

생활치아 표백술의 최신개념 및 임상술식

연세대학교 치과대학 치과보존학교실 조교수 금기연

I. 서론

현대인들의 치아를 하얗게 하려는 욕구는 시대 동반적인 자연스러운 현상으로써 치아를 희게 하려는 노력은 로마시대까지 거슬러 올라간다. 최근들어 사회적, 문화적 발전으로 인한 구강악안면 계통의 기능과 더불어 심미성에 관한 관심이 높아지면서 치아의 변색을 주소로 내원하는 환자의 수가 증가하고 있다. 변색된 치아의 심미적 개선을 위해 일반적으로 도재관, 복합레진 비니어, 포셀라인 라미네이트 같은 보철적인 방법이 이용되고 있으나 이러한 방법은 치질의 삭제, 부적합한 보철물 변연에 의한 치은 염증이 유발 될 수 있으며 자연치와 유사한 색상을 재현하기 어려운 문제점이 있다. 그러나 치아 표백술은 치관 형태에 영향을 주지 않고 치질 삭제가 거의 없으며, 숙련된 경우 조작이 간단하고 비교적 경제적인 치료법으로 최근에 널리 시술되고 있다. 전통적인 생활치아 표백술인 power bleaching 과 matrix bleaching 은 환자에게 많은 좋은 점을 제공하여 주었지만 또한 개선해야 할 문제점을 가지고 있다. 따라서 환자에게 만족스런 서비스를 제공하기 위하여 치과의사는 안전하면서 간편하고 신속한 치아 표백술을 제공해야 한다. 이에 본문에서는 기존의 생활치아 표백술의 개념과 술식 및 문제점을 알아보고 최근에 많이 사용하는 표백제의 종류 및 사용법과 함께 최신 개념의 레이저 표백술에 대해 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. Power bleaching (= Office bleaching)

전통적인 power bleaching 은 러버댐을 사용하여 강력한 산화제인 35% H₂O₂ (superoxol) 로 부터 연조직을 보호한 후 특별하게 제작된 열원 (그림 1) 을 표백 반응의 촉매제로 이용함으로써 신속한 색조의 개선을 얻을 수 있었다¹⁰⁾. 그러나 이 방법의 주요 단점으로 수 개월 내에 탈수되면서 표백되었던 치아가 다시 원래의 색조로 돌아오는 “color rebound” 현상이 일어난다는 것이다. 따라서 초기에 추천된 방법으로는 표백 후 6 주간을 기다렸다가 바람직한 색조를 얻을 때까지 다시 약 6 주간의 power bleaching 을 시행하는 것이었다. 이에 따라 환자는 수 차례의 진료실 방문이 필요했고 그에 따른 고가의 치료비 부담과 함께 시술에 필수적으로 사용하는 러버댐을 통한 원치 않는 표백제의 누출로 인하여 치은의 표백과 표백제의 불쾌한 냄새 때문에 치료를 꺼리는 경향을 보였으며, 시술자가 소비한 에너지에 비해 그 결과 및 예후도 예측할 수 없었다.

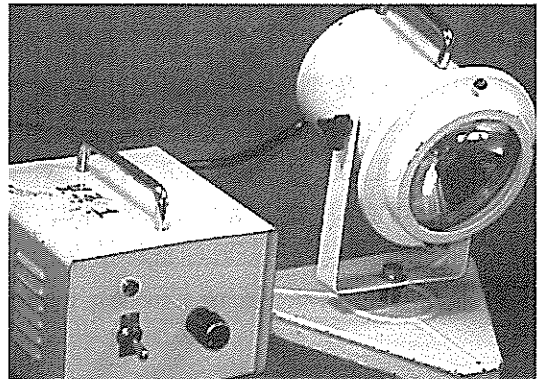


그림 1. Power bleaching 용 열원

또한 power bleaching 시술 중 열원에서 방출되는 빛은 대개 할로겐과 백열광으로 상당한 양의 노란빛을 방출하는데 이 때문에 붉은 색의 치수 조직은 노란빛

을 빠르게 흡수하게 되고 이때 생긴 열에 의해 치수의 통증과 염증²¹⁾을 야기하기도 한다. 따라서 시술자는 표백과정 중에 생길 수 있는 동통 여부를 검사하기 위해 표백 부위에는 절대로 국소마취를 시행해서는 안되며, 표백 후 첫 24 시간 동안에 동통을 호소하는 환자에게는 진통제를 처방하여 준다. 치료간 내원 시기도 치수가 충분히 안정화되도록 2-3 주 간격¹⁷⁾을 두고 표백술을 시행하는 것이 추천된다. 최근에는 복잡한 러버담 대신에 차단제인 dental dam (bonding agent 의 일종)을 치은에 발라 광중합 시킴으로써 간단하게 연조직을 보호할 수 있고 또한 냄새를 없앤 고농도의 carbamide peroxide gel 인 Quick Start (Rembrant, 35% gel), Opal Quick (Ultradent, 35% gel), Excel (Nite/White, 22% gel) 등의 열원이 필요 없는 간편한 표백제품이 사용되고 있다(그림 2).

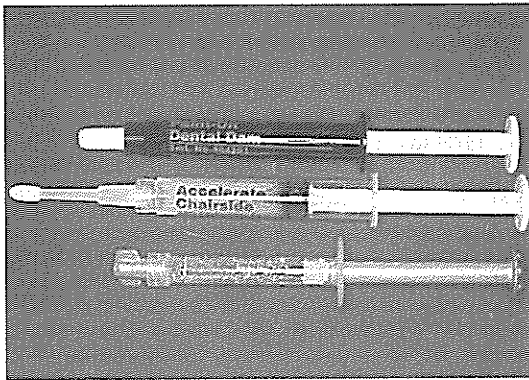


그림 2. power bleaching 용 고농도의 carbamide peroxide gels

한편 치수강이 넓은 젊은 층의 치아를 표백하는 경우 기존의 열원을 사용함으로써 생기는 치아의 과민반응 때문에 최근에는 약제의 흐름성을 낮추기 위해 35% H₂O₂ 액체와 silica dioxide 분말을 혼합하여 만든 paste 를 도포하는 dual oxidation system 인 Hi-Lite (Shofu)²⁰⁾ 이나(표 1, 그림 3), 오렌지색의 35% H₂O₂ Gel을 사용하는 Opal Xtra (Ultradent) 등이 소개되어 테트라사이클린에 의한 변색과 같은 중증도 이상의 변색치의 표백 등에 사용되고 있다.

2. 가정용 자가표백술 (Matrix bleaching, Home bleaching, NGVB)

Matrix bleaching^{4,5,6)} 은 갈색이나 오렌지색 혹은 누런색의 색조를 띠는 치아에서 가장 표백효과가 좋으며 치과의사의 감독하에 환자가 집에서 행하는 술식으로 비교적 간단하고 안전하면서 장시간 사용시 power bleaching 과 비슷한 표백 효과를 얻을 수 있다. 환자에게 표백장치와 활성인자로써 요소 과산화물 (10-15% carbamide peroxide gel) 표백제를 처방하고 원하는 색조를 얻을 때까지 혹은 더 이상의 색조 변화가 없을 때까지 하루에 약 6-8 시간 정도 야간의 수면시간에 장착하거나 혹은 하루 2 시간씩 3 회 정도 사용하도록 설명한 후, 약 1-2 주 간격으로 환자를 내원시켜 색조변화를 검사하면서 반복적으로 시행하는 가정용 표백 술식이다^{15,16)}. 이 방법은 간단하지만 상대적으로 느린 색조의 개선으로 인해 환자의 협조가 필수적인데 환자

Non-Heat Power Bleaching

**** Hi - Lite (Shofu)**

- dental dam coating of gingival area
- powder : liquid = 1 : 3 mixing (paste form)
- color change *from blue green to cream*
- 1~2 mm thick apply : 7-9 min / 6 times / visit
- dual oxidation system :
light cure (last 4-5min) --> more effective
- rinsing and topical fluoride application

표 1. Non-heat power bleaching technique

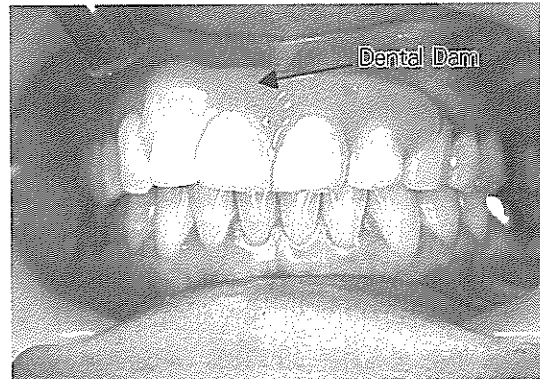


그림 3. Dental Dam 을 이용한 연조직 보호와 Hi-Lite 를 이용한 표백법

가 표백과정을 재촉하고 싶어서 과도하게 표백제를 남용하거나 표백치료에 무관심 할 경우 바람직한 결과를 기대하기 어려우므로 치과사의 감독이 필요하다고 할 수 있다¹⁹⁾. 일반적으로 장시간 구강내에서 표백제를 사용하는 경우 치질의 손상여부에 관한 의문점이 제기 되는데 대개의 경우 치아탈회는 pH 5.4 이하에서 일어나는 반면 NGVB 약제는 그 유효기간을 늘이기 위해 pH 6 이상의 약산성으로 제조하며 또한 구강내의 pH도 표백제인 carbamide peroxide 와 수분과의 반응으로 생긴 분해산물인 urea 에 의해 좀더 알칼리로 바뀌기 때문에 약제의 pH 에 의한 치질손상 가능성은 거의 없으며 오히려 알칼리성 pH 에서 표백제의 산화반응이 더 우수하다고 알려져 있다. 가정용 표백술 후에 임상적으로 흔히 나타나는 불편감으로는 표백장치(splint)의 부적합에 의한 연조직의 손상이나, carbamide peroxide 가 가수분해되면서 생긴 저 분자량의 urea (68 mg/mol) 및 peroxide (34 mg/mol) 가 치질 내부로 침투하여 생기는 일시적인 치아의 과민반응이 있을 수 있고⁵⁾, 표백제의 연하로 인한 목의 통증을 호소하는 경우도 종종 있으나 이때는 splint 사용시간을 줄이거나 일시적으로 치료를 중단하면 대부분 증상이 소실된다. 동물실험에서 장기간 사용시 표백 성분중 glycerin 에 의한 설사를 유발하거나 표백제의 분해산물인 산소 자유기에 의한 teratogenic reaction 가능성⁸⁾ 이 보고되었으나 그 양이 미미하므로 인체에 미치는 효과는 거의 없는 것으로 보고되고 있다. 따라서 대부분의 경우 보철치료에서 처럼 치질의 삭제가 필요 없으며, 간편하면서도 표백효과가 높기 때문에 바쁜 현대인들에게 비교적 선호되는 술식이다.

표백 지속기간은 변색의 정도와 깊이 및 환자의 구강 위생상태에 따라 다양하지만 길게는 2-3년 정도 지속되며 6 개월 내지 1년 간격으로 주기적인 검사를 통해 재 치료가 필요한 경우에는 1-2 주 정도 matrix bleaching 을 시행하면 된다²⁰⁾. 현재 국내에서 시판되는 matrix bleaching 제제로는 구강내에서 발생기 산소를 천천히 유리시키면서 표백시간을 늘이기 위해 carbopol¹⁸⁾을 함유하는 10-15% carbamide peroxide 제제인 Enamel Bleaching System (ADH), Rembrant Lighten Plus (Den-Mat), Excel (Nite/White) 등이 있고, 표백 후에 나타나는 지각과민반응을 줄일 목적으로 potassium nitrate 나 불소가 포함된 Opalescence

PF 15%, F 20%(Ultradent) 등도 소개되고 있으며, 최근 Yarborough 는 Ion Laser Technology (ILT) 와 병행하여 사용하는 가정용 표백제인 Brite Smile (4-5% H₂O₂ solution) 을 개발하여 carbamide peroxide 보다 더 강하고 표백시간도 절약할 수 있을 뿐 아니라 치료가 어려운 증례의 경우에도 우수한 색조 개선을 나타내었다고 보고하였다.

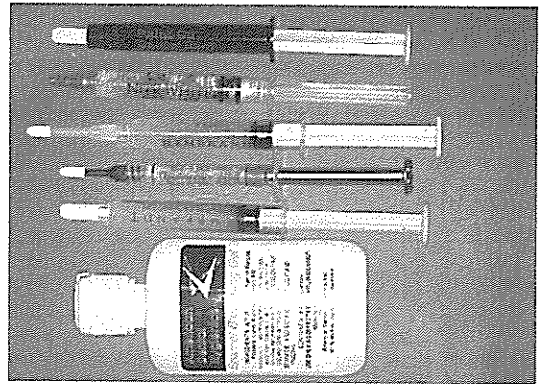


그림 4. 시판중인 자가표백용 미백제품

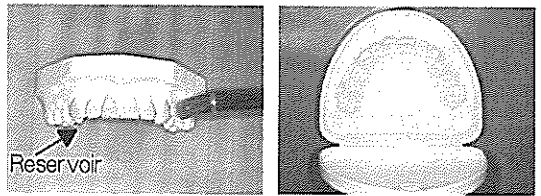


그림 5. 자가 표백용 splint의 제작

Nightguard vital bleaching^{15,16,19)} 의 특성으로는 저농도의 carbamide peroxide 젤을 구강내에 알맞게 제작된 splint 에 넣어 사용하기 때문에 색조의 변화가 비교적 느리게 진행되는 반면 러버댐이 필요없고 환자의 내원 횟수도 줄일 수 있으며 power bleaching 에 비해 과민반응이 비교적 적은 술식으로 임상적 사용법은 표 2 에 요약하였다.

Clinical Technique of NGVB

- Photograph taking
- Impression taking for mouth guard
- Tooth surface cleaning with pumice
- Bleaching gel application into mouth guard
- Insertion into the mouth :
 - 1.5 ~ 2 hours / 3 times / per day
 - night wearing : 6 - 8 hours
- Reschedule 1 - 2 weeks later & repeat 4~6 weeks

표 2. Clinical technique of NGVB

3. Over-the-counter bleaching agents (OTC)

Hoppenbrouwers²³⁾ 는 치아의 용해도와 pH 와의 상관관계를 조사한 보고에서 pH 5.4 이하에서 법랑질의 탈회가 일어나며, 탈회율은 pH 가 낮아질수록 증가한다고 하였다. 따라서 상아질은 이러한 낮은 pH 에서 더 빠르게 용해될 것이며 일단 용해된 상아질은 재광화가 일어나지 않는다는 것은 주지의 사실이다. 현재 백화점이나 약국에서 시판되고 있는 "over-the-counter bleaching agents" 의 pH 를 측정하여 보면 대략 pH 3.2 ~ 4.3 범위 내에 포함되며 (표 3.), 이러한 산성용액에 장기간 노출시 상아질과 법랑질에 비가역적인 손상이 일어날 가능성은 아주 높다. 따라서 표백제의 pH 가 중성에 가까운 제품을 사용하는 것이 치질의 보존적 측면에서 유리하다고 할 수 있겠다.

BRAND NAME	pH
Opalescence	6.5
Lembrant Lighten Plus	6.4-7.0
Nite/White	6.5
Hi-Lite	6
35% Superoxol	2
White Step *	3.2
Natural White *	3.8
Smile White *	4.0
Forever White *	4.0
37% Phosphoric acid	1
30% H ₂ O ₂ + Sodium perborate	8

표 3. 시판중인 표백제 및 OTC* 의 pH

4. Combination bleaching technique

Power bleaching 과 matrix bleaching 의 장점을 병행하여 표백효과를 극대화시키는 술식으로 2-3 단계의 색조 개선을 얻을 수 있다. 즉 35-50 % 액상의 superoxol 이나 분말형태인 Hi-Lite 를 이용하여 수회에 걸친 office bleaching 을 통한 색조의 빠른 개선을 얻은 후 " color rebound " 현상을 막기 위하여 종래의 matrix bleaching 에서 약간 변형된 술식을 사용하게 된다. 즉, 전통적인 matrix bleaching 법은 4-6 주 동안 환자가 수면시간 동안에 구강 내에 장착하여 표백효과를 얻는데 반에 이 방법은 1-2 주일 동안 격일 간격으로 약 30-45 분 정도만을 장착하도록 하는데, 이러한 active maintenance period 동안 표백제는 매 20 분 간격으로 교환하도록 하여 항상 신선한 표백제가 치아의 순면과 접촉하도록 환자에게 교육시킨다(표 4).

이러한 병행 치료법의 장점으로는 환자의 내원횟수 감소와 치료에 대한 지루함을 줄일 수 있고 러버댐의 사용 감소에 따른 연조직의 손상을 줄일 수 있으며, power bleaching 만을 단독으로 사용했을 때의 고가의 치료비용에 비해 훨씬 저렴하다는 점도 환자들에게 매력적으로 작용한다고 할 수 있겠다. 또한 matrix bleaching 의 단점인 상대적으로 느린 색조의 개선을 해결할 수 있으며 장시간에 걸친 표백제의 사용에 따른 치아의 과민반응과 연조직 손상, 표백제의 연하에 의한 부작용 등을 줄일 수 있다는 장점이 있다.



그림 6. OTC 제품인 DENTAL WHITE

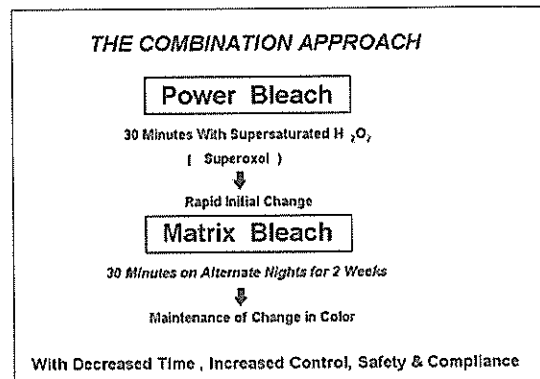


표 4. Summary of combination bleaching technique

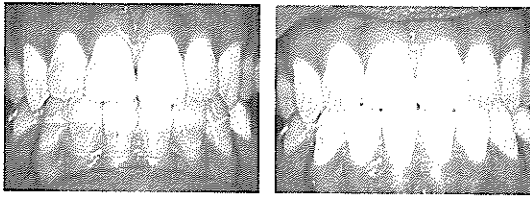


그림 7. Combination technique 에 의한 TC 변색의 치료증례

5. Laser bleaching

전통적인 power bleaching 법은 표백제인 과산화수소수의 산화반응을 촉매하는 열원으로써 할로젠이나 백열등을 사용하였는데 이들로 부터 방출되는 노란빛이 붉은 색의 치수에 흡수되어 치수조직을 가열, 염증반응을 야기함으로써 표백 후 환자들은 종종 과민반응⁷⁾ 을 호소하는 경우가 많았다. 이와 같이 노란색 파장의 빛은 맑고 무색이며 투명하고 가시광선을 흡수하지 않는 과산화수소수의 활성화반응에 큰 영향을 미치지 못하는 못한다. 또한 home bleaching 술식은 느린 색조의 개선과 splint 의 구강내 장착시 생기는 이물감 때문에 환자들이 불편감이 많이, 최근 Yarborough박사^{1,2,3)} 는 home bleaching 의 잠재적 가능성이 한계에 이르렀으며 다음의 돌파구는 바로 치과병원에서 하는 표백의 성공으로부터 올 것 이라는 확신하에 치수에는 과도한 열을 가하지 않으면서 착색 입자에만 정확한 양의 열을 전달하여 표백반응을 유도하는 Brite Smile™ laser bleaching system 을 소개하였다. 이 방법은 특수한 촉매제 (wave-specific photocatalyst) 를 표백제인 과산화수소수 (12% Brite Smile) 와 결합시키면 특정한 에너지 파장에 반응을 일으키는 용액이 되어 물과 산소 자유기로 신속하게 분해되고 이것이 변색된 치아의 열분자를 분해시키는 작용을 하는 미백 시스템이다. 일반적으로 레이저 에너지는 구강내의 조직과 반응시 흡수되거나 부분적인 흡수 혹은 산란될 수 있으며 특히 산란되는 빛은 확산효과가 있어 보다 넓은 영역으로 흡수되고, 이렇게 조직에 흡수되는 레이저만이 조직에 크게 효과를 나타내며 조직내로의 침투량이나 열전도 등은 레이저의 종류에 따라 다르다고 알려져 있다⁴⁾. 현재 치아 표백술에 사용되는 치과용 레이저로는 가시광선 영역의 파장 (488-514 nm) 을 방출하는 argon laser 나 원적외선 영역의 파장 (10,600 nm) 을 갖는 CO₂ laser 가 있다³⁾. 아르곤 레이저는 초기에는 주로

수복치과학에서 치아 우식증의 인식이나 광중합 레진의 중합에 주로 사용하였는데 이러한 아르곤 레이저와 같은 가시광선 영역의 푸른색 파장은 붉은 색의 치수에 미치는 해(害)가 가장 적으며, 또한 법랑질 자체는 푸른 빛을 잘 반사하는 반면 갈색이나 회색의 열분자들은 푸른 빛을 잘 흡수한다고 알려져 있다. 즉, 물과 투명한 조직에는 거의 영향을 주지않고 투과하지만 헤모글로빈이나 멜라닌, 기타 색소성 물질을 충분히 함유한 조직에 조사되면 조직표면 근처에서 강력하게 흡수되며 이러한 레이저광에 대한 조직반응은 기본적으로 조사된 조직의 온도상승의 효과로 나타나게 된다. 이에 반하여 원적외선 파장을 갖는 CO₂ laser 에너지는 색소체에는 거의 흡수되지 않으나 물(bleaching agent) 이나 혹은 연조직과 경조직내 물을 포함하는 조직 및 골과 치아의 무기질 성분에 빠르게 흡수되는데, 치아의 경조직에는 수분이 포함되어 있고 또한 조사된 레이저광에 의해 water-based bleaching medium 뿐만 아니라 조사된 경조직의 온도가 상승하는 복합적 요인 때문에 산소자유기가 단시간에 생성되어 이것이 변색된 치아를 희게 하거나 산화시키는 작용을 하게된다²⁾.

치아 표백에는 일반적으로 두 레이저를 병행하거나 혹은 단독으로 사용하는데 먼저 두 가지 레이저를 병행하여 사용하는 임상 술식을 살펴보면, 처음에 아르곤 레이저 로부터 방출된 에너지가 치아의 겹개 변색된 조직에 흡수되면 그 에너지에 의해 치아 조직의 온도가 상승되어 변색된 조직의 분자 결합들이 불안정하게 되고 표백제(Brite Smile:12% H₂O₂) 자체도 온도가 상승함으로써 산화과정이 촉진되어 이 과정에서 방출된 산소자유기가 변색된 치아의 이중 공유결합을 파괴하여 좀더 희고 간단한 분자구조 (OH 기를 포함하는 단일결합) 로 변화시키는 과정을 거치게 된다^{3,20)}.

그러나 치아가 희어짐에 따라 탈색된 조직은 점점 아르곤 레이저의 에너지를 흡수하지 못하면서 점차 표백 효과가 떨어지게 되는데, 이 시기에 CO₂ 레이저를 사용하게 된다. CO₂ 레이저는 레이저 광선의 크기를 넓게 하여 치아 조직의 넓은 부위를 기화하여 색소를 제거해야 하므로 탈출점 방식을 사용하는데, 표백제와 촉매의 거품에서 대략 1 인치의 일정한 거리를 두고 1 치아당 레이저 광을 5 초간 조사하면 대략 0.1 mm 이내의 물을 포함하는 기질의 표면이면 어디든지 잘 흡

수되어 표백작용이 효과적으로 일어나게 된다. CO₂ 레이저는 대개 “continuous low” 상태로 사용하지만 환자가 치아의 민감성 문제를 제기할 경우에는 “pulse” 상태로 바꾸어 사용하면 좋다.

한편 CO₂ 레이저만을 사용하여 표백하는 경우에는 방출된 에너지가 경조직의 수분 함유량에 따라 에너지의 흡수량이 변화하며 water-based bleaching agents 에 레이저 에너지가 빠르게 흡수되고 그 결과 표백제의 온도가 빠르게 상승하여 아르곤 레이저보다 산화과정을 좀 더 빠르게 촉진한다. CO₂ 레이저를 사용하는 경우에는 5W 이상의 에너지에서 치아의 법랑질에 홈(pitting)을 형성할 수 있고 10W 이상에서는 법랑질을 파괴하거나 조사면에 와동을 초래할 수 있으므로 주의하여야 하며 또한 환자의 움직임으로 인한 다른 인접 조직의 손상도 역시 주의해야 한다. 또한 CO₂ 레이저 시술시에는 보조자가 반드시 레이저 조사시 발생하는 증기가 형성되는 즉시 흡입해야 하는데 왜냐하면 이 증기는 아주 강한 암모니아 냄새를 풍겨 환자에게 아주 불편감을 주기 때문이다. 또한 레이저 광선은 기구에 의해 반사될 수 있으므로 시술시 플라스틱 기구를 사용해야 하며 레이저의 조사시 눈을 보호하기 위하여 환자와 시술자 그리고 보조자 모두 safety glasses - CO₂ 레이저는 clean glasses 를, 아르곤 레이저는 orange safety glasses - 를 착용할 것을 추천하며, 표백시간도 1.5-2 시간 정도가 소요되므로 부가적으로 젖은 거즈를 이용하여 환자의 눈이나 입술 및 코를 보호하는 것이 안전하다. 또한 술자는 환자가 장기간 입을 벌리고 있거나 입술 견인에 의하여 야기되는 악관절 통증을 줄이기 위하여 치료 30분 전에 400-800mg 의 Ibuprofen 투약을 권한다.

이처럼 레이저 에너지는 종래의 power bleaching 에서 사용된 열이나 빛 같은 외부의 열원보다 치아 조직 및 표백제의 온도를 단시간에 높여주기 때문에 매우 효과적인 표백반응의 촉매제로써 사용할 수 있으며 또한 레이저 에너지는 표백제의 산화반응은 가속화하지만 살아있는 치수에는 비례적으로 어떠한 위해도 야기

하지 않는다고 알려져 있으므로 앞으로 그 활용이 더욱 기대된다.

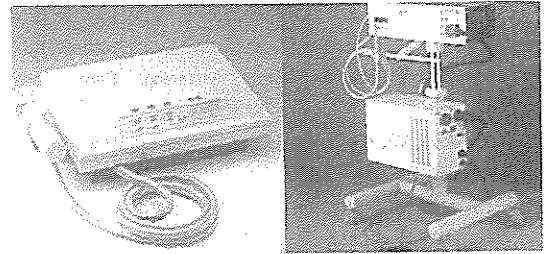


그림 8. ILT(Ion Laser Technology) 에 사용되는 Laser System

III. 결 론

1877 년 Chappel 이 처음으로 생활치아 표백술을 시도한 이래 임상 술식이나 재료학적인 측면에서 많은 개선과 발전이 있어 왔지만 앞으로도 표백 효과를 높이는 시도는 계속될 것이다.

이러한 관점에서 최근에 도입된 레이저 표백술은 종래의 표백술의 문제점을 보다 개선시킨 시스템으로 1-2 회 치과방문을 통해 4-5 단계의 색조 개선을 얻을 수 있으며, 표백지속 기간도 5-6 년간 지속된다는 임상 보고가 있다. 그러나 중요한 사실은 레이저 자체는 치아를 표백하지 못하며 표백제인 과산화수소수의 산화반응을 촉매하는 에너지원으로만 사용된다는 것이다.

그러므로 앞으로 레이저 표백술이 임상적으로 널리 활성화되기 위해서는 생활력이 있는 치수에 대한 조직 생리학적인 측면에서 보다 진전된 연구가 필요하며, 치료시간을 줄이면서 보다 간편하게 임상에서 사용할 수 있게 레이저의 효율성을 개선시키는 작업도 이루어져야 하겠고, 표백효과를 높이기 위한 여러 조절인자의 정립도 필요하리라 사료된다. 따라서 당분간 레이저 표백술에 대한 임상적, 이론적인 정립이 이루어질 때까지는 power bleaching 과 matrix bleaching 을 병행하는 combination bleaching technique 이 추천된다.

참고문헌

1. Marino D. : Whitening lasers : may be wave of the future. *Dent Today*. 1996;15:23-31.
2. Cohen S., Parkins FM. : Bleaching tetracycline-stained vital teeth. *Oral Surg Oral Med Oral pathol*. 1970;29:465-471.
3. Smigel I. : Laser tooth whitening. *Dent Today*. 1996;15:32-36.
4. Haywood VB., Heymann HO. : Nightguard vital bleaching. *Quint. Int.* 1989;20:193-196.
5. Haywood VB., Heymann HO. : Nightguard vital bleaching: how safe is it ? *Quint. Int.* 1991;22:515-523.
6. Fat JC., Corcoran JF., Hanks CT. : Cytotoxicity and dentin permeability of nightguard vital bleaching materials in vitro. *J Endod.* 1991;17(4):193-199.
7. Robertson WD. : Pulpal response to vital bleaching procedures. *J Endodon.* 1991;6(7):645.
8. Li Y., Noblitt T. : Evaluation of genotoxicity of a tooth whitener. *J Dent Res.* 1992;71 :157 (Abst # 413).
9. Li Y., Noblitt T., Zhang W. : Safety evaluation of Opalescence sustained release whitening gel. *J Dent Res.* 1996;75:430 (Abst # 3304).
10. Rosenstiel SF., Gegauff AG., Jhonston WM. : Duration of tooth color change after bleaching. *JADA.* 1991;123(6):54-59.
11. Dahl JE., Becher R. : Acute toxicity of carbamide peroxide and a commercially available tooth bleaching agent in rat. *J Dent Res.* 1995;74:710-714.
12. Miserendino LJ., Pick RM. : Lasers in dentistry. Quintessence Publishing Co., Ltd. 1995.
13. Kutsch VK. : Lasers in dentistry : Comparing wavelengths. *JADA.* 1993;124(49):49-53.
14. Pick RM. : Using lasers in dental practice. *JADA.* 1993;124:37-47.
15. Haywood VB., Leonard RH., Lelson CF. : Effectiveness, side effects & long-term status of nightguard vital bleaching. *JADA.* 1994;125:1219-1226.
16. Haywood VB., Leonard RH. : Efficacy of six months nightguard vital bleaching of tetracycline stained teeth. *J Dent Res.* 1994;73:397 (Abst # 2358).
17. Schulte JR., Morissette DB., Gasior EJ. : The effect of bleaching application time on the dental pulp. *JADA.* 1994;125:1330-1335.
18. Council on Dental Therapeutics. : Guidelines for the acceptance of peroxide gel containing oral hygiene products. *JADA.* 1994;125:1140-1142.
19. Rosenstiel SF., Gegauff AG., Jonston WM. : Randomized clinical trial of the efficacy and safety of home bleaching procedure. *Quint. Int.* 1996;27:413-424.
20. Goldstein RE., Garber DA. : Complete dental bleaching. Quintessence Publishing Co. Inc. 1995.
21. Zach L., Cohen. : Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Path.* 1965;19:515-530.
22. Pick RM., Powel GL. : Lasers in dentistry. *DCNA.* 1993;37(2):281.
23. Hoppenbrowers. : What makes tooth dissolve ? *Archives of Oral Biology.* 1987;32(5):319-422.