

치아 표백술의 기전 및 변색의 원인

연세대학교 치과대학 치과보존학교실 조교수 노병덕

I. 서론 : 치아 표백

초기의 치아 표백은 무수치의 표백에 관한 것이 주종을 이루었으나, 1868년 초 수산(oxalic acid)을 이용한 생활치아의 표백이 소개되기 시작하여, 1884년 Harwan이 과산화수소(hydrogen peroxide)를 사용한 치아 표백술을 발표하였다. superoxol은 1900년 대에 제조회사에서 생산되기 시작하였으며 비교적 안전한 방법으로 널리 사용되게 되었다.

1910년에 과산화수소와 열원이나 광원을 같이 사용하는 방법이 널리 사용되기 시작하였고 4-5회 시행하여 좋은 결과를 얻은 것이 발표되었다. 그러나 이 술식은 방법이 복잡하고 비용이 많이 들며, 불확실하고 예측하기 어려운 결과와 환자의 불편감과 같은 단점으로 널리 사용되지 못하였다.

세계 제 2차 대전이 끝나고 난 1940년대와 1950년대 이후에 불소, 테트라싸이클린에 의한 변색의 치료와 근관치료된 치아의 변색에 대한 치료 방법이 본격적으로 발표되기 시작하였다. 1960년대에는 Nutting과 Poe가 과붕산나트륨(sodium perborate)과 superoxol을 같이 사용하여 상승 효과를 얻을 수 있다고 보고 한 이래 superoxol이 주로 사용되게 되었다. 1970년대 Cohen과 Parkins가 테트라싸이클린에 의해 변색된 치아의 표백 법을 보고했으며 그 후 Jordan과 Boksman은 테트라싸이클린에 의해 변색된 밴드가 형성되지 않은 3급 변색 치아의 성공적인 임상적 표백술을 보고하였다.

한편 1960년대 후반에 Klusmier에 의해 10% 과산화요소(carbamide peroxide)와 custom tray를 사용한 자가 표백술(Home bleaching technique)을 발표하였으나 주목받지 못하였으나 그 후 1989년 Haywood와 Heyman에 의해 다시 발표되기 시작하면서 널리 알려

지게 되었으며 이 시기에 제조회사에서 생산되어 상업적으로도 판매되기 시작하였다. 이 술식의 장점은 위험성과 부작용이 적어 안전하며 적은 비용으로 시술할 수 있어 일반에게 널리 사용될 수 있는 장점이 있다. 1990년도 CRA에 의하면 52%의 치과의사가 이 술식을 사용한다고 보고하였다.

최근 30여년 동안 치아 우식증과 치주질환이 지속적으로 감소함에 따라 치과 의사의 역할 변화와, 사회 발전에 따른 일반인들의 보다 회고 건강한 치이에 대한 미적 욕구에 의해 표백술은 최근 보다 널리 사용되고 있다.

표백제는 산화에 의해 표백을 야기하는 것과 환원에 의해 표백을 야기하는 두 가지 종류가 있으나 주로 사용되는 것은 산화에 의한 표백제가 사용된다.

환원제 : 황화수소염(hydrogen sulfide)

산화제 : 과산화수소, 과산화요소, 과붕산나트륨

과산화수소는 분해 시간이 짧아 주로 치과 의원 표백술(office bleaching)에 사용되며 농도는 35% 이상을 주로 사용한다.

과산화요소는 주로 10-22%가 사용되며 작용시간이 길어 자가 표백술(home bleaching)에 주로 사용된다.

과붕산나트륨은 활보 표백술(walking bleaching)과 같은 무수치의 표백술에 주로 사용되며 대개 superoxol 등과 같이 사용된다.

이외에도 HCl 등이 법랑질 표면의 착색 제거를 위해 사용되는데 이는 미세 연마술(microabrasion)에 이용되기도 한다.

II. 치아 표백의 화학적 기전

법랑질은 96 %의 무기질과 4 %의 유기질 및 수분으로 구성되어 있다. 법랑소주는 주상결정(rod-shaped crystal)구조를 이루며 소주 사이의 주간 간극(interprismatic space)에는 가늘고 망상구조를 보이는 유기 물질의 그물이 있다. 이 유기 물질의 구성은 아직 완전히 밝혀지지 않았으나 대부분이 단백질이며, 약간의 다당질이 포함되어 있으며, 이 곳에 색소가 침착되는 것으로 믿어지고 있다. 상아질은 70 %의 무기질과 20 %의 유기질, 10 %의 수분으로 구성되어 있다. 무기질은 주로 수산화인회석(hydroxyapatite)으로 구성되며 유기질은 거의 1형 교원질(type I collagen)이다. 또한 상아질은 상아 세관이 전체 상아질에 분포하고 있다.

법랑질에서의 유체 이동(fluid flow)은 주간 간극 내에서 일어나며 따라서 치아는 투과성이 높다고 할 수 있다. 실제로 고양이에서 행한 실험에서 치아 외부의 방사성 동위원소가 치수 내에서 검출된 것이 증명되기도 했다.

색소 물질은 이 주간 간극을 통하여 침투할 수 있으며 주간 간극 내의 유기 물질과 부착되거나 부착되지 않을 수도 있다. 색소는 자체로 유기질에 부착할 수 있는 반응 기를 가지고 있으며 크롬, 구리, 코발트, 철, 칼슘 등의 금속염에는 -OH 기의 색소가 포함되어 있어 색을 나타내게 된다.

빛이 흡수되면 분자는 색을 나타내게 되는데 이 색은 흡수되지 않는 빛의 색상이며, 색환(color rosette)에서 흡수된 색의 반대편의 색상이 된다. 빛의 흡수에는 주로 이중 공유 결합이 영향을 미치는 요소로 표백은 결국 이 이중 결합을 파괴함으로써 이루어진다고 할 수 있다.

표백에 가장 많이 쓰이는 과산화수소(H₂O₂)는 분해되어 O·와 HO₂·의 자유 라디칼을 형성하는데, 이 자유 라디칼이 이중 결합에 작용하여 이중 결합을 포화시키거나 제거하여 색상을 제거한다. 이 과정을 통하여 단백질은 펩타이드, 아미노산 등 분자량이 낮은 물질로 분해하고 불용성 물질을 수용성 물질로 만들게 된다.

이리하여 치아의 표백이 이루어지게 되나 치아의 표백이 한계에 이르게 되는 지점이 있다. 즉 친수성의 무색의 구조만이 존재하는 상태를 일컫는 포화점(saturation point)에 도달하게 된다. 이 포화점을 넘어 계속 표백을 지속한다면 탄소 골격 구조가 파괴되어

결국은 물과 이산화 탄소가 분해되게 된다. 실제 치아는 단순한 화합물과 복잡한 화합물을 동시에 지니고 있어 일부에서는 이러한 과정이 쉽고 빠르게 나타나며 또 일부에서는 더 느리게 나타날 수 있다. 즉 표백 속도에 차이가 나타나게 되어 과도한 표백술은 치아의 손상을 야기하기도 한다. 실험결과에 의하면 상업제품의 표백제들이 법랑질과 상아질, 백악질에서 Ca/P를 감소시키는 것으로 보고되었으며 이는 치아경조직에 손상을 줄 수 있다는 것을 암시한다. 즉 치아 표백제는 치아 손상을 방지할 수 있도록 주의 깊게 사용되어야 한다.

III. 표백제 선택시 고려 사항

과산화수소의 순수한 수용액 형태는 약산성을 지니게 된다. 이 상태에서는 분해가 느리게 진행되어 약한 자유 라디칼인 O·가 많이 생성되어 그 결과 표백 작용이 약해지게 된다.

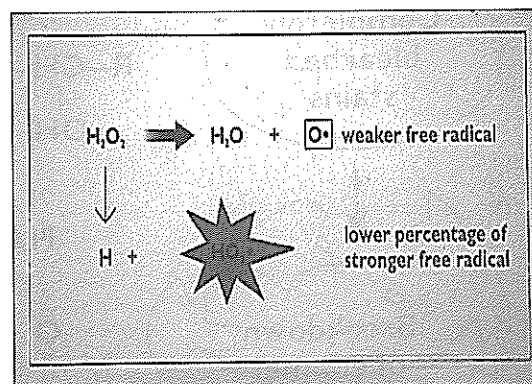


그림 2. 산성 pH에서의 과산화수소의 분해 과정

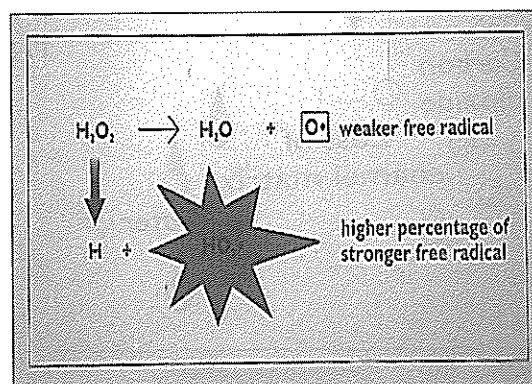


그림 3. 알칼리성 pH에서의 과산화수소의 분해 과정

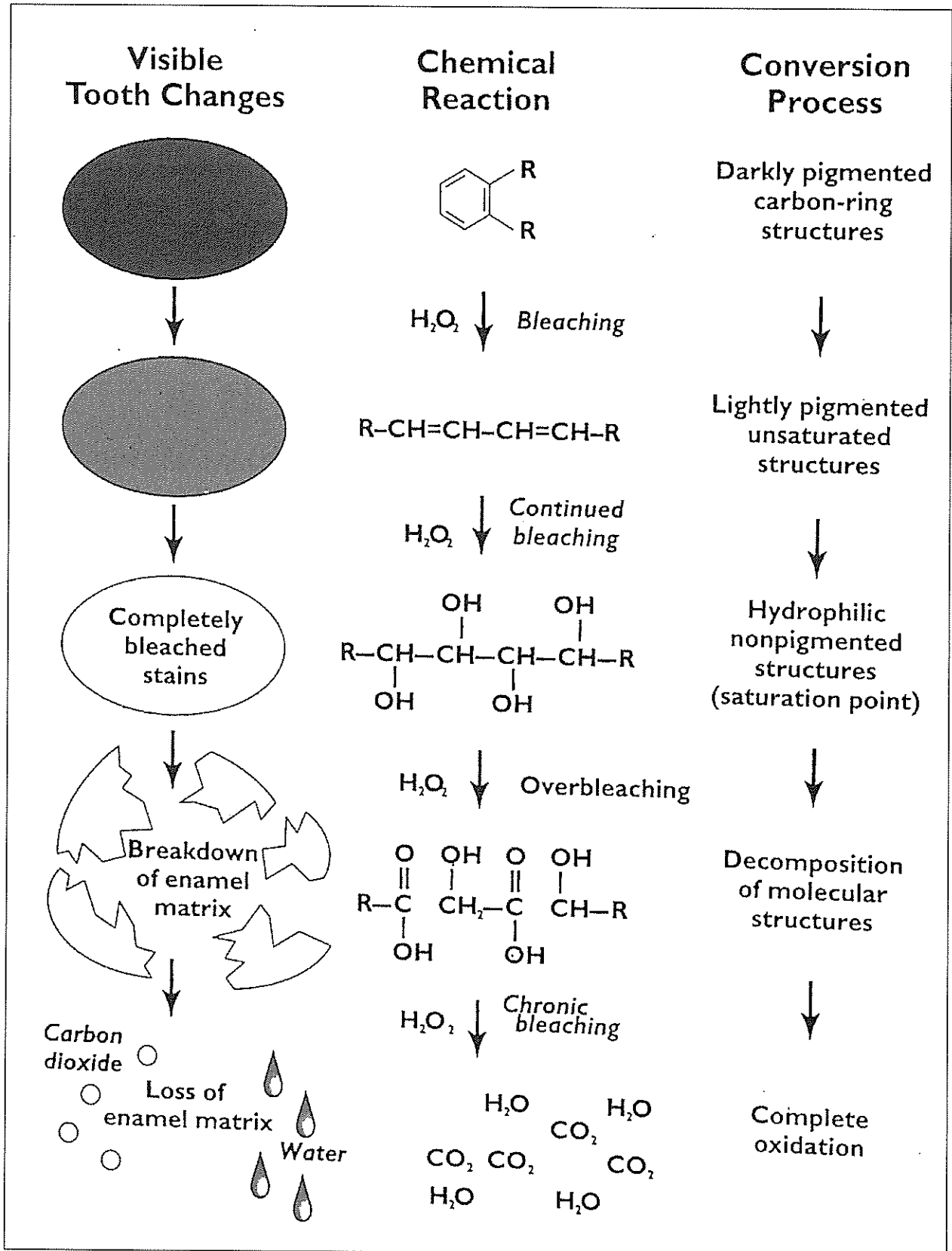


그림 1. 표백의 과정. 포화점과 과포화 시의 실질 조직의 파괴

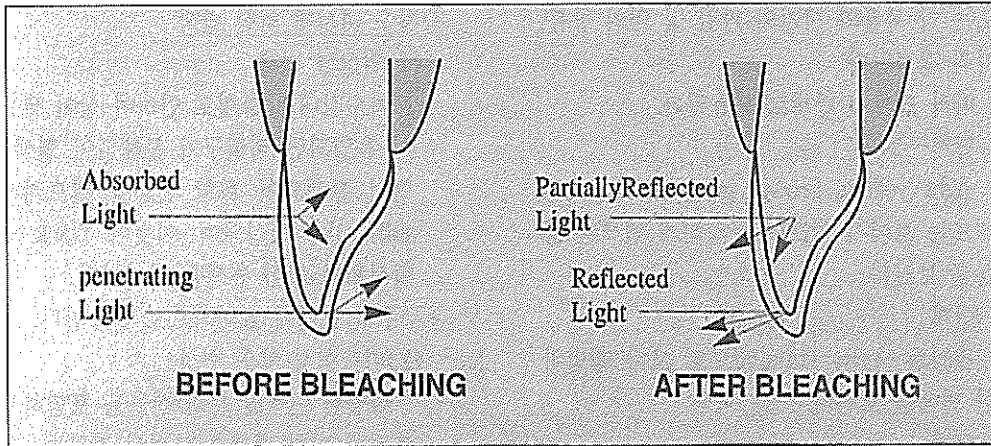
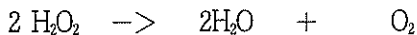


그림 4. 치아의 절단면 부위에서는 표백이 진행됨에 따라 반사되는 빛이 많아지며 색소는 없어져 치아가 희고 밝게 보이게 된다.

보다 강력한 자유 라디칼인 HO₂[·] 이온의 생성을 늘리기 위해서는 염기성 용액에서 H₂O₂의 분해가 이루어져야 한다. 이 목적에 적당한 pH는 pH 9.5— pH 10.8이다. 그러나 과산화수소는 약산성일 때 보관 기간이 길고 염기성 용액에서는 보관 기간이 짧은 단점이 있다. 또한 과산화수소의 분해 효소나 촉매가 있는 경우에는 H₂O₂는 다음과 같이 분해되어 자유 라디칼이 형성되지 않아 표백 효과가 나타나지 않게 된다.



구강 내에는 산소 독성에 대한 방어 작용을 하는 이러한 효소가 존재하므로 이러한 효소의 작용을 방지하려면 치아를 표백하기 전에 먼저 치면을 깨끗이 해야 한다.

표백제는 법랑질과 상아질 내로 침투할 수 있는 것으로 알려져 있으나, 주된 표백 효과는 법랑질 층에서 일어난다. 법랑질의 색소가 표백되면 치아는 보다 희고 (lighter) 보다 밝게 (brighter) 되는데, 치아가 밝아진다는 것은 대개 치아 법랑질의 투명도의 감소에 기인한다. 즉 법랑질이 투명한 치아는 빛이 투과하여 절단면 근처에서는 회색을 보이게 되며 반대로 치경부는 상아질에 의해 빛이 흡수되어 절단면과는 다른 색을 보이게 되어 자연치의 다색성 (polychromatic) 특성을 보인다. 그러나 치아가 표백되게 되면 법랑질을 통한 빛의 투과가 적어지고 반사되는 양이 많아져 더 밝게 보이게 된다. 치아 내부의 색은 희어지고, 외부는 투명도가 감소하여 빛을 더 반사하게 되는 것이 치아가 밝아지는 원인이라 할 수 있다.

IV. 치아 변색의 원인

1. 외인성 착색 (Extrinsic discoloration).

- 흡연 : 치아 설면의 치경부에 주로 변색을 야기한다.
yellowish brown color부터 black color까지의 변색을 초래한다.
치면세마(prophylaxis)만으로도 쉽게 제거되기도 한다.
- 커피, 차 : brown to black pigmentation의 심한 부착성 변색 (tenacious discoloration)
- 대체로 외인성 변색은 치아 탈색에 잘 반응한다.

2. 내인성 착색 (Intrinsic discoloration).

- 전신 질환에 의한 투약으로 인한 변색과 과도한 불소 섭취에 의한 변색
- 고열 등 질병에 의해 유리된 생성물이 상아세관에 침착된 변색이나 황달에 의한 담적소 침착 등에 기인한 변색
- 외상에 의한 변색

1) 테트라사이클린 변색

- 만성 기관지염이나 낭포성 섬유증 (cystic fibrosis)의 치료제로 1950년대 널리 유행
- 임신 2기 부터 8세까지의 치아 형성기에 복용 시 변색이 되기 쉽다.
- 칼슘과 chelation되어 불화인회석 결정 (fluoroapatite crystal)을 형성한다.
- 주로 상아질에 침착한다.

- 변색 정도는 약 복용의 시기와 기간 및 약의 종류, 용량에 따라 결정된다.

정도에 따라 크게 3 단계로 분류된다.

① 1 단계

: light yellow, brown, gray staining으로 밴드는 보이지 않으며 균일하게 변색된 양상을 보인다.

② 2 단계

: darker-gray staining으로 보다 광범위한 변색을 보인다.

③ 3 단계

: dark gray or blue staining으로 심한 밴드를 형성하며 표백보다는 veneer로 치료하는 것이 좋다.

2) 불소증에 의한 변색

: 법랑질 형성 기간 동안의 과도한 불소 섭취로 인하여 불소가 수산화 인회석 결정의 칼슘과 chelation되어 변색된다. 불소 농도가 4 ppm 이상이면 대다수의 어린이에게 변색이 나타난다.

- 치아 기질의 결함이나 부적당한 석회화를 보이며 과소석회화된 다공성 표면하층에 의하여 변색되어 보인다.
- 소구치에서 가장 흔하게 보이며 제 2 대구치, 상악 전치부, 하악 전치부의 순으로 발생한다. 대부분 표백에 대하여 효과적으로 반응하나 pitting 등이 발생한 경우 부가적인 치료가 필요하다.

① 단순 불소증 변색 : 법랑질 평활면에 brown discoloration

② 불투명성 불소증(opaque fluorosis) : 편평한 회색 혹은 백색 반점으로 표백에 잘 반응하지 않아 미세연마술 등으로 표면하층까지 제거하여 치료한다.

③ pitting을 동반하는 불소증 : 표면의 결함을 보이는 dark pigmentation

- 심한 pitting은 표백술과 함께 콤포지트 레진 등에 의한 수복을 필요로 한다.

④ 특히 줄무늬를 동반한 백색 혹은 불투명성 반점과 다색성 변색

: 백색 혹은 불투명성 반점이나 줄무늬는 표백에 잘 반응하지 않는다. 이 때는 대부분 veneer의 효과를 높이기 위한 수단으로 표백을 먼저 시행한다.

3) 치수 괴사에 의한 변색

(1) 외상성 변색

: 치수강내의 출혈로 인하여 상아 세관 내로 혈액이 유입되면 적혈구가 분해되어 철색소가 방출되면서 분해되어 화학 반응을 일으켜 황화철(iron sulfide)이 생성되며 이것이 black compound를 형성하여 치아 변색을 야기한다.

- 무수치 표백에 효과적으로 반응한다.

(2) 비출혈성 치수 변색

: 다양한 단백질 분해 산물을 포함하고 있는 괴사 조직에 의한 변색으로 변색 정도는 괴사 후 경과 시간 등에 따라 다르다.

- 무수치 표백에 효과적으로 반응한다.

4) 치과 의원성 변색

① 치수 발수 도중의 외상이나, 근관 내 치수 잔사에 의한 변색은 무수치 표백에 효과적으로 반응한다.

② 약재와 재료에 의한 변색

- 수복물의 파괴에 의한 변색 : 불량한 레진, 시멘트 등의 수복물을 교체 후 치아 표백을 실시하는 것이 좋다.
- 금속성 아말감, 골드 등이 비쳐 보이는 경우는 심미적 수복물로 교체한다.
- 아말감, 은질산염, 요오드, 근관전색제 편 등에 의한 변색은 상아 세관 내로의 투과 정도에 따라 예후가 결정된다.

5) 전신적 질환의 징후로서의 변색

① 태이적아구증(erythroblastosis fetalis) : 적혈구의 과도한 붕괴에 의한 변색이다.

② 황달 : 담적소로 인한 bluish green 변색으로 표백에 대하여 효과적으로 반응한다.

③ 기질 형성이나 석회화 과정의 장애에 의한 변색 : enamel hypocalcification, hypoplasia, amelogenesis imperfecta 등이 있으며 이러한 치아 기형이나 백색 반점 등은 표백에 잘 반응하지 않으므로 레진, 라미네이트, 전 장관 등이 더 적합한 치료이다.

6) 유전적 요인이나 치과 과거력에 의한 변색

- 유전적으로 밝거나 어두운 치아가 있을 수 있다. 또한 유전적으로 변색 물질이 침범하기 쉬운 치아가 있다.

- 치아의 치료 과거력이 변색의 원인으로 작용할 수 있다. 이 경우 치아 우식증이 가장 주된 원인이고 주로 불투명하거나, 백색 유륜(halo) 혹은 회색 변색을 보인다. 이 경우는 표백보다는 심미적 수복 물로의 대체가 더 효과적이다.

7) 노화에 의한 변색

: 노화는 외인성 변화와 내인성 변화가 동시에 나타나는 좋은 예이다. 일생 동안의 커피나 음식 등으로 인한 색소의 축적과 법랑질 마모와 미세균열(microcrack)등으로 인하여 부산물의 유입이 용이해진다.

심미적인 관심이 높아지면서 표백술은 많은 환자들에게 간단하고 바로 효과를 볼 수 있는 술식으로 각광 받고 있다. 특히 노화로 인한 변색에서 표백은 매우 효과적이다. 노령 환자는 일반적으로 짧은 진료시간, 낮은 가격, 외상이 없는 치료 등을 선호하며 따라서 치아 표백술은 더욱 효과적인 치료이다.

V. 열원/광원을 이용한 치과 의원 표백술식의 고려 사항

1. 표백에 사용되는 특수 기구와 재료

1) 주된 표백제는 35% 과산화수소(superoxol)이다. 과산화수소는 공기에 노출되면 효능을 잃는다. 따라서 10 ml의 소량 포장을 사용하고 쓰고 남은 용액은 모두 버린다.

2) Ether는 과산화수소와 같이 사용 시 법랑질의 표면 장력을 낮추어 표백제의 침투력을 증가시키므로 불소증의 변색을 표백할 때는 과산화수소와 같이 사용한다.

3) HCl (36%) : 심한 불소증에서 법랑질 표면 제거를 위해 사용된다.

1 part anesthetic ether	0.2 ml
5 part HCl (36%)	1.0 ml
5 part hydrogen peroxide (30%)	1.0 ml

표 1. 내인성 불소증의 경우 다음과 같은 용액을 이용해 표면을 표백한다.

4) 과불산 나트륨 : 표백제와 섞어서 백색 반죽을 만들어 사용한다.

5) ZPC, ZOE 시멘트 : 무수치 표백에서 외동을 밀폐할 때 사용한다.

2. 표백 용액의 선택

1) 과산화수소가 많이 쓰이며 치과 의원 표백술경우 30-35%용액을 사용한다.

2) pH에 따른 과산화수소의 치아 탈색효과를 비교해본 결과 산성 pH일 때보다는 알칼리 성 pH 시 효과가 높은 것으로 밝혀졌다.

3. 열원-광원 기기

• 표백에 사용하는 광원 기기는 구강내 한 부분에 빛이 집중되어 고밀도의 광선과 열이 발생할 수 있도록 고안된 장치다. 눈금이 있는 조광기는 열이나 광선의 정도를 편하게 조절할 수 있다.

• 표백할 치아로부터 광원까지의 거리는 32 - 38 cm 가 적당하다.

• 표백에 효과적인 온도는

: 생활 치아 : 46 - 60°C (115 F - 140 F)

: 무수 치아 : 60 - 70°C (140 F - 160 F)를

추천한다.

• 1회 내원시 적당한 치아 표백 시간은 30분 전후이다.

4. 표백에 사용되는 광원 기기의 선택

1) photoflood lamp (light + heat)

2) polymerization light to accelerate bleaching : 단일 치아의 표백에 주로 추천된다.

3) rheostat-controlled solid state heating devices : pin-point bleaching 이나 groove내로 heating이 가능한 specially designed tip이 있어 편리하다.

4) illuminator(Union Broach) : 생활치와 무수치 모두에 적용할 수 있으며 광선과 열을 정확하게 줄 수 있다.

5. 러버덤 장착 시 hole 사이 간격

치은연에서 관찰하여 치아간 중심선까지의 거리와 동일하게 설정하는 것이 좋다. 대개 1/4"(6.3 mm) 정도로 하며 너무 멀리 하여 러버 자체에 주름이 잡히거나 너무 거리가 짧아 잡아당겨져 치은이 노출되거나 해서는 안되며 치간 유두를 모두 덮으면서 약간 퇴축시키는 역할이 이루어져야한다.

6. 술후 평가 및 내원 회수

변색의 정도에 따라 최소 3회 정도 실시한 후 1주일 정도 후에 재내원하여 환자가 만족하면 치료를 중단한다. 테트라사이클린 변색의 경우 5 - 10회, 불소증

의 경우는 1 - 2 회 정도면 만족할 만한 결과를 얻는다. 보통 10회를 넘지 않는 것이 좋다.

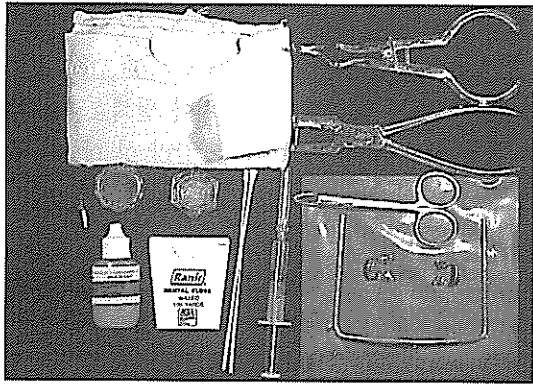


그림 5 : 치과-생활치료백술 준비물

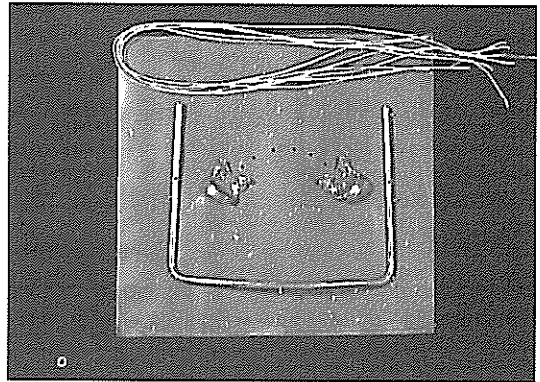


그림 6 : 러버댐 방습 준비물

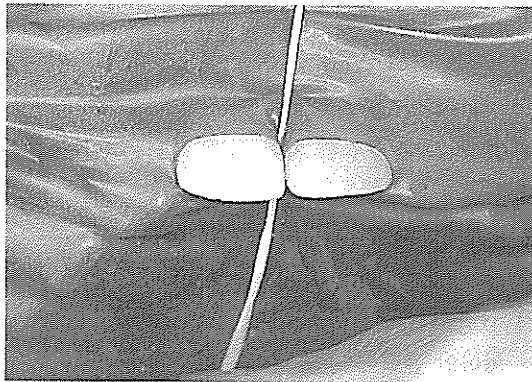


그림 7 : 러버댐 장착 순서 1

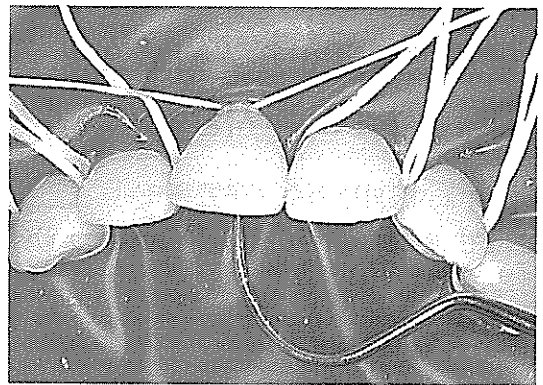


그림 8 : 러버댐 장착 순서 2

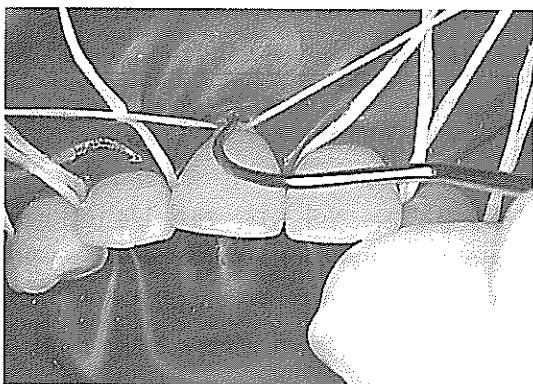


그림 9 : 러버댐 장착 순서 3

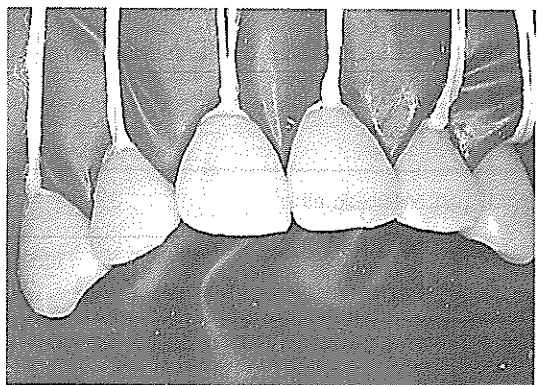


그림 10 : 러버댐 장착 완료 사진



그림 11 : 연조직 보호: 바셀린 도포



그림 12 : 치면의 산부식 사진

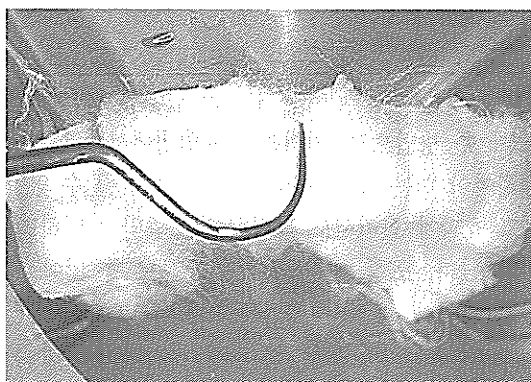


그림 13 : 치면에 35% H2O2 도포

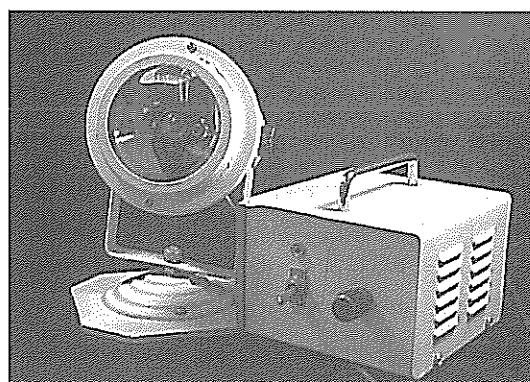


그림 14 : photoflood lamp



그림 15 : 조사 시간은 20 분



그림 16 : 환자 보호 사진