

# 35% Carbamide Peroxide gel의 적용시간에 따른 법랑질 변화

이혜진, 김민영, 한명숙<sup>1</sup>

동부산대학 치위생과, <sup>1</sup>동남보건대학 치위생과

색인: 미세경도, 법랑질 표면, 35% Carbamide Peroxide

연락처: 이혜진 부산시 해운대구 반송2동 640-5번지 동부산대학

전화: 051-540-3877, 휴대폰:016-467-6679 E-Mail: [onlyhelena@hanmail.net](mailto:onlyhelena@hanmail.net)

## 1. 서론

최근 심미에 대한 관심이 증가되면서 변색된 치아로 인해 사회생활을 하는데 있어 개인의 첫인상에 선 입견을 형성하거나 이로 인해 개인의 자신감 상실 등을 초래할 수 있을 만큼 하얀 치아는 일반인들에게도 관심의 대상이 되었으며 동시에 치아의 외형이나 치질의 결함 없이 단순히 치아의 색을 개선하는 술식인 치아미백술이 권장되고 다양한 미백제의 사용도 점차 증가되어 가고 있다.

치아미백술은 30-35%의 hydrogen peroxide나 35% carbamide peroxide를 사용하여 단기간에 높은 효과를 얻을 수 있는 전문가 미백술과 치과의사의 지도하에 가정에서 저농도의 carbamide peroxide를 사용하는 자가 미백술로 나뉠 수 있으며 두 방법을 병행하여 시행하기도 한다.

Heywood와 Heymann<sup>1)</sup>이 10% carbamide peroxide를 이용해 치과의사의 지도하에 집에서 시행하는 자가 미백술의 임상연구를 처음 보고한 후 10% carbamide peroxide가 많이 사용되고 있으며 최근에는 22%에서 35%의 고농도의 carbamide peroxide도 사용되고 있다<sup>2)</sup>.

미백제의 농도에 따른 미백효과 평가에서는 10%와 15% carbamide peroxide를 2주간 노출시킨결과 15%에서 치아색이 더 밝아졌다고 하였으며<sup>3)</sup> 10%와 20% carbamide peroxide를 이용하여 2주간 실험한 결과 20%를 이용한 실험에서 치아색이 밝아져 고농도의 carbamide peroxide가 저농도의 carbamide peroxide보다 더 효과적인 결과를 얻는다고 하였다<sup>4)</sup>. Lenarde 등<sup>5)</sup>은 저농도로 더 오랜 기간 노출시키면

고농도와 같은 결과를 얻을 수 있다고 보고하였으나 치아미백치료가 오래 지속될수록 일반적인 부작용으로 냉온자극에 민감하거나 치은 조직의 불편감 등을 호소하기도 한다고 하였다. 특히 고농도에서 이런 부작용들이 더 보고되고 있으며 15% carbamide peroxide 사용시 법랑질 구조에 영향을 미치지 않지만 35% carbamide peroxide는 법랑질 구조에 영향을 미친다는 연구가 다수 보고되었다<sup>6-10)</sup>. Carbamide peroxide는 분해되면서 hydrogen peroxide와 urea로 분해되는데, 10% carbamide peroxide는 약 3.62% hydrogen peroxide로 분해되며 22% carbamide peroxide는 분해되어 약 7.92% hydrogen peroxide를 방출한다. 또한 35% carbamide peroxide는 분해되어 약 11.7% hydrogen peroxide를 방출하게 되는데 6% 이상의 hydrogen peroxide는 치아의 법랑질과 상아질의 경도를 감소시키며<sup>7)</sup> 상아질 세관을 통해 박테리아 투과성을 증가시킬 수 있다<sup>8)</sup>. 이와 같이 고농도의 carbamide peroxide의 유해성 논란에도 불구하고 현재 임상에서는 고농도의 치아미백제가 저농도의 치아미백제에 비하여 뛰어난 효과를 보이고 있기 때문에 널리 사용되고 있다.

이에 환자의 구강환경에 적합한 미백농도와 미백 적용시간을 결정하기 위해서는 많은 기초연구가 필요하며 그 효과를 검증할 연구가 필요하리라 생각되어 본 연구에서는 고농도 35% carbamide peroxide의 미백 적용시간을 달리하여 그 효과를 검증해보고 가장 적절한 미백적용시간과 안정성을 알아보자 하였다.

## 2. 연구재료 및 방법

### 2.1. 연구재료

#### 시편제작

우식이나 결함이 없는 우치의 전치 치근을 제거한 후 발수하여 증류수로 깨끗이 세척한 후 실험 전까지 0.1% 티몰 용액(Sigma, U.S.A.)에 넣고 냉장보관하였다. 우치 시료의 1×1cm 가량의 평활면을 제외한 다른 부위를 모두 아크릴 레진으로 포매한 후 24 시간 뒤 자동 연마기(Automatic Polisher; Labopol-1, Struers, Denmark)를 사용하여 냉각수 공급하에 800, 1000, 1200, 1500의 grit의 abrasive paper로 단계적으로 연마한 후, 1 μm의 다이아몬드 페이스트로 최종 연마하였다. 모든 시편은 초음파 세척기를 사용하여 30분간 충분히 세척한 후 사용하였다.

### 2.2. 연구방법

#### 2.2.1. 시편변색 및 전처리

시편 변색을 위해 준비된 널리 시판되고 있는 콜라(청량음료; pH 2.26 ± 0.02)를 24시간 이상 상온에 노출시켜 탄산가스를 완전히 방출시킨 다음 사용하였다. 시편을 탄산가스를 방출시킨 시료에 24시간 동안 담가 두었으며, 24시간 후 꺼내어 3차 증류수로 세척하였다. 변색된 시편들의 초기 색과 경도를 측정한 후, 각각 순차적으로 4개의 그룹으로 나누었다(Table 1). 미백제는 WHITE smile<sup>®</sup> 35% Carbamide Peroxide gel (WHITE smile GmbH, Inc. Germany)을 사용하였다. 단기간 미백시 하루 1시간씩 7일을 권장하고 있는 제품의 사용설명서대로 1시간 노출군과 권장시간보다 많은 2시간, 3시간

노출군으로 나누어 매일 각 각의 노출 시간에 따라 7일 동안 시행하였으며 bleaching gel 노출시간을 제외한 나머지 시간은 D.W(Distilled water)에 담가 두었으며 1일, 3일, 7일에 법랑질 표면의 미세경도, 미세 구조, 무기질 변화량을 측정하였다.

Table 1. The classification bleaching group according to bleaching time

Group	Classification	Application period
1	Control group	Distilled water(D.W.)
2	Experimental group	35% Carbamide Peroxide gel 1hour/day
3	"	35% Carbamide Peroxide gel 2hour/day
4	"	35% Carbamide Peroxide gel 3hour/day

### 2.2.2. 법랑질 표면의 미세경도 측정

법랑질 표면의 미세경도를 측정하기 위하여 Vickers diamond indenter가 부착된 미세경도측정기(MVK-H100, Hardness Testing Machine, Akashi Corporation, Japan)를 이용하여 vickers hardness number(VHN)를 측정하였다. 시편의 법랑질 표면이 표면경도계의 압인 방향에 직각이 되도록 위치한다음 200gm의 하중으로 10초간 압인하고 계속현미경 400배의 배율에서 압흔의 크기를 측정하여 법랑질 표면경도를 측정하였다. 정상 법랑질의 표면경도는 평균 300-400 VHN범위에 해당하는 시편을 선정 하였다. 표면미세경도의 측정은 각 시편 당 최초 표본완성 후 착색하여 각각 3차례에 걸쳐 시행한 값의 평균으로 조사하였다.

### 2.2.3. 법랑질 표면의 미세구조 분석

미백처리 전·후의 법랑질 표면에 대한 미세구조를 분석하기 위해 주사전자현미경(Field emission scanning electron microscope, Hitachi, Japan)을 이용하였다. 주사전자현미경 측정을 위한 시편의 준비를 위해 처리된 시편을 3차 증류수로 세척한 후, 초음파 세척기로 1시간 동안 세척하였다. 그 시편들을 건조 오븐에 2시간 동안 건조시킨 후, 이온 증착기(Ion sputter, Hitachi, Japan)를 이용하여 70 nm 두께로 표면을 코팅시켰다. 준비된 시편을 20 kV의 전압을 걸어 주사전자현미경을 이용하여 측정하였다.

### 2.2.4. 치아표면 무기질의 변화

처리된 시편에 대해 전계 방사형 주사 전자현미경(EDS, S-4300 & EDX-350, Hitachi, Japan)를 이용하여 시편 당 무작위로 3점을 찍어 법랑질 표면의 무기이온 조성을 분석하고, 표면변화를 관찰 하였다. 전자탐침의 치수는 20 kV의 가속 광선을 1 μm의 직경으로 설정하였고, 무기물 상태의 칼슘과 인을 측정

하여 정량분석을 하였다. 시편을 1일, 3일, 7일 마다 법랑질 표면으로부터 200 μm까지의 칼슘과 인의 변화량을 측정하였다.

### 2.2.5. 자료분석

실험을 통하여 수집된 모든 자료들은 SPSS 13.0 통계 package program을 이용하여 법랑질 표면의 미세경도, 무기질 변화는 기술적 통계 및 paired t-test 일요인 분산분석을 시행하였고, 사후검정으로는 Duncan 검정을 이용하여 각 군 간의 평균 차이를 검정하였다.

## 3. 연구성적

### 3.1. 35% Carbamide Peroxide gel의 노출 시간에 따른 법랑질의 미세경도 변화

노출 시간에 따른 법랑질의 미세경도 변화(VHN)는 대조군에서는 7일 동안 거의 변화를 보이지 않았으며 1시간 미백 노출군에서도 경도값이 낮아졌으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 반면 2시간, 3시간 미백 노출군에서는 법랑질 표면경도가 낮게 나타났으며, 특히 3시간 노출군에서 기간에 따라 큰 변화를 보였고 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다(p<0.05)(Table 2).

Table 2. VHN values of enamel during the process

Group	N	Baseline (24hours staining)	Treatment days			p-value
			1 day	3days	7days	
D.W	6	233.17±3.24 <sup>a</sup>	231.12±4.35 <sup>a</sup>	228.32±8.59 <sup>a</sup>	228.44±5.21 <sup>a</sup>	p>0.05
CP 1 hours	6	236.12±6.21 <sup>a</sup>	235.11±5.24 <sup>a</sup>	228.33±7.96 <sup>a</sup>	226.58±9.21 <sup>a</sup>	p>0.05
CP 2 hours	6	233.78±3.69 <sup>a</sup>	231.78±3.69 <sup>a</sup>	221.58±4.59 <sup>b</sup>	212.59±10.58 <sup>c</sup>	p<0.05
CP 3 hours	6	235.74±4.12 <sup>a</sup>	229.74±4.12 <sup>a</sup>	210.29±12.39 <sup>c</sup>	191.44±14.55 <sup>d</sup>	p<0.05

Values are reported as the Mean ± Standard deviation

<sup>a,b,c,d</sup> The same letter indicates no significant difference at α= 0.05 by Duncan's studentized range test Statistical comparison by ANOVA test

### 3.2. 35% Carbamide Peroxide gel의 노출 시간에 따른 법랑질 표면의 미세구조 변화

미백처리 전·후의 법랑질 표면에 대한 미세구조를 분석하기 위해 주사전자현미경(Field emission scanning electron microscope, Hitachi, Japan)을 이용하여 관찰한 결과 정상 법랑질과 미백 처리된 플라 착색후 법랑질 표면에는 규칙적이고 조밀한 표면양상을 보였으며 미백 후에는 노출시간이 길수록 법랑질 표면의 불규칙한 표면양상과 붕괴를 관찰할 수 있었다(Figure 1).

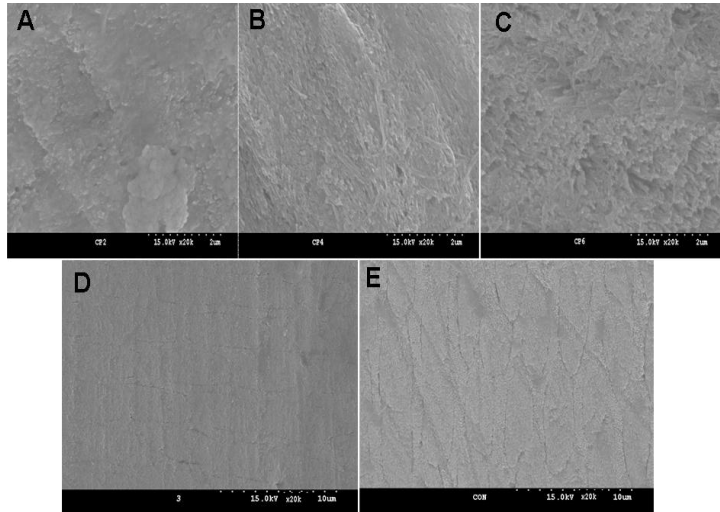


Figure 1. SEM images of enamel surfaces. A: 35% Carbamide Peroxide gel 1 hour for 7days, B: 35% Carbamide Peroxide gel 2 hours for 7days, C: 35% Carbamide Peroxide gel 3 hours for 7days, D: Sound tooth (baseline), E: Enamel with cola staining (baseline)

### 3.3. 35% Carbamide Peroxide gel의 노출 시간에 따른 법랑질 표면의 무기질 변화

전계 방사형 주사 전자현미경을 사용하여 법랑질 표면의 성분 분석을 시행해본 결과 모든 군에서 미백 후 Ca, P의 변화량을 관찰할 수 있었으며 특히 3시간 노출군에서는 눈에 띄는 감소를 보였으나 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ )(Table 3).

Table 3. Contents of calcium and phosphate in enamel surface for 7 days

Group	N	Baseline (24hours staining)		7 days					
		Ca	P	Ca	P				
D.W	6	33.46±1.25	a	17.54±0.25	b	32.56±1.22	a	17.12±0.46	b
CP 1 hours	6	34.18±2.58	a	18.09±1.02	b	32.05±1.46	a	18.02±0.57	b
CP 2 hours	6	31.45±3.97	a	18.24±0.55	b	30.86±1.25	a	17.46±1.33	b
CP 3 hours	6	34.05±2.56	a	17.58±0.48	b	27.27±1.99	a	14.39±0.28	b

Values are reported as the Mean ± Standard deviation

<sup>a,b</sup> The same letter indicates no significant difference at  $\alpha=0.05$  by Duncan's studentized range test

## 4. 총괄 및 고안

최근 사회풍조 및 대중매체의 영향으로 아름다운 외모에 관한 관심이 높아지고 생활수준의 향상은 치과분야에도 영향을 미쳐 기능적인 회복과 함께 심미적인 회복에 대한 요구가 높아졌다. 치아를 더욱 밝고 하얗게 하는 미백술은 미국과 유럽 선진국에서는 이미 성공적인 심미 치료로 자리를 잡았으며 국내에서는 치아 미백술에 대한 관심이 계속 증가하고 있는 추세다. 치아미백술은 법랑질의 변색된 부분을 하얗게 하는 술식으로 치아의 최외층인 법랑질에 나타나는 변색의 외적요인은 무색 투명한 법랑질의 무기질 결정사이에 단백질이 포함된 유기질의 공간이 많이 생성되고 이 공간에 색소를 함유하는 물질이 스며들어서 변색이 일어난다. 변색의 내적인 요인은 수유기에 어린이나 산모가 약물을 잘못 복용했을 경우, 치아형성 시기에 치아의 변색을 유발하는 테트라사이클린과 같은 항생제의 복용으로 인해 치아에 침착되어 일어난다<sup>11)</sup>. 이러한 변색 치아의 심미적인 개선을 위한 방법으로 미백이 시작되었으며 자가 미백술이 소개된 이래 급속히 확산되고 있다.

치아미백 기전은 과산화수소에서 방출되는 자유 라디칼이 안정을 이루기 위하여 치질 속에 확산되면서 단백질과 같은 다른 유리 분자와 반응하여 공유결합을 파괴한다. 그 결과 밝은 색조를 나타내는 분자를 생성시킴으로써 미백효과를 나타내게 된다. 그러나 미백치리는 치수 자극, 치질의 변화, 수복물의 미세누출, 복합레진의 접착력 감소, 치근흡수와 같은 부작용이 나타날 수 있는 것으로 보고되고 있다<sup>12)</sup>.

이에 본 연구에서는 전문가 미백제로 사용되는 35% Carbamide Peroxide를 사용하여 미백 후 법랑질 표면 미세경도, 탈회경도의 변화를 관찰하고자 하였으며, 단기간에 빠른 미백효과를 원하는 환자에서 시행되는 1주간 매일 실시하여 관찰하였다. 또한 노출시간에 따른 법랑질의 변화를 관찰하여 적절한 미백시간을 알아보고 노출시간에 따른 안정성의 평가를 하고자 하였다.

법랑질 표면의 경도를 분석하기 위해 미세경도 측정기를 이용하여 측정한 결과 증류수에 담가둔 대조군과 미백 1시간 노출군에서는 경도값이 거의 변화하지 않은 반면 2시간 노출군과 3시간 노출군에서는 경도값이 현저히 감소함을 알 수 있었다. Oltu와 Gurgan<sup>6)</sup>은 10%, 16% Carbamide Peroxide를 사용한 결과 법랑질 경도를 변화시키지 않았지만 고농도인 35% Carbamide Peroxide는 법랑질 경도를 변화시킨다고 하였으며 대부분의 선행 연구<sup>6-10)</sup>에서 고농도의 미백제 사용시 법랑질 경도가 감소하는 것으로 보고하여 같은 결과를 보였다. 법랑질 표면경도의 변화는 치아우식증 노출위험도를 높일 수 있으므로 35% Carbamide Peroxide 사용시 1시간이내의 미백시간이 적절할 것으로 사료된다. 또한 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 법랑질의 표면의 변화를 관찰한 결과 미백 전 정상 법랑질과 콜라 착색군에서는 규칙적인 치아표면을 관찰할 수 있었으나 미백 후 노출시간이 길어짐에 따라 법랑질 표면의 양상이 불규칙한 봉괴양상을 보여 미백 후 법랑질 표면변화를 보고한 Ben-Awar<sup>13)</sup>, McGuckin<sup>14)</sup>과 Nathoo<sup>15)</sup>의 연구와 비슷한 결과를 관찰할 수 있었으며 미백 후 치아 거칠어짐과 광택도 상실과 같은 부작용을 설명할 수 있는 결과임을 알 수 있었다. 또한 전계 방사형 주사 전자현미경을 이용하여 법랑질 표면의 성분분석을 시행한 결과 모든 군에서 치아를 구성하는 주요 원소인 Ca, P의 경량이 통계적인 유의성은 없는 것으로 나타났지만 성분의 미세한 감소 양상을 보여 권 등<sup>16)</sup>의 연구와 유사한 결과를 보였다. 따라서 본 실험에 사용된 35% Carbamide Peroxide gel은 적절한 시간 이상으로 장기 노출시킬 경우

법랑질표면의 미세구조를 변화시킬 수 있으므로 전문가에 의하여 노출시간을 적절히 조절할 필요가 있다고 사료된다. 또한 본 *in vitro* 연구는 구강내 환경을 재현할 수 없어 환자 개인의 치아 상태를 고려하지 못한다는 한계점을 가지고 있어 후속연구에서는 구강내 환경을 재현한 *in vivo*, *in situ* 연구를 통하여 미백제의 안정성 평가에 관한 연구와 미백 후 부작용을 완화할 수 있는 방법인 불소도포를 시행하여 법랑질 표면의 재광화 효과와 치아시림예방에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 전문가 미백제로 많이 사용되고 있는 35% Carbamide Peroxide를 사용하여 인공적으로 변색시킨 법랑질에 노출시킨 후 미백적용시간에 따른 법랑질의 경도 및 표면변화에 미치는 영향을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 법랑질 표면의 경도를 분석한 결과 대조군에서는 7일 동안 거의 변화를 보이지 않은 반면 미백제 노출군에서는 법랑질 표면경도가 매우 낮게 나타났다. 특히 2시간 노출군에서 각 주마다 큰 변화를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다( $P < 0.05$ ).
2. 미백처리 전·후의 법랑질 표면에 대한 미세구조를 분석하기 위해 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 결과 정상 법랑질에서 나타나는 규칙적인 표면양상은 사라지고 미백 후 노출시간이 길수록 법랑질 표면의 붕괴와 불규칙한 표면을 관찰할 수 있었다.
3. 법랑질 표면의 성분 분석을 시행해본 결과 모든 군에서 미백 후 Ca, P의 전반적인 감소를 볼 수 있었으나 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않았다( $P > 0.05$ ).

이상의 결과를 종합해 볼 때 35% carbamide peroxide(CP)를 이용한 치아 미백은 노출 시간이 길어질수록 법랑질 표면에 영향을 미쳐 슬 후 치아 시림과 같은 부작용을 야기할 수 있으므로 노출시간을 적절하게 조절하고 정확한 방법으로 전문가에 의하여 시행되어야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. Quintessence Int 1989;20(3):173-176.
2. Matis BA. Degradation of gel in tray whitening. Compend Cotin Educ Dent Suppl 2000;28:28, 31-35.
3. Kihn PW, Barnes DM, Romberg E, Peterson K. A clinical evaluation of 10 percent vs 15 percent carbamide peroxide tooth whitening agents. J Am Dent Assoc 2000;131(10):1478-1487.
4. Jones AH, Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Cobb DS. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. Esthet Dent 1999;11(2):87-94.
5. Leonard RH, Sharma A, Haywood VB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for

bleaching teeth: an in vitro study. Quintessence Int 1998;29(8):503-507.

6. Oltu U, Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. J Oral Rehabil 2000;27(4):332-340.
7. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. J Endod 1994;20(2):61-63.
8. Heling I, Parson A, Rotstein I. Effect of bleaching agents on dentin permeability to Streptococcus faecalis. J Endod 1995;21(11):540-542.
9. Rotstein I, Dogan H, Avtron Y, Shemesh H, Stein berg D. Protective effect of copalite surface coating on mercury release from dental amalgam following treatment with carbamide peroxide. Endod Dent Traumatol 2000;16(3):107-110.
10. Bitter NC, Sanders J. Electron microscopy study of four bleaching agents on enamel surfaces J Dent Res 1992;71(4):600-602.
11. Joiner A, Jones NM, Raven SJ. Investigation of factors influencing stain formation utilizing an in situ model. Adv Dental Res 1995;9:471-476.
12. Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching. Endod Dent Traumatol 1996;12:82-88.
13. Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. J Am Dent 1995;8(1):29-32.
14. McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. J Prosthet Dent 1992;68(2):754-760.
15. Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE. Effect of Colgate Platinum Professional Tooth whitening System on microhardness of enamel, dentin, and composite resins. Compendium. Suppl 1994;17:627-630.
16. Kown YH, Son KH, Kim GC, Kim HI. Effect of 35% Carbamide Peroxide on Enamel: Hardness, Structure and Composition. J Korean Res Soc Dent Mater 2003;30(4):443-449.

## Abstract

### Surface change of enamel according to application time of 35% Carbamide Peroxide

Hye-Jin Lee and Min-Young Kim, Myung-Suk Han<sup>1</sup>

Dept of Dental Hygiene, Dongpusan College University

<sup>1</sup>*Dept. of Dental Hygiene, Dongnam health college,*

**key words** : Enamel surface, 35% Carbamide Peroxide, Microhardness

The purposes of this study were to examine the effect of 35% Carbamide Peroxide(CP) bleaching agent on the changes in physical and chemical characteristics of tooth. The effect of bleaching agent on enamel was analyzed using Hardness test, SEM and EDS. The microhardness between bleached groups after bleaching showed statistically significant difference according to the paired t-test. The bleached enamel surface showed apparent morphological changes compared to the enamel, which was stored in distilled water only. The difference of the total mineral contents for the distilled water and Carbamide Peroxide did not show statistical significance.

These results demonstrated that bleaching using 35% Carbamide Peroxide were adversely affects application time of experimental group and may confirm the safety of using these agents for a short time in dentist- monitored bleaching.