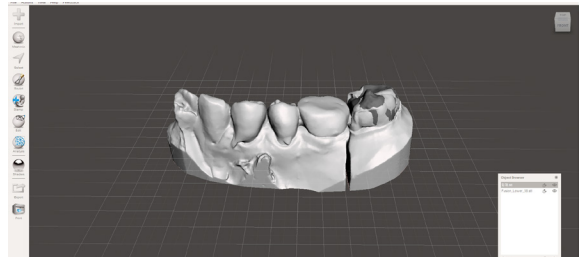


그림8. 모델 스캔

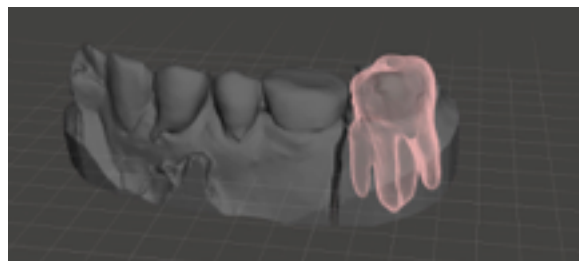


그림9. #37과 모델을 중첩한 파일

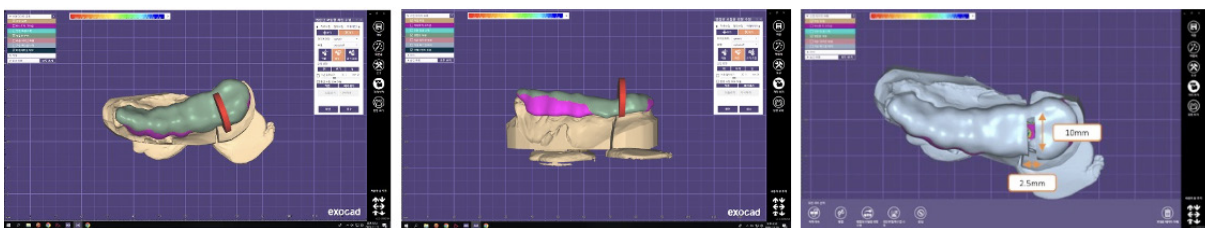


그림10. ExoCAD로 3D-printed surgical guide를 설계하는 과정



그림11. 제작한 3D-printed surgical guide

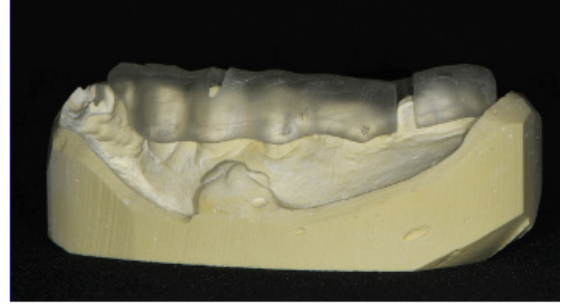


그림12. Guide groove를 따라 융합 과잉치를 형성한 모습

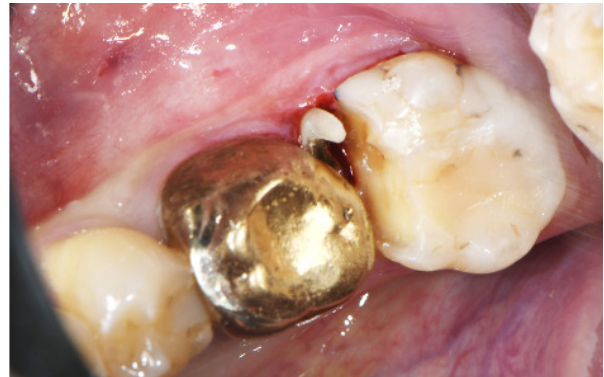


그림13. 해부학적 형태 성형 절제술을 통해 융합과잉치를 제거한 모습



그림14. 수술 후 치근단 방사선 영상

성형을 위한 절제술시 가장 최소 삭제를 통한 효율적인 외과적 접근을 위한 절제선을 설정하였으며, 해당 groove가 표기된 3D-printed surgical guide 형성되도록 설정하여 제작하였다.

수술 시 3D-printed surgical guide를 치아에 장착하고, 이에 따라 guide groove를 형성하였으며 (그림12), 효과적으로 융합된 과잉치를 절제하여 제거하였다. 잔존 치아는 둥글게 다듬고 노출된 치근면은 finishing bur를 이용하여 매끄럽게 polishing하였다 (그림13).

이후 경과관찰을 통해 치주 조직의 치유 및 치수 생활력을 확인한 후, 간접 주조 금 인레이 수복을 시행하였다. 약 18개월의 추적 관찰 기간 동안 환자의 식편 압입이나 시린 증상은 개선되었다. 해당 치아는 기능적으로 안정적인 상태를 유지하였으며 치주 상태도 양호하게 유지되었다 (그림15).



그림15. 초진, 최종 수복 직후, 18개월 추적 관찰 후 임상 사진

고찰

융합치 (fusion)는 두 개의 독립적인 치배가 발달 과정에서 결합하여 하나의 치아를 형성하는 발달 이상으로, 복잡한 치관 및 치근 형태를 나타낸다. 이러한 변이는 임상적으로 gemination이나 accessory root 등과 감별이 필요하며, 정확한 진단을 위해 임상 및 방사선 검사, 특히 CBCT를 통한 입체적인 평가가 중요하다^[1].

융합치의 치료 방법으로는 발치, hemisection, coronal recontouring 등이 보고되어 있으며, 치근 형태, 치주 상태 등을 고려하여 보다 보존적인 치료 방법이 시도되고 있다^[2]. 최근에는 3D-printed surgical guide를 이용하여 절제 부위를 보다 정확하게 설정하여 불필요한 치질 삭제를 최소화하려는 시도가 보고되고 있으며, 융합치의 hemisection이나 autotransplantation에서도 이러한 디지털 가이드의 유용성이 보고된 바 있다^[3]. 잔존 치질의 양은 치아의 파절 저항성과 밀접한 관련을 나타내었기에^[4,5], 가능한 한 치아 구조를 보존하는 것이 장기적인 예후에 중요하다. 본 증례는 하악 구치부로, 시야와 접근이 제한될 것을 예상하여 사전에 제작된 3D-printed surgical guide를 이용하여 수술의 예측성을 높이고 잔존 치아를 보존에 효과적인 임상적 tool임을 확인할 수 있었다.

수술 후 새로운 결합조직 부착이 형성되기 위해서는 생존 가능한 치주인대 세포와 생체 적합한 표면이 필요하며^[6], 치근면이 노출된 경우 적절한 표면 처리가 치유 과정에 중요한 역할을 한다고 보고되었다^[7,8]. 잔존 치근의 표면을 매끄럽게 polishing함으로써 치태 축적을 줄이고 치주 조직의 안정적인 치유를 도모할

수 있다. 노출된 치면 외에도 노출된 MTA 표면에서 상피의 이동이 관찰되며 염증 반응이 최소화되는 것으로 보고되어^[9], 노출 부위의 충전재로 선택하였다.

수술 후, 심미성보다는 장기적인 변연 적합성과 내구성을 우선으로 고려하여, 우수한 변연 적합성, 형태 제작의 편의성과 용이한 합착 과정을 갖는 주조 금 인레이로 수복하였다. 구강위생관리 및 증상 재발 방지를 위한 정기적인 추적 관찰은 필수적이다.

결론

융합치는 복잡한 해부학적 구조로 인해 진단과 치료 계획 수립이 어려울 수 있으며, 정확한 진단과 치근 형태에 대한 이해가 중요하다. 본 증례에서는 시야 확보와 접근이 어려운 하악 제2대구치에 융합된 과잉치를 3D-printed surgical guide를 활용하여 외과적으로 절제하고 해부학적 contour를 회복하였다. 이를 통해 식편 압입을 감소시키고 치주 상태를 개선할 수 있었다. 3D-printed surgical guide를 이용하여 불필요한 치아 삭제를 최소화하는 외과적 해부학적 형태 회복 절제술은 복잡한 해부학적 형태를 가진 융합치의 치료에서 유용한 치료 방법이라 사료된다.

참고문헌

- [1] Kavarella A, Papavasileiou I, Salamouri MA, Emmanouil-Nikoloussi EN. Fusion, gemination or a morphological variation? A

- case report on a diagnostically challenging mandibular molar. *Oral* 2025;5:38.
- [2] Sharma S, Sharma R, Ahad A, Gupta ND, Mishra SK. Hemisection as a conservative management of grossly carious permanent mandibular first molar. *J Nat Sci Biol Med* 2018;9:97-101.
- [3] Sato M, Garcia-Sanchez A, Sanchez S, Chen IP. Use of 3-dimensional-printed guide in hemisection and autotransplantation of a fusion tooth: a case report. *J Endod* 2021;47:526-31.
- [4] Venugopal S, Smitha BV, Saurabh SP. Paramolar concrescence and periodontitis. *J Indian Soc Periodontol* 2013;17:383-6.
- [5] Karthikeyan A. Hemisection: a conservative management of compromised bilateral mandibular first molars-a case report. *Biomed J Sci Tech Res* 2023;51:42959-63.
- [6] Melcher AH. On the repair potential of periodontal tissues. *J Periodontol* 1976;47:256-60.
- [7] Shah JJ, Baburaj MD, Pimpale S. Hemisection: split to benefit-a case report. *Int J Sci Stud* 2015;2:19-22.
- [8] Shafiq MK, Javaid A, Asaad S. Hemisection: an option to treat apically fractured & dislodged part of a mesial root of a molar. *J Pak Dent Assoc* 2011;20:183-6.
- [9] Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod* 2010;36:190-202.

CASE REPORTS

Peg lateralis 환자의 전치부 심미 수복

Esthetic Restoration of a Peg-Shaped Lateral Incisor: A Clinical Case

조은효*, 배꽃별, 이빈나, 장훈상, 황윤찬, 황인남
EunHyo Cho, Kkot-Byeol Bae, Bin-Na Lee, Hoon-Sang Chang, Yun-Chan Hwang, In-Nam Hwang

전남대학교 치과대학 치과보존학교실
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University

초록

Tooth preparation for prosthetic crowns entails substantial tooth structure removal, which can induce pulpal irritation or irreversible pulpitis, whereas laminate veneers offer a more conservative alternative that better preserves tooth biomechanics. Lithium disilicate (LDS) is favored among contemporary ceramics for its superior mechanical and optical properties and proven clinical longevity; compared with feldspathic ceramics, it offers greater durability while preserving esthetics, making it suitable for color correction, morphological refinement, and minor alignment adjustments. The purpose of this clinical report is to describe a conservative treatment approach using lithium disilicate veneer to recover an esthetic disharmony caused by bilateral peg lateralis.

Key words : Lithium disilicate, ceramic veneers, peg lateralis

서론

Peg lateralis는 상악 측절치에 나타난 왜소치로 치아의 위치, 모양 및 크기 변화를 수반하는 심미적 부조화를 초래한다. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics에 따르면 peg lateralis의 유병률은 1.8%로 아시아 인구에서 그 비율이 더 높고 인종, 인구 집단 및 성별에 따라 다르다^[1]. Peg lateralis는 원뿔 형태로 절단면 쪽으로 수렴하는 형태를 띠기 때문에 근심면과 치근면의 인접치아 사이에 치간 이개가 발생하고 중절치가 원심 방

향으로 이동하여 부정교합이 발생하여 치간 이개가 중절치의 정중선 부위로 이동하게 된다^[2].

Ceramic veneer는 전치부의 심미성을 개선하기 위해 크라운 보철을 대체할 수 있는 보존적인 치료법이다. Veneer를 사용하면 보존적이고 생물학적으로 건전하나 방법을 통해 기능과 심미성을 회복할 수 있으며, 장기적인 구강 건강 증진에도 도움이 된다^[3, 4].

본 증례는 만 29세 여성 환자에서 peg lateralis에 의한 치간이개를 lithium disilicate veneer를 이용하여 공간 폐쇄한 증례로, 이를 보고하고자 한다.

Corresponding author: In-Nam Hwang
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University,
Yongbongro 33, Buk-gu, Gwangju, Republic of Korea, 61186
E-mail: hinso@jnu.ac.kr



그림 1. 초진 시 임상 사진



증례

만 29세 여자 환자로, 교정 치료 동안 임시 재료로 공간 폐쇄를 진행하였으며 해당 수복부위를 최종 수복물로 교체하고 싶다는 주소로 본과에 내원하였다. 초진 시 상악 좌우측 측절치 (#12, 22)의 근심면에 기존 복합레진 수복물의 변색, 변연 누출이 관찰되었으며 (그림 1), 모든 치아는 치근단 병소 없이 생활 치수 상태를 유지하고 있었다 (그림 2).

이에 #12, 22 치아에 대해 peg lateralis로 진단하였고, 치료 계획으로는 기존 수복물 제거 후 lithium disilicate veneer를 이용한 공간 이개 폐쇄 및 수복하기로 하였다.



그림 2. 초진 시 치근단 방사선 영상



그림 3. #12, 22 기존 수복물 제거 후 임상 사진



그림 4. #12, 22 치은 절제술 및 법랑질 삭제 진행 후 임상 사진

치료과정

1:100,000 epinephrine 함유 2% lidocaine을 사용하여 #12,22 협측 침윤마취를 시행하였다. 리버덤을 이용해 격리 후 기존 수복물을 제거하였다 (그림 3). 근심측의 증식된 치은을 심미적으로 제거하기 위하여 bovie를 이용하여 #12, 22 근심측의 치은 절제술을 진행하였다 (그림 4).

치은 절제술 이후 약 0.5mm의 법랑질을 삭제하여 수복물 공간을 확보하였으며 bleeding control 진행하고 인상을 채득 후 lithium disilicate veneer 제작 의뢰를 진행하였다 (그림 5).

다음 내원 때 #12, 22 veneer를 시적하여 전반적인 형태 및 색조평가를 진행하였다. 이후 치면에는 37% 인산 에칭 및 All-Bond Universal (Bisco Inc.,



그림 5. 진단 모형과 수복물의 시적



그림 6. 최종 수복 후 및 6개월 경과관찰 후 임상 사진

Schaumburg, IL, USA)을 도포하고 광중합 진행하였다. 수복물의 표면 처리는 불산 처리 및 실란 처리 후 All-Bond Universal을 동일하게 도포하고 광중합은 진행하지 않았다. 치면에 Choice 2 veneer cement (BISCO) 도포 후 수복물을 얹어 위치 조정 후 광중합을 진행하여 최종수복을 완료하였다 (그림 6).

고찰

Peg lateralis를 가진 환자의 경우 공간 폐쇄를 위한 교정치료만으로는 이상적인 심미형태를 구현할 수 없다. 본 증례에서도 교정치료 후에도 남아있는 공간을 폐쇄하기 위해 의뢰된 환자였으며, 이러한 조건에서 전통적인 직접 수복은 내마모성이 낮고, 착색이 발생하기 쉽다는 단점을 보완하고자 lithium disilicate veneer를 이용한 심미 수복의 재현성을 높이고자 하였다.

Lithium disilicate veneer의 수명 연장에 기여하는 핵심 요소는 법랑질과의 접착 결합으로, 이는 파절 저항성과 유지력을 향상시킨다. 연구에 따르면, 특히 etching and rinsing 시스템을 사용할 경우, lithium disilicate를 법랑질에 접착 시킬 경우 탈락 및 변연부 변색 위험이 크게 감소하는 것으로 나타났다^[5]. 본 증례에서는 접착에 필요한 법랑질 표면을 최대한 확보하여 최적의 접착 성능을 보장하기 위해 보존적인 치아 삭제 방식을 사용했다. 이는 접착 수복물의 장기적인 안정성을 향상시키기 위해 상아질 노출을 최소화해야 한다는 임상적 권고 사항과 일치한다^[6].

다른 세라믹 재료와 비교했을 때, lithium disilicate veneer는 우수한 심미성, 기계적 특성 및 수명을 제공한다^[7]. 지르코니아는 높은 파절 저항성과 내구성을 잘 알려져 있지만, 특히 전치부에서 자연스러운 심미적 외관을 구현하는 데 필수적인 lithium disilicate가 제공하는 투명성이 부족하다. 반면, 장식계 세라믹은 심미성이 뛰어나 오랫동안 veneer에 사용되어 왔지만, 강한 교합력 하에서 파절에 취약한 경향이 있다^[8]. Lithium disilicate는 350~400MPa의 굴곡강도를 가지고 장식계 세라믹보다 내구성이 뛰어나며 경우에

따라 지르코니아보다 내마모성이 우수하여 강도와 심미성 사이에서 탁월한 균형을 이룬다^[9]. 또한, lithium disilicate의 장기 생존율은 장식계 세라믹에 비해 변연 변색 및 파절이 적다는 임상 연구를 통해 입증되어 최소 침습적 수복기술에 이상적인 선택이다^[10].

본 연구의 한계는 단일 사례에 기반한다는 점이며, 이는 다양한 환자 상태에서 발생할 수 있는 결과의 잠재적 변동성을 완전히 반영하지 못할 수 있다는 것이다. 교합, 구강 위생, 이상 기능 습관과 같은 환자의 특이적인 용인은 lithium disilicate veneer의 장기적인 성공에 영향을 미칠 수 있으며, 이러한 결과를 확인하기 위해서는 더 많은 표본 크기와 다양한 환자 집단을 포함하는 추가 연구가 필요하다.

결론

본 증례는 심미성을 필요로 하는 상악 전치부에서 peg lateralis에 의한 공간 폐쇄를 위하여 lithium disilicate veneer를 이용하였을 때 심미적인 형태와 색조를 재현할 수 있음을 확인하였다. 이에 따라 lithium disilicate veneer는 적절한 증례 선택, 치아 삭제 프로토타입 및 접착 절차를 준수할 경우 예측 가능한 임상적 성공을 보여준다. 6개월 추적 관찰 결과, 수복물은 안정적으로 유지되었으며 특히 합병증은 관찰되지 않아 본 술식이 상악 전치부의 심미적 재건에 있어 임상적으로 유용한 선택임을 확인할 수 있다.

참고문헌

[1] Hua F, He H, Ngan P et al. Prevalence of peg-shaped maxillary permanent lateral incisors: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(1):97-109.

[2] Grahnen H. Hypodontia in the permanent dentition: a clinical and genetical investigation. Michigan: Michigan University; 1956.

[3] Malmacher L. Back to the future with porcelain veneers. *Dent today.* 2005; 24(3):88-90.

[4] Bichacho N. Porcelain laminates: integrated concepts in treating diverse aesthetic defects. *Prac Periodon Aesthet Dent.* 1995; 7(3):13-23.

[5] Schlichting L, Resende T, Reis K et al. Ultrathin CAD-CAM glass-ceramic and composite resin occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion: An up to 3-year randomized clinical trial. *J Prosthet Dent.* 2022; 128:158.e1-158.e12.

[6] Aboelnor M, Nour K, Al-Sanafawy H. Fracture strength of direct occlusal veneers with dirrefernt short fiber-reinforced composite cores and veneering materials: An in-vitro study. *Clin Oral Investig.* 2024; 28:635.

[7] Sedrez-Porto J, Munchow E, Cenci M, Pereira-Cenci T. Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations? *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020; 103:103592.

[8] Carvalho A, Bruzi G, Anderson R et al. Influence of adhesive core buioldup designs on the resistance of endodontically treated molars restored with lithium disilicate CAD/CAM crowns. *Oper Dent.* 2016; 41:76-82.

[9] Kagoura H, Munakata R, Kasahara M et al. Wear behavior of crown restoration materials and bovine tooth enamel opposed by pure titanium. *Dent Mater J.* 2025; 44:157-167.

[10] Wada K, Garoushi S, Wada J et al. Mechanical and structural characterization of CAD-CAM materials and enamel of deciduous and permanent teeth. *Dent Mater J.* 2025; 44(2):146-156.

CASE REPORTS

외상 당한 전치부와 왜소치를 접착성 간접 수복물로 수복한 증례

Indirect bonded porcelain restoration for traumatized anterior teeth and peg lateralis

허은영*, 권지영, 김덕수
Eunyoung Hur, Jiyoung Kwon, Duck-Su Kim

경희대학교 치과대학 치과보존학교실
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

초록

This clinical report describes a minimally invasive approach for the restoration of traumatized anterior teeth (#12, 11, 21) and peg lateralis (#12, 22) using bonded porcelain restorations, with an emphasis on tooth preservation and esthetic outcomes. Restorative decisions were determined by the extent of remaining tooth structure, prioritizing minimally invasive preparation and adhesive bonding to optimize outcomes. All anterior teeth were successfully restored with bonded porcelain crowns or veneers tailored to the degree of damage and initial morphology, preserving maximum tooth structure while achieving excellent esthetic and functional results; the patient reported high satisfaction, and no complications were observed over a 6 month follow up period. These findings suggest that minimally invasive, indirect bonded porcelain restorations provide an effective and conservative solution for rehabilitating traumatized anterior teeth and peg lateralis, provided that careful case selection and meticulous restoration planning are performed in complex anterior situations.

Key words : Indirect bonded porcelain restoration, dental trauma, minimal invasive approach, peg lateralis, esthetic rehabilitation

서론

Dental trauma involving multiple maxillary anterior teeth makes treatment planning challenging, as both functional rehabilitation and high esthetic demands must be met simultaneously^[1]. When such trauma is

accompanied by peg lateralis with abnormal crown morphology, the complexity further increases because crown length and width, arch harmony, and occlusal relationships all need to be carefully considered, requiring a more intricate prosthetic and periodontal approach^[2]. With the growing use of indirect bonded porcelain restorations,

Coresponding author: Duck-Su Kim
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University,
Kyunghedaero26, Dongdaemun-gu, Seoul, Republic of Korea, 02447
E-mail: dentist96@naver.com

which allow minimal tooth reduction while providing excellent esthetics and mechanical strength, this modality has emerged as a valuable option for simultaneously restoring traumatized anterior teeth and peg lateralis^[3]. Indirect bonded porcelain restorations enable minimally invasive tooth preparation and adhesive bonding, thereby preserving as much remaining tooth structure as possible while reproducing tooth color and translucency similar to natural teeth, leading to improved functional and esthetic outcomes. Therefore, this case report describes the treatment process of applying indirect bonded porcelain restorations in a patient presenting with both traumatized anterior teeth and peg lateralis.

증례

An 18-year-old male patient presented after sustaining dental trauma from a bicycle accident. He expressed pain at rest with sensitivity to bite and percussion. Based on clinical and radiographic examination, the patient was diagnosed as crown-root fracture (subgingival) of #12, lateral luxation

with upper alveolar bone fracture of #11, and crown fracture with pulp exposure of #21 (Figure 1).

치료과정

The #11 was repositioned to its original place with patient consent and fixed with a resin wire splint (RWS), and its proper position was confirmed radiographically (Figure 2).

After 4 weeks, RWS was removed. Occlusion was thoroughly checked to avoid trauma from occlusion (TFO) (Figure 3).

#11 exhibited persistent loss of pulp vitality and #11 and #12 were treated with root canal therapy, followed by a resin core build-up using SDR (Dentsply, Bensheim, Germany) and Filtek Z350 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). The fracture line on the palatal aspect of #12 was located subgingivally, so a crown lengthening procedure (CLP) was performed. Resin restoration above the fracture line was completed using G-aenial Universal Injectable (GC, Tokyo, Japan) (Figure 4).

#21 underwent direct pulp capping using Endocem MTA Premixed Regular (Maruchi,

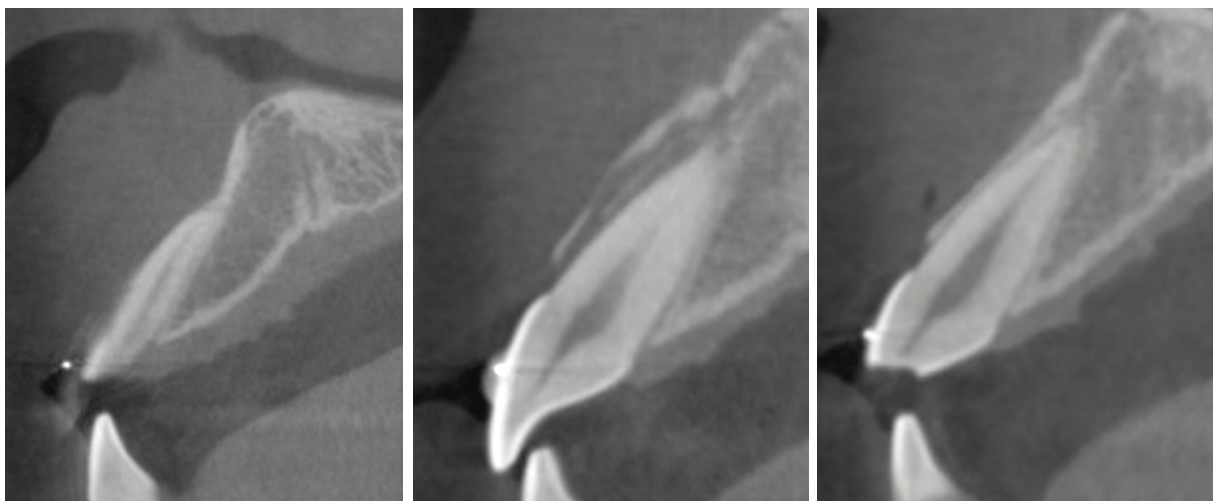


Figure 1. CBCT radiographs.

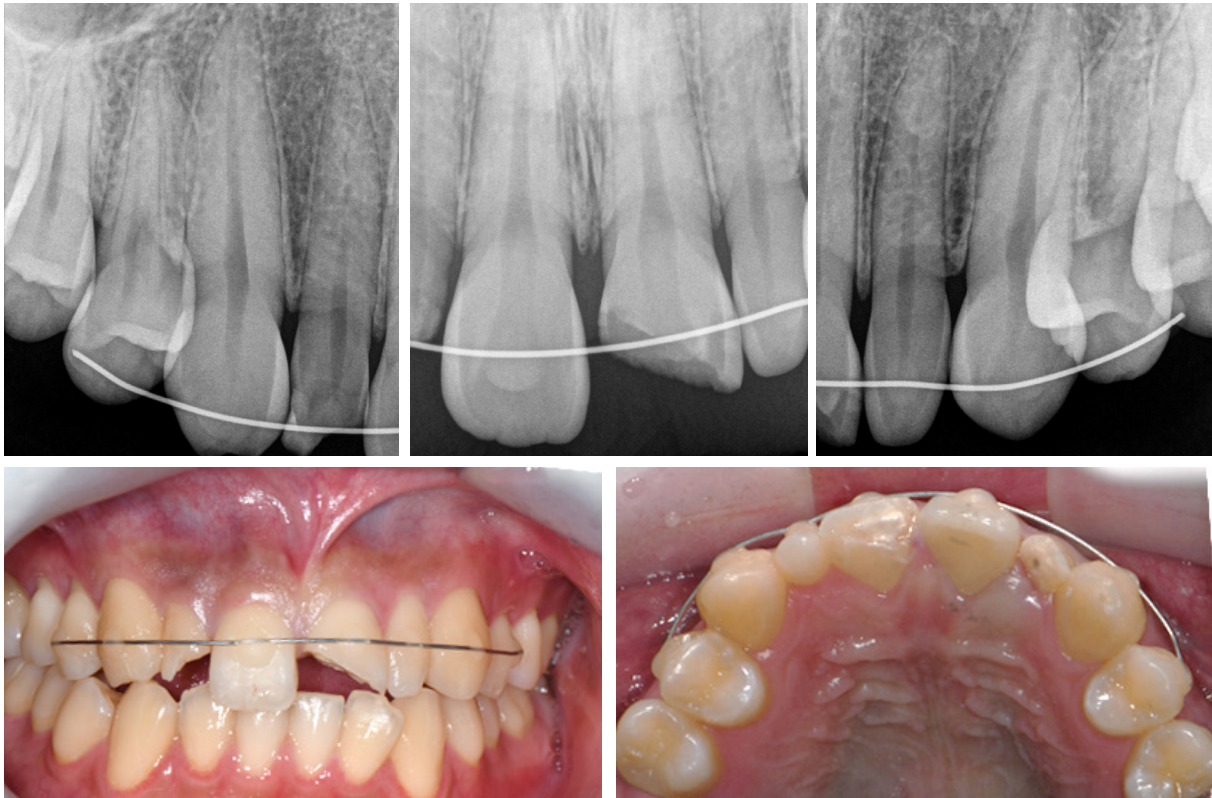


Figure 2. After applying resin wire splint.



Figure 3. Clinical photographs showing anterior and canine guidance.



Figure 4. Periapical radiograph after #11,12 RCT

Gangwon-do, Korea). After confirming the initial setting of Endocem MTA, bonding was performed using All-Bond Universal (Bisco, Schaumburg, IL, USA), followed by a Class IV resin restoration with Estelite Sigma Quick (Tokuyama, Tokyo, Japan).

At the patient's request to harmoniously adjust

the size discrepancy between the central and lateral incisors, proceeded with crown restoration on #12 and #21, and laminate veneer restoration on #11 and #22 for minimal invasive approach. Prior to tooth preparation, vital bleaching was performed using Opalescence (Ultradent Products,



Figure 5. Before and after vital bleaching

South Jordan, UT, USA) three times at two-week intervals to adjust the overall tooth shade from A3 to A1 (Figure 5).

An ideal tooth shape was created through a wax-up on the diagnostic model, and a putty index was fabricated based on diagnostic model (Figure 6). Although there was a discrepancy in gingival height, gingivectomy was not performed due to concerns about potential complications.

Using a putty index, minimal tooth reduction



Figure 6. Diagnostic wax-up model



Figure 7. putty index, teeth preparation, after cementation



Figure 8. Pre-op, Post-op, 6 months follow-up

was performed. Lithium disilicate crowns (#12, 21) and veneers (#11, 22) (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) were etched (hydrofluoric acid), silanated (Monobond, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), and cemented with Choice 2 (Bisco, Schaumburg, IL, USA) after tooth etching/bonding (All-Bond Universal, Bisco, Schaumburg, IL, USA) (Figure 7).

At the follow-up visits, the restoration remained intact and clinically stable (Figure 8).

고찰

This case, involving multiple maxillary anterior teeth trauma concomitant with peg lateralis, illustrates how minimally invasive indirect bonded porcelain restorations can successfully restore both function and esthetics in a complex clinical situation^[4]. First, by managing the traumatized teeth as conservatively as possible and appropriately combining basic procedures such as direct pulp capping and root canal treatment, crown lengthening surgery, and direct restorations before planning the definitive prosthetic treatment, it was possible to preserve a maximum amount of remaining tooth structure. In addition, correcting the morphological deficiencies of the peg lateral incisors with porcelain crowns and laminate veneers enabled harmonization of the dental arch and improvement of esthetics, while establishing anterior and canine guidance contributed to achieving functional occlusal stability [5]. Although indirect bonded porcelain restorations offer excellent esthetics, favorable mechanical properties, and tooth preservation via adhesive procedures, meticulous tooth preparation, accurate impression and occlusal registration, and a strict adhesive protocol are essential to minimize the

risks of marginal discrepancy, adhesive failure, and fracture^[1,5]. As demonstrated in this report, when a multidisciplinary approach encompassing periodontal surgery, endodontic treatment, and prosthetic restoration is combined with occlusal design aimed at long-term stability, minimally invasive indirect bonded porcelain restorations can provide predictable functional and esthetic outcomes even in challenging cases that involve both traumatized anterior teeth and peg lateralis.

결론

Achieving harmonious color matching between crowns, laminate veneers, and natural teeth is challenging because of differences in thickness, translucency, and material properties. The choice of resin cement greatly influences both esthetics and long-term stability. In this case, the favorable esthetic result was obtained by combining appropriate ceramic selection, meticulous shade matching, effective collaboration with the dental laboratory, and careful use of resin cement.

참고문헌

- [1] Magne P, Belser U. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: A biomimetic approach. Chicago: Quintessence Publishing; 2002.
- [2] Alhamdan MM, Alghuwainem N, Alharbi M, Hummady S. Clinical Outcome of Indirect Bonded Porcelain Restoration Versus Full-Coverage Crown on Endodontically Treated Teeth in Posterior Areas: A Systematic Review. Cureus. 2024 Sep 24;16(9):e70116.
- [3] Gresnigt M, Ozcan M. Esthetic rehabilitation

of anterior teeth with porcelain laminates and sectional veneers. *J Can Dent Assoc.* 2011;77:b143.

- [4] Yu H, Zhu H. The management of a complicated crown-root fracture incorporating modified crown-lengthening surgery. *Br Dent J.* 2021 Feb;230(4):217-222.
- [5] lberton SB, Alberton V, de Carvalho RV. Providing a harmonious smile with laminate veneers for a patient with peg-shaped lateral incisors. *J Conserv Dent.* 2017 May-Jun;20(3):210-213.

CASE REPORTS

상악 전치의 정중이개의 레진수복: 만성 치주질환을 가진 환자에서 고려할 점

Direct Resin Restoration of a Maxillary Central Diastema: Considerations in a Patient with Chronic Periodontal Disease

정경호, 정일영

Kyung-Ho Chung, Il-Young Jung

연세대학교 치과대학 보존과학교실

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

초록

Closure of a diastema in patients with compromised periodontal health presents unique restorative and biological challenges. Although orthodontic or prosthetic treatment can provide predictable space management, these approaches often require prolonged treatment time, higher cost, or significant tooth reduction. Direct composite resin restoration offers a minimally invasive alternative that preserves tooth structure and enables immediate esthetic improvement. Previous studies have demonstrated favorable longevity and clinical performance of composite resin-based diastema closure when proper techniques and maintenance protocols are followed.

However, in patients susceptible to periodontal disease, thorough pretreatment including scaling and plaque control is essential to achieve stable outcomes. In addition, restoration design must take periodontal health into account: the contact point should not be positioned excessively apically, and an appropriately convex proximal contour should be maintained to enhance cleansability. Therefore, with careful consideration of the limitations imposed by periodontal disease, direct composite resin restoration for diastema closure can serve as an effective and biologically reliable treatment strategy.

Key words : Diastema closure; Resin restoration; Chronic periodontitis; Esthetic restoration

서론

상악 전치부의 치간 이개는 심미적 문제를 유발할 뿐 아니라 발음, 음식물 끼임 등 기능적 불편을 동반할 수 있어 환자의 치료 요구도가 높은 편이다. 치간

이개의 치료 방법으로는 교정적 공간 폐쇄, 보철적 수복(라미네이트, 크라운 등), 직접 레진 수복 등이 있으며, 각각의 방법은 치료 기간, 비용, 치질 삭제량, 예후 측면에서 장단점을 가진다.^[1] 특히 교정 치료는 예측성이 높지만 치료 기간이 길고, 보철 치료는 즉각적인

Corresponding author: Il-Young Jung, DMD, MSD, PhD

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Republic of Korea (South)

E-mail: juen@yuhs.ac

심미 개선이 가능하나 비교적 많은 치질 삭제가 요구될 수 있다.

직접 복합레진 수복은 치질 삭제를 최소화하면서도 단기간 내 심미적 개선이 가능하다는 점에서 치간 이개 치료의 보존적 대안으로 널리 활용되고 있다. 기존 연구에서도 적절한 술식과 유지관리가 동반될 경우 치간 이개 폐쇄의 임상적 성과가 양호하다고 보고된 바 있다.^[1,2] 그러나 치주적으로 취약한 환자에서는 치은 퇴축, 치태 축적, black triangle 등의 문제가 동반될 수 있어 수복물의 형태 및 접촉점 위치 설정이 치주 건강에 큰 영향을 미친다.

따라서 치료 전 치석 제거 및 구강위생 관리가 선행되어야 하며, 수복 후에도 환자가 유지관리를 지속할 수 있도록 cleanability를 고려한 형태 부여가 중요하다.

본 증례에서는 치은 퇴축 및 치태 축적이 관찰되는 54세 남성 환자에서 상악 중절치 치간 이개에 대해 직접 복합레진 수복을 시행하였으며, 접촉점 및 인접면 형태를 치주적 관점에서 설계하여 심미적, 기능적으로 만족스러운 결과를 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

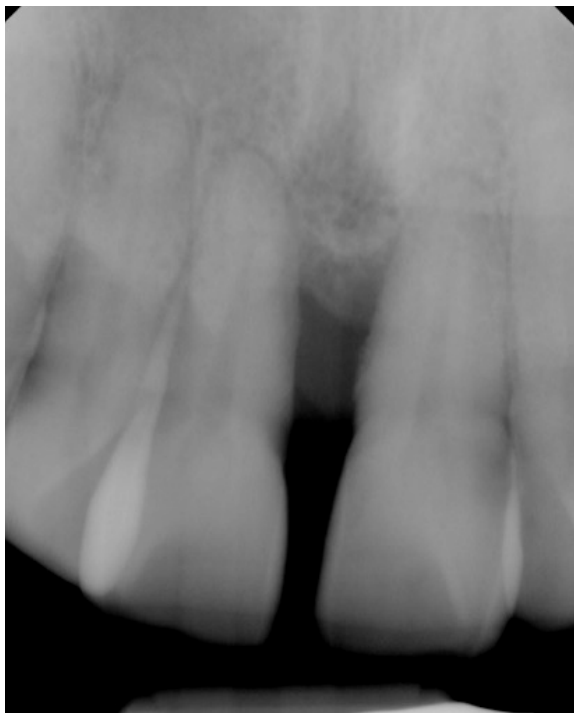


그림 1. 초진 치근단방사선사진

증례

54세 남자 환자는 “윗앞니 사이가 벌어져서 보기 싫다”는 주소로 내원하였다. 환자는 전신병력 및 치과 병력에서 특이사항은 없었다. 임상 검사상 상악 우측 중절치(#11)와 상악 좌측 중절치(#21) 사이에 치간이개가 관찰되었으며 (그림 1,2,3), 치은 퇴축과 치태 축적이 동반되어 있었다.

또한 치주 탐침 시 깊은 치주낭은 관찰되지 않았고, 동요도는 없었으며, 치수 생활력 검사에서 #11, 21은 정상 반응을 보였다.

환자의 주된 요구는 심미적 개선이었으며, 치료 계획 수립 시 교정적 공간 폐쇄 및 보철적 수복(라미네이트 등)도 고려할 수 있으나, 치료 기간 및 비용, 치질 삭제량 등을 고려하여 직접 복합레진 수복을 통한 diastema closure를 시행하기로 하였다. 다만 환자는 치주적으로 취약한 상태로 판단되어, 수복 전 스케일링 및 치태 조절을 포함한 전처치를 우선 시행하였고, 수복물 형태 설계 시 치주 건강을 유지할 수 있도록 인접면 윤곽과 접촉점 위치를 신중히 계획하였다.



그림 2. 상악 전치의 정중이개 정면 구강스캔 사진



그림 3. 절단면 임상사진



그림4. 수복 전 진단 wax-up 및 Rubber index 제작



그림5. 러버담을 이용한 격리



그림6. 상악 좌우측 수복할 부위에 long bevel을 형성

수복 전 진단 wax-up을 제작하여 최종 수복 형태를 예측하였고 (그림 4), 환자에게 설명하여 동의를 얻었다.

이후 수복 시에는 중등도 두께의 러버담(Isodam, Four D Rubber Co. Ltd., United kingdom)을 이용하여 격리하였고 (그림 5), 접착 강화를 위해 상악 중절치 인접면에 long enamel bevel을 형성하였다 (그림 6). 법랑질에 대해서는 35% 인산을 이용한 selective enamel etching을 시행한 뒤 수세 및 건조하였다.

수복은 Mylar strip을 이용하여 인접면 형태를 형성하며 진행하였다. 협측에서 레진 적층을 시행하였



그림 7. #11의 근심면 수복



그림 8. #21의 근심면 수복하여 정중이개 폐쇄

고, 치경부에는 Filtek Z350 XT Body A3.5(3M, Saint Paul, Minnesota, United States), 중간 및 절단부에는 A3 shade를 사용하여 자연스러운 색조를 구현하고자 하였다.

한쪽 치아(#11)를 먼저 수복하여 형태를 대략적으로 부여한 후 (그림 7), 접착제(SE bond, Kuraray Noritake Dental, Tokyo, Japan)를 반대측 치아(#21)에 적용 및 광중합하여, 동일한 방식으로 #21 수복을 진행하였다 (그림 8). 이후 fine diamond bur를 이용하여 인접면 형태를 1차적으로 조정하였다.

마무리 및 연마는 fine diamond bur, white stone bur, Soflex disc, Enhance Pogo point, polishing strip을 이용하여 시행하였다. 수복 후 임상 사진 및 방사선 사진에서 변연 적합이 양호하였고, 환자는 심미적으로 만족스러운 결과를 보였다 (그림 9, 그림 10, 그림 11). 본 증례에서는 치주 위생 관리가 용이하도록 인접면을 과도하게 폐쇄하지 않고 적절한 볼록도를 유지하였으며, 일부 black triangle을 남겨 interdental hygiene를 고려하였다. 또한 #11, 21 절단연의 높이를 가능한 유사하게 맞추어 전치부 심미를 개선하였다.



그림9. 상악 전치의 정중이개 수복 치료 후 정면 구강내 사진



그림10. 절단면 임상 사진

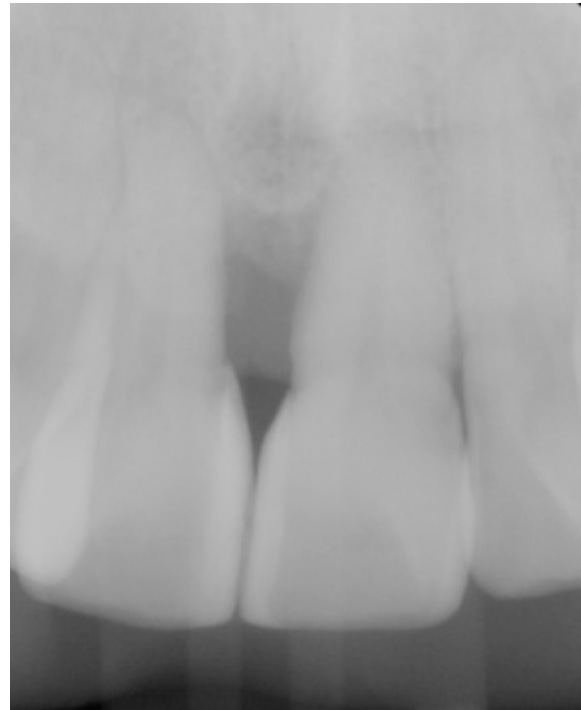


그림11. 술후 치근단방사선사진

토의

Diastema closure는 심미적으로 환자의 만족도가 높은 치료이나, 치주적으로 취약한 환자에서는 수복 후 치은염증, 치태 축적, 치은 퇴축의 악화, black triangle 심화 등의 위험이 증가할 수 있다. 따라서 단순히 공간을 폐쇄하는 것에 그치지 않고, 수복물의 형태와 접촉점 위치가 치주 건강을 유지할 수 있도록 설계되어야 한다.

Diastema의 치료 방법으로는 교정적 공간 폐쇄, 보철적 수복(라미네이트, 크라운 등), 직접 레진 수복이 대표적이다. 교정 치료는 공간 관리가 예측 가능하고 장기적 안정성이 우수할 수 있으나 치료 기간이 길고 환자의 협조도가 필요하다. 보철적 수복은 즉각적인 심미 개선이 가능하지만 치질 삭제량이 상대적으로 많을 수 있으며, 특히 치은 퇴축이 존재하는 환자에서는 보철 변연 설정 및 장기적 치주 안정성 측면에서 주의가 필요하다.

이에 반해 직접 복합레진 수복은 치질 삭제를 최소

화하면서도 비교적 짧은 시간 내 치료가 가능하다는 점에서 보존적이고 효율적인 치료법이다.

본 증례에서 환자는 치은 퇴축과 치태 축적이 동반되어 있었으나, 치주 탐침 깊이는 정상 범위였고 동요도도 없었다. 이에 따라, 치료 전 치석 제거 및 치태 조절을 시행하여 치주 상태를 안정화시키는 것이 우선적으로 필요하였다. 이는 치주적으로 취약한 환자에서 수복 치료의 예후를 좌우하는 중요한 요소로, 염증이 조절되지 않은 상태에서 수복을 시행할 경우 변연부 치은염증 및 장기적 실패 가능성이 증가할 수 있다.

또한 수복물 설계에서 가장 중요한 요소는 접촉점 위치와 인접면 윤곽이다. 접촉점이 지나치게 치근단 방향으로 위치할 경우, 치은 유두부에 압박이 가해지고 치태 축적이 증가하여 염증을 유발할 가능성이 높다^[3] 따라서 접촉점은 가능한 치관측에 위치시키되, 인접면은 적절한 볼록도를 유지하여 치실 및 치간칫솔 사용이 용이하도록 설계해야 한다^[4]. 본 증례에서는 심미적 요구를 만족시키면서도 치주 위생 관리가 가능하도록, 인접면을 과도하게 폐쇄하지 않고 일부 black triangle을 남기는 전략을 선택하였다.

색조 및 형태 형성 측면에서 직접 레진 수복은 술자의 기술 의존도가 높은 편이며, 특히 상악 중절치 인접면은 빛 투과와 색조 재현이 어려워 변연부 경계가 두드러질 수 있다^[5,6]. 이를 최소화하기 위해 본 증례에서는 long enamel bevel을 형성하여 접착 면적을 증가시키고, 레진-치질 경계의 마스킹 효과를 향상시키고자 하였다. 또한 치경부와 절단부에서 shade를 달리하여 자연스러운 색조를 구현하였다.

결과적으로, 본 증례는 치주적으로 취약한 환자에서도 치료 전 치주 안정화와 수복물 형태 설계를 적절히 수행한다면, 직접 복합레진 수복을 통한 diastema closure가 심미적이고 생물학적으로 안정적인 치료법이 될 수 있음을 보여준다.

결론

치주적으로 취약한 환자에서 상악 전치부 diastema closure를 직접 복합레진 수복으로 시행할 경우, 최소 침습적으로 즉각적인 심미 개선을 얻을 수 있다. 다만 안정적인 결과를 위해서는 수복 전 스케일링 및 치태 조절을 통한 치주 안정화가 선행되어야 하며, 수복물의 접촉점 위치와 인접면 윤곽을 치주 건강과 위생 관리를 고려하여 설계하는 것이 중요하다.

본 증례에서는 진단 wax-up을 기반으로 환자와 충분히 소통한 뒤 직접 레진 수복을 시행하였고, 치주 위생 관리를 고려하여 인접면을 적절히 볼록하게 형성하고 일부 black triangle을 남기는 방식으로 심미성과 유지관리의 균형을 확보하였다.

따라서 직접 복합레진 수복을 이용한 diastema closure는 치주적 한계를 신중히 고려한다면 효과적이고 생물학적으로 신뢰할 수 있는 치료 전략이 될 수 있다.

참고문헌

[1] Chu CH, Lo EC. A review of aesthetic restorative dentistry for anterior diastema. J

- Esthet Restor Dent. 2010;22(6):355-366.
- [2] Wolff D, Kraus T, Schach C, et al. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite resin restorations: clinical outcomes and longevity. J Adhes Dent. 2010;12(4):265-272.
- [3] Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. J Periodontol. 1992;63(12):995-996.
- [4] Ferrari M, Cagidiaco MC, Vichi A, et al. Direct composite restorations for diastema closure: technique and clinical considerations. Int J Esthet Dent. 2016;11(1):72-89.
- [5] Bazos P, Magne P. Bio-emulation: comprehensive approach to diastema closure using additive composite restorations. J Esthet Restor Dent. 2014;26(5):333-343.
- [6] Pontons-Melo JC, Furuse AY, Mondelli J. Aesthetic rehabilitation of anterior diastema with composite resin: clinical approach and long-term follow-up. Oper Dent. 2012;37(2):131-138.

CASE REPORTS

상악 중절치 Class IV 수복에서 파절선 마스크링과 복합레진 선택에 대한 임상적 고려

Class IV Restoration of a Maxillary Incisor: Considerations in Fracture Line Masking and Composite Selection

김지민, 신유석

Jimin Kim, Yoo Seok Shin

연세대학교 치과대학 보존과학교실

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

초록

Masking fracture lines in anterior Class IV restorations remains a significant esthetic challenge. The visibility of fracture lines is influenced by cavity depth, remaining dentin thickness, background shade, and the optical behavior of composite resins. Recent studies have reported that single-shade structurally colored composites exhibit reduced blending effectiveness in deep cavities or when dentin support is insufficient. In contrast, multi-shade layering techniques allow controlled reproduction of enamel and dentin optical properties, enabling more predictable masking of fracture lines.

This case report presents the esthetic rehabilitation of a maxillary central incisor with a Class IV defect associated with an ill-fitting previous restoration and secondary caries. A structured multi-shade layering approach using nanohybrid composite resin was applied, resulting in well-adapted margins and harmonious esthetic integration. Clinical considerations for fracture line masking and composite selection in anterior restorations are discussed.

Key words : Class IV restoration; Fracture line masking; Multi-shade layering; Structurally colored composite; Esthetic restoration

서론

전치부 Class IV 결손은 외상이나 우식으로 인해 흔히 발생하며, 기능적 회복뿐 아니라 심미적 통합이 치료 성공의 중요한 기준이 된다. 특히 법랑질-상아질 경

계부를 따라 파절선이 존재하거나 와동 깊이가 깊은 경우, 수복 후에도 파절선이 비쳐 보이는 현상이 발생할 수 있어 예측성 있는 마스크링 전략이 요구된다.

최근 단일 색조 구조색(structurally colored) 복합레진은 색조 선택 과정을 단순화하고 주변 치질과

Corresponding author: Yoo Seok Shin, DDS, MSD, PhD

Department of Conservative dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Republic of Korea

E-mail: DENSYS@yuhs.ac

의 blending 효과를 제공하는 장점으로 널리 사용되고 있다. 그러나 여러 연구에서 와동 깊이가 증가하거나 잔존 상아질 두께가 부족한 경우 blending 능력이 감소하여 파절선이나 어두운 배경이 충분히 차단되지 않을 수 있음이 보고되었다¹²⁾.

반면 다층 색조 적층(multi-shade layering) 복합레진 시스템은 상아질층과 법랑질층의 불투명도 및 색조를 개별적으로 조절할 수 있어 자연치의 광학적 특성을 보다 정밀하게 재현할 수 있다. 따라서 파절선이 존재하거나 배경 차단이 필요한 전치부 Class IV 수복에서는 다층 색조 적층 기법이 여전히 예측성 높은 접근법으로 평가된다.

본 증례에서는 기존 부적합 수복물과 이차 우식이 동반된 상악 중절치 Class IV 결손에서 다층 색조 적층 복합레진 수복을 시행하여 안정적인 변연 적합성과 자연스러운 심미 결과를 얻었기에 이를 보고하고, 파절선 마스킹을 위한 임상적 고려사항을 고찰하고자 한다.

증례

환자 정보 및 진단

만 26세 남자 환자가 “기존에 치료받은 앞니(#21)가 흔들리는 느낌이 들며 부러지거나 빠질까 걱정된다”는 주소로 내원하였다.

특이할 만한 의과적 병력 소견은 없었으며, 치과병력상 #21은 약 2년 전 우식으로 Class IV 복합레진 수복을 시행한 이력이 있었다.

임상 검사에서 #21은 동요도와 타진 반응은 정상 범위였고 냉자극 검사에서 정상 반응을 보였다. 기존 수복물은 변연 적합이 불량하였으며 변연부 이차 우식이 관찰되었다. 치주 탐침 깊이는 정상 범위였다.

(그림 1,2)

따라서 #21에 대해 기존 Class IV 수복물과 연관된 이차 우식으로 진단하였으며, 기존 수복물을 제거한 후 새로운 Class IV 복합레진 직접 수복으로 교체하는 치료 계획을 수립하였다.



그림 1. 초진 치근단 방사선 사진



그림 2. 초진 협면 임상사진



그림 3. 러버담 장착 및 floss tie 후 협면 임상사진

치료 과정

중등도 두께의 러버댐(Isodam; Sigma Dental, Seoul, Korea)을 이용하여 #11과 #21에 격리를 시행하고 floss tie로 치은 변연 노출을 확보하였다. (그림3) 기존 수복물과 이차 우식을 제거한 후 Class IV 와동을 형성하였다. 파절선의 마스킹과 접착 면적 증가를 위해 협측 법랑질에 long bevel을 형성하였다. (그림4)

35% 인산을 이용해 법랑질의 선택적 산부식을 시행한 후, 본딩제(SE Bond; Kuraray, Japan)를 법랑질과 상아질에 도포하여 접착을 완료하였다. 이후 인접면 형태 재현을 위해 pre-contoured sectional matrix (Signet W1 sectional matrix; TDV Dental, Brazil)를 적용하였다.

치경부는 flowable composite(Metafil Flo A3; Meta Biomed, Korea)으로 sealing을 시행하였으며, 상아질층은 nanohybrid composite(Filtek Z350 XT Dentin A3; 3M ESPE, USA)을 이용해 해부학적 dentin core를 재현하였다. 최종 법랑질층은 Filtek Z350 XT Enamel A3를 이용하여 structured layering technique을 통해 투명도와 표면 질감을 부여하였다.

마무리 및 연마는 fine diamond bur, white stone bur, Soflex discs(3M ESPE, USA), Enhance Pogo points(Dentsply Sirona, USA)를 이용하여 시행하였다. 술 후 방사선 및 임상 사진에서 변연 적합성과 자연스러운 색조 통합이 확인되었다.

고찰

전치부 Class IV 수복에서 파절선(fracture line)의 가시성은 심미적 실패의 주요 원인 중 하나이며, 이는 와동 깊이, 잔존 상아질 두께, 배경 색조, 그리고 복합레진의 광학적 특성에 의해 결정된다. 최근 구조색 기반 단일 색조 복합레진(structurally colored resin composite)은 색조 선택 과정을 단순화하고 자연스러운 blending 효과를 제공하는 장점으로 임상에서 활용도가 증가하고 있다. 그러나 이러한 레진은 와동이 깊거나 하부 상아질 지지가 부족한 경우 blending



그림4. 와동 형성 후 협면 임상사진



그림5. Sectional matrix 적용 후 협면 임상사진



그림6. 최종 수복 및 연마 후 협면 임상사진

효과가 감소하여 파절선이나 어두운 배경이 충분히 차단되지 않을 수 있음이 보고되었다³⁾.

Lee 등은 구조색 기반 단일 색조 레진 중 Omnichroma(Tokuyama, Japan)의 색 혼합 효과가 와동 깊이에 따라 유의하게 감소함을 보고하였으며, 특히 와동 깊이가 4 mm 이상인 경우 blending 효과가 현저히 저하되어 임상 적용 시 주의가 필요하다

고 하였다^[4]. 또한 동일한 와동 깊이에서도 하부 두께 (bottom thickness)가 2 mm 미만일 경우 색 혼합 능력이 추가적으로 감소함을 보고하였다^[4]. 결과적으로 단일 색조 레진의 적용에는 와동 형태와 잔존 치질 두께에 대한 사전 평가가 필수적임을 강조하였다.

반면 다층 색조 적층 복합레진 시스템은 상아질층의 불투명도와 법랑질층의 투명도를 개별적으로 조절할 수 있어 파절선 마스크와 자연치 색 재현을 동시에 달성할 수 있다. 특히 파절선이 상아질층까지 연장되거나 구강 내 어두운 배경이 수복물 후방에 위치하는 경우에는 불투명 레진(opaque shade 또는 opaquer)의 적절한 두께 확보가 필수적이다.

Perez 등의 scoping review에 따르면, 구강 내 black background를 효과적으로 차단하기 위해서는 최소 1.5 mm 이상의 불투명 레진 두께가 필요하며, C4 shade 배경의 경우에도 최소 0.5 mm 이상의 불투명 레진 적용이 권장된다고 보고하였다^[6]. 또한 masking 능력은 불투명 레진의 비율이 증가할수록 향상되지만, 최종 심미성을 위해 법랑질층의 투명도 재현이 병행되어야 함을 강조하였다^[6].

상악 중절치의 평균 협-구개 치관 두께는 한국인 기준 약 3.14 mm로 보고되어 있다^[7]. 따라서 이를 고려할 때 임상적으로 약 1.5 mm 이상의 불투명 레진층을 확보하고 그 위에 법랑질층을 적층하는 것이 해부학적 형태를 유지하면서도 효과적인 배경 차단을 달성할 수 있는 합리적 접근으로 판단된다. 종합하면, 깊은 Class IV 결손이나 파절선이 존재하는 증례에서는 단일 색조 레진 단독 사용보다는 다층 적층 기법이 보다 예측성 높은 심미 결과를 제공할 가능성이 높다.

본 증례에서는 협측 long bevel을 형성하여 접촉 면적을 증가시키고 파절선 경계부의 광학적 연속성을 유도하였으며, 상아질층에는 불투명도가 조절된 nanohybrid composite을 적용하고, 최종 법랑질층은 투명도가 높은 레진으로 적층함으로써 자연치와 조화로운 색조 및 질감을 재현하였다. 이러한 structured layering 접근은 파절선 마스크뿐 아니라 변연부 색 안정성과 장기적 심미 유지에도 유리한 것으로 판단된다.

종합하면, 파절선이 존재하거나 배경 차단이 필요

한 전치부 Class IV 수복에서는 와동 깊이와 잔존 상아질 두께를 사전에 평가하고, 단일 색조 레진의 적용 한계를 인지한 상태에서 다층 색조 적층 전략 및 불투명 레진의 적절한 두께 확보가 필요하다. 이러한 접근은 파절선 마스크의 예측성을 향상시키고 자연치와 조화로운 심미적 결과를 얻는 데 효과적인 임상적 방법으로 판단된다.

결론

파절선이 동반된 전치부 Class IV 수복에서 심미적 성공을 위해서는 와동 깊이, 잔존 상아질 두께, 그리고 복합레진의 광학적 특성에 대한 종합적 고려가 필요하다. 다층 적층 복합레진 기법은 파절선 마스크와 색조 재현을 효과적으로 달성할 수 있는 예측성 높은 임상적 접근법으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Lee J, Kim J, Seo D, Son S, Park J. Influence of depth of cavity on color blending effect of structurally colored resin. *Korean J Dent Mater.* 2023;50(4):191-203. doi:10.14815/kjdm.2023.50.4.191.
- [2] Zhu J, Chen S, Anniwaer A, Xu Y and Huang C (2023) Effects of background color and restoration depth on color adjustment potential of a new single-shade resin composite versus multi-shade resin composites. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 11:1328673. doi: 10.3389/fbioe.2023.1328673.
- [3] Khayat WF. In Vitro Comparison of Optical Properties Between Single-Shade and Conventional Composite Resin Restorations. *Cureus.* 2024;16(4):e57664. Published 2024 Apr 5. doi:10.7759/cureus.57664.
- [4] Lee J, Kim JH, Seo DG, 2023; 50(4) 191-203.

- [5] Lehr RM, Perez BG, Gaidarji B, Dalmolin A, Durand LB. Masking Ability of the Combined Application of Opaquers and Resin Composite on Discolored Backgrounds. *Oper Dent.* 2022;47(2):225-235. doi:10.2341/20-304-L.
- [6] Perez BG, Gaidarji B, Righes DZ, Pecho OE, Pereira GKR, Durand LB. Masking ability of resin composites: A scoping review. *J Esthet Restor Dent.* 2023;35(2):333-344. doi:10.1111/jerd.12976.
- [7] Song JW, Leesungbok R, Park SJ, Chang SH, Ahn SJ, Lee SW. Analysis of crown size and morphology, and gingival shape in the maxillary anterior dentition in Korean young adults. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(4):315-320. doi:10.4047/jap.2017.9.4.315.

CASE REPORTS

Esthetic Anterior Rehabilitation Using Direct Composite Resin and PFZ Crowns : A Combined Restorative Approach

오희원*, 김선영
Heewon Oh, Sun-Young Kim

서울대학교 치의학대학원 치과보존학교실
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University

초록

Esthetic rehabilitation of the anterior dentition requires a careful balance between conservation of tooth structure, optical harmony, and biomechanical durability. Although all-ceramic crowns have become a standard option for definitive anterior restorations, direct composite resin remains valuable due to its minimally invasive nature. Porcelain-fused-zirconia (PFZ) crowns offer reliable strength with improved optical properties, making them suitable for cases with substantial structural or esthetic compromise. This case presents a combined restorative strategy utilizing PFZ crowns for esthetically compromised incisors and direct composite resin for conservative correction of adjacent teeth.

Key words : Esthetic rehabilitation, Direct composite restoration, Class IV restoration, Anterior PFZ crown, Gingivectomy

서론

전치부는 심미적 요구도가 가장 높은 부위로, 치아의 형태와 색조뿐만 아니라 치은의 윤곽과 대칭성이 환자의 미소와 안모 인상에 중요한 영향을 미친다. 특히 상악 전치부에서 gingival zenith 등의 치은 형태는 치아 길이와 배열의 인지에 직접적으로 관여하며, 미세한 비대칭만으로도 심미적 불균형이 나타날 수 있다. 따라서 전치부 심미수복에서는 치아 수복뿐 아니

라 연조직 형태를 포함한 통합적인 치료 계획이 필수적이다.

최근 심미 수복 재료와 접착 기술의 발전으로 전치부 수복의 치료 선택지가 다양해지고 있다. 직접 복합 레진 수복은 최소 침습적 접근이 가능하고 치아 형태와 색조를 미세 조정할 수 있다는 장점이 있어 보존적인 심미 개선에 유용하다. 반면, 구조적 결손이 크거나 기존 수복물이 반복적으로 실패한 경우에는 전장관 수복이 요구되며, porcelain-fused-to-zirconia(PFZ)

Coresponding author: Sun-Young Kim
Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University,
101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, Republic of Korea, 03080
E-mail: denkim@snu.ac.kr

크라운은 높은 기계적 강도와 개선된 심미성을 동시에 제공할 수 있는 재료로 활용되고 있다.

본 증례에서는 상악 전치부에서 치아 파절과 극심한 치아 변색, 치은 형태 비대칭을 보이는 환자에서, 직접 복합레진 수복과 PFZ 전장관 수복, 치은 성형을 병행하여 전치부 심미를 개선한 과정을 보고하고자 한다.

증례

만 19세 남자 환자는 외상으로 인한 #21,22의 파절로 처음 내원하였으나, 외상 치아에 대해 경과 관찰을 하는 중 오른쪽 앞니(#11,12)의 심미도 함께 개선하고 싶다고 호소했다. 임상 및 방사선 검사상 #21,22 치아의 경우 치수 노출이 없는 치관 파절을 나타냈고 임상 증상은 없었으며 EPT 검사에 양성을 나타냈다. #11,12 치아의 경우 오래전 외상으로 인해 근관치료 시행 및 금 포스트 식립, 4급 복합레진 수복을 시행한 상태였으나, 치아의 변색이 심하고 치은의 높이가 #21,22에



그림 1. 초진 치근단 방사선 사진

내려와 있는 상태였다(그림 1, 2).

#21,22의 LCGI 임시수복을 4급 복합레진 수복으로 대체하고, 치은 위치를 대칭으로 맞추기 위해 #11,12



그림 2. #21,22 LCGI 임시수복 후 임상사진-정면 및 교합면



그림 3. #21,22 4급 복합레진 수복 시행한 모습



그림 4a. #11,12 gingival zenith 차이 측정



그림 5. #11,12 PFZ 전장관 수복을 위한 치아삭제 시행한 모습



그림 4b. #11,12 치은 성형(gingivectomy) 시행한 모습



그림 6. Shade taking 과정

치은성형 후, #11,12 변색을 개선하기 위해 PFZ 전장관 수복을 계획하고 이에 맞추어 치료를 진행하였다.

치료 과정

기존 #21, 22 부위의 LCGI 수복물을 완전히 제거한 뒤, 변연부의 심미적 연결과 접착면적 확보를 위해

bevel을 부여하여 cavity preparation을 시행하였다. LCGI 수복물 제거 전 채득한 putty index 를 활용하여 구개면 수복을 먼저 진행했다. ESTELITE® SIGMA QUICK (Tokuyama, Tokyo, Japan)을 이용하여 색조층화를 적용하였고, OA3(블투명층) → A2 → A3 순으로 여러 shade를 조합하여 자연치와 유사한 투명도와 색조를 재현하고자 하였다. 수복 후 교합 및 변연 이



그림 7. #11,12 PFZ 전장관 장착 후 정면 및 교합면 사진





그림 8. 초진 및 최종 임상 사진

행을 확인하고 Sof-Lex™ disc (Solventum, St. Paul, MN, USA)를 사용한 연마를 통해 표면 광택을 부여하였다 (그림 3).

전치부 심미 평가에서 #21, 22와 #11, 12 사이의 gingival zenith 및 contour 비대칭이 확인되어, 최종 크라운 수복 전 연조직 레벨을 선행적으로 조정하기로 하였다. 먼저 probe를 사용하여 gingival zenith의 높이 차이를 측정하여 gingivectomy 할 양을 약 1mm로 정량화 하였다 (그림 4a). 이후 #11, 12 부위에 대해 #15 scalpel blade를 사용하여 계획된 범위대로 gingivectomy를 시행하였으며, 치은 변연의 높이와 scalloping이 인접 치아와 대칭을 이루도록 윤곽을 정리하였다 (그림 4b).

치은 성형을 시행한 후, PFZ 전장관 수복을 위한 #11, 12 치아 삭제를 시행하였다. 상아질이 노출되면서 어두운 변색이 더 두드러지는 양상이 보였다. 치은 압박을 시행한 뒤 실리콘 인상재로 인상을 채득했다 (그림 5). 삭제 후 치아 형태 및 변연부를 정리하고, 최종 색조 조화를 위해 인접치의 shade selection을 시행하였다. #11은 전체적으로 A2, #12는 incisal 2/3에서 A2, cervical 1/3에서 A3로 설정하여 기공소에 의뢰하였다 (그림 6).

기공소에서 제작된 PFZ crown 장착 시, 크라운 내면에 sandblasting을 시행한 뒤 Z-Prime™ Plus (BISCO, Schaumburg, IL, USA) 도포하였다. 이후 자가접착 레진 시멘트인 RelyX™ U200(Solventum)을 사용하여 접착하였다. 접착 후 잔여 시멘트를 제거하고 변연 적합도 및 교합을 확인하였다. 최종적으로 임상 사진 및 방사선 사진을 통해 전치부 심미 조화와 수복물 적합 상태를 평가하였다 (그림 7,8).

고찰

전치부 심미수복에서 가장 중요한 요소는 치아 자체의 형태와 색조뿐 아니라 이를 둘러싸는 치은의 대칭성과 조화이다. 본 증례에서는 상악 전치부에서 치아별 구조적 손상 정도 및 변색의 정도가 상이하였고, gingival zenith 및 contour 또한 비대칭을 보였다. 이에 따라 모든 치아에 동일한 수복 방식을 적용하기보다, 각 치아의 구조적 요구도와 심미적 목표에 따라 치료 방법을 달리하는 전략을 선택하였다.

PFZ 크라운은 지르코니아 하부 구조로 인한 높은 굴곡강도와 파절 저항성을 가지면서도, 도재 적층을 통해 자연스러운 투명도를 재현할 수 있다는 장점이 있다. 특히 기존 수복물이 크거나 치질 손실이 상당한 치아에서는 충분한 기계적 안정성과 심미적 보철 수복을 동시에 달성할 수 있어 유용하다. 본 증례에서도 구조적 결손이 크고 색조 개선이 필요했던 치아에 PFZ 크라운을 적용함으로써 기능적 안정성과 심미적 조화를 도모하였다.

한편, 크라운 수복을 위한 치아삭제 후 상아질층이 드러나게 되면서 치아의 어두운 색조가 더 두드러지게 나타나며 PFZ 크라운 장착 후에도 #21, 22 치아에 비해 약간 어두운 경향을 보였다. 이를 개선하기 위해 치료 선택에 있어 다른 대안도 고려될 수 있다. 예를 들어, 이미 근관치료가 시행된 치아였기 때문에 치관부 골드 포스트를 제거하고 non-vital bleaching을 선행하여 치질의 색조를 개선한 후 수복하는 방법도 가능하다. 이는 삭제량을 줄이고 보철 수복 범위를 최소화할 수 있다는 점에서 장점이 있다. 또한 PFZ 크라운 대신 더 높은 masking effect를 기대할 수 있는 단일 구조(monolithic) 지르코

니아 크라운을 선택하는 것도 하나의 임상적 대안이 될 수 있다. 그러나 이러한 경우에는 투명도 감소로 인한 심미성 저하 가능성도 함께 고려해야 한다.

반면, 직접 복합레진 수복은 최소 침습적 접근이 가능하고 치아 삭제를 최소화하면서 형태와 line angle 을 미세하게 조정할 수 있다는 점에서 보존적 심미 개선에 효과적이다. 특히 인접 치아와의 조화를 위해 부분적인 형태 수정이나 색조 보정이 필요한 경우, 복합 레진은 가역적이고 수정이 용이한 재료라는 장점을 가진다. 본 증례에서와 같이 PFZ 크라운과 직접 복합 레진 수복을 병행함으로써 각 치아의 상태에 맞는 침습도 조절이 가능하였고, 기능적 안정성과 심미적 통합을 동시에 달성할 수 있었다. 또한, 전치부 심미수복에서 치은 대칭성은 최종 결과의 인상에 결정적인 영향을 미친다. 본 증례에서는 #21, 22와 #11, 12 사이의 gingival zenith와 contour의 차이가 관찰되어, 보철 수복 이전에 gingivectomy를 선행하였다. 치은 zenith의 위치를 생리적 범위로 재설정하고 scalloping을 대칭적으로 형성함으로써, 최종 보철물의 길이와 비율이 보다 자연스럽게 인지되도록 하였다. 기존 문헌에 따르면 심미적 치관연장술 또는 gingivectomy 후 연조직의 안정성은 비교적 예측 가능하게 유지되며, 이는 보철 수복 전 연조직 조정의 타당성을 뒷받침한다.

결과적으로 본 증례는 치아별 구조적 조건, 색조 상태, 연조직 형태를 종합적으로 평가하여 수복 방법을 선택하는 것이 전치부 심미 재건에서 중요함을 보여준다. 단일 재료에 의존하기보다, 보존적 수복과 전장관 수복, 그리고 연조직 조정을 통합적으로 계획하는 접근이 보다 예측 가능한 심미적 결과를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

결론

본 증례는 상악 전치부에서 치아별 구조적 상태와 변색 정도, 그리고 치은 형태의 비대칭을 종합적으로 고려하여 직접 복합레진 수복, PFZ 크라운, 그리고 gingivectomy를 단계적으로 병행함으로써 기능적 안정성과 심미적 조화를 동시에 달성할 수 있음을 보

여준다. 특히 보철 수복 이전의 연조직 재형성은 최종 수복물의 비율과 대칭성을 향상시키는 데 중요한 역할을 하였으며, 치아별 침습도를 조절한 혼합 수복 전략은 예측 가능한 심미 재건을 가능하게 하였다. 전치부 심미수복에서 반드시 단일 재료나 술식에 의존하기보다, 치질 및 연조직 상태를 통합적으로 평가한 맞춤형 접근이 바람직할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Chu SJ, Tan JH, Stappert CF, Tarnow DP. Gingival zenith positions and levels of the maxillary anterior dentition. *J Esthet Restor Dent.* 2009;21(2):113-20.
- [2] Brägger U, Lauchener D, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown. *J Clin Periodontol.* 1992;19(1):58-63.
- [3] Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol* 2000. 1996 Jun;11:18-28.
- [4] Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater.* 2015 Jun;31(6):603-23.
- [5] Dietschi D, Fahl N Jr. Shading concepts and layering techniques to master direct anterior composite restorations: an update. *Br Dent J.* 2016 Dec 16;221(12):765-771.
- [6] Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent.* 2006 Aug;34(7):412-9.
- [7] Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clinical procedures. *J Endod.* 2008 Apr;34(4):394-407.
- [8] Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018 Feb;97(2):140-147.

The Korean Journal of Adhesive Dentistry

한국접착치의학회 회칙

2006년 10월 22일 제정
2017년 12월 17일 개정
2019년 01월 22일 개정
2020년 11월 27일 개정
2021년 12월 4일 개정
2023년 12월 10일 개정

제1장 총칙

제1조 (명칭)

본회는 한국접착치의학회(Korean Academy of Adhesive Dentistry)라 한다.

제2조 (성립)

본회는 대한치과의사협회 정관 제 61조에 의거하여 성립한다.

제3조 (사무소)

본회는 본부를 서울특별시에 두고 각 시, 도에 지부를 둘 수 있다.

제2장 목적 및 사업

제4조 (목적)

본회는 접착치의학(adhesive dentistry) 분야의 연구/개발과 학술 교류 및 회원 상호 간의 친목을 도모함을 목적으로 한다.

제5조 (사업)

본회는 목적을 달성하기 위하여 다음의 사업을 수행한다.

1. 접착치의학에 대한 연구/개발
2. 학술대회 및 학술집담회를 포함한 다양한 형태의 학술활동
3. 학회지 및 기타 접착치의학 관련 도서의 출판 및 번역
4. 회원의 연구/개발 활동 지원 및 학술정보 교환
5. 국내외 관련 학회들과 학술교류 및 협력
6. 회원 상호 간의 친목 도모
7. 기타 본회의 목적 달성에 필요한 사항

제3장 회원

제6조 (회원의 자격 및 입회)

본회 회원은 본회의 목적에 동의하고 접착치의학 분야에 관심이 있는 자로, 본회에 입회 원서를 제출하고 소정의 입회비 및 연회비를 납부한 후 이사회의 승인을 거쳐 회원 자격을 취득한다.

제7조 (회원의 종류)

본회는 다음과 같은 회원으로 구성된다.

1. 정회원 : 본회의 목적에 동의하는 치과의사 및 관련 분야 연구자
2. 준회원: 치과대학 및 관련 대학 재학생, 치과기공사 및 치과위생사
3. 명예회원: 정회원이 아닌 자로써 본회의 목적에 동의하고 본회 발전에 공로가 지대한 자
4. 원로회원: 만 65세 이상으로 20년 이상 본회의 정회원으로 활동한 자

제8조 (회원의 권리)

본회 회원은 다음과 같은 권리를 취득한다.

1. 회원은 선거권과 피선거권이 있다.
2. 회원은 정기 총회 및 임시 총회에 출석하여 발언권 및 의결권을 행사할 수 있다.
3. 본회가 발간하는 각종 출판물 및 제 증명을 받는 등 회원으로서 인정되는 모든 권익을 보장받는다.

제9조 (회원의 의무, 자격 상실 및 윤리)

본회 회원의 의무, 자격 상실 및 윤리는 다음과 같다.

1. 회비 납부의 의무: 본회 회원은 본회 소정의 회비를 납부하여 본회의 제반 사업 및 회무에 협조할 의무가 있다.
(단, 명예 회원과 원로 회원, 만 65세 이상으로 10년 이상 학회 정회원으로 활동한 자는 회비 납부 및 학회 등록비 납부의 의무를 면제받는다.)
2. 출석의 의무: 본회 회원은 최소 연 1회 본회가 주관하는 학술모임에 참석하여야 한다.
3. 자격 상실: 본회 회원으로서 연속 2년간 회원의 의무를 이행하지 않을 경우, 이사회의 의결에 의해 회원의 자격을 상실할 수 있다.
4. 윤리 위배: 회원으로서 치과의사의 윤리에 위배된 행위를 하거나 본회에 대하여 재산상 손해 또는 명예를 훼손하였을 때에는 이사회의 의결과 총회의 동의에 따라 손해배상, 징계 또는 제명 처분될 수 있다.

제4장 조직

제10조 (업무부)

본회는 본회의 목적 및 사업 달성을 위하여 다음의 각 부를 두며, 해당 업무를 관리한다.

1. 총무부: 회원의 입회 및 관리, 서무, 장단기 발전 계획 기획, 각 부의 업무 조정 및 본회 목적을 달성하기 위한 기타 사항
2. 재무부: 예산, 결산 편성, 재정 대책, 회비 및 보조금, 찬조금에 관한 사항
3. 학술부: 학회, 학술집담회 및 각종 교육 관련 사업에 관한 사항
4. 국제부: 국제학회 교류와 국제학회 정보 제공 및 국외학자 초청, 국외 학술지 안내에 관한 사항
5. 공보/섭외부: 대외 홍보 및 언론 관리, 유관 단체들과 협조, 각종 행사 진행에 관한 사항
6. 편집부: 학회지 편집, 출판 및 관련 학술지 수집 및 평가에 관한 사항
7. 보험부: 의료보험과 관련된 부분에 대한 연구와 조사에 관한 사항
8. 법제부: 회원 자격 심의, 회칙 및 관련 법규에 대한 유권해석, 치과의료행위 자문에 관한 사항
9. 정보통신부: 홈페이지 관리, 자료 구축, 회무 전산화에 관한 사항
10. 자재부: 자재 정보 및 평가, 유관 업체들과 정보 교환에 관한 사항

제11조 (위원회)

1. 본회의 목적 수행에 필요한 경우 회장은 각종 위원회를 구성할 수 있으며, 위원장은 회장이 임명한다.
2. 위원회의 구성과 업무 및 운영에 필요한 제반 사항은 별도의 규정으로 정하고 이사회의 승인을 받아야 한다.
3. 위원회는 임원의 임기와 관계없이 규정에 의한 업무를 독자적으로 수행한다.
4. 위원회 위원장은 이사회에 참석하여 업무 보고를 한다.

제5장 임원 및 고문

제12조 (임원)

본회는 다음의 임원을 둔다.

1. 회장 : 1명
2. 차기회장 : 1명
3. 부회장 : 약간명
4. 상임이사 : 10명 내외
5. 실행이사 : 약간명
6. 평이사 : 약간명
7. 감사 : 2명
8. 지부장 : 약간명

제13조 (임원 선출 및 임기)

본회 임원 선출 및 임기 다음과 같다.

1. 회장 및 감사는 총회에서 무기명 비밀투표에 의한 다수 득표자로 선출하며, 부회장, 상임이사 및 평이사는 회장이 선임한다.
2. 임원의 임기는 2년으로 하되 중임할 수 있으며, 차기회장은 선출 2년 후 정기총회일 익일 부터 회장을 승계한다.
3. 임원 교체 시에는 1/2 이상 교체하지 않는 것을 원칙으로 한다.
4. 상임이사의 결원이 있을 때에는 회장이 선임하며, 보궐 선임된 상임이사의 임기는 전임자의 잔여 임기로 한다.

제14조 (회장)

회장은 본회를 대표하고 제 회무를 통괄하며, 본회의 시 의장이 된다.

제15조 (차기회장 및 부회장)

차기회장과 부회장은 회장을 보좌하며 회장 유고 시에 이를 승계한다.

제16조 (상임이사 및 평이사)

1. 상임이사는 이사회에서 본회의 주요 회무를 심의 의결하며, 각각 총무, 재무, 학술, 국제, 공보/섭외, 편집, 보

협, 법제, 정보통신, 자재부의 업무를 분장한다.

2. 상임이사 밑에 그에 상응한 하위 부서를 설치하고 간사 및 약간 명의 위원을 선정할 수 있다.
3. 상임이사는 본회의 회의 및 이사회에 참석하여 각 부의 회무를 보고하여야 한다.
4. 평이사에게는 필요한 경우 회장의 권한으로 특별업무를 위촉할 수 있다.

제17조 (감사)

감사는 회무 및 재정을 감시하고 그 결과를 총회에 보고한다.

제18조 (고문)

1. 역대 회장은 본회의 고문으로 추대한다.
2. 본회의 발전에 공헌한 회원은 이사회의 추천, 총회의 의결로 본회의 고문으로 추대한다.

제6장 이사회

제19조 (구성)

이사회는 회장, 부회장 그리고 각 부의 상임이사들로 구성한다.

제20조 (성립 및 임무)

이사회는 과반수 이상이 출석하여 성립하고 다음 사항을 심의, 의결한다.

1. 본회의 사업 계획, 운영 방침에 관한 사항
2. 업무 진행에 관한 사항
3. 예산 및 결산서 작성에 관한 사항
4. 지부 설치와 운영에 관한 사항
5. 기타 중요한 사항

제21조 (소집)

이사회는 다음 사항을 준수하여 소집한다.

1. 이사회는 회장이 소집하고 그 의장이 된다.
2. 이사회를 소집하고자 할 때에는 미리 목적을 제시하여 각 이사에 통보하여야 한다.
3. 임시 이사회는 이사 1/3 이상의 요청에 의하여

소집할 수 있다.

제22조 (의결)

이사회는 다음 사항을 준수하여 의결한다.

1. 이사회 의결은 출석 이사 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만, 가부동수인 경우에는 회장이 결정한다.
2. 감사는 출석하여 의견을 진술할 수는 있으나 의결권은 없다.

제7장 회의

제23조 (회의)

본 회의 회의는 정기 총회 및 임시 총회로 한다.

1. 총회는 회장이 의장이 되어 진행한다.
2. 총회의 의결은 출석 회원의 다수결로 결정한다. 단, 회칙의 개정은 출석회원 2/3 이상의 찬성에 의하여 결정한다.
3. 총회의 의결에서 가부동수인 경우에는 회장이 결정권을 가진다.
4. 정기총회는 매년 1회 개최한다.
5. 임시총회는 이사회 의 1/2 또는 회원의 1/3이상의 요청에 의하여 회장이 이를 소집한다.

제24조 (의결 사항)

총회에서의 의결사항은 다음과 같다.

1. 회칙에 관한 사항
2. 예산 결산에 관한 사항
3. 감사의 보고에 관한 사항
4. 사업 계획에 관한 사항
5. 임원 선거에 관한 사항
6. 의장이 필요하다고 인정된 사항

제8장 재정

제25조 (수입)

본 회의 재정은 다음 수입으로 충당한다.

1. 입회비
2. 연회비
3. 찬조금 및 기타

제26조 (회비)

본 회의 회비는 이사회에서 의결하여 총회에서 인준을 받아야 한다.

제27조 (회계의 구성)

본 회의 회계는 일반회계, 기금회계, 특별회계로 구성한다.

제28조 (관리)

본 회의 재정은 다음과 같이 관리한다.

1. 각 회계는 본 회의 명의로 금융기관에 계좌를 설정하고, 그 증서를 재무이사가 보관한다.
2. 수입 및 지출과 관련된 장부는 재무이사가 작성하여 보관하고, 매 이사회 때 보고하여야 한다.

제29조 (회계 연도)

본 회의 회계 연도는 09월 1일부터 익년 08월 말일까지로 한다.

제9장 부칙

제30조 (회칙의 개정)

본 회의 회칙을 개정하고자 할 때에는 이사회 의 승인을 거쳐 총회에서 출석 회원 3분의 2이상의 찬성으로 의결하며 의결과 동시에 발효한다.

제31조 (예외 사항)

본 회 회칙에 규정되지 않은 사항은 일반 관례에 준하여, 이사회 의 동의를 요한다.

제32조 (회칙의 발효)

본 회의 회칙은 2006년 창립 총회에서 통과된 날로부터 시행한다.

한국접착치의학회지 투고규정

2018년 1월 29일 제정

1. 투고자격

한국접착치의학회 회원, 접착치의학 및 관련 분야 연구자는 모두 본 학회지에 투고할 수 있다.

2. 원고의 제출처 및 제출 시기

원고는 한국접착치의학회의 홈페이지 (www.kaad.or.kr) 를 이용하여 전자 투고하는 것을 원칙으로 한다. 원고의 제출 시기는 특별히 정하지 않으며, 원고가 제출된 순서와 진행상황에 따라 순서대로 게재한다. 편집자에게 질문이 필요한 경우 연락처는 다음과 같다.

장지현 편집장 (Editor-in-Chief)

한국접착치의학회

서울특별시 동대문구 경희대로 23 경희대학교 치과병원 4층

전화: 02-958-9330

Fax: 02-958-9303

E-mail : jangjihyun@khu.ac.kr

3. 원고의 종류

본 학회지는 원저(Original article), 증례 보고(Case report) 및 종설(Review article) 등을 게재한다. 위에 속하지 않은 기타 사항 및 광고 등의 게재는 편집위원회에서 심의 결정한다.

4. 연구윤리 및 책임

한국접착치의학회지는 인간 및 동물실험에 따른 연구윤리 문제에 대해 대한민국 교육인적 자원부와 학술진흥재단의 연구윤리 가이드 라인을 준수하며 이차 게재와 이중 게재에 대한 대한의학학술지 편집인 협회회의 지침을 준수한다. 본 학술지에 실린 논문을 포함한 제 문헌에서 밝히고 있는 의견, 치료방법재료 및 상품은 저자 고유의 의견과 발행인, 편집인 혹은 학회의 의견을 반영하고 있지 않으며 그에 따른 책임은 원저의 저자 자신에게 있다.

5. 원고의 언어

원고 및 초록은 국문 또는 영문으로 작성함을 원칙으로 한다. 치의학 용어집을 준용해야 하며 이해를 돕기 위해 괄호 속에 원어나 한자를 기입할 수 있다. 국문 용어가 없을 경우 원어를 그대로 사용한다. 약어를 사용할 경우에는 본문 중 그 원어가 처음 나올 때 원어 뒤 괄호 속에 약어를 표기하고 그 이후에 약어를 사용한다. 이는 초록에서도 동일하게 적용한다.

표 (table), 그림설명 (figure legend), 참고문헌 (reference)은 국문이나 영문으로 표기한다.

6. 원고의 저작권

제출된 원고를 편집위원회에서 재고 및 편집함에

있어 해당 원고가 본 학회지에 게재될 경우 저작권은 본 학회지에 있다

7. 동의의 획득

연구 대상이 사람이나 동물인 경우 해당연구 기관의 연구윤리위원회(IRB)의 승인을 얻어야 하며 논문 투고 시 반드시 첨부하여 제출하여야 하고 투고 논문의 재료 및 방법에도 이에 관한 문구를 반드시 명시하여야 한다. 또한, 다음의 경우 원저자 및 당사자의 동의를 사전에 얻어야 한다.

- 1) 이미 출판된 자료나 사진
- 2) 아직 발표되지 않은 자료나 타 연구자와의 개인적인 의견 교환을 통해 입수한 정보
- 3) 인식 가능한 인물 사진 등

원고의 제출 시 위 사항에 대해 본 학회지에서는 원고의 저자가 당사자의 동의를 획득한 것으로 간주하며이에 대한 책임은 원고의 저자에게 있다.

8. 원고의 구성

모든 원고는 가능한 한 간결하게 기술하여야 한다. 단위와 기호, 그림, 표, 참고문헌 등의 표기법은 한국 접착학회지의 예시를 참조하여 통일되게 작성한다.

1) 표지 (Title page)

제목 (국문투고 시 국문, 영문 모두 표기), 저자명, 학위, 직위, 교신저자 표기(*) 및 모든 저자의 소속을 표기하며하단에는 교신저자의 소속, 직위, 주소, 전화 및 Fax 번호, E-mail 주소를 표기한다.

2) 초록 (Abstract)

초록은 국문 또는 영문으로 작성하여 제출한다. 연구 목적, 재료 및 방법, 결과, 결론을 소제목으로 사용하여 국문인 경우 500자, 영문인 경우 250단어 이내로 기술한다. 초록의 말미에는 6개 이내의 주요 단어 (key word)를 국문 초록에서는 국문으로, 영문 초록에서는 영문으로 표기한다. 단, 국문 원고의 경우 제목, 저자명, 교신저자의 표기 및 그 소속이 별도로 영

문으로 표기되어야 한다.

3) 서론 (Introduction)

연구의 의의와 배경, 가설 및 목적을 구체적으로 기술한다. 이를 위해 다른 논문을 인용하되 서론의 기술에 필요하며 학계에서 인정되고 있는 필수적인 논문을 가급적 제한하여 인용한다.

4) 연구재료 및 방법 (Materials and methods)

재료와 술식 및 과정을 기술하며, 독창적 이거나 필수적인 것만을 기술한다. 통상적인 술식 및 과정으로 이미 알려진 사항은 참고 문헌을 제시하는 것으로 대신한다. 상품화된 재료 및 기기를 표기할 때에는 학술적인 명칭을 기록하고 괄호속에 상품의 모델명, 제조회사명, 도시명, 국가명을 표기한다.

5) 결과 (Results)

결과는 총괄적으로 기술하며 필수적이고 명확한 결과만을 제시한다. 표, 그림 등을 삽입하여 독자의 이해를 돕고, 결과를 간략하게 기술하며 세부적인 수치의 열거는 표와 그림을 인용함으로써 대신한다. 표나 그림에 나타나 있는 단위는 국제단위체계 (Le Systeme Internationale d'Unites, SI)에 준하여 표기해야 한다.

6) 총괄 및 고안 (Discussion)

서론의 내용을 반복하지 않도록 하고 결과의 의미와 한계에 대해 지적하며, 편견을 줄이기 위해 타 연구의 결과와 어떻게 다른지 반대 견해까지 포함하여 기술한다. 마지막 단락에 전체적인 결론을 간략하고 명확하게 정리 하고, 필요한 경우 연구의 발전방향을 제시한다.

7) 감사의 표시 (Acknowledgement)

연구비 수혜 내용과 저자 이외에 연구의 수행에 도움을 준 대상에 대한 감사의 내용 혹은 연구비 수혜 내용에 대하여 기술할 수 있다.

8) 참고문헌 (References)

인용 순서대로 본문에서는 일련번호의 어깨 번호를 부여한다. 본문에서 저자명을 표기할 때는 성만을 표기하며, 저자가 2인 이상인 경우 성 사이에 ‘과(와)’ 또는 ‘and’를 삽입하고, 3인 이상인 경우 제 1저자의 성만을 표기하고 그 뒤에 ‘등’ 또는 ‘et al’을 표기한다. 참고문헌 항에서는 본문에서의 인용 순서대로 기재하며 EndNote(Thomson Scientific) 프로그램을 이용하여 참고문헌을 정리하도록 권장한다. 참고 문헌은 영문으로 작성하며, 인용 형식은 Journal of Dental Research의 형식과 동일하게 작성한다.

9) 기타

종설은 접착치의학에 관련한 특정 주제로 하되 개인적인 의견이 아니라 근거에 기반을 둔 결론을 도출하도록 한다. 증례 보고의 양식은 서론, 치료과정, 총괄 및 고안으로 하는 것을 권장한다.

9. 원고의 제출양식

원고는 워드파일에서 제목 글자크기 20, 소제목 글자크기 14, 본문 글자크기 12으로 작성하고, 한글폰트는 HY 신명조, 영어폰트는 Times New Roman으로 작성하여 제출해야 한다. 원고 전체에 대해서, 2줄 간격으로 저장하여 제출한다. 표와 그림의 경우 출판에 적합한 용량의 파일로 제출하며, 최소 300 dpi에서 5cm X 5cm 이상의 화질(1200 DPI 권장)을 가져야 한다.

10. 원고의 게재 결정

제출된 원고는 편집위원회에서 위촉한 3명의 학계의 권위자에게 재고 의뢰 후, 게재 여부 및 수정의 필요성을 결정한다. 원고의 게재 결정 후 저자 요청 시 게재예정증명서를 발급할 수 있다.

11. 게재료

원고가 본 학회지에 게재된 경우 게재료는 저자가 부담함을 원칙으로 한다.

한국접착치의학회지
The Korean Journal of Adhesive Dentistry

2026
Volume 13 Number 1

발행일 : 2026년 3월 31일

발행인 : 이 상 업

편집인 : 장 지 현

발행처 : 한국접착치의학회

03080 서울 종로구 대학로 101, 서울대학교 치과병원 B163

전화: 02-763-3818

팩스: 02-763-3819

E-mail: iadkorea@gmail.com



2026
Volume 13 Number 1

The Korean Journal of Adhesive Dentistry