

# 치아 미백제가 치아에 미치는 영향과 부작용 최소화를 위한 처치에 관한 고찰

최재윤·심연수<sup>1</sup>

서울대학교 치학연구소 치과생체재료과학교실,  
<sup>1</sup>연세대학교 치과대학 치과생체재료공학교실

색인: 과불산나트륨, 과산화수소, 과산화요소, 잔존 발생기 산소, 치아 미백제

## 1. 서론

### 1.1. 연구 배경

최근 경제적 문화적 발전과 더불어 미에 대한 관심이 고조되면서 치과진료에서 심미 치과가 차지하는 비중이 점차 커지고 있다. 치아미백은 치아의 색조를 바꾸고자 원하는 환자에게 치질을 삭제하고 씌우는 보철적인 방법보다 치질 삭제량이 없으면서 치료 술식이 간단하고 치료비가 저렴하면서 더 보존적인 치료 방법으로서 근래에 특히 주목을 받고 있으며 앞으로 수요가 증대될 것으로 예측된다.

#### 1.1.1. 미백의 기원

초기에는 무수치 표면에 백색물질을 도포하거나 내면을 채우는 것에서부터 기원하여 1868년 생활치 표백술이 처음으로 소개되었고 표백약제

도 초기에는 옥살산(oxalic acid)이 사용되다가 1895년 Garretson이 변색된 무수치 표백에 염화물(chloride)을 이용하였으나 크게 효과가 없었고<sup>1)</sup> 그 후 Harlan에 의해 과산화수소수(hydrogen peroxide : HP)를 사용하기 시작하였다<sup>2)</sup>.

1961년 Spasser 등은 과불산나트륨(sodium perborate : SP)과 물을 혼합하여 치수강에 위치시키고 임시 수복제로 충전한 다음 3-7일후 이 과정을 반복하였으며 이 기간동안 발생기 산소가 유리되어 표백하는 방법을 보고하였는데 이는 현재의 Walking bleaching 술식의 기원이 되고 있다<sup>3)</sup>.

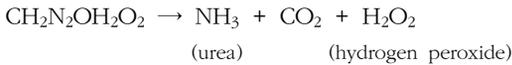
그 후 1963년에 Nutting 과 Poe 등<sup>4-6)</sup>은 더 효과적인 표백을 위해 물을 superoxol로 대체시키는 변형된 방법을 사용하여 표백제간 상호 작용으로 보다 빠른 표백효과를 얻었고 그 이후 특별한 장비가 필요 없고 편리하며 치료시간이 짧은 과산화수소와 과불산나트륨을 이용한 Walking

bleaching 술식이 현재 가장 효과적으로 널리 사용되고 있다<sup>7-8)</sup>.

### 1.1.2. 미백의 기전

#### 1) 치아미백 약제의 성분

치아 미백의 근본적인 작용기전은 미백제 속의 반응성이 높은 자유라디칼이 표백물질로서 치아의 유기질에 침투해서 착색물질을 산화시키고 유기물질을 변성시켜서 화학 구조와 색상을 변화시킴으로써 나타나는 것으로 알려져 있다. 표백제로는 고농도의 35% 과산화수소와 10-16% 농도의 과산화요소(carbamide peroxide : CP)가 주로 쓰이고 있으며, 구강내에서 분해가 일어나서 미백작용이 나타난다. 10% 과산화요소는 3.6% (15%는 5.4%)의 과산화수소와 6.4%의 요소(urea)로 분해된다.



이때에 HP가 실제로 치아미백작용을 일으키는 역할을 하며, urea는 Ph를 조절하여 약알카리성으로 만들어 줌으로써 CP의 미백작용을 도와주는 역할을 한다. 과산화수소는 강력한 산화제로서 활성산소 라디칼과 Perhydroxyl 라디칼로 분해된 후에 이중결합을 포화시키거나 제거하여 색상을 잃게 하고 분자량이 낮은 물질로 분해하여 수용성물질로 만들게 된다<sup>9)</sup>.

#### 2) 치아 변색과 미백 원리

치질의 최외층인 법랑질(Enamel)은 96%의 무기질과 4%의 유기질 및 수분으로 구성되어 있다. 법랑질의 무기질 결정들 자체는 무색투명한데, 그 사이사이에 단백질이 포함된 유기질의 공간이 많이 존재하게 되며, 이들 공간에 색소 물질이 스며들 수 있다. 우리가 먹고 마시는 것으

로부터 온 색소들은 수년에 걸쳐 치아 내로 침투할 수 있으며 결국 치아 색상을 누렇게 만드는 것이다. 상아질은 70% 무기질과 20% 유기질, 10%의 수분으로 이루어져 있으며 상아세관의 구조를 갖고 있다. 이러한 투과성 높은 치아구조로 인해 착색물질은 주로 법랑질의 주간 간극을 통해 확산되어 존재하며, 자체 내 갖고 있는 반응기로서 유기물질과 결합하여 이중결합을 이루면서 빛의 흡수 및 반사에 영향을 주어 색깔을 띠게 한다. 이런 색소들을 탈색시키는 HP는 산화제이고 자유기(free radical, HO<sub>1</sub>· + O·)를 생성하는 능력이 있다. 이 자유기들은 단백질을 낮은 분자무게의 펩타이드, 아미노산으로 분해하여 수용성 물질로 만들며, 이중결합 부위로 몰려들어서 epoxide를 형성한다(예 C=C-R → C-C-R). 이렇게 이중결합이 제거되면 색이 없어지고 무색으로 변하게 된다. 즉 HP의 산화작용으로 치아미백이 일어나게 되는 것이다. 이러한 작용은 옥시크린과 같은 세제가 빨래를 하얗게 하는 작용과 근본적으로 동일한 것이다. 더 자세히 언급하면, HP에서 형성된 자유기는 매우 반응성이 큰데, 치질 속에 확산되면서 안정을 이루기 위하여 단백질과 같은 다른 유기질 분자를 공격한다. 자유기는 불포화가 가장 심한 결합부분과 반응하여 전자공유결합을 파괴하며, 그 결과 밝은 색조를 나타내는 간단한 분자를 생성시킴으로써 미백이 일어나게 하는 것이다. 이 과정은 HP가 법랑질 속의 유기질과 반응함으로써 일어나는 것이다.

### 1.1.3. 미백의 방법

치아 미백의 방법은 두 가지가 있다. 첫째, 자가 미백법(Home Bleaching)은 1989년에 Haywood와 Heymann<sup>10)</sup>이 10% CP를 이용한 자가미백술을 소개하면서 치과영역의 한 술식으로 자리 잡게 되었다. 둘째, 전문가 미백법(Office Bleaching)은 문헌에서 20세기 초부터 행

해진 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 과산화수소, 과산화요소, 과불산나트륨이 대표적이다. 여러 실험 결과에서 보여주듯이 치아 경조직의 잠재적 위해성에도 불구하고 비교적 안전하다는 결과들이 많다<sup>11)</sup>. 실험치 미백에 있어서 현미경적으로 정확히 볼 수 없는 한계성 때문에 고농도 과산화수소의 사용에 따른 치아 경조직의 미세구조 변화에 대한 많은 연구가 필요할 것이라 하였다<sup>12)</sup>. 그리하여 미백된 법랑질의 조직 구조, 구성 성분에 대한 연구와 치아 경조직뿐만 아니라, 치아 수복재에 대한 연구도 진행되어 왔다.

## 1.2. 연구 목적

본 연구에서는 임상에서 내부와 외부 미백 과정에 사용되는 CP나 SP와 같은 3-35% 과산화수소용액이 치아에 미치는 영향과 치아와 수복재의 결합 양상에 미치는 영향, 그리고 부작용에 대한 예방법에 대한 유용한 정보를 요약 정리하는데 그 목적이 있다. 이 논문들은 PubMed와 ISI Web of Science에서 관련된 것을 찾아 기술한 것이다.

## 2. 본 론

본 연구에서 참고한 문헌들의 각각의 연구 결과를 세부적으로 기술한 것이다.

## 2.1. 미백술 후 치아에 미치는 영향

### 2.1.1. 법랑질에 미치는 영향

Funda 등<sup>13)</sup>은 10% 와 15% CP로 미백 후에 4시간 후, 28시간 후 측정된 결과, 법랑질과 상아질의 표면 거칠기(Roughness)와 형태적 변화(Morphology)는 통계적으로 유의한 차이가 없었다고 하였다. Yeh<sup>14)</sup>등의 연구에서 SEM으로 관찰한 결과 미백 후에 법랑질의 표면 다공성이 약간 증가하였고, 미백 후에 인산 용액으로 부식한 법랑질에서 표면 용해도가 더 증가한 것을 보였다. Basting 등<sup>15)</sup>은 10% CP미백제로 3주 동안 처리한 건전한 법랑질과 탈회된 법랑질의 미세경도(microhardness)는 변했다. 그러나 10% CP 미백제로 3주 동안 처리한 건전한 상아질과 탈회된 상아질의 미세경도는 변하지 않았다.

Titley 등<sup>16)</sup>은 30% 과산화수소 용액에 60분간 노출되면 법랑질의 화학 성분과 구조가 변화된다고 보고했다. Bitter 등<sup>17)</sup>은 표백제에 14일간 노출된 법랑질은 SEM 상에서 변화된 양상을 나타낸다고 하였다. Perdigao 등<sup>18)</sup>은 표백제에서 유리된 잔존 산소에 의한 레진 중합 과정의 방해는 증명할 수 없었고 표백 후 치질의 칼슘과 인의 상대적 농도의 감소와 법랑질 표면의 결정 구조의 변형을 발견하였다.

### 2.1.2. 상아질에 미치는 영향

Chng 등<sup>19)</sup>은 30% HP로 미백 시에 관간상아질의 nanomechanical property와 표면 변화를 평가하기 위하여 시험하였다. 30% HP로 24시간 노출한 제1대구치의 surface는 변화되었고 관간상아질의 경도는 유의하게 감소하였다. 상아질에 미치는 HP의 영향은 낮은 산도와 강한 산성 작용의 결과로 보인다. 관주상아질은 관간상아질보다 HP의 영향을 덜 받는 것처럼 보였고 그 이유는 관간상아질과 관주상아질의 구성 성분이 다르기 때문이라고 보여진다.

### 2.1.3. 백악질에 미치는 영향

Zalkind 등<sup>20)</sup>은 법랑질, 상아질, 백악질의 미백 후에 치아 표면의 morphology 변화를 관찰한 결과 법랑질과 상아질에 비해 백악질이 많은 영향을 받았다.

### 2.1.4. 치수에 미치는 영향

10% CP를 사용한 자가 미백술의 경우는 15-65%의 빈도로 부작용이 나타나고, 열원과 고농도의 HP를 사용하는 전문가 미백술의 경우에는 67-78% 정도로 높은 부작용이 나타난다. 다른 비교 연구에서는 치관에 존재하는 수복물의 존재 유무, 사용한 미백제의 농도 및 적용시간에 따라 치수 쪽으로의 약제의 다양한 침투 정도가 나타난다고 했다<sup>21)</sup>. 30% HP나 10-35% CP로 미백하는 동안 건전치아와 비교해서 수복재가 충전된 치아는 치수강 속으로 높은 농도의 과산화수소가 누출된다고 한다<sup>22-23)</sup>. 게다가 높은 농도인 과산화요소는 낮은 농도의 미백제보다 치수강 속에서 높은 농도의 peroxide를 생성한다<sup>24)</sup>. 여러 연구에서 미백과정은 수복재의 변연봉쇄에 악영향을 주고 수복재와 수복재 변연은 치수강으로 peroxide가 통과되게 하는 path로 간주할 수 있다. peroxide의 침투는 생활치 외부 미백시에 치아 민감증을 증가시키는 것처럼, 치수 작용에 반영된다<sup>25-26)</sup>.

### 2.1.5. 치아와 주위 부착 조직에 미치는 영향

표백 후 치경부 외흡수가 보고되어 있으며 제시된 가설들이 자극성이 높은 표백제 누출로 인한 주위 조직의 손상을 주된 원인으로 설명하고 있다.

Kehoe<sup>27)</sup> 등은 근관치료한 치아의 치수강에 Walking bleaching을 시행하였을 때 상아질과 백악질의 pH가 더 산성 환경이 되는 것을 발견하였고 Fuss 등<sup>28)</sup>은 표백제가 상아세관을 통하여

치근막으로 확산될 수 있다는 가정 하에 실험실 연구에서 walking bleaching 후 산도의 변화를 측정된 결과 초기에는 산성이었지만 시간이 지날수록 염기성의 pH를 관찰할 수 있었다고 보고하였다. 따라서 치근 흡수는 pH로 인한 손상이라기 보다는 주위조직으로의 표백제의 누출에 의한 직접적인 손상이 치근흡수의 한 원인으로 보여진다고 주장하였다. 백악 법랑 경계부의 상아세관을 통해 표백제가 누출됨을 직접 확인하고자 네 가지 표백 방법에 따라 누출량의 차이를 시간 경과에 따라 비교 분석한 실험군에서 매 시술시 측정된 과산화수소수의 누출량은 0-35% 범위로 다양하게 나타남을 알 수 있었다<sup>29)</sup>.

원인이 명백히 규명되지는 않았지만 외상, 열, 백악법랑 경계부의 해부학적 결함, 표백제의 pH와 농도, 이장재 유무, 잔존 상아질의 두께, 치경부를 통한 표백제의 직접적인 누출 등의 요인들이 복잡하게 연관되어 있는 것으로 추론된다.

## 2.2. 미백제가 치아와 수복물의 결합에 미치는 영향

### 2.2.1. 법랑질의 결합 강도

수많은 연구에서 우치(bovine teeth)나 치아로부터 얻은 법랑질 시편에 다양한 미백과정의 효과가 복합 레진의 결합강도에 어떠한 결과를 내는지 의문을 제기해 왔다. 치아 미백술 후 바로 접착 수복을 할 경우 결합력이 감소하는 것으로 알려져 있으며 이를 해소하기 위해 일정시간 경과 후 접착수복 술식을 시행할 것을 권장하고 있다. El-din 등<sup>30)</sup>은 미백된 법랑질의 전단결합강도는 미백하지 않은 비교군에 비해서 유의하게 낮았다고 하였다.

Timpawat 등<sup>31)</sup>은 네 가지 다른 성분을 함유한 미백제로 내부미백술을 했을 때 치수강과 상아질에 복합레진이 결합하는 미세인장결합강도 (microtensile bond strength)는 증류수와 과불산

나트륨을 혼합한 미백제가 유의성 있게 높은 인장결합강도 값이 나타났고, SP와 35% HP를 혼합한 미백제가 가장 낮은 인장결합강도를 나타냈다고 하였다. Chang 등<sup>32)</sup>은 상품화된 미백 스트립과 자가 미백용 겔로 미백 처리한 치아와 복합레진의 전단 결합강도를 평가하기위해서 시험한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서 미백스트립과 10% CP는 법랑질과 복합레진의 미세전단결합강도에 영향을 주지 않았다고 하였다. Miyazaki 등<sup>33)</sup>은 미백 적용 후 즉시 충전하였을 때 모든 본딩 시스템에서 법랑질의 결합 강도는 유의한 감소를 보였다. 24시간 물에 담가놓은 시편은 적은 감소를 보였고, 미백하지 않은 비교군은 유의한 차이가 없었다. 따라서 self-etching primer 시스템의 법랑질 결합 강도는 24시간 물속에 처리하였을 때 덜 영향을 받는 것으로 사료된다고 하였다. 25-35% HP를 사용한 대부분의 연구들은 인장결합강도와 전단결합강도가 모든 복합레진에서 유의한 결과를 나타냈다<sup>32-37)</sup>. 대부분의 연구 조사에서 CP는 미백하지 않은 법랑질과 비교해서 법랑질-복합레진의 결합강도의 감소를 보였다<sup>35,38-40)</sup>.

결합강도가 정상으로 회복되는데 걸리는 시간은 CP로 미백된 법랑질과 복합레진의 결합강도는 1일의 기간을 두라고 권고하고 있다<sup>41)</sup>. McGuckin 등<sup>35)</sup>은 3-7일의 기간을, Cavalli 등<sup>42)</sup>은 3주까지의 기간을 두라고 권고하였다

## 2.2.2. 상아질의 결합 강도

상아질과 수복재의 결합강도는 그다지 많이 연구되지 않았다. 몇몇 연구에서는 30-35% HP와 10-21% CP로 상아질과 복합레진, 글래스이오노머의 결합강도 감소에 대해 일치하게 보고한 연구가 있다<sup>43-44)</sup>. 대부분의 연구는 결합강도 감소가 법랑질에서의 효과와 같이 미백된 상아질에 수복재 적용 전에 7일간 제거한 후에 결합강도 감소가 여전히 존재한다고 했다<sup>43-44)</sup>. Demarco

등<sup>45)</sup>은 복합레진과 상아질 결합강도는 30% HP로 미백 후 1주 동안 유예 기간을 두었을 때 손상되지 않았다고 보고했다.

## 2.3. 미백제가 수복재의 미세누출에 미치는 영향

### 2.3.1. 복합레진

표백을 한 후 복합 레진을 수복했을 때가 표백을 실시하지 않은 실험군보다 통계학적으로 유의성 있게 미세누출의 양이 증가하였다. 그리고 표백 후 바로 수복을 실시한 군에서 가장 높은 미세 누출 값을 나타내었다<sup>46)</sup>. 37% CP나 30% HP와 SP를 함유한 미백제로 내부 미백술을 시행했을 때 5급 와동에서 높은 비율의 미세누출을 보였다. 미세누출은 미백제의 적용기간의 증가에 따라 증가했다<sup>47)</sup>. 표백제에서 유리된 잔존 과산화수소나 산소가 결합제의 중합과정을 방해하여 레진의 다공성이 증가되고, 법랑질과 상아질의 조성이 구조적으로 변화됨으로써 결합력이 감소되며 이로 인해 미세누출이 증가된다고 하였다<sup>17)</sup>. Barkhordar 등<sup>47)</sup>은 30% HP와 SP를 사용하여 표백술을 시행했을 때 표백 기간이 길수록 미세 누출량이 증가한다고 했다. 그러나 Ulukapi 등<sup>48)</sup>은 미세누출율은 법랑질 변연에서만 10% CP로 미백한 후에 유의하게 증가했다고 상반된 결과를 보고했다. Turkun<sup>49)</sup>도 비슷한 연구 결과를 보고했다. 두 가지 연구에서는<sup>48,50)</sup> 나중 에 수복한 복합레진은 35% HP나 10-16% CP로 복합레진 수복물에 접촉하였을 때 상아질과 법랑질의 변연밀폐에 상반된 결과를 나타냈다고 보고했다. 반대로 다른 연구에선 법랑질 변연의 미세 누출이 증가하지 않았다고 하였다<sup>50,51)</sup>. Crim<sup>52)</sup>도 CP를 사용하여 생활치 표백술을 시행한 후 5급 와동에서의 미세누출을 측정된 결과 표백후 미세 누출량이 증가한다고 보고하였다. 정재은 등<sup>46)</sup>은 실활치 표백 술 후 유의성 있게 미세 누출의 양

이 증가되어 다른 연구에서와 유사한 결과를 얻었다.

### 2.3.2. 컴포머, 레진 강화형 글래스아이오노머, 아말감 및 임시 충전재

컴포머, 레진 강화형 글래스 아이오노머, 아말감 수복 후 35% HP와 3, 11, 16% CP로 미백한 경우에 미백제의 농도와 수복물의 종류에 따라 미세누출율이 달라졌다고 보고하였다<sup>48,51</sup>. Ulukapi<sup>48</sup>)는 SEM으로 관찰한 결과, 아말감은 영향 받지 않았다고 하였다. 법랑질과 아말감 수복물의 변연 누출은 수복하기 전에 10% CP를 적용했기 때문만은 아니다. 그것은 30% HP와 SP를 혼합한 미백제로 walking bleaching을 하고 임시 충전재인 광중합 복합레진, 산화아연 시멘트, 인산아연 시멘트로 충전했을 때 최적의 봉합효과는 나타나지 않았고, Cavit와 Coltosol과 같은 친수성 충전재를 사용했을 때 대부분 만족한 결과를 얻었다<sup>53</sup>. 35% HP와 SP혼합 미백제에 IRM과 Cavit의 미세누출 실험에서 Cavit이 IRM보다 근관치료에서 훨씬 더 미세누출이 적다고 하였다<sup>54</sup>. 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 시행해야한다. 앞으로 임상에서 수복물에 대한 미세누출을 어떻게 대처할 것인가의 연구가 더 필요하다고 사료된다.

## 2.4. 부작용을 최소화하기 위한 예방 및 임상적 처치

과산화수소를 사용한 미백 치료시에는 여러 가지 부작용이 발생할 수 있는데 이러한 부작용에

는 표백완료 후의 재변색이나 수복물의 결합력 감소, 저항형태의 감소로 인한 치아과절, 미백 치료 후 외흡수 등이 포함 된다<sup>55,56</sup>.

미세누출은 치아와 수복물간의 결합정도와 밀접한 연관이 있으므로 치아 미백 후 결합력이 낮아지면 수복물 주위의 미세누출은 증가하게 된다<sup>56</sup>. 치아 표백 후 시간이 지나면서 재변색되는 경우는 와동과 수복물 사이에 발생하는 미세누출에 의한 것으로 여겨진다.

표백술 직후 상아질과 법랑질에 접촉된 복합레진이나 글래스 아이오노머의 결합력은 과산화수소에 노출된 시간에 비례하여 감소되며, 따라서 미세누출도 증가된다고 보고되어 왔다<sup>56</sup>. 과산화수소를 지속적으로 사용하면 법랑질, 상아질, 백악질의 형태적, 구조적인 변화를 일으킬 수 있다는 것이 증명되었고<sup>17,18</sup>), 과산화수소는 표백된 치아에 사용하는 수복 물질의 성질에도 손상을 줄 수 있다. 따라서 잔존하는 과산화수소를 효과적으로 제거하여 미세누출에 의한 재변색을 방지할 수 있는 방법에 대한 연구가 진행되어 왔다.

### 2.4.1. 잔존 과산화수소를 제거하기 위한 방법

Torneck 등<sup>41,43</sup>)은 치아의 외부 법랑질을 과산화수소로 처리한 후 치아를 37°C 물에 7일간 담구어 두면 peroxide 농도가 감소되어 결합력이 표백 전 수준으로 회복되어 이러한 손상을 방지할 수 있다고 했다. 과산화수소를 사용한 치관내 표백술에 의해 치아 외흡수를 야기할 수 있다고 보고되어 왔는데 치관내 표백술 동안 과산화수소가 치수강으로부터 치주조직으로 침투하여 국소적인 염증 반응을 일으킬 수 있기 때문이다. 이에 대해 Kehoe 등<sup>27</sup>)은 표백제가 상아 세관을 통과하여 치근 표면의 pH를 떨어뜨리게 되면 파골세포를 활성화시켜 치근 흡수를 위한 적당한 환경을 조성하게 된다고 하였다. 따라서 이러한 강

산성의 superoxol의 의해 야기될 수 있는 치근 흡수를 예방하기 위하여 Walking bleaching을 시행 후 원하는 색상이 얻어졌을 때 와동의 임시 수복물을 제거하고 물로 충분히 세척하여 표백제를 제거한 다음에 치수강을 수산화칼슘과 물을 혼합한 페이스트로 7일간 충전할 것을 추천하면서 이러한 과정이 치아의 치경부에 표백제로 인한 산성을 중화시켜 중성과 알칼리성의 pH를 제공하고 치경부 치주인대의 손상을 회복시켜 흡수를 방지하는 적당한 방법이 될 수 있다고 하였다<sup>57)</sup>. Dishman<sup>34)</sup>은 표백 후 법랑질이 정상적인 결합력을 회복하는데 걸리는 시간은 사용한 표백제의 농도와 표백기간에 의해 좌우된다고 했으며 25% 과산화수소에 노출된 경우에 24시간 후에는 결합력이 정상으로 회복된다고 했다. Adibfar 등<sup>58)</sup>은 와동을 충분히 물에 담구어 두는 것이 이온 교환에 도움이 되어 잔존 과산화물을 효과적으로 제거할 수 있다고 하였다. Cvitko 등<sup>39)</sup>은 생활치 표백술 후 수복하기 전에 법랑질 표면층을 제거하면 결합력이 표백 전 수준으로 회복된다고 보고했으며 Barghi<sup>40)</sup>은 표백제의 산소방해에 의한 수복물의 법랑질 결합에 대한 실패는 표백된 면을 water displacement solution으로 세척하거나 primer에 acetone과 alcohol을 포함한 4세대 상아질 결합제를 사용함으로써 감소되거나 제거될 수 있다고 하였다. 이는 알코올이나 아세톤이 산소가 용해되어 있는 치질이나 상아세관액을 효과적으로 증발시켰기 때문으로 생각된다고 하였다<sup>59)</sup>. 임경란 등<sup>59)</sup>의 연구에서는 자유산소기를 제거하기 위하여 catalase, alcohol, water를 사용하여 세척한 후 복합 레진과 법랑질의 전단접착강도를 측정된 결과, catalase만 비표백군과 유사한 전단 결합강도를 보였고, 물 세척군과 비교하여 통계학적으로 유의한 차이를 보여주었다.

파절양상은 catalase, alcohol군에서 주로 cohesive failure를 나타내었고 물 세척군은 adhesive failure 양상으로 관찰되었다. 물로 과

산화수소 잔존물을 제거하려는 노력은 산화 물질을 중화시킬 정도의 활발한 작용을 하지 못하므로 치주인대를 보호하지 못하며 항산화 효소인 catalase를 사용한다면 짧은 시간 동안에 남아있는 과산화물을 효과적으로 제거할 수 있을 뿐 아니라 주위조직에 대한 부작용도 없애줄 수 있다<sup>64)</sup>. 한 연구에서는 potassium nitrate를 가진 과산화수소는 치아 민감증을 덜 유발시킨다고 하였다. potassium nitrate를 사용하면 신경의 Repolarization을 막아서 통증의 전달을 차단하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 5% potassium nitrate를 함유한 3.5% HP와 10% CP 사이에는 색상 변화에 통계적으로 유의한 차이가 없었다<sup>60)</sup>.

Sung 등<sup>61)</sup>은 미백된 법랑질과 미백되지 않은 법랑질에 acetone-based adhesive를 사용하여 비교한 결과에서 유의한 차이가 나타났다고 보고했다. 그러나 alcohol-based adhesive 시험에서는 유의하지 않았다. 반대로 다른 보고에선 acetone-based adhesive와 pure acetone이나 alcohol같은 water-clearing solvents는 법랑질과 복합레진의 결합에 미치는 역효과가 유의하게 감소했다고 한다<sup>40)</sup>. 글래스 아이오노머 시멘트는 산소 잔재물로 인해 setting효과가 떨어진다고 하였다<sup>44)</sup>. 그래서 복합레진이나 글래스 아이오노머 시멘트 적용 전에 1-3주의 기간을 두어 잔존하는 산소가 치아 경조직으로부터 용해되도록 하여야 한다고 권고하였다. peroxide의 잔재를 녹이기 위해 10% sodium-ascorbate나 catalase로 세척해야 된다고 하였다<sup>49)</sup>. 그러나 agent의 적용은 시간 소비적이고 비용면에서 임상적 조건 아래 사용을 최적화할 필요가 있다. 적어도 최소 7일의 기간을 두고 물속에 적용하여야 법랑질과 복합레진의 결합 강도의 감소를 줄일 수 있다고 하였다<sup>36)</sup>. 최적의 결합을 위해서 미백된 치아 경조직은 약 3주의 유예 기간을 두고 시행해야 할 것이다<sup>42, 62)</sup>.

미백 후 복합레진의 충전 시기는 대개 미백 종료 후 약 1-2주가 권장되는데 이는 잔존된 자유 산소기가 치질 내에서 완전히 분해되는데 이 정도의 기간이 필요하며, 미백 후 1주 이내에 치아 색조의 미세한 relapse가 일어나기 때문이다. 그러나 최근 보고에 의하면 ethylalcohol과 같은 water displacement solution을 미백 후 형성된 복합레진의 와동에 5분간만 처리하고 복합레진을 충전해도 resin tag가 형성되며 불연속적이지만 hybrid layer도 주사전자현미경상에서 관찰된다고 하였다<sup>63)</sup>. 이는 에틸알코올이 상아세관액 내에 녹아있는 산소자유기를 증발시켜 대부분 제거하기 때문이며 복합레진과 치질의 결합력의 저하를 어느 정도 회복할 수 있어 2-3일 내로 복합레진의 충전 시기를 단축할 수 있을 것으로 사료하였다. Rotstein 등<sup>64)</sup>은 치수내에 정상적으로 존재하는 산소자유기 제거 효소인 Catalase를 표백 전에 구강 점막에 도포하거나 ethylcellulose polymer를 치경부에 도포함으로써 과산화물에 의한 주위 치주조직의 손상을 예방할 수 있다고 하였다. Catalase는 포유동물의 조직에 정상적으로 풍부하게 존재하면서 독성의 산소 자유기에 저항하여 조직을 보호하는 항산화 효소 (antioxidant enzyme)이다. 치수 내에 존재하는 catalase의 분해반응은 매우 빠르고 적은양의 에너지만을 필요로 하며 온도나 pH에도 영향을 받지 않고 단시간 내에 거의 대부분의 과산화물을 효과적으로 제거할 수 있기 때문에 표백 후 치질에 남아 있는 과산화물에 의한 부작용을 예방하는데 효과적인 항효소로써 그 임상적 활용이 널리 기대된다. 그러나 공기 중의 산소와 매우 민감하게 반응하기 때문에 냉장고 안에 밀폐시켜 보관해야만 하며 self-life가 짧고 고가의 비용 때문에 임상에서 사용하는데 많은 제약이 따른다<sup>59)</sup>. 따라서 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 재료의 개발이 필요하다.

## 4. 결 론

이 연구는 치아 미백제가 치아에 미치는 영향과 부작용의 최소화를 위한 처치에 관한 유용한 정보를 요약하고자 시도하였다. 치아 미백은 치아의 색조를 바꾸는 보존적이고 간단하면서도 경제적인 치료 방법이다. 그러나 주의 깊게 치료한다 하더라도 미백제의 농도와 적용시간에 따라 많은 부작용이 나타나기 때문에 반드시 치료 전에 모든 발생가능한 부작용에 대해 그 대처법을 충분히 숙지하고 가능한 최소로 줄일 수 있는 임상적인 술식의 적용이 따라야 한다. 그러나 연구에 있어서는 임상적인 조건에서의 부작용에 대한 정확한 실험이 한계로 남아 있어 앞으로의 과제는 이 모든 것이 명확하게 이루어져야 한다.

미백제의 주성분인 과산화수소의 분해 산물이 부작용을 일으키는 주원인인데, 이러한 잔존 Peroxide의 발생기 산소가 미세 변연 누출, 경계면 변색, 수복재와 수복물의 결합력 저하, 치아지각과민 등의 부작용을 일으킬 수 있으므로, 잔존 과산화수소를 제거하기 위한 적절한 약제나 그 처치 시기를 조절하여 이러한 가능성을 줄여주어 치아에 미치는 부작용이나 수복물의 수명을 연장시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 실험적인 연구 결과의 고찰을 통하여 현재까지의 부작용을 최소화하는 방법을 제시하고자 한다.

첫째, 미백이 끝난 후 자연적인 잔존 산소의 확산, 제거를 위하여 최소한 1-3주 유예기간을 두어 수복한다.

둘째, 잔존 자유 산소기에 저항하여 치주조직을 보호하는 항산화 효소인 Catalase를 적용하는 것이다.

셋째, 물세척보다 더 우수한 잔존 자유 산소의 제거 능력을 보인 방법은 알코올(에탄올)이나 아

세톤으로 세척하는 것이다.

## 참고문헌

1. Haywood VB. History, safety & effectiveness of current bleaching techniques & applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992;23: 471-488.
2. Zaragoza VMT. Bleaching of vital teeth technique. *EstoModeo.* 1984;9:7-30.
3. Spasser HF. A simple bleach technique using sodium perborate. *NYState Dent J* 1961;27:332-334.
4. Nutting EB and Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J south Calif Dent Assoc* 1961;27:332-334.
5. Nutting EB and Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J south Calif Dent Assoc* 1963;31:289-291.
6. Nutting EB and Poe GS. Chemical bleaching of discolored endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am* 1967;Nov:655-662.
7. Smith JJ, Cunningham CJ, Montgomery S. Cervical canal leakage after internal bleaching procedures. *J Endodon* 1992; 18(10):476-481.
8. Rostein I, Zalkind M, Mor C, Tarabeach A, Friedmal S. In vitro efficacy of sodium perborate preparations used for intracoronal bleaching of discolored non-vital teeth. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:177-180.
9. 임경란, 금기연, 김애리, 장수미. 생활치 표백술 후 수종의 자유 산소기 제거제 처리가 복합 레진-법랑질 전단 접착 강도 및 파절 양상에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 2001; 26(5):399-405.
10. Haywood VB, Heymann HO, Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989;20(3):172-176.
11. Dadoun MP, Bartlett DW. Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2003;11:9-13.
12. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching-a critical review of biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14:292-304.
13. Funda Kont Cobankara, Nimet Unlu, Halil Cenk Altinoz and Fusun Ozer. Effect of home bleaching agents on the roughness and surface morphology of human enamel and dentine. *Int Dent J* 2004;54:211-218.
14. S-T Yeh, Y Su, Y-C Lu, S-Y Lee. Surface Changes and Acid Dissolution of Enamel After Carbamide Peroxide Bleach Treatment. *Oper Dent* 2005;30-4:507-515.
15. RT Basting, AL Rodrigues Jr, MC Serra. The Effect of 10% Carbamide Peroxide Bleaching Material on Microhardness of Sound and Demineralized Enamel and Dentin In Situ. *Oper Dent* 2001;26: 531-539.
16. Titley KC, Torneck CD, Smith DC and Adibfar A. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res* 1988;67:1523-1528.
17. Bitter NC. A scanning electron microscope study of the long term effect of bleaching agents and enamel surface in vivo. *Gen Dent* 1998;46:84-88.
18. Perdigao J, Francci C, Swift EJ Jr, Ambrose WW and Lopes M. Ultra-morphological

- study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide bleached enamel. *Am J Dent* 1998;11:291-301.
19. H.K.Chng, H.N.Ramli, A.U.J.Yap, C.T.Lim. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *J of Dent* 2005;33: 363-369.
  20. M.Zalkind, J.R.Arwarz, A.Goldmam, I.Rotstein. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching : a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:82-88.
  21. 이윤, 이정규, 금기연. 생활치 미백술 후 나타나는 부작용의 예방 및 임상적 처치, *치과 임상* 2006;2:148-152.
  22. Gokay O, Tuncbilek M, Ertan R. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents on teeth restored with a composite resin. *J Oral Rehabil* 2000;27:428-431.
  23. Gokay O, Yilmaz F, Akin S, Tuncbilek M, Ertan R. Penetration of the pulp chamber by bleaching agents in teeth restored with various restorative materials. *J Endod* 2000;26:92-94.
  24. Benetti AR, Valera MC, Mancini MN, Miranda CB, Balduccil. In vitro penetration of bleaching agents into the pulp chamber. *Int Endod J* 2004;37:120-124.
  25. Hanks CT, Fat JC, Wataha JC, Corcoran JF. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. *J Dent Res* 1993;72:931-938.
  26. Robertson WD, Melfi RC, Pulpal response to vital bleaching procedures. *J Endod* 1980;6:465-469.
  27. Kehoe JC. pH reversal following in vitro bleaching of pulpless teeth. *J Endod* 1987;13(1):6-9.
  28. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J Endod* 1989;15: 362-364.
  29. 박수경. 무수치 표백시술시 치경부를 통한 표백제 누출량의 정량적 측정. 서울대학교 대학원 치의학과 치과보존학 논문집.
  30. AK Nour El-din, BH Miller, JA Griggs, C Wakefield. Immediate Bonding to Bleached Enamel. *Oper Dent* 2006;31:1: 106-114.
  31. S.Timpawat, C.Nipattamanon, K.Kijsamanmith & H.H.Messer. Effect of bleaching agents on bonding to pulp chamber dentine. *Int Endod J* 2005; 38:211-217.
  32. Hoon-Sang Chang, Kyung-Mo Cho, Jin-Woo Kim. The effect of various commercially available bleaching agents on the microshear bond strength of composite resin to enamel. *J Kor Acad Cons Dent* 2004;29(3):219-225.
  33. M.Miyazaki, H.Sato, T.Sato, B.Keith Moore & Jeffrey A.Platt, Effect of a whitening agent application on enamel bond strength of self-etching primer systems. *Am J Dent* 2004;17:151-155.
  34. Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater* 1994;10:33-36.
  35. McGuckin RS, Thurmond BA, Osovitz S. Enamel shear bond strengths after vital

- bleaching. *Am J Dent* 1992;5:216-222.
36. Titley KC, Torneck CD, RUSE ND, Krmec D. Adhesion of a resin compoite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod* 1993;19:112-115.
  37. Stokes AN, Hood JA, Dhariwal D, Patel K. Effect peroxide bleaches on resin-enamel bonds. *Quintessence Int* 1992;23:769-771.
  38. Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent* 1993;18:144-147.
  39. Cvitko E, Denehy GE, Swift Jr EJ, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with cabamide peroxide. *J Esthet Dent* 1991;3:100-102.
  40. Barghi N, Godwin JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthet Dent* 1994;6: 157-161.
  41. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of cabamide peroxide gel on the shear bond strength of a microfill resin to bovine enamel. *J Dent Res* 1992;71:20-24.
  42. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GMB. the effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent* 2001;26: 597-602.
  43. Torneck CD, Titley KC, Smith DC and Adibfar A. Adhesion of light cured composite resin to bleached and unbleached bovine dentin. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:97-103.
  44. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Applebaum NB. Adhesion of a glass ionomer cement to bleached and unbleached bovine dentin. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:132-138.
  45. Demarco FF, Turbino ML, Jorge AG, Matson E. Influence of bleaching on dentin bond strength. *Am J Dent* 1998;11: 78-82.
  46. 정재은, 이희주, 허복. 실활치 표백술 후 치관내 수복물의 미세누출에 관한 비교. 대한치과보존학회지 2003;28:1:57-63.
  47. Barkhordar RA, Kempler D, Plesh O. Effect of nonvital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence int* 1997;28: 341-344.
  48. Ulukapi H, Benderli Y, Ulukapi I: Effects of pre-and post-operative bleaching on marginal effect of leakage of amalgam and composite restorations. *Quintessence Int* 2003;34: 505-508.
  49. Turkun M, Turkun LS. Effects of nonvital bleaching with 10% carbamide peroxide on sealing ability of composite resin restorations. *Int Endod J* 2004;37:52-60.
  50. Crim GA. Post-operative bleaching effect on microleakage. *Am J Dent* 1992; 5:109-12.
  51. Owens BM, Rowland CC, Brown DM, Covington JS. Postoperative dental bleaching. *J Tenn Dent Assoc* 1998; 78:36-40.
  52. Crim GA. Prerestorative bleaching effect on microleakage of Class V cavities. *Quintessence Int* 1992;23:823-825.
  53. Hosoya N, Cox CF, Arai T: The walking bleach procedure: an in vitro study to measure microleakage of five temporary sealing agents. *J Endod* 2000;26: 716-718.

54. Hansen-Bayless J, Davis R: Sealing ability of two intermediate restorative materials in bleached teeth. *Am J Dent* 1992;5(3): 151-154.
55. Fisher NL and Radford JR : internal bleaching of discolored teeth. *Dent Update* 1990;17:110-1,113-4.
56. Demarco FF, Freitas JM, Silva MP and Justino LM. Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. *Int Endod J* 2001;34:495-500.
57. Baratieri LN, Ritter AV, Monteiro S Jr, Caldeira de Andrada MA and Cardoso Vieira LC. Nonvital tooth bleaching: guidelines for the clinician. *Quintessence Int* 1995;26:597-608.
58. Adibfar A, Steele A, Torneck CD, Titley KC and Ruse ND. bleaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. *J Endod* 1992;18:488-491.
59. 임경란, 금기연, 김애리, 장수미. 생활치 표백술 후 수종의 자유 산소기 제거제 처리가 복합레진-범랑질 전단접착강도 및 파절 양상에 미치는 영향. *대한치과보존학회지*. 2001; 26(5):399-406.
60. V.Alonso de la Pena, O.Balboa Cabrita. Comparison of the clinical efficacy and safety of carbamide peroxide and hydrogen peroxide in at-home bleaching gels. *Quintessence Int* 2006;37:551-556.
61. Sung EC, Chan SM, Mito R, Caputo AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *J Prosthet Dent* 1999;82:595-599.
62. Shinohara MS, Rodrigues JA, Pimenta LAF: In vitro microleakage of composite restorations after nonvital bleaching. *Quintessence Int* 2001;32:413-417.
63. KY Kum, KY Lim, LSW Spangberg. Effects of removing residual peroxide and other oxygen radicals on the shear bond strength and failure modes at resin-tooth interface after tooth bleaching. *Am J Dent* 2004;17:267-270.
64. Rotstein I, Wesselink PR, Bab I. Catalase protection against hydrogen peroxide induced injury in rat oral mucosa. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 1993; 75(6):744-750.

Abstract

# Effect of bleaching on human teeth and reduced treatment on negative influence -Review

Jae-Yoon Choi, Youn-Soo Shim<sup>1</sup>

*Dept. of Dental Biomaterials Science and Dental Research Institute,  
College of Dentistry, Seoul National University, Korea,*

<sup>1</sup>*Department and institute of Dental Biomaterials & Bioengineering,  
College of Dentistry, Yonsei University, Korea*

**Key words:** Sodium perborate, Hydrogen peroxide, Carbamide peroxide, Free radical oxygen, Bleachin

The purpose of the review article was to summarize and discuss the available information concerning the effect of bleaching on human teeth and reduced treatment on negative influence. Tooth bleaching effect was differ from extent of concentration and application period of a tooth bleaching agent, certainly full knowledge prior treatment about adverse effect possible appearance and follow clinical treatment for the least reduce. It remains unclear in how far those observation may result in significant adverse effect under clinical conditions. Nevertheless, further investigation are necessary to elucidate these aspect more precisely.

The findings of the study were as follows :

1. It is recommended to delay placement of restorations after termination of bleaching therapy for at least 1-3 weeks.
2. Reduced negative influence that is clinical feasibility of catalase in protecting bleached surface against Oxygen radical.
3. The residual peroxide in tooth after bleaching seems to be removed by gradual diffusion and it may be possible to eliminate the adverse effect on tooth by using water displacement solution, ethylalcohol and aceton including it for effective removal of free radical oxygen.