Journal of Korean Society of Oral Health Science
2017, March. 5(1): 33~41
ISSN: 2288-6079

전문가 치아미백시 재광화 제재 도포의 효과 비교

정임실[1], 김민영[2], 이혜진[2]‡
굿윌치과병원[1], 동부산대학교 치위생과[2]

Comparison of the Effectiveness by Remineralization Paste on Bleached Enamel

Im-Sil Jung[1], Min-Young Kim, Hye-Jin Lee[2]‡
[1]*Goodwill Dental Hospital ,*
[2]*Dept. of Dental Hygiene, Dongpusan College*

ABSTRACT The purpose of this study was to compare specialized bleaching agents, 15% hydrogen peroxide(HP) and 35% cabamide peroxide(CP), in terms of the efficacy of CPP-ACP. Using 60 healthy molars, 60 test pieces were established and divided into five groups each comprised of 12. Group 1 was D. W.; Group 2 15% HP; Group 3 15% HP+CPP-ACP; Group 4 35% CP; and Group 5 35% CP+CPP-ACP. The treatment was performed for two hours per day over four weeks. After processing, the test pieces were observed for color change(ΔE^*), micro hardness, micro structure, and roughness on the enamel surface with a scanning electron microscope. Collected data were analyzed with paired t-test. The comparison results according to color change(ΔE^*) confirm color changes after bleaching processing. The analysis results of micro hardness on the enamel surface show a decrease in micro hardness in all the groups after bleaching. The observations made with a scanning electron microscope and atomic force microscope in order to analyze the test pieces in micro structure on the enamel surface reveal that the surface grew rough due to decalcification after bleaching processing. In a group where CPP-ACP was applied along with a teeth bleaching agent, remineralization happened on the rough enamel surface after bleaching processing. The application of CPP-ACP on the enamel surface after using a teeth bleaching agent containing CPP-ACP or carrying out a teeth bleaching process can induce remineralization on the surface and thus reduce many possible side effects of teeth bleaching processing.

Key words: CPP-ACP, 35% Cabamide peroxide, 15% Hydrogen peroxide, Remineralization

‡Correspondence to: Lee H-J,
Tel: +82-51-540-3877
Fax: +82-51-540-3676
E-mail: onlyhelena@hanmail.net

Receive Feb 13, 2017
Revised Mar 7, 2017
Accepted Mar 8, 2017

Ⅰ. 서론

사회의 발전과 경제생활의 윤택함은 사람들의 외모에 대한 관심으로 나타났고, 육체적인 건강뿐만 아니라 외모의 콤플렉스에 대한 치료를 아름다움을 위한 최선의 방법으로 생각하게 되었다. 외모 중 중요한 역할을 하는 하얗고 밝은 치아에 대한 욕구도 증가하고 있는데, 최근 들어 치아미백치료를 통하여 미적 만족감을 채우려는 경향이 늘어나고 기대치가 높아짐에 따라 치과 진료 분야에서는 치아에 대한 심미성을 증진시키기 위해 치아의 색을 밝게 변화시켜주는 치아미백술이 도입되면서 미백제품과 미백기술이 급진적으로 발전하고 있다.

치아미백이란, 강화 산화제인 과산화수소의 산화작용과 기계적인 활택 작용기전으로 치질내 착색부분을 산화시켜 착색을 제거하고 치아를 원래색으로 회복시켜주는 술식을 말한다[1].

Copyright@ 2017 by the Korean Society of Oral Health Science (KOHS)

치아미백술의 방법으로는 술자의 따른 분류로 자가 미백술과 전문가 미백술로 나뉜다. 자가 미백술은 치과의사의 지도하에 가정에서 저농도의 미백제를 미백 트레이에 담아 취침시간을 이용하여 1-2주간 스스로 시행하는 방법으로 본인이 직접 시행하기 때문에 병원에 내원하지 않는 장점이 있으나 장시간 미백트레이를 착용하기 않으면 미백진행 속도가 느려지고 미백제를 남용할 수 있다는 단점이 있다. 반면 전문가 미백술은 진료실에서 고농도의 미백제를 사용하여 비교적 단기간에 시술하며, 필요에 따라 광원의 조사를 통해 미백을 가속화시켜 가시적인 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 시술이 복잡하고, 환자가 병원에 여러번 내원해야하는 번거로움이 있으며 전문가 미백술은 자가미백술에 비해 고농도의 미백제를 사용하기 때문에 미백 후 과민성의 증가, 법랑질 표면 변화 및 경도변화와 같은 안전성 문제 등에 대한 논란도 지속되고 있는 실정이다[2]. Bitter[3]는 미백제에 장기간 노출된 경우 법랑질 표면의 부식으로 인하여 과민성의 증가 현상을 지적하였다. 또한, 레이저와 같은 광활성에 의한 미백 시 치수 내 온도 변화로 인한 치수의 영구적 손상이나 법랑질 표면 변화 등에 대한 문제도 제기되고 있다[4]. 과산화요소는 타액이나 물과 접촉될 때 과산화수소와 요소로 분해되는데, 10% 과산화요소의 경우 3.35%의 과산화수소와 6.65%의 요소로 분해되고, 35%의 과산화요소의 경우 10%의 과산화수소와 25%의 요소로 분해된다. 주성분인 과산화수소는 강한 산화제로서 치아 경조직 손상으로 치아의 민감성의 증가나 잇몸에 화상을 줄 수도 있고, 치경부의 외흡수를 일으킬 수 있으며, 기존의 수복물에 부식이나 손상에 관한 발생의 우려가 있다고 주장하였다[5]. 그 중에서도 가장 대표적인 부작용이라면 지각과민증(hypersensitivity)일 것이다. 과산화수소는 분자량이 작아 쉽게 상아세관을 통해 치수까지 도달하며 신경말단을 자극하므로 지각 과민증을 유발시킨다[6].

지각과민을 완화시키면서 탈회된 치면을 재광화시키는 제제로는 불소가 대표적이며, 국소적으로 적용된 불소 제제의 경우 구강 내 잔류 시간이 길지 않아 지속적으로 치면에 영향을 주기 어렵고, 영유아나 장애인과 같이 행동조절이 어려운 환자에서는 적용에 어려움이 있으며 도포 과정 중 과도한 양의 불소를 삼킬 경우 독성이 우려된다. 뿐만 아니라 불소도포는 다공성 정도에 따라 불완전한 재광화 효과를 보이며 표층만을 재광화 시키는 것으로 알려져 그 효용성에 한계를 보인다. 이러한 몇가지 제한 요소로 인하여 불소를 대신할 새로운 대체 재료를 찾고자 하는 노력이 계속 되었다[7][8]. Reynolds와 Johnson[9]이 우유 및 치즈의 항우식 능력을 보고한 이후로 많은 연구자들 역시 동물 및 인간의 생체 연구를 통해 이같은 사실을 보고 하였다. 우유 단백질 casein에서 추출한 CPP-ACP (Casein Phosphopeptides-Amorphous Calcium Phosphate)는 재광화에 효과적인 것으로 알려져 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 이 성분은 이온화가 쉽게 가능한 칼슘과 인산 이온을 제공하여 법랑질의 탈회 병소의 재광화에 유리한 환경을 제공하는 것으로 알려져 있다[10][11]. CPP-ACP는 불소와는 다르게 영유아가 삼켜도 인체에 무해하고 도포 방법이 단순하여 가정에서도 쉽게 사용 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 쉽게 이온화가 가능한 칼슘과 인산 이온을 과포화 상태로 제공하여 개인의 타액 완충능을 보완하여 재광화 효과를 증가시킨다는 연구결과가 보고되고 있으며 현재 크림 형태의 제품으로 상품화 되어 있는 상태이다[12].

그 효과에 대한 임상연구가 지속적으로 이루어지고 있지만 아직까지 그 사용방법이나 용량 및 기간에 대한 국내 연구보고는 미비한 실정으로 이에 본 연구에서는 전문가 미백후 CPP-ACP를 이용하여 재광화의 효과를 비교하고자 한다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구재료

1) 시편제작

교정을 목적으로 발치된 우식이나 결함이 없는 건전한 소구치를 백악법랑경계부에서 치근단측으로 5 mm정도 되는 지점에서 절단 후 발수하여 증류수로 깨끗이 세척한 후 실험전까지 0.1% 티몰용액 (Sigma, U.S.A)에 넣어 냉장보관하였다. 영구치 협면의 1×1 cm 가량의 평활면을 제외한 다른 부위를 모두 아크릭 레진으로 포매하여 경화 후 자동연마기 (Labopol-1, Struers,Denmark)를 사용하여 240번부터 2,000번까지의 사포로 단계적으로 연마한 후 1μm의 다이아몬드 페이스트로 최종 연마하였다. 색 변화를 측정할 부위는 상아질이 노출되지 않도록 법랑질에 한하여 평활하게 연마하였으며, 모든 시편은 초음파세척기를 사용하여 60분간 충분히 세척하였다.

2) 미백제 및 재광화 paste

미백을 위해 미백제는 전문가용 15% Hydrogen peroxide (ZOOM®, Samil pharm, Korea)와 35% Cabamide peroxide (Luminous, Haelim dental, Korea)를 사용하였으며 미백 후 재광화 paste로는 CPP-ACP paste (Tooth mousse, GC, Japan)를 사용하였다.

2. 연구방법

1) 치아 착색

Suileman 등 [13]의 방법을 이용하여 시편변색을 위해 CEYLON black tea (Whittard of Chelsea, England)를 준비하였다. 증류수 100 ml을 80℃로 가열한 후 black tea를 10분 동안 담가 우렸다. 이 용액을 1회용 주사기 여과장치에 거른 후 식혀 시편을 24시간 동안 침적 후, 시편을 증류수로 세척하고, 공기를 5초간 불어 건조하였다. 각각의 시편들을 초기 색과 경도를 측정하였다.

2) 치아미백 및 LED광원 조사

제작된 시편을 무작위로 추출하여 각 군별로 12개씩 총5그룹으로 분류하였다. 대조군으로 미백처리를 하지 않고 증류수만 교환한 1군, 15% 과산화수소를 건조된 치면에 2 mm두께로 도포하여 미백처리한 2군, 15% 과산화수소로 미백처리후 CPP-ACP paste을 도포한 3군, 35% 과산화요소를 건조된 치면에 2 mm두께로 도포하여 미백처리한 4군, 35% 과산화요소로 미백처리후 CPP-ACP paste를 도포한 5군으로 분류하였다 <Table 1>.

〈Table 1〉 The classification bleaching group according to bleaching method

Group	Classification	Bleaching method
1	Control group	Distilled water(D.W.)
2	Experimental group	15% hydrogen peroxide gel
3	Experimental group	15% hydrogen peroxide gel+CPP-ACP paste
4	Experimental group	35% Cabamide peroxide gel
5	Experimental group	35% Cabamide peroxide gel+CPP-ACP paste

광원 조사시 겔로부터의 거리를 10 mm이하로 유지하여 380-530 nm의 파장영역을 가지는 Plasma Xenon arc Lamp (BC 330, B&B Systems, Korea)를 사용하여 조사시간 20분을 1회로 1회 도포후 미백제를 거즈로 제거하고, 물-공기 사출기로 15초간 세척 후 건조하였으며, 재도포과정을 세 번 더 반복하여 총 60분간 도포하였으며 도포후 재광화 그룹은 3분간 CPP-ACP paste를 도포하였다. 이런과정을 일주일에 한번씩 4회 적용하였으며 미백을 시행하지 않는 시간에는 인공타액에 보관하였다.

3) 색조변화 측정

각 시편의 미백에 의한 색의 변화를 측정하기 위하여 색조제차계 (Shade Eye-NCC 150131, SHOFU Co., Japan)를 사용하였다. 착색 후와 각각의 미백 시행 후에 측정하였고, 모든 시편을 동일하게 건조시킨 상태서 반복 측정하였으며, 색조 측정용 팁은 치아 시편 표면에서 0.5-1.0 mm의 상방에서 조사되었으며 팁이 시편에 대해 직각이 되게 하여 3부위를 측정, 평균하여 L*, a*, b* 값을 구하였으며, 미백 시행 전·후의 색조변화를 보기위해 각 △L*, △a*, △b*를 구한 후 아래의 방식 [14]을 이용하여 색조변화량(ΔE*)을 계산하였다.

$$\Delta E^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2}$$

$$\text{NBS unit} = \Delta E^* \times 0.92$$

〈Table 2〉 National Bureau of Standards (NBS)

Critical Remarks of Color Difference	ΔE^* NBS units
Trace	0.0–0.05
Slight	0.5–1.5
Noticeable	1.5–3.0
Appreciable	3.0–6.0
Much	6.0–12.0
Very Much	12.0–+

L*은 0에서 100까지의 범위로 물체에 대한 명도를 나타내는 입체 좌표로, 0에 가까울수록 검은색을 나타내고 100에 가까울수록 백색을 나타낸다. a*와 b*는 채도를 나타내는데, a*는 적색채도 (red-green chromaticity)의 값을, b*는 황색채도 (yellow-blue chromaticity)의 값을 나타내는 입체 좌표로, 이 공간에서의 색의 차이라는 것은 구에 가까운 색 공간에서 두색의 위치 간의 입체적 거리로 이 입체적 거리가 서로 멀면 색차이가 많이 나는 것이고, 거리가 가까울수록 동일한 색으로 인지하게 된다.

4) 표면 경도 측정

준비된 시편들은 미백처리 전과 미백처리 시행 후, 미세경도 측정기 (MTX-α7, Matsuzawa Co., Japan)를 사용하여 시편 표면의 미세경도를 측정하여 VHN값을 얻는다. 측정현미경의 배율은 100배로 조정하여 시편에서 경도를 측정할 점을 잡고, 표면에 수직 되게 1,000 g의 하중조건과 10초의 하중시간으로 하중을 가하여 압흔을 만든 후, 측정현미경의 배율은 400배로 하여 한시편 당 3회 측정하여 평균하였다.

5) 표면 거칠기 측정

시편 표면의 미세거칠기변화는 원자현미경 (Nanoscope Ⅲ Multimode, Disital Instruments, USA)을 사용하여 표면거칠기값 (Ra)과 양상을 분석하였다. 원자현미경의 cantilever 길이 450 μm, 탄성계수 0.02-0.1 N/m인 실리콘 캔딜레버 식각 (etched silicon cantilever)를 사용하여 두드리는 방식(tapping mode)로 시행하였다.

6) 주사전자현미경 관찰

시편을 통법에 딸 진공상태에서 금이온증착장치 (IB-3, Eiko Co.,Japan)로 180~200 Å 두께의 금으로 피복시킨 후, 주사현미경 (S-4200, Hitachi Co., Japan)으로 15 kV 상태에서 1,000배의 비율로 시편의 표면형태 변화를 분석 하였다.

3. 통계분석

군별 색조변화량과 경도변화 차이는 paried t-test를 이용하였다. 수합된 자료는 통계분석용 소프트웨어인 SPSS (SPSS 13.0 KO for Windows, SPSS Inc, Chicago, USA)를 이용하였다.

Ⅲ. 결과

1. 색조변화분석

미백 전 후 색조변화량은 모든 미백군에서 밝게 변화하였으며 특히 15% 과산화수소군에서 변화량이 가장 크게 나타났다. 각 군에서의 색조변화량을 NBS 단위 환산한 결과 모든 미백군에서 미백이 종료된 후 임상적으로 의미를 지니는 'very much'에 해당되어 상당한 미백효과를 관찰할 수 있었다<Table 3>.

〈Table 3 〉 Color change (⊿E*)

Group	n	⊿E*	NBS
Distilled water	12	3.4±0.6	3.1±0.6
15% Hydrogen peroxide gel	12	27.2±3.3	25.0±3.1
15% Hydrogen peroxide gel+CPP-ACP	12	24.4±3.7	22.4±3.4
35% Cabamide peroxide gel	12	26.8±4.0	24.6±3.6
35% Cabamide peroxide gel+CPP-ACP	12	26.5±3.5	24.4±3.2

Values are reported as the mean±standard deviation

2. 표면 미세경도(VHN) 변화 분석

<Table 4>는 미백을 처리하기 전과 처리 후 시편의 표면 미세경도 변화를 나타내는 결과로 모든 미백군에서 통계적으로 유의한 감소를 보였다($p<0.05$). 특히 15% 과산화수소만을 단독으로 도포한군에서 큰 변화를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈으며($p<0.05$), 미백후 CPP-ACP를 도포한 군에서 미세경도값이 상대적으로 작게 변화하였다.

〈Table 4〉 VHN values after bleaching

Group	Unbleached	Bleached	△	p-values
Distilled water	248.9±3.3	249.6±3.5	0.7	p〉0.05
15% Hydrogen peroxide gel	250.7±5.6	142.5±14.1	-108.2	p〈0.05
15% Hydrogen peroxide gel+CPP-ACP	251.9±5.3	165.5±14.3	-86.4	p〈0.05
35% Cabamide peroxide gel	251.4±6.3	189.0±11.1	-62.7	p〈0.05
35% Cabamide peroxide gel+CPP-ACP	251.4±7.7	196.1±14.9	-55.3	p〈0.05

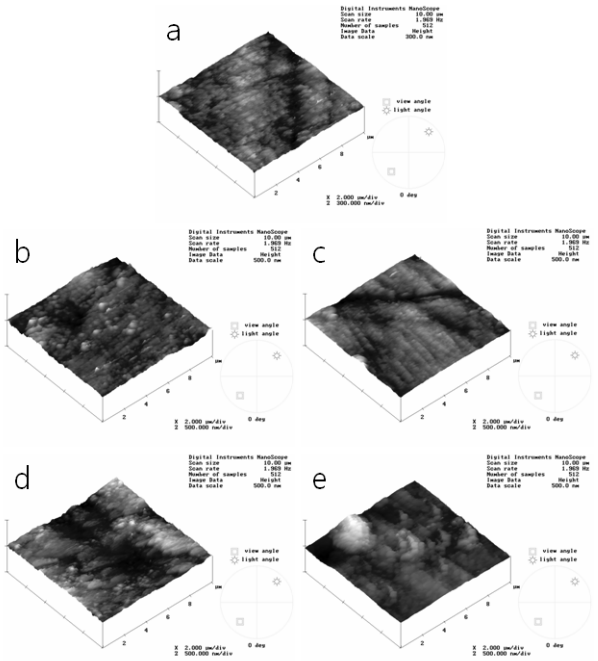
Values are reported as the Mean ± Standard deviation
Statistical comparison by paired t-test

3. 표면 거칠기 변화 관찰

아무것도 처리하지 않은 대조군 시편과 비교해보았을 때, 미백을 시행한 모든 실험군 시편에서 표면이 거칠어진 양상을 보였다. 실험군 내에서는 CPP-ACP를 도포하지 않은 군에서 더 거칠어지는 양상을 보였으며, 특히 15% 과산화수소 미백군은 다른군에 비해서 더 거칠어진 모습을 나타내었다.

각각의 Ra값은 아무것도 처리하지 않은 군이 5.980 nm, 15% 과산화수소 만으로 미백을 시행한 군이 15.396 nm, 15% 과산화수소 미백후 CPP-ACP paste를 도포한 군이 11.983 nm,

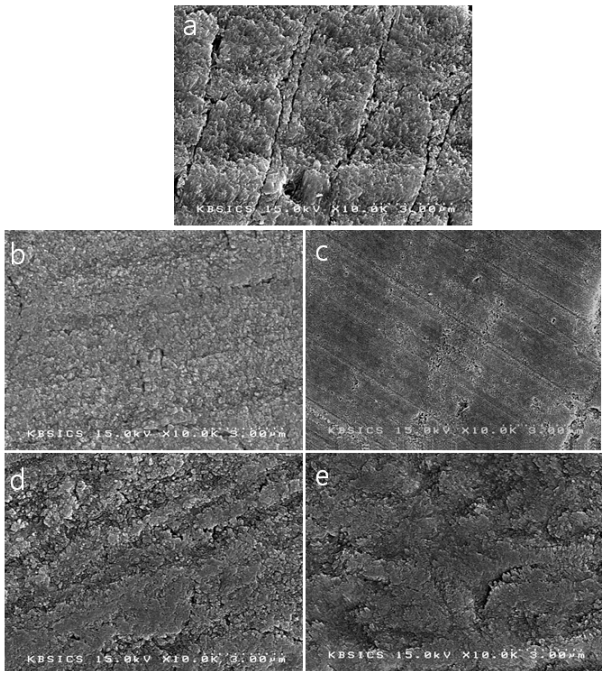
35% 과산화요소만으로 미백을 시행한 군이 10.764 nm, 35% 과산화요소 미백후 CPP-ACP paste를 도포한 군이 9.995 nm로 표면 거칠기 값에 있어서 CPP-ACP paste 도포 유무에 따라 표면 거칠기에 차이가 있는 것으로 나타났다<Fig. 1>.



〈Fig. 1〉 Atomic force microscope surface topography of enamel surface after experimental: (a) No bleaching, (b) 15% HP, (c) 15% HP+CPP-ACP, (d) 35% CP, (e) 35% CP +CPP-ACP

4. 주사현미경 관찰

미백처리 전 후의 법랑질 표면에 대한 미세구조를 분석하기 위해 주사현미경을 사용하여 검정한 결과는 <Fig. 2>와 같다. 미백이 시행된 후, 아무것도 처리하지 않은 시편과 비교한 결과 모든 군에서 표면의 탈회현상이 관찰되었다. 미백후 CPP-ACP paste를 도포하지 않은 법랑질 표면에 더 거칠어진 양상을 볼 수 있었다.



〈Fig. 2〉 SEM images of enamel surfaces : (a) No bleaching, (b) 15% HP, (c) 15% HP+ CPP-ACP, (d) 35% CP, (e) 35% CP+ CPP-ACP (original magnification × 10,000).

Ⅳ. 고찰

치아미백은 초기에는 무수치 표면에 백색물질을 도포하거나 내면을 채우는 것에서부터 기원하여 1868년 생활치 미백술이 처음으로 소개되었고, 초기에는 사용되는 약제는 수산(oxide acid)을 사용하였으나 차츰 과산화수소 (hydrogen peroxide, HP)가 널리 사용되기 시작하였다[15]. 사용중인 치아미백제의 주성분은 과산화수소 (hydrogen peroxide), 과산화 요소 (cabamide peroxide), 과붕산나트륨 (sodium perborate)등의 재료가 있다.

치아미백의 원리는 미백제에 포함된 마모성분이 치아표면에 부착된 착색물을 제거하거나 첨가된 표백제가 치아의 표백작용을 일으키는 것으로써, 미백작용은 미백제의 주성분인 과산화수소가 방출하는 반응성이 높은 자유라디칼이 불포화기와의 결합에 의한 것이다. 발생된 자유라디칼이 유기물과 결합한 후, 유기물을 변성시키고 가시광선을 흡수하는 유기물의 흡수파장이 변하여 미백작용이 나타나는 것으로 보고 있다[16]. 이러한 자유라디칼은 모든 유기물과 반응하여 법랑질

내의 유기질을 파괴하는 것으로 알려져 있으며 과산화수소와 과산화요소는 분자가 작아서 확산이 용이한 장점이 있으나, 법랑질에 영향을 미치거나 부작용을 일으킬 수도 있다[17]. 과산화수소는 분자량이 작아서 쉽게 상아세관을 통하여 치수까지 침범하여 신경발단을 자극하여 지각과민증을 유발시키고 지각과민증의 기전 중에 유체역학론이 가장 보편적으로 받아들여지고 있는데, 이는 상아세관 내의 유기체가 온도변화, 물리적 삼투압 변화 등으로 신경수용기를 자극하여 통증을 발생시킨다[17]. 본 연구에서는 미백으로 인하여 탈회된 법랑질 표면에 CPP-ACP paste 재광화 제재를 사용하여 법랑질 표면에 미치는 효과와 안정성을 확인하고자 하였다. 임상적으로는 집에서 시행하는 치아미백 동안 치아 민감성이 나타날 경우 CPP-ACP paste를 미백트레이에 적용하여 사용하면 재광화에 의해 치아 민감성을 줄일 수 있으며, 치아 침식을 방지하기 위한 방법으로도 많이 적용된다[18]. Shen 등 [19]과 Lijima 등 [20]은 CPP-ACP의 함유한 무설탕껌에 의한 재광화 연구를 생체에서 실험 한 결과 CPP-ACP가 들어 있지 않은 껌에 비해 CPP-ACP를 함유한 껌에서 법랑질의 재광화 비율이 유의성 있게 증가한다고 보고하였다. 또한 Lijima 등 [20] CPP-ACP에 의해 재광화된 법랑질이 산에 대하여 더 큰 저항성을 가진다고 보고하였다. Cai 등 [21]은 CPP-ACP가 들어있는 정제로 법랑질 재광화 연구를 생체에서 시행한 결과 정제 역시 CPP-ACP의 법랑질 재광화를 가능하게 하는 수단이 될 수 있다고 보고하였다. 재광화 치료란 탈회된 치면을 조직학적으로 보면, 법랑질의 표면 및 직하방 부위에서 칼슘과 인 등의 무기질성분이 빠져나감으로써 미세공극이 발생하게 되고, 이렇게 형성된 미세공극에 상실된 칼슘과 인을 효과적으로 공급해주는 과정이다.

치아미백은 착색된 치면을 하얗고 밝게 변화시키는데 주목적이 있으며 치아의 착색을 일으키는 기전은 정확하게 알려지지 않았으나 음전하를 띤 법랑질의 후천성 피막으로 인해 치아 표면은 양이온의 선택적 흡착이 용이해지며 여기에 구리, 니켈, 철 등을 포함하고 있는 음식이나 음료 등은 음이온을 띤 법랑질의 후천성피악에 달라붙어서 착색을 유발한다[17]. Leonard 등 [11]은 미백효과가 미백제의 적용시간과 적용부위, 미백하기 전의 치아색에 의해 효과가 좌우된다고 보고하였으며, 미백효과를 판정하기 위해서는 치아를 유사하게 변색 시키는 것이 중요하다고 하였다. 이에 본 연구에서는 black tea를 이용하여 치아를 변색시킨 후 미백제에 의한 미백효과를 보고자 하였다.

본 연구에서는 색 측정은 1978년 국제 조명위원에서 정의한 CIE L*a*b* 시스템을 이용하였다. L* 값은 밝기를 나타내는 명도지수로서 0부터 100까지이며 100은 완전한 백색이고 최소치 0은 완전한 흑색이다. a* 와 값은 채도지수로서, a* 값은 +방향으로 빨간색이 증가하며 -방향으로 녹색이 증가한다. b* 값은 +방향으로 노란색, -방향으로 파란색이 증가한다. L* 값의 증가와 a* 와 b* 값의 감소는 치아 미백의 결과를 나타내는 유용한 지표이다. 본 연구에서는 15% 과산화수소와 35% 과산화요소를 이용하여 CPP-ACP paste도포 유무에 따른 색변화를 측정한 결과 모든 미백군에서 색변화가 뚜렷이 진행된 것을 알 수 있었다. Gross와 Moser[22]는 ΔE* 가 0-2이면 색 차이를 육안으로 인지할 수 없으나, 2-3이면 거의 인지할 수 있는 정도이고, 3-8이면 보통 인지할 수 있으며. 8이상이면 현저하게 인지할 수 있다고 보고 한 결과와 비교해 보면 본 연구에서 ΔE* 및 NBS값으로 환산한 결과 20보다 높은 수치로 미백 전·후의 현저한 색조변화량을 보여주고 있다. 모든 미백처리군에서 very much로 나타나 임상적으로 의미있는 결과를 보였다.

법랑질 표면경도의 변화는 미백 후 모든 군에서 미백 전과 비교할 때 감소를 보였다. 미백 전 미세경도 값은 각 군마다 값의 차이가 없었으나 미백 후 경도 값은 미백처리 군에서 통계적으로 유의한 감소를 보였다. 특히 CPP-ACP paste를 도포한 군은 CPP-ACP paste를 도포하지 않은 군에 비해 미세경도의 감소 차이가 적었고, 35% 과산화요소 미백후 CPP-ACP paste를 도포한 군은 미세경도의 감소 차이가 가장 적게 나타났다. CPP-ACP는 Reynnold 등 [23]의 연구에서와 같이 치면세균막 내에 칼슘과 인의 농도가 증가하여 치면의 무기질 이탈을 억제하고 무기질 침착을 촉진할것으로 사료된다. 재광화 물질중 하나로 사용되는 CPP-ACP는 치면세균막 내에 칼슘과 인의 농도가 증가하여 치면의 무기질 이탈을 억제하고 무기질 침착을 촉진한다고 보고 하였고[24], Oshiro 등 [25]은 CPP-ACP를 28일간 적용한 결과, 치면에 탈광화의 감소가 보였고, Rahiotis 등 [26]은 CPP-ACP를 도포한 후 상아질의 우식병소가 점차 사라지고 재광화가 증가하였다고 보고 하였다.

원자 현미경과 주사전자현미경을 사용하여 정량 및 정성적으로 표면변화를 확인한 결과, 미백미처리군과 미백처리군을 비교했을 때 미백처리군에서 Ra값이 상대적으로 높게 나타났으며 특히 CPP-ACP paste를 도포하지 않은 미백군에서 원자

현미경의 정량적인 결과와 일치하는 거칠어진 양상을 확인할 수 있었다. Basting 등 [27]의 연구에서 미백 후 법랑질표면의 부분적인 탈회를 보였던 결과와 일치하는 것을 알 수 있었다. 또한 법랑질 표면의 미세구조를 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 결과 대조군에서는 규칙적인 법랑질 표면형태의 형태가 계속 유지된 반면 미백처리군중에 CPP-ACP paste를 도포하지 않은 법랑질표면의 형태가 불규칙하며 외형이 붕괴되는 양상을 관찰 할 수 있었으며 CPP-ACP paste를 도포한 군에서는 법랑질 표면이 상대적으로 부드러운 양상을 보여 CPP-ACP paste에 포함되어 있는 칼슘과 인산이온이 법랑질의 탈회된 공극으로 침투하여 재광화에 영향을 미친 것으로 사료된다.

이상의 결과들을 종합해 볼때, 15% 과산화수소와 35% 과산화요소를 이용하여 전문가 치아미백술 시 법랑질표면에 미세 구조적 변화를 야기할 수 있으므로, 미백시 CPP-ACP 성분을 포함한 미백제를 사용하거나 치아미백 후 CPP-ACP paste를 도포함으로써 치아미백술시 야기될 수 있는 지각과민증이나 법랑질 미세 구조변화 등 여러 문제점을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점으로는 첫 번째 시편의 변색을 위해 black tea를 이용한 것으로 실제 구강내에서 발생 가능한 내 외인성 착색을 제현하지 못하여 실제적인 미백효과와 상이한 미백효과를 나타낼 수 있을 것으로 보인다. 두 번째 각각의 미백과정 중 실험에 사용한 시편을 인공타액에 보관한 것으로 구강환경에서는 타액이 존재하고 구강내 타액에 의해 재광화가 촉진되고 표면의 다공성이 회복되어 표면변화가 완화될 수 있으므로 in vivo실험에서는 법랑질의 표면변화가 덜 할 것을 사료된다. 세 번 째 미백제의 적용시간은 과산화요소는 과산화수소 (hydrogen peroxide)와 요소 (urea)로 유리되기 때문에 미백 젤 내에서 활성물질이 10시간 이상 적용하는데, 본 연구에서는 20분간 도포하고 제거 후 재도포 하였기 때문에 장시간동안 미백제를 활성화 시킨 경우에 비해 다소 낮은 미백효과를 나타낼 수 있을 것이다. 넷째 CPP-ACP paste를 도포하였을 경우에 정량화된 양이 규격화되어있지 않아 재광화에 낮은 영향을 미칠 수 있을 것이다.

따라서 추후 연구에서는 구강환경을 재현할 수 있는 방법과 구강내 발생 가능한 내· 외인성 착색을 재현할 수 있는 방법 및 적절한 CPP-ACP paste 도포양을 연구해 볼 필요가 있을 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 전문가 미백제로 사용중인 15% 과산화수소와 35% 과산화요소를 이용하여 4주간 미백 한 후 CPP-ACP의 재광화 제제를 사용하여 인공적으로 변색시킨 법랑질의 색, 경도 및 표면변화에 미치는 영향이 있는지 평가하고 하였다. 건전한 소구치 60개를 이용하여 시편을 제작하였고, 치아시편은 각각 12개씩 5군으로 분류하였다. 1군은 증류수 대조군, 2군은 15% 과산화수소도포 미백군, 3군은 15% 과산화수소미백 후 CPP-ACP paste 도포군, 4군은 35% 과산화요소 미백군, 5군은 35% 과산화요소 미백후 CPP-ACP paste 도포군으로 분류하여 실험을 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 미백을 한 모든 군에서 L*,a*,b* 값과 색변화량 (E*)값은 대조군과 마찬가지로 미백 후 색조변화를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈으며 NBS unit로 환산해본 결과 미백처리군 모두 'very much'에 해당되어 임상적인 의미를 지니는 것으로 나타났다.
2. 15% 과산화수소 와 35% 과산화요소 미백처리군은 미백처리 후의 법랑질 표면경도 값이 미백처리 전에 비해 감소하였으며 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. CPP-ACP paste 미백군은 미백처리 전과 비교하여 표면경도값의 변화정도가 적었다.
3. 미백처리 전·후의 법랑질 표면에 대한 미세구조를 분석하기 위해 주사전자현미경과 원자현미경으로 관찰한 결과 미백처리 후 탈회현상에 의해 표면이 거칠어짐을 관찰 할 수 있었으며 미백 후 CPP-ACP paste를 도포한 군에서는 미백 처리에 의해 거칠어진 법랑질 표면이 CPP-ACP paste에 의해 재광화됨을 관찰 할 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 15% 과산화수소와 35% 과산화요소를 이용한 치아미백은 치아의 색변화에 효과적이며, 미백 후 CPP-ACP paste를 이용한 재광화 처리가 치아 미백에 저해되는 영향을 주지 않았다. 또한 미백 후 모든 군에서 미세경도 감소를 보였으나, 재광화 처리 한 군은 재광화 처리를 하지 않은 군과 비교해 볼때 미세경도가 덜 감소했다. 그러므로 15% 과산화수소와 35% 과산화요소 치아 미백은 법랑질 표면에 영향을 미쳐 미백 후 치아의 시림이나 표면의 형태변화, 경도 값의 감소 등과 같은 부작용을 야기할 수 있으므로 CPP-ACP를 포함한 미백제의 사용이나 치아미백 후 CPP-ACP

도포하여 시행함으로써 법랑질 표면에 재광화를 유도하여 치아미백 후 발생할 수 있는 여러 부작용을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. McEvoy SA: Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth Currents techniques and their clical application. Quintessence Int 20(6):379-384, 1989.
2. Attin T, Kielberssa AM, Schwanenberg M, Hellwig E: Effect of fluoride treatment on reminerlization of bleached enamel. J Oral Rehabil 24(4):282-286, 1997.
3. Bitter NC: A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. Gen Dent 46(1):84-88, 1998
4. Morase PR, Marimon JL, Schneider LF, correr Sobrino L, Camacho GB, Bueno M: Cabamide peroxide bleaching agents effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. Clin Oral Investing 10(1):23-28, 2006.
5. Bailey SJ, Swift EJ JR: Effect of home bleaching products on composite resins. Quintessence Int 23(7):489-494, 1992.
6. Ulkapi H, Bengerli Y, Ulukapi I: Effect of pre-and-post operative bleaching on marginal effect of leakage of amalgam and composite restorations. Quintessence Int 34(7):503-508, 2003.
7. Robers AJ: Role of model in assessing new agents for caries prevention-non-fluoride systems. Adv Dent Res 9(3):304-311, 1995.
8. Reynolds EC: The prevention of sub-surface demineralization of bovine enamel and change in plaque composition by casein in an intra-oral model. J Dent Res 66:1120-1127, 1987.
9. Reynolds EC, Johnson IH: Effect of milk on caries incidence and bacterial composition of dental plaque in the rat. Arch Oral Biol 26(5): 445-451, 1981.
10. Reynolds EC: Remineralization of enamel subsurface lesions by casein phosphate stabilized calcium phosphate solutions. J Dent Res 76(9):1587-1595, 1997.
11. Leonard RH, Sharma A, Haywood VB: Use of different concentrations of cabamide peroxide for bleaching teeth, an in vitro study. Quintnessence Int 29(8):503-507, 1998.
12. VNT Zaragoza: “Bleaching of vital teeth: technique," EstoMod 9(2):7-30, 1984.
13. M Sulieman, M. Addy, E. Macdonald, and J. S. Rees: The bleaching dept of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro, J Dent 33(1):33-40, 2005.
14. Oltu U, Gurgan S: Effect of three concentrations of cabamide peroxide on the structure of enamel. J Oral Rehabil 27(4):332-340, 2000.
15. Ernst CP, Marroquin BB, Willershausen-Zonnchen B: Effect of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. Quintnessence Int 27(1):53-56, 1996.
16. Addy M: Dentin hypersensitivity: new perspectives on an old problem. Int Dental J 52(S5P2):367-375, 2002.
17. Nathoo SA: The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. J Am Dent Assoc Apr;128 suppl:6S-10S, 1997.
18. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, et al: Effect of CPP-ACP paste on mechanical properties of bovine enamel as determined by an ultrasonic device. J Dent 34(3):230-236, 2006.
19. Shen P, Cai F, Nowicki A, et al: Remineralization of enamel subsurface lesions by surgar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. J Dent Res 80(12):2066-2070, 2001.
20. Lijima Y, Cai F, Shen P, et al: Acid resistance of enamel subsurface lesions remineralized by a surgar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. Caries Res 38(6):551-556, 2004.
21. Cai F, Shen P, Morgan MV, et al: Remineralization of enamel subsurface lesions in situ by surgar-free lozenges containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. Aust Dent J 48(4):240-243, 2003.
22. Gross MD, Moser JB: A colorimetric study of coffr and tea stining of four composite resins. J Oral Rehabil

4(4):311-22, 2007.

23. Reynolds EC, Cai F, Shen P, et al: Retention in plaque and remineralization of gum. J Dent Res 82(3):206-211, 2003.
24. Rees J, Loyn T, Chadwick B: Pronamel and tooth mousse: an initial assessment of erosion prevention in vitro. J Dent 35(4):355-3557, 2007.
25. Oshiro M, Yamaguchi K, Takamizawa T, et al: Effect of CPP-ACP paste on tooth mineralization : an FE-SEM study. J Oral Sci 49(2):115-120, 2007.
26. Rahiotis C, Vougiouklakis G: Effect of a CPP-ACP agent on the demineralization and remineralization of dentin in vitro. J Dent 35(8):695-695, 2007.
27. Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC: Micromorphology and surface roughness of sound and demineralized enamel and dentin bleached with a 10% carbamide peroxide bleaching agent. Am J Dent 20(2):97-102, 2007.