

치아미백제가 수복재와 수복물에 미치는 영향에 관한 고찰

심연수[‡] · 최재윤¹

연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실
¹서울대학교 치학연구소 치과생체재료공학교실

Effect of Bleaching on Restorative Materials and Restorations-Review

Youn-Soo Shim[‡] and Jae-Yoon Choi¹

Department and institute of Dental biomaterials and Bioengineering college of Dentistry, Yonsei University, Korea.
Department and Dental Biomaterials Science and Dental Research Institute. College of Dentistry, Seoul National University, Korea.

ABSTRACT Bleaching of vital and nonvital teeth is becoming a more commonly used treatment in the dental office and at home. To improve appearance and remove discoloration, the teeth of specific patients are treated with a variety of bleaching agents. The typical bleaching agents contains carbamide or hydrogen peroxide as the active component. The purpose of the review article was to summarize and discuss the available information concerning the effect of peroxide releasing bleaching agent on dental restorative materials and restorations. Information from all original scientific full papers or reviews listed in PubMed or ISI Web Science were included in the review. Bleaching may exert a negative influence on restorations and restorative materials. Advice is provided based on the current literature to minimize the impact of bleaching treatment on restorative materials and restorations.

Key words Bleaching, Restorative material, Restoration, Hydrogen peroxide, Carbamide peroxide, Sodium perborate,

서 론

1. 연구 배경

치아미백술은 경제적인 여유와 환자가 잠재적으로 품고 있는 하얀 치아에 대한 희망을 간단하게 실현할 수 있는 방법으로 근래에 특히 주목을 받고 있으며 앞으로 수요가 증대될 것으로 예측된다. 또한 치아를 하얗게 하는 것이 예방을 포함한 보존적인 측면에서 환자의 관심을 유도하여 부가적인 효과를 가져오는 것도 무시할 수 없다.

치아미백제의 작용기전은 미백제에 포함된 표백물질이 치아의 표백작용을 일으키는 것인데, 표백작용은 반응성이 높은 자유라디칼이 치아의 착색물이나 유기물질을 변성시켜서 화학 구조와 색상을 변화시킴으로써 나타나는 것으로 알려져 있다.

치아미백의 방법은 두가지가 있다. 첫째, 자가미백법(Home Bleaching)은 1989년에 Haywood와 Heymann¹⁾이 10% carbamide peroxide를 이용한 자가미백술을 소개하면서 치과영역의 한 술식으로 자리 잡게 되었다. 둘째, 전문가미백법(Office Bleaching)은 문헌에서 20세기 초부터 행해진 치아의 미백법이다. 이는 진료실(Dental office)에서 실시하는 것에서 유래했다. 비교적 높은 농도의 과산화수소(30-35%)를 포함하는 약액을 치면에

도포한 후, 광조사하여 과산화수소를 활성화함으로써 미백을 하는 것으로 현재 다양한 기술과 재료가 도입되고 있다.

최근 연구에 따르면 변색된 생활치와 실험치에 대한 미백의 효과는 오랫동안 성공적인 사례들을 보여주고 있다. 현재 임상에서 사용 중인 미백제로는 hydrogen peroxide(HP), carbamide peroxide(CP), sodium perborate(SP)가 대표적이다. 여러 실험 결과에서 보여주듯이 치아 경조직의 잠재적 위해성에도 불구하고 비교적 안전하다는 결과들이 많다²⁾. 실험치 미백에 있어서 현미경적으로 정확히 볼 수 없는 한계성 때문에 고농도 과산화수소의 사용에 따른 치아 경조직의 미세구조 변화에 대한 많은 연구가 필요할 것이라 하였다³⁾. 그리하여 미백된 법랑질의 조직 구조, 구성 성분에 대한 연구와 치아경조직 뿐만 아니라, 치아 수복재에 대한 연구도 진행되어 왔다. 치아미백제는 치아의 경조직과 수복물의 색상과 특성, 금속재료의 변색과 부식, 보철물과 임시 수복물의 특성 등에 영향을 줄 수 있으며, 이로 인하여 부작용을 초래하기도 한다. 일부 연구에서는 별다른 영향이 없다고 한 반면, 대부분의 연구에서는 영구적이거나 일시적으로 수복재의 물리적 특성에 변화가 나타났다고 하였다⁴⁾.

2. 연구 목적

본 연구에서는 임상에서 사용하는 미백제가 치과 수복재에 미치는 영향에 대한 유용한 정보를 정리하는데 그 목적이 있다. 이 논문들은 PubMed와 ISI Web of Science에서 관련

[‡]Corresponding author

Tel: 02-2228-3080

Fax: 02-2228-3080

E-mail: shim-21@hanmail.net

된 것을 찾아 기술한 것이다. 그리고 치과 수복재에 미치는 미백제의 성분, 표면 형태, 색 변화의 영향을 임상과 같은 조건에서 실험하였다. 그 결과로, 미백제의 부작용에 대한 다양한 실험논문이 나오고 있으나 미백제가 수복재에 미치는 영향에 대한 포괄적이고 통합적인 평가와 고찰은 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 현재 임상에서 사용 중인 미백제로 hydrogen peroxide(HP), carbamide peroxide(CP), sodium perborate(SP)을 이용하여 농도와 적용시간에 변화를 주어 수복재 및 수복물에 미치는 영향에 대해 연구한 논문들을 고찰하고자 하였다.

본 론

본 연구에서 참고한 문헌들의 각각의 실험 재료와 방법을 세부적으로 기술한 것입니다.

1. 표면 거칠기와 미세 강도 분석

Turker⁵⁾는 미백제가 치아표면에 미치는 영향을 알아보기 위하여 90개의 치아 표본과 3가지 미백상품(Nite White, Opalescence, and Rembrandt Lighten Gel)과 3가지 수복재료(Duceram, Fuji II LC, and Silux Plus)를 이용하여 8시간, 30일 동안 실험한 후 One-way analysis를 이용하여 표면 거칠기를 분석하였다. Boles⁸⁾과 Wattanapayungku⁹⁾는 표면 반사율과 거칠기 측정을 위하여 27개의 치아 표본을 가지고 35% CP와 HP를 이용하여 4가지 수복재료(Spectrum TPH, Dyract AP, Reactmer and Fuji II LC)를 37°C에 7일간 적용 후, ANOVA/Scheffe's test로 분석하였다. Turker¹²⁾는 표면 강도와 거칠기를 시험하기 위하여 90개의 치아 표본에 10%와 16% CP 2가지를 사용하여 8시간동안 4주의 시간으로 미세강도를 ANOVA로 분석하였다. Rosentritt¹³⁾는 60개의 bovine enamel에 microfilled composite, compomer를 이용하여 3가지 미백제로 표면 강도와 거칠기를 시험하였다. Campos^{5,16)}는 10%와 15% CP를 5가지 수복재와 60개 치아 표본으로 ANOVA를 이용하여 미세강도를 시험하였다. Moraes³⁰⁾는 10%, 35%의 CP를 이용하여 7, 14, 21일로 나누어 feldspathic porcelain, microfilled and microhybrid composite resins의 표면 거칠기를 시험하였고 통계는 ANOVA/Tukey's test로 분석하였다.

2. 강도 측정

Yap^{17,18)}은 hybrid (Spectrum TPH), polyacid-modified (Dyract AP), PRG (Reactmer) composite와 RMGI(Fuji II LC)를 이용하여 27개 치아 표본에 37°C를 유지하면서 3주 동안의 강도를 측정하였다. 측정방법은 ANOVA/Scheffe's test를 사용하였다. Cacciafesta^{19,20)}는 35% HP로 RMGI(Fuji Ortho LC)를 이용하여 45개의 bovine 치아에 금속 브러켓을 부착하고 24시간 후에 레진과 브러켓의 결합강도를 ANOVA로 분석하였다.

3. 마모도와 용해도 측정

Robertello³⁰⁾는 35% HP와 10% CP로 glass ionomer cement (GIC)의 Ketac-Fil, Photac-Fil, Tetric를 이용하여 시료를 14, 21, 28, 35일 동안 침지시킨 후, 불소 유출을 시험하였고, 자료 분석은 ANOVA로 하였다. Mair³¹⁾는 6% HP로 3가지의

GIC(ChemFlex, Fuji II and Ketac-Fil)를 이용하여 시료에 disc로 마모와 용해도를 시험하였고, one-way ANOVA로 분석하였다. Wiegand³⁵⁾는 96개의 bovine 치아로 7가지 종류의 home-bleaching 미백제를 이용하여 마모도 검사를 하였으며 통계는 ANOVA로 하였다.

4. 색도 변화 측정

Robinson³⁹⁾의 연구에서는 10% CP nightguard vital bleaching (NGVB)으로 전치부에서 6가지 임시충전물의 색변화를 시험하였다.

5. 미세누출 효과에 대한 연구

Rotstein^{41,42)}는 10% CP에 4종의 제조사의 아말감(Megaloy, Mega+, Nongama 2, Valiant)으로 48시간 침지시켜 Mercury Analyzer System을 이용하여 수은 유출 시험을 하였다. 통계는 ANOVA로 분석하였다. Duschner⁴³⁾는 시판되는 HP미백 strip제품(Crest Whitestrips)를 이용하여 70시간 동안 부착 후, 표면구조 변화를 SEM으로 관찰하였다. Al-Salehi⁴⁴⁾는 10% CP와 Non-CP를 이용하여 37°C를 유지하면서 24시간 침지시킨 후, 수은 유출 시험을 하였다. SEM과 Talysurf surface roughness 측정기를 이용하여 분석하였다. Haywood⁴⁶⁾는 자가 미백제인 10% CP로 72시간 동안 적용한 후, 치아와 아말감의 색 변화 및 수은 유출을 시험하였다. Teixeira^{50,52)} 등은 37% CP, 30% HP를 함유한 paste, SP로 320개의 표본을 가지고 7, 14, 21일 동안의 미세누출을 시험하였다. 분석은 Kruskal-Wallis and multiple comparison test를 이용하였다. Ulukapi⁵⁵⁾는 10% CP로 5급 와동에서 아말감과 복합레진의 미세누출을 시험하였고 분석은 Chi-square test로 하였다. Turkun⁵⁶⁾은 10% CP로 composite resin의 미세 누출을 알아보려고 48개의 상악 전치부 치아로 1주 동안 하루에 8시간 침지시킨 후 시험하였다. SEM으로 관찰하고 Kruskal-Wallis and the Mann-Whitney test로 분석하였다. Owens⁵⁷⁾는 200개의 치아 표본에 Compomer, RMGI, Amalgam을 수복하고 35% HP와 3, 11, 16% CP로 미백 후 미세누출을 시험하였고 ANOVA로 분석하였다. Hosoya⁵⁸⁾는 30% HP와 SP를 혼합한 미백제에 walking bleaching을 하고 5가지 임시충전재(2가지 hydraulic filling materials, Photoactivated resin composite, zinc oxide eugenol cement, zinc oxide phosphate cement)로 1주 동안 미세누출을 시험 하고 ANOVA로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 치아미백제가 수복재에 미치는 영향 (Effect on bleaching agents on restorative materials)

1) 복합레진 (Composite resins)

미백제 성분 CP가 수복재에 미치는 영향을 알아보기 위하여 Haywood와 Heymann는 10-16% CP를 적용한 후 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM), 또는 Profilometric로 분석하여 microfiller 함유 복합레진과 hybrid composite resins에 다공성과 표면 거칠기를 미약하게 증가시킨다고 보고하였다^{5,6)}. 그러나 Schemehorn 등은 6% HP를 적용하고 실제 타액에서 침지시킨 후, hybrid composite resin을 SEM으로

관찰한 결과, 위의 내용과 일치하지 않는 결과를 보고하였다⁷⁾. 그것은 수복재에 타액의 보호막이 형성되어 미백제를 변형시키거나 희석한 것으로 생각할 수 있다. microfiller는 10% CP에서 4주간 적용하면 표면이 갈라진다고 하였다⁴⁾. 30-35% HP로 미백한 실험에서는 표면 구조에 영향을 미치지 않았다^{8,9)}. 또한 20%와 35% HP를 사용하여 각각 14일 동안, 하루에 3시간과 1시간으로 실험한 결과도 유사하였다¹⁰⁾. 그러나 표면 반사율(surface reflectance)에서는 30-35% HP로 미백한 결과, microfiller 함유 복합레진과 hybrid composite resins에서 상당한 차이를 보였다⁸⁾. 이러한 사실은 수복재의 표면에 타액 단백질이 흡수되어 반사율이 줄어들고, 치아우식세균인 *Streptococcus sorbinus*나 *Streptococcus mutans*와 같은 박테리아의 접착에 의해 영향을 받은 것이라 하였다¹¹⁾. 10-16% CP의 저농도 미백제는 표면 미세경도나 수복재에 미치는 영향에 대해서 논쟁되어 왔다. 일부 논문에서는 자가 미백제에서 composite resins의 강도를 약하게 만든다고 하였다^{4,12)}. Composite resin에 적용되는 peroxide의 농도 변화를 주었을 때 강도는 감소하고 표면 거칠기(surface roughness)는 증가하였다¹³⁾. 그러나 다른 연구에서는 자가 미백제가 강도 변화에 영향을 미치지 않으며^{14,15)}, 오히려 표면 강도가 증가했다는 보고도 있다^{5,16)}. 35% CP 또는 35% HP로 전문가 미백을 하였을 때 수복재의 강도와 인장력에 영향을 미치지 않았다^{17,18)}. 치아미백 strip과 film은 composite resin의 표면 거칠기와 색 변화에 영향이 없다고 하였다^{19,20)}. 6종류의 다양한 수복재에 38% HP를 적용한 후, 미세경도를 측정된 결과에서는 유의한 차이가 없었다.²¹⁾ 10% CP를 이용한 결과, 표면 거칠기에는 영향을 미치지 미세경도에는 영향이 없었다.²²⁾ 색측정은 수복재료의 색변화를 표준화하고 재측정하기 위해서 CLE L*a*b* system의 수치로 분석하였다^{23,24)}. 측정되는 각각의 값 중에서 L* 값은 밝기를 나타내는 명도 지수로 0(검정색)부터 100(백색)까지이며, a*와 b* 값은 채도 지수로서 a* 값은 적색(+)/녹색(-)의 정도를 나타내며, b* 값은 청색(+)/황색(-) 정도를 나타낸다. 구강 환경에 맞는 조건으로는 E가 3.3 일 때이며, 3.3 이하의 색변화는 임상적으로 중요한 의미를 가지지 않는다고 보고 하였다²⁵⁾. 10%와 30% HP의 색변화 수치 E는 2~11이다²⁶⁾. 이와 대조적으로 10% CP에서 composite resins의 경우 미백하지 않은 대조군과 비교해서 색변화 수치는 2이하이다^{26,27)}. 그러나 10% CP는 composite 수복재의 외인성 색소를 제거할 수 있다고 보고했다⁸⁾. 이러한 다양한 실험 연구를 토대로 미백제가 수복재에 미치는 영향에 대한 연구가 보다 다양하고 지속적으로 진행되어져야 할 것으로 사료된다.

2) 컴포머, 레진 강화형 글래스아이노머, 글래스 아이노머 시멘트 (Polyacid-modified resin-based composites, resin modified glass ionomer cements, glass ionomer cement and zinc oxide cements)

고농도의 미백제를 1~5일 동안 지속적으로 적용할 때, Polyacid-modified resin-based composites(compomers)의 열팽창으로 색변화나 불소의 유출은 증가하고 표면 분해나 연화가 일어났다²⁹⁾. 일부 실험 시편에서는 crack이 발견되기도 하였다. 그러나 제조사의 지시대로 일주일 동안 30분씩 적용한 결과, compomers, RMGI, GIC 등의 수복물의 표면 거칠기는 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였다⁹⁾. 이와 반대로, 10-16% CP를

적용했을 때 일부 수복재에서 표면 거칠기는 증가하고, 나머지는 감소되었다^{5,6)}. 10% CP 및 35% HP는 불소가 유리되는 수복물에 있어서 수복물의 종류에 따라 시간 의존적으로 불소유출의 유의한 차이가 있다고 하였다³⁰⁾. 추가적으로, 최근 연구에서 저농도의 6% HP는 GIC를 마모시키거나 용해시키는 주원인이 되지 않는다고 하였다³¹⁾. 또한 3가지 수복재를 가지고 bleaching gel과 whitening strip을 이용하여 미세경도를 측정된 결과, 각 수복재 사이의 미세경도 차이는 없다고 하였다³²⁾. composite resin과 RMGI를 자가 미백과 전문가 미백에서 15일 동안 실험한 결과, 대조군과 비교해 보면 모두 표면 강도의 저하를 보였다³³⁾. 10% CP로 인한 compomer의 색 변화는 10%와 30% HP의 색변화와 비교해서 compomer 재료와 상관없이 현저한 차이를 보였다^{26,34)}. 표면상의 외인성 색소는 RMGI에서 성공적으로 제거되나, compomer에서는 제거되지 않았다²⁸⁾. RMGI에 10% CP를 적용하여 측정된 미세경도(microhardness)는 증가하였다¹²⁾. 고농도의 미백제를 사용했을 때, compomer나 RMGI의 표면 미세경도에는 변화가 없었다¹⁸⁾.

3) 세라믹 수복재 (Feldspathic porcelain)

지금까지 세라믹 수복재에 적용한 미백제에 대한 연구는 많지 않다. 실험에서 10-16% CP로 30일 동안, 하루에 8시간 적용한 결과 porcelain의 표면 강도는 감소하였다³⁵⁾. 그러나 Schemhorn 등⁷⁾은 6% HP를 Feldspathic porcelain에 적용했을 때 표면 인장에는 영향을 미치지 않았다고 하였다. 10% CP로 21일간 미백한 porcelain에서는 표면 거칠기가 증가했고, 35% CP는 7일과 14일간 미백했을 때 표면 거칠기가 증가하였다. 그러나 21일간 적용했을 때 porcelain, microhybrid composite, microfilled sample에서 차이가 없었다³⁶⁾.

4) 임시 충전 재료 (Provisional materials)

10% CP는 zinc oxide cement에서 다공성이 나타났다고 하였다³⁷⁾. 10% CP와 HP로 IRM의 표면 변화를 관찰한 결과 10% CP에서는 약간의 마모가 보였고, HP에서는 Crack이 생기거나 많은 부분에서 팽창되어 있었다. 결론적으로 10% CP와 HP는 IRM의 표면 형태를 변화시킨다고 하였다³⁸⁾. Crown 제거 후에 씌운 임시 충전물을 10% CP로 14일간 적용했을 때 색변화가 관찰되었다. methacrylate계 재료는 주황색과 검은색으로 변하였고, polycarbonate crown과 bis-acryl composite resin은 변색되지 않았다.³⁹⁾

5) 아말감 및 기타 치과합금 (Amalgam and other dental alloy)

저농도의 6% HP는 고통아말감 합금 또는 typeIII Gold alloy의 인장과는 관련이 없다고 하였다⁷⁾. 3-35% HP 용액 또는 겔을 사용한 미백이 아말감 수복물의 물리적 성질을 비롯한 색, 변연 적합성, 치아와의 결합강도 등에 부정적인 영향을 주지 않는다고 보고하였다. 그러나, 최근 다양한 dental alloy의 부식 평가는 10% CP에서 연마하지 않은 아말감과 비교해서 연마한 아말감과 nickel-chromium에서 낮은 부식 잠재성이 나타났다²⁴⁾. 게다가 이 연구에서 dental alloy의 잠재된 부식의 관련성을 알아냈고, 다양한 실험연구에서 10% CP와 10% HP로 아말감으로부터 수은(mercury)과 은(silver)과 같은 아말

감 성분의 유출이 증가하는 것으로 보고하였다^{41,42}). 또한 시판되는 HP미백 strip제품은 아말감의 표면경도와 형태의 변화를 주지 않으므로 임상적으로 전문가미백에서 장기간 사용이 가능하다고 하였다⁴³). Non-CP와 10% CP로 실험한 결과 이온 유출이 없으며 거칠기에도 변화가 없다고 하였다⁴⁴). 10% CP로 수은 유출 실험한 결과, 13일 동안 phosphate buffer를 사용한 대조군보다 10% CP에서 많은 수은 유출을 보였다⁴⁵). Haywood⁴⁶)는 10% CP로 미백한 후 치아와 아말감의 경계 부위에서 녹색이나 보라색이 나타났고, 아말감 성분의 유출이 증가하는 원인은 산화작용과 관련이 있다고 하였다. 또한 CP의 농도 증가는 아말감 수은의 유출을 증가시키고 생리식염수나 phosphate buffer solution에 침지시킨 대조군에 비해 30배 이상 높다고 보고하였다⁴⁷). 아말감의 수은 유출은 아말감에 부착된 biofilm, 즉 saliva, bacteria 그리고 polysaccharide에 의해 변형된 것으로 보여진다⁴⁸). 그러나, 위의 실험이 전부가 아니므로 임상에서 수은 유출에 대한 많은 실험이 이뤄져야 할 것으로 사료된다.

수복재료의 색이 변하는 원인은 색소 표면과 amine의 성분과 관련이 있다. 수복제 사이의 색 변화 차이는 유기 레진 기질과 무기질 충전제 입자의 혼합 양의 차이에 있다고 하였다²⁷). 또한 다공성과 같은 표면 변화는 레진의 polymer-matrix가 산화한 미백제의 지속적인 영향으로 볼 수 있다⁴⁹). 지금까지는 미백후의 수명 연장을 확신할 수 있는 수복제에서 다공성이 어떻게 나타나고, 표면 거칠기의 증가, 강도의 감소에 관련된 논문은 발견되지 않았다. 미백제의 산화반응은 아말감의 수은 유출과 관련이 있다. 환자의 구강 내에서 아말감 성분의 유출 감소와 아말감 수복물의 잠재된 부식을 막기 위한 방법으로 미백 치료 전에 아말감 수복물의 연마가 필요하다. 추가적으로 10% CP로 시술하는 동안 수은 유출을 줄이기 위해서 아말감 표면을 copalite와 같은 보호제로 미리 코팅하는 것이 바람직하다⁴¹).

2. 수복물의 변연(Margin quality of restorations)

1) 복합 레진 (Composite resins)

실활치를 수복하기 전에, 37% CP, 30% HP를 함유한 paste와 SP로 walking bleaching을 하고 복합레진으로 수복한 5급 와동일 때 높은 미세누출(microleakage)을 보였다⁵⁰⁻⁵²). 5급 와동을 수복하는 경우, 37% CP를 적용했을 때 미세누출의 증가는 범랑질이 아니고 상아질의 변연에서 관찰되었다⁵¹). SP와 HP를 혼합하였을 때, 시술 시간이 증가하면 할수록 와동에서 미세누출이 증가하였다⁵²). 1-4일간 적용한 경우보다 7일간 적용했을 때가 더 증가하였다. 7일 동안 walking bleaching을 했을 때 미세누출에 대한 부작용이 나타났다고 하였다⁵³). Ulukapi⁵⁵)는 10% CP로 미백 한 후 범랑질 변연의 순측 수복물에서 미세누출이 증가했다고 하였다. 그러나 Crim⁵⁴)은 10% CP에서 범랑-백악 경계의 5급 와동 수복물 변연에 이상이 없다고 하였다. Turkun⁵⁶)은 치수강에 10% CP를 적용하고 1주 후에 composite resin으로 충전한 경우 미세누출이 감소하였다고 했다. 두가지 연구에서는 수복 후에 35% HP와 10-16% CP로 미백한 결과 범랑질과 상아질의 변연에 영향이 있다고 하였다. 반면에 다른 연구에서는 범랑질에서 미세누출이 증가하지 않았다는 결론도 있다^{55,56}).

2) 컴포머, 레진 강화형 글래스이오노머, 아말감 및 임시 충전제 (Polyacid-modified resin-based composites, resin modified glass ionomer cements, amalgam and temporary materials)

Compomer, RMGI, Amalgam수복 후 35% HP와 3, 11, 16% CP로 미백한 경우에 미백제의 농도와 수복물의 종류에 따라 미세누출율이 달라졌다고 보고하였다^{55,57}). Ulukapi⁵⁵)는 SEM으로 관찰한 결과 아말감은 영향 받지 않았다고 하였다. 범랑질과 아말감 수복물의 변연 누출은 수복하기 전에 10% CP를 적용했기 때문만은 아니다. 그것은 30% HP와 SP를 혼합한 미백제로 walking bleaching을 하고 임시충전재인 광활성 resin composite, zinc oxide eugenol cement, zinc oxide phosphate cement로 충전했을 때 최적의 봉합효과는 나타나지 않았고, Cavit와 Coltosol과 같은 친수성(hydraulic) 충전 재료를 사용했을 때 대부분 만족할 만한 결과를 얻었다⁵⁸). 35% HP와 SP혼합 미백제에 IRM과 Cavit의 미세누출 실험에서 Cavit이 IRM보다 근관치료에서 훨씬 더 미세누출이 적다고 하였다⁵⁹). 그러므로 수복하기 전후의 미백처리는 수복물의 변연에 부정적 영향을 미친다. 치수강 내의 peroxide의 농도는 생활치를 미백하는 동안에 치아 과민증과 같은 치수반응에 영향을 미친다. 그러므로 부작용을 줄이고 치수강의 완전 밀폐충전을 위해서 미백 치료 전에 새로운 충전을 하거나 미리 수복물을 정확히 검사하여 시행해야 한다. 앞으로 임상에서 수복물에 대한 미세누출을 어떻게 대처할 것인가의 연구가 더 필요하다 고 사료된다.

요 약

치아에 대한 심미적 관심이 높아지면서 치아의 변색이나 착색을 개선하려는 치아미백제의 사용이 증가하고 있다. 치아 미백은 치아의 색조를 바꾸는 보존적이고 간단하면서도 경제적인 치료 방법이다. 그러나 주의 깊게 치료한다 하더라도 미백제의 농도와 적용시간에 따라 많은 부작용이 나타났다. 치아 미백제가 치과용 수복제에 미치는 영향에 관한 연구로는 과산화수소의 활성기 산소가 복합레진의 경도와 인장강도, 표면 거칠기 및 색상변화에 미치는 영향에 관한 연구, 가정용 치아미백제가 복합레진의 변색에 미치는 영향 등이 있다. 치아 미백제는 심미충전재의 색상과 특성, 금속재료의 변색과 부식, 보철재료의 특성 등에 영향을 줄 수 있으며, 심미 수복제에 적용하였을 때 치아미백제를 사용하는 목적과는 상반되는 결과를 초래할 수도 있으므로 더 많은 연구가 필요하다. 미백 치료한 후의 충전은 치아와 수복제간의 결합력을 상당히 감소시킨다. 그러므로 미백 치료 후 복합레진의 충전 시기는 최소한 1-3주 후에 충전하기를 권장한다. 그리고 여전히 임상에서는 미백 후 충전에 대해 어떻게 처리해야 하는지의 방법이 불분명하다. 따라서 이러한 문제들을 보다 정확하고 명료하게 밝혀줄 더 많은 연구가 필요한 단계에 있다. 또한 치료 전에 발생 가능한 여러 가지 부작용에 대해 환자에게 미리 설명을 하여야 한다. 임상에서 치아 미백의 안전하고 심미적인 치료를 하기 위해서 미백효과를 내는 주성분의 종류 뿐 아니라 함량과 구강 내 유지시간, 구강 내 수복물의 상태를 고려하여 정확하고 적절한 방법으로 시술이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 이번 연구에서는 다양한 미백제의 농도에 따라 수복제와 수복물에 미치는 영향과의 관

계를 많은 연구자들의 실험 결과로서 알아보고자 한 것으로, 앞으로는 실험이 생체내 조건에서도 이루어져서 환자의 안전을 위한 미백제의 생체 적합성이 필수적인 평가가 되어야겠다.

참고문헌

- Haywood VB, Heymann HO: Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 20(3): 173-176, 1989.
- Dadoun MP, Bartlett DW: Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 11: 9-13, 2003.
- Dahl JE, Pallesen U: Tooth bleaching-a critical review of biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 14: 292-304, 2003.
- Bailey SJ, Swift EJ JR: Effect of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int* 23(7): 489-494, 1992.
- Turker SB, Biskin T: Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent* 89: 466-473, 2003.
- Cehreli ZC, Yazici R, Garcia-Godoy F: Effect of home-use bleaching gel on fluoride releasing restorative materials. *Oper Dent* 28: 605-609, 2003.
- Schemehorn B, Gonzalez-Cabezas C, Joiner A: A SEM evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental materials in vitro. *J Dent* 32 : 35-9, 2004.
- Boles WH, Lancaster LS, Wagner MJ: Reflectance and texture changes in bleached composite resin surface. *J Esthet Dent* 8: 229-233, 1996.
- Wattanapayungkul P, Yap AU: Effect of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Oper Dent* 28: 15-19, 2003.
- Langsten RE, Dunn WJ, Hartup GR: Higher concentration carbamide peroxide effect on surface roughness of composites. *J Esthet Restor Dent* 14: 92-96, 2002.
- Steinberg D, Mor C, Dogan H, Zacks B: Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative materials. *Dent Mater* 15: 14-20, 1999.
- Turker SB, Biskin T: The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil* 29: 657-661, 2002.
- Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M: Discoloration of restorative materials after bleaching application. *Quintessence Int* 36(1): 33-39, 2005.
- Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE: Effect of colgate platinum professional toothwhitening system on microhardness of enamel, dentin, and composite resins. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 627-630, 1994.
- Garcia-Godoy F: Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardness, and micromorphology of composites. *Gen Dent* 50: 247-250, 2002.
- Campos I, Briso, AL, Pimenta LA: Effect of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restorative materials. *J Esthet Restor Dent* 15: 175-182, 2003.
- Dennis RC, James AN, James LS: Peroxide bleaches : Effect on tensile strength of composite resins. *J Prosthet Dent* 69: 247-249, 1993.
- Yap AU, Wattanapayungkul P: Effect of in-office bleaching tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. *Oper Dent* 27: 137-141, 2002.
- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Stifanelli P: The effect of bleaching on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130(1): 83-87, 2006.
- Kim LH, Lee BS, Rhee SH, Yang HC: Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clin Oral Investig* 8(3): 118-122, 2004.
- Polydorou O, Monting JS, Hellwig E, Auschill TM: Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater* 9(2): [Epub ahead of print], 2006.
- Basting RT, Fernandez Y, Fernandez C, Ambrosano GM: Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *J Esthet Restor Dent* 17(4): 256-62, 2005.
- Buchalla W, Attin T, Hilgers RD: The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent* 87: 262-270, 2002.
- Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M: Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 21: 73-80, 1996.
- Johnstin WM, Kao EC: Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 68(5): 819-822, 1989.
- Cenay S, Cehreli MC: The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent* 89: 474-478, 2003.
- Monaghan P, Lim E, Lautenschlager: Effect of home bleaching preparation on composite resin color. *J Prosthet Dent* 68: 575-578, 1992.
- Fay RM, Servos T, Powers JM: Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent* 24: 292-296, 1999.
- Lee JH, Kim HI, Kim KH, Kwon YH: Effect of bleaching agents on the fluoride release and microhardness dental materials. *J Biomed Mater Res* 63: 535-541, 2002.
- Robertello FJ, Meares WA, Gunsolley JC: Effect of peroxide bleaching on fluoride release of dental materials. *AM J Dent* 10: 264-267, 1997.
- Mair L, Joiner A: The measurement of degradation and wear of three glass ionomers following peroxide bleaching. *J Dent* 32: 41-45, 2004.
- Mujdeci A, Gokay O: Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent* 95(4): 286-9, 2006.
- Taher NM: The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 15:6(2): 18-26, 2005.
- Kwon YH, Kwon HI, Kim HI, Kim KH: The effect of 30% hydrogen peroxide on the color of compomers. *J Biomed Mater Res* 66B: 306-310, 2003.
- Wiegand A, Otto YA, Attin T: In vitro evaluation of toothbrushing abrasion of differently bleached bovine enamel. *AM J Dent* 17(6): 412-416, 2004.
- Moraes RR, Marimon JL, Schneider LF, Correr Sobrinho L: Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Investig* 10(1): 23-8, 2006
- Jefferson KL, Zena RB: Effect of carbamide peroxide on dental luting agents. *J Endod* 18: 128-132, 1992.
- Rotstein I, Cohenca N, Mor C: Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on the surface morphology and zinc oxide levels of IRM fillings. *Endod Dent Traumatal* 11: 279-283, 1995.
- Robinson FG, Haywood VB, Myers M: Effect of 10% carbamide peroxide on color of provisional restoration material. *J AM Dent Assoc* 128: 727-731, 1997.
- Cenay S, Cehreli MC, Bilgic S: In vitro evaluation of the effect of a current bleaching agent on the electrochemical corrosion of dental alloys. *J Oral Rehabil* 29: 1014-1019, 2002.
- Rotstein I, Dogan H, Avron Y: Mercury release from dental amalgam after treatment 10% carbamide peroxide in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 89: 216-219, 2000.
- Rotstein I, Dogan H, Avron Y, Shemesh H: Protective effect of copalite surface coating on mercury release from dental amalgam following treatment carbamide peroxide. *Endod Dent Traumatal* 16: 107-110, 2000.
- Duschner H, Gotz H, White DJ: Effects of hydrogen peroxide

- bleaching strip gels on dental restorative in vitro: surface microhardness and surface morphology. *J Clin Dent* 15(4): 105-11,2004.
44. Al-Salehi SK, Hatton PV, Miller CA, McLeod, C: The effect of carbamide peroxide treatment on metal ion release from dental amalgam. *Dent Mater* 19: [Epub ahead of print], 2005
 45. Rotstein I, Avron Y, Shemesh H, Dogan H: Factors affecting mercury release from dental amalgam exposed to carbamide peroxide bleaching agent. *Am J Dent* 17(5): 347-50, 2004.
 46. Haywood VB: Greening of the tooth-amalgam interface during extended 10% carbamide peroxide bleaching on tetracycline-stained teeth. *J Esthet Restor Dent* 14: 12-17, 2002.
 47. Hummert TW, Osborne JW: Mercury in solution following exposure of various amalgams to carbamide peroxides. *Am J Dent* 6: 395-309, 1993.
 48. Steinberg D, Blank O, Rotstein I: Influence of dental biofilm on release of mercury from amalgam exposed to carbamide peroxides. *J Biomed Mater Res* 15: 627-631,2003.
 49. Cullen DR, Nelson JA, Sandrik JL: Peroxide bleaches effect on tensile-strength of composite resins. *J Prosthet Dent* 689: 247-249, 1993.
 50. Teixeira EC, Hara AT: Effects of nonvital tooth bleaching on microleakage of coronal access restorations. *J Oral Rehabil* 30: 1123-1127, 2003.
 51. Shinohara MS, Rodrigues JA, Pimenta LAF: In vitro microleakage of composite restorations after nonvital bleaching. *Quintessence Int* 32: 413-417, 2001.
 52. Barkhordar RA, Kempler D, Plesh O: Effects of nonvital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 28: 341-344, 1997.
 53. Demarco FF, Freitas JM: Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. *Int Endod J* 34: 495-500, 2001.
 54. Crim GA: Prerestorative bleaching. *Quintessence Int* 23: 823-825, 1992.
 55. Ulukapi H, Benglerli Y, Ulukapi I: Effects of pre-and -post operative bleaching on marginal effect of leakage of amalgam and composite restorations. *Quintessence Int* 34: 5053-508, 2003.
 56. Turkun M, Turkun LS: Effects of nonvital bleaching with 10% carbamide peroxide on sealing ability of composite resin restorations. *Int Endod J* 37: 52-60, 2004.
 57. Owens BM, Rowland CC, Brown DM: Postoperative dental bleaching. *J Tenn Dent Assoc* 78: 36-40, 1998.
 58. Hosoya N, Cox CF, Arai T: The walking bleach procedure: an in vitro study to measure microleakage of five temporary sealing agents. *J Endod* 26: 716-718, 2000.
 59. Hansen-Bayless J, Davis R: Sealing ability of two intermediate restorative materials in bleached teeth. *Am J Dent* 5(3): 151-4, 1992.

(Received August 21, 2006; Accepted September 15, 2006)

