

TiO₂ 광촉매 융합 미백제에 의한 치아미백 향상 효과에 대한 연구

황갑운*, 최문실, 임선아
송원대학교 치위생학과

Improvement of Bleaching Effect on the Color of Enamel Surface with TiO₂ Catalysis Convergence Bleaching Agent

Hwang Gab-Woon*, Moon-Sil Choi, Sun-A Lim
Dept. of Dental Hygiene, Songwon University

요약 본 연구의 목적은 임상에서 사용되고 있는 치아미백제와 TiO₂ 광촉매의 융합에 의한 치아 미백효과를 평가하고, 미백 효과를 극대화시킬 수 있는 광촉매 혼합비 등에 관한 기초연구를 통하여 미백효과와 안전성을 고찰하고자 하였다. 실험에 사용된 치아는 발거된 치아 중 우식에 이환되지 않고 수복물이 없는 전, 구치부 치아 24개의 연조직 치석을 제거한 후 전치부의 순면이나 구치부의 협면 및 설면이 노출되도록 하여 dal상에서 사용 중인 치아미백제에 TiO₂ 광촉매 분말을 10, 20wt.% 첨가하여 융합하고, 과산화수소수를 10~20%첨가한 미백제를 적용하여 색조 변화를 측정하였다. TiO₂ 광촉매와 미백제의 융합 미백제 적용에 따른 치아의 외관 특성평가 결과, 20% 과산화수소수에 TiO₂ 첨가한 경우 월등한 미백효과를 나타남을 알 수 있었으며 TiO₂ 광촉매를 사용하면 치아미백을 위한 미백제 적용시간을 단축시킬 수 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 향후 치아 미백제 개발에 촉매의 활용을 통하여 미백 효과를 향상시킬 수 있는 연구의 제안으로 치아미백 제품개발에 기여할 수 있을 것이다.

• **Key Words** : 광촉매 융합 미백제, 미백, 카바마이드 퍼옥사이드, 치아 탈색, 메틸렌 블루

Abstract This in vitro study compared the effect of bleaching agent modified by the addition of TiO₂ catalyst converged bleaching agent. Nonvital teeth samples were assigned to four group(n=6) according to the bleaching agent: 10% carbamide peroxide(CP) bleaching agent, 10% CP with 10% TiO₂ catalyst, 20% CP bleaching agent and 20% CP with 20% TiO₂ catalyst. Changes in enamel color were evaluated on minutes 30, 60, 180, 300 and 420. It was found that 20% CP with 20% TiO₂ catalysis increased the whiteness and overall color value and showed significantly brightened. The teeth bleaching time was reduced with TiO₂ catalyst converged bleaching agent. This result will contribute to development of the teeth bleaching agent.

• **Key Words** : catalysis convergence bleaching agent, TiO₂ catalysis, carbamide peroxide, tooth discoloration, methylene blue

1. 서론

치아의 변색 또는 착색의 원인은 주로 담배, 차 등 유

색물질의 침착, 색소 생성균, 충전물의 변색 및 금속염 등에 의한 외인성 요인과 연령, 화학물질이나 약제, 대사이상이나 유전성 질환, 치아의 상해 등에 의한 내인성 요인

*교신저자 : 황갑운(gwhwang@songwon.ac.kr)

으로 크게 나눌 수 있으며[1], 치과진료는 주로 내인성 변색치아 표백을 적응증으로 한다.

치아미백제의 작용기전은 미백제의 표백물질이 치아 표면에 표백작용을 일으키는 것으로, 표백작용은 치아에 착색을 일으키는 유기물질이 발생기 산소의 산화작용을 통하여 분해 제거되는 현상으로 알려져 있다.

변색치아의 심미성을 개선하는 치아미백 방법[2,3,4]으로 치아를 표백하는 방법, 라미네이트 시술, 치아 전체를 도재로 씌우는 방법, 에나멜 미세연마, 실활치 미백 등이 미국, 유럽 등에서 개발되어 사용되고 있으나 미백제를 사용한 치아미백은 주로 조직부식성이 강한 30~35% 과산화수소수를 주약제로 하고, 그 산화작용에 의해 표백을 행하는 것을 기본으로 하는 것이다[5,6].

치아 미백술의 효과적인 성공 증례와 더불어 미백에 대한 문제점으로 미백 후의 지각과민증, 치아의 형태학적 변화, 성분변화, 표면거칠기 증가, 표면경도 감소, 수분물과의 접착강도 저하 등이 보고되고 있으며[7,8,9], 치아 경조직 부식이나 손상으로 치아의 민감성 증가 또는 잇몸의 화상[10], 치경부의 외흡수 등을 일으킬 수 있다고 주장하였다[11,12,13].

그 중에서도 가장 대표적인 부작용으로 분자량이 작은 미백제가 상아세관을 통해 치수에 도달하여 신경말단을 자극함으로써 지각과민증을 유발하는 현상을 들 수 있다.

일본의 경우 30~35% 과산화수소수와 각종 약제의 조합에 의한 것이 사용되고 있으며, 미국의 경우에는 30~35% 과산화수소수를 사용하지 않고, 10% 과산화수소수를 사용하는 경우도 있으나 이것도 약효와 안전성에 관한 문제가 논란이 되고 있다[14,15,16,17].

본 연구에서는 임상에서 사용되고 있는 치아 미백제와 TiO₂ 광촉매의 융합에 의한 치아 미백효과를 고찰하고, TiO₂ 광촉매 융합효과를 극대화시킬 수 있는 광촉매 혼합비 등에 관한 기초연구를 통하여 미백효과와 안전성을 고찰하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

치아는 발거된 치아 중 우식에 이환되지 않고 수분물이 없는 전, 구치부 치아 24개의 연조직 치석을 제거한 후 전치부의 순면이나 구치부의 협면 및 설면이 노출되

도록 하였다.

본 연구에서 사용한 치아 미백제는 70SiO₂-30MgO 분말에 TiO₂ 광촉매 분말을 10, 20wt.% 첨가하고 치아 표면과의 친화성을 위하여 Ca-P를 첨가하였다.

치아미백을 위한 가장 중요한 성분인 과산화수소수를 10~20%첨가하였으며, 광원은 광조사기(DMETEC)를 사용하여 특성을 평가하였다.

각각의 분말 중량비는 일반적인 미백제의 조성구와 유사하게 되도록 하였으며, 여기에 기타의 첨가원소를 달리하여 조성비를 조절하였다.

2.2 시험방법

2.2.1 시편제작

전,구치부에서 발거된 치아에 부착된 연조직과 치석 및 외인성 착색물은 초음파 치석제거기나 치주소파용 큐렛을 이용하여 제거한 후 증류수와 초음파 세척기를 이용하여 세척하였다.

본 연구에 이용된 시편들은 치아를 4개 그룹으로 나누어 사용하였으며, 색 측정 시험이 시작되기 전까지 준비된 치아는 증류수에 넣어 냉장보관을 하였고, 치아 미백제 처리 후 색 측정을 위해 치아를 지그에 고정하였다.

또한 본 연구에서 사용한 치아 미백제는 TiO₂ 광촉매의 효과를 알아보기 위해 4종의 배합비를 선택하였다 <Table 1>.

<Table 1> Bleaching agents used in this study

Group	Concentration	Main contents
1	Low	10% CP(carbamide peroxide)
2	Low	10% CP + 10% TiO ₂
3	Midium	20% CP
4	Midium	20% CP + 20% TiO ₂

2.2.2 메틸렌블루 표백시험

메틸렌 블루 표백 시험은 4그룹으로 분류하였으며, 미백특성 평가를 위해 5, ~20wt.% TiO₂ 분말 혼합량 및 과산화수소수 첨가량이 각각 다른 미백제와 메틸렌 블루를 10 ppm 용해한 시험액을 바이알병에 투입한 후, 치과용 가시광 조사기(DMETEC)를 이용하여 광조사하여 메틸렌 블루의 분해율을 측정하였다.

광조사는 매회 1분간 실시하여 그 회수를 1~10회까지 달리 하였으며, 광원은 420~480nm의 파장을 지닌 1,000 mW/cm²의 파워를 사용하였다.

2.2.3 치아미백

24개의 치아는 발치된 치아 중 우식에 이환되지 않은 치아 중 무작위로 추출하여 각 군별로 6개씩 총 4 그룹으로 분류하여 치아표면을 물과 알코올로 초음파 세척한 후 건조하였으며, Table 1과 같은 미백제 종류에 따라 각각 나누어진 치아 시편 군에 제조사의 사용방법에 따라 미백제를 도포하였다. 대조군을 제외한 치아는 치아미백제 농도에 따라 미적용 대조군과 적용시간 30분, 60분, 180분, 300분, 420분간 적용된 실험군으로 나누었다.

대조군은 미백처리를 하지 않고 실험군은 치아미백제 농도에 따른 적용 시간을 동일하게 하였으며, 치아를 미백제에 침적시킨 후 구강내 환경과 유사하게 37°C, 100% humidity chamber에 보관하였다.

치아미백제 적용시간이 끝난 후 흐르는 물과 증류수로 세척하고, 건조한 후 분광측색계를 이용하여 색 측정을 하였다.

미백제의 실증테스트를 위해 치과에서 추출한 실제의 치아를 사용하였으며, 치아는 치아표면을 물과 알코올로 초음파 세척한 후 건조하고 제조된 적당한 점도의 미백제를 도포하고 자외선을 시간과 회수를 조사하여 특성을 평가하였다. 자외선 조사는 시간과 회수를 달리 하였으며, 새로운 용액의 도포 및 광조사를 반복하였다.

2.2.4 색조변화 측정

분광측색계로 시편의 색조변화 측정을 위하여 표준 백색판(X=91.31, Y=93.14, Z=109.22)을 감지부 흡광통에 밀착해 영점조정을 한 후 시험군의 감지부를 치아의 정중앙을 향하도록 하여 색차를 측정하였으며, 색의 측정을 위해 사용된 분광측색계는 Spectrophotometer (CM-2600d, Minolta, Japan)를 사용하였다.

색 측정은 CIE L*,a*,b* 측정체계를 사용하였으며, 한 시편 당 3번씩 측정하여 평균값을 구하여 각각의 CIE L*,a*,b*값으로 선택하였다. CIE L*은 밝기(0-black, 100-white)까지 명도를 나타내고, a*는 청색-녹색(red-green) 축의 색상을 b*는 황색-적색(blue-yellow)의 요소를 가진 색 공간을 나타낸다. 시편의 적용전과 적용후의 색 변화량(ΔE*)는 L*,a*,b* 색공간 좌표상의 거리,

CIE 색차식에 의해 계산하였다.

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

CIE L*,a*,b*값으로 미백제 처리전의 시편과 30분, 60분, 180분, 300분, 420분간 미백제 적용 후의 치아간의 명도변화(ΔL*)와 색차(ΔE*)값을 구하였다.

2.3 통계분석

치아 미백제 농도와 미백제 적용시간에 따른 치아의 명도변화(ΔL*)와 색차(ΔE*)를 대조군과 실험군(30분, 60분, 180분, 300분, 420분)간에 따른 효과를 TWO-WAY ANOVA(Two-way analysis of variance)를 시행하여 분석하였고, 통계학적인 유의수준 5%에서 사후검정법인 Tukey HSD를 사용하여 검정하였다.

3. 결과

3.1 메틸렌블루 시험에 따른 미백특성 평가

메틸렌블루는 청색의 유기색소로서 자외선에 의해 거의 분해되지 않고 광촉매의 산화 분해 작용에 의해 불가역적으로 분해되어 무색이 되는 성질로서 광촉매의 분해 성능 평가에 널리 이용되고 있으며, 본 연구에서도 자외선에 의한 분해는 광촉매에 의한 분해에 대해 유의한 차이를 확인할 수 없었다.

광조사는 매회 1분간 실시하였으며, 1~10회까지 그 회수를 달리 하여 메틸렌 블루의 표백 과정을 관찰하였다.

광조사 횟수에 따라 메틸렌블루가 점차적으로 백색으로 표백되고 있으며, 이러한 결과로 변색된 치아에 미백제를 도포한 후 광조사를 하게 되면 변색된 치아의 색상이 분해되면서 미백효과가 나타날 것으로 판단된다.

TiO₂ 첨가 미백제에 자외선을 조사하면 광촉매 반응에 의해 메틸렌블루가 분해, 흡착되면서 메틸렌블루의 농도 감소가 일어난다. 이때 미백제와 메틸렌블루사이에서 분해 및 흡착 평형을 이루는 시점을 결정하는 것이 자외선 조사 시점을 결정하는 중요한 요인으로 작용하는 것을 확인하였다.

TiO₂의 첨가량을 5~20%까지 달리하여 제조된 미백제에 메틸렌블루 10 PPM 혼합 수용액에 1~10회 광조사를 실시한 후 메틸렌블루의 분해도를 측정할 결과, TiO₂ 첨가량이 증가할수록 메틸렌블루의 분해가 빠르게 진행되었으며, 10회 광조사를 실시하면 TiO₂의 광산화반응으로 메틸

렌블루까지 분해되어 가시적인 색깔 구분이 불가능하였다.

이 결과로부터 TiO₂를 첨가한 미백제를 오염된 치아 표면에 적용하여 광촉매 반응에 의한 치아 미백효과를 시험한 결과 표백된 오염물질이 용이하게 분해, 제거됨을 육안으로 확인할 수 있었다.

3.2 TiO₂ 첨가 미백제 적용에 따른 치아의 외관 특성

TiO₂를 첨가하지 않은 상태에서 과산화수소수를 10% 첨가하고 1~5회의 광조사를 실시하여 미백효과를 시험한 결과, 광조사 횟수에 따라 미미하지만 광조사 횟수가 증가할수록 치아가 백색으로 미백됨을 알 수 있다.

광조사에 따라 미백효과가 나타남을 알 수 있으며, 이 경우 TiO₂ 광촉매를 첨가하지 않은 경우보다 우수한 미백 효과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

과산화수소수를 20%첨가하여 동일한 방법으로 시험한 결과, 과산화수소수 증가에 따라 미백효과가 개선되었음을 알 수 있으며, 20% 과산화수소수에 TiO₂첨가한 경우 월등한 미백효과를 나타냈다.

3.3 색차계를 이용한 미백특성 평가

시간에 따른 미백 처리 후 색차계를 이용하여 측정된 L* 값이 증가하는 것은 색이 밝아진 것을 의미하며 ΔL* 값의 변화가 큰 것은 색의 변화량의 크기가 큰 것을 나타낸다.

a* 값은 광조사시에 증가하였지만, 대조군에서는 변화가 없었다. b* 값은 어느 경우도 감소하고 탈색된 것을 나타냈지만, 광조사시 시험군 모두 대조군에 비해 유의한 차이가 나타나지 않았다.

명도 변화 (ΔL*)는 미백제 농도의 차이에 따라 유의한 차이가 없는 것을 알 수 있다(p>0.05). 그러나 치아 미백제를 적용할 시에는 미백제 농도에 관계없이 미백제 적용 시간에 따라 크게 변함을 볼 수 있다(p<0.05). 시간에 따른 명도 값의 변화는 모든 실험군에서 30분부터 명도가 크게 증가하였다. 실험군 4에 30분 적용한 치아가 가장 많이 밝아졌으며, 실험군 1을 적용한 치아에서 밝아지는 정도가 가장 적었다. 미백제를 도포하고 300분과 420분을 적용 후, 각 실험군내에서 최대 명도변화(ΔL*)는 실험군 3에 420분 적용하였을 때 가장 많이 밝아졌고, 실험군 4에 420분 적용하였을 때 두 번째, 실험군 2에 360분 적용하였을 때 명도차이가 가장 작은 값을 보였다<Table 2>.

<Table 2> Value of Lightness Difference(ΔL*) among the experimental group throughout the bleaching time

Group	Lightness Difference(ΔL*)				
	30 min	60 min	180 min	300 min	420 min
1 : 10% CP	0.74 ±1.61	2.19 ±1.98	2.42 ±1.32	2.63 ±1.78	2.82 ±1.40
2 : 10% CP +10% TiO ₂	0.75 ±2.36	1.62 ±2.95	1.97 ±2.96	2.56 ±3.12	3.25 ±2.12
3 : 20% CP	0.48 ±1.06	1.31 ±1.60	2.12 ±1.11	3.06 ±0.10	4.37 ±1.54
4 : 20% CP +20% TiO ₂	2.03 ±1.98	2.55 ±1.78	2.75 ±1.57	3.53 ±1.40	3.57 ±1.08

색상 변화(ΔE*) 또한 미백제 농도의 차이에 따라 유의한 차이는 없으나(p>0.05), 미백제 적용 시간에 따라 치아의 색상 변화가 크게 변함을 알 수 있다(p<0.05). 실험군 중 group 4의 색상 변화 (ΔE*)는 처음 30분간 급격한 변화를 보였으나, 이후 60분까지는 감소되는 변화를 보였다. 실험군 1의 경우 색상변화가 180분까지 증가되는 양상을 보이다가 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있다. 실험군 2의 경우에는 320분까지 색상의 변화가 완만하게 증가되다 420분 후에 급격하게 수치가 증가되었으며, 실험군 3은 치아 미백제 적용시간에 따라 계속적으로 증가되는 양상을 보였다.

각각의 실험군내에서 최대 측정값은 실험군 3에 420분 적용하였을 때 가장 많은 색상변화 (ΔE*)를 보였으며, 실험군 1에 420분 적용하였을 때 가장 작은 색상변화 (ΔE*)를 보였다<Table 3>.

<Table 3> Value of Color Difference(ΔE*) among the experimental group throughout the bleaching time

Group	Color Difference(ΔE*)				
	30 min	60 min	180 min	300 min	420 min
1 : 10% CP	2.02 ±0.82	3.34 ±0.58	4.39 ±1.10	4.21 ±0.19	3.83 ±0.32
2 : 10% CP + 10% TiO ₂	1.37 ±0.06	2.62 ±0.47	3.10 ±0.38	3.52 ±0.41	5.15 ±0.06
3 : 20% CP	0.87 ±0.05	2.25 ±0.02	3.33 ±0.78	5.32 ±2.52	7.69 ±1.73
4 : 20% CP + 20% TiO ₂	3.66 ±1.14	3.41 ±0.39	5.62 ±0.84	5.60 ±0.79	6.55 ±0.73

4. 고찰

치아미백의 원리는 카바마이드 페록사이드(CP:carbamide peroxide)라는 미백제 성분이 구강 내에서 과산화수소수(H₂O₂)와 요소(urea)로 분해되면서 치아 변색의 원인인 유기물질을 산화시키고 표백작용을 일으키는 것이다. 치아를 구성하는 법랑질과 상아질 속에 변색된 오염물질을 제거하고 썩은 때를 빼내 치아의 구조는 변화시키지 않으면서 치아 색만 밝게 하는 효과를 볼 수 있다.

일반적으로 미백제에 사용하는 약제들은 모두 CP를 주성분으로 하며 이 성분이 치아 미백의 주 기능을 한다. CP는 치아우식을 감소시키는데 높은 효과가 있으며, 구강 소독제로 오랫동안 사용되어온 화합물로서, 치아미백을 일으키는 활성 성분이다. 치과에서는 20~30%의 CP농도가 함유된 제품을 사용하는데, 이때 구강 내에서 분해가 일어나며 미백작용이 일어난다. 그러나 많은 양이 첨가되면 치아를 손상시키는 요인으로 작용한다.

본 연구에서 사용된 CP에 TiO₂ 광촉매를 혼합한 미백제의 미백효과는 광조사 횟수에 따라 메틸렌블루가 점차적으로 백색으로 표백되고 있으며, 이러한 결과로 변색된 치아에 미백제를 도포한 후 광조사를 하게 되면 변색된 치아의 색상이 분해되면서 미백효과가 나타날 것으로 판단된다.

TiO₂배합량은 소량으로 충분히 그 효과가 얻어지지만, 너무 적으면 치아의 변색정도에 따라서 바람직한 결과를 얻기 위해서 장시간을 요하는 경우가 있고 TiO₂ 배합량이 지나치게 많으면, TiO₂ 자체의 광 투과성이 좋지 않기 때문에 오히려 표백효과의 저하가 생기는 일이 발생하는 것으로 알려져 있다.

TiO₂ 첨가 미백제에 자외선을 조사하면 광촉매 반응에 의해 메틸렌블루가 분해, 흡착되면서 메틸렌블루의 농도 감소가 일어난다. 이때 미백제와 메틸렌블루사이에서 분해 및 흡착 평형을 이루는 시점을 결정하는 것이 자외선 조사시점을 결정하는 중요한 요인이 된다.

TiO₂ 함량을 20%까지 첨가한 경우 TiO₂ 증가에 따라 분말의 클러스터가 진행되었으며, 이러한 현상은 미립자의 TiO₂ 첨가에 따라 분말끼리 응집하여 나타난 결과로 판단된다.

광촉매 작용을 발생시키는 TiO₂는 아나타제형이 가장 좋은 것으로 알려져 있으며 아나타제형 TiO₂ 표면에 인산칼슘을 피복함으로써 치아표면과의 친화성을 개량한

것을 사용할 수도 있고, TiO₂에 백금을 담지시켜 광촉매 활성을 향상시킨 것이나 TiO₂에 플라즈마 처리 등을 통하여 가시광선에 응답하는 광촉매 작용을 나타내는 것을 사용할 수 있다.

일반적으로 미백은 미백제를 치아표면에 도포하고, 광을 조사하는 장치를 1회 이상 반복 실시된다. 이때 사용되는 광으로서 TiO₂에 흡수되어 광촉매 작용을 발생시킬 수가 있는 파장을 갖고 인체에 대해서 악영향이 적은 400 μ m 이상의 파장을 갖는 광이 바람직하다.

본 연구에서 사용된 미백제의 주된 작용은 TiO₂의 광촉매, 저농도 과산화수소 및 증점제의 상승효과에 의한 표백작용이다. 즉 TiO₂ 광촉매에 광을 조사하면 전자와 양성자의 홀이 생성되고 이것이 과산화수소와 반응해서 활성산소를 발생시킨다. 이 활성산소는 오존보다 훨씬 강력한 산화력을 갖고 거의 모든 유기물을 탄산가스까지 산화 분해할 수가 있다. 또 용액의 점도를 상승시켜, 치아 상에 도포한 표백제가 흘러 떨어지는 일이 없이 유지되고 또한 변색치아를 표백시키는데 충분한 양의 표백제를 공급할 수 있기 때문에 사용의 편리성과 함께 안전성도 향상시킨다.

본 연구는 TiO₂광촉매 첨가에 의한 기존 미백제의 성능 향상의 측면만을 *in vitro* 실험으로 진행되었기 때문에 구강 내 조건에 따른 타액 등으로 인한 효과를 배제한 것을 제한점으로 볼 수 있다. 따라서 향후 미백시험에서는 TiO₂ 광촉매에 의해 생성된 활성산소의 산화력에 대한 *in situ, in vivo* 연구를 통해 산화 분해기전 효과를 평가하는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 미백제로 사용되고 있는 CP에 TiO₂ 광촉매 융합에 의한 치아 미백효과를 실험하였으며, 미백효과와 안전성을 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 미백제는 10%~20% CP, 10% CP+10% TiO₂, 20% CP+20% TiO₂ 4종의 미백제를 적용하여 30~420분 동안 처리함으로써 색차계를 이용한 명도변화와 색상변화를 고찰하였다.

메틸렌블루 표백시험 결과, 미백제와 메틸렌 블루를 혼합한 용액에 자외선 광을 조사하면 메틸렌블루가 분해, 흡착되면서 90%이상 메틸렌블루가 분해되어 가시적인 색깔 구분이 불가능하였으며, 미백제와 메틸렌블루사이

에서 분해 및 흡착이 평형을 이루는 시점을 결정하는 것이 자외선 조사 시점을 결정하는 중요한 요인으로 작용하는 것을 확인 하였다.

TiO₂ 용합 미백제 적용에 따른 치아의 외관 특성을 평가한 결과, 과산화수소수 증가에 따라 미백효과가 개선되었음을 알 수 있으며, 20% 과산화수소수에 TiO₂를 첨가한 경우 월등한 미백효과를 나타냈다.

변색치아 표백시험을 분석한 결과, 미백제의 농도보다 적용 시간에 따라 명도 및 색상의 변화가 큰 것을 볼 수 있다(p<0.05). 20% CP에 20% TiO₂를 첨가한 실험군에 30분 적용한 치아가 가장 많이 밝아졌으며, 각 시험군내에서 최대 명도변화(ΔL*)는 20% CP에 420분 적용하였을 때 가장 많이 밝아졌고, 10% CP에 10% TiO₂첨가한 시험군에 360분 적용하였을 때 명도차이가 가장 작은 값을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 명도 변화 및 색상변화는 미백제 농도의 차이에 따라 유의한 차이가 없으나, TiO₂ 광촉매를 융합하여 사용하면 치아미백을 위한 CP의 적용시간을 단축시킬 수 있음을 알 수 있다. TiO₂ 광촉매에 의해 생성된 활성산소의 산화 분해기전 효과를 평가하는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2015년도 송원대학교의 학술연구비 지원을 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] Woo HS, Shim YS, "Effect of 15% carbamide peroxide agents with and without potassium nitrate and fluoride(PF) on the teeth color and surface microhardness of human enamel". J Korea Cont Assoc, Vol. 12, pp. 353-360, 2012.
- [2] Haywood VB, Heymann HO, "Nightguard vital bleaching". Quintessence Int, Vol. 20, pp. 173-176, 1989.
- [3] Bernardon JK, Ferrari P, Baratieri LN, Rauber GB, "Comparison of treatment time versus patient satisfaction in at-home and in-office tooth bleaching therapy". J Prosthet Dent. Sep 11. pii:S0022-3913, 2015.
- [4] Nathoo SA, "The chemistry and mechanism of extrinsic and intrinsic discoloration". J Am Dent Assoc. Suppl, pp. 6S-10S, 1997.
- [5] Dadoun MP, Bartlett DW, "Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth". Eur J Prosthodont Restor Dent, Vol. 11, pp. 9-13, 2003.
- [6] Hubbezoglu I, Akaoğlu B, Dogan A, et al., "Effect of bleaching on color change and refractive index of dental composite resins". Dent Master J, Vol. 27, pp. 187-195, 2005.
- [7] Kaur G, Sanap AU, Aggarwal SD, Kumar T., "Comparative evaluation of two different remineralizing agents on the microhardness of bleached enamel surface: Results of an in vitro study". Indian J Dent Res. Mar-Apr, Vol. 26, Issue 2, pp. 176-179, 2015.
- [8] Basting RT, 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., Vol. 26, pp. 531-539, 2001.
- [9] Basting RT et al., "Effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins". J Esthet Restor Dent, Vol. 17, No. 4, pp. 256-262, 2005.
- [10] Jihyun Kwon, Tingting Zhu, Kyung Mi Son, Hee Chul Park, Hyeong-Cheol Yang, "Effect of hydrogen peroxide bleaching agents on human pulp cell", Kor J Dent Materials, Vol. 40, Special Issue, pp. 7-8, 2013.
- [11] Wan Ky Park, Aromi Kang, Sung-Ae Son, Bock Hur, Yong Hoon Kwon, Jeong-Kil Park, "Effect of bleaching agents on the color change of different based composite resins", Kor J Dent Materials, Vol. 40, No. 2, pp. 121-127, 2013.
- [12] Hye-Ran Kim, Tae-Yub Kwon, Young-Kyung Kim, "The Effect of Bleaching on the Microhardness of Tooth-Colored Restoratives" Kor J Dent Materials, Vol. 38, No. 4, pp. 287-294, 2011.

- [13] Ulukapi H, Bengerli Y, Ulukapi I, "Effect of pre-and-post operative bleaching on marginal effect of leakage of amalgam and composite restorations". Quintessence Int, Vol. 34, pp. 503-508, 2003.
- [14] de Freitas PM, Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, "Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals". Quintessence Int, Vol. 15, pp. 142-152, 2002.
- [15] Cenay S, Cehreli MC, "The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro". J Prosthet Dent Vol. 89, pp. 474-478, 2003.
- [16] Yalcin F, Gurgan S., "Bleaching-induced color change in plastic filling materials". J Biomater Appl Vol. 19, pp. 187-195, 2005.
- [17] Li Q, Yu H, Wang Y, "Color and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ". J Dent, Vol. 37, pp. 348-356, 2009.

임 선 아(Lim Sun-A)

[정회원]



- 2006년 2월 : 조선대학교 대학원 치의학과(치의학박사)
- 2005년 3월 ~ 2010년 2월 : 전남 과학대학교 치위생과
- 2010년 3월 ~ 현재 : 송원대학교 치위생학과 교수

<관심분야> : 구강보건학, 구강보건교육학, 예방

저자소개

황 갑 운(Hwang Gab-Woon)

[정회원]



- 1994년 2월 : 전남대학교 대학원 기계공학과 (공학박사)
- 2008년 8월 : 전북대학교 대학원 치의학과 (치의학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 송원대학교 치위생학과 교수

<관심분야> : 의공학융합, 의료용생체재료

최 문 실 (Choi Moon-Sil)

[정회원]



- 2013년 8월 : 조선대학교 일반대학원 보건학과 (보건학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 송원대학교 치위생학과 교수

<관심분야> : 보건학 및 정책, 생체재료