

과산화수소가 배합된 제제의 치아미백효과에 관한 연구

안재현 · 김지혜 · 김종훈 · 장종화¹ · 오윤종² · 박용덕²(주)엘지생활건강기술연구원 · ¹한서대학교 치위생학과 · ²경희대학교치과대학예방/사회치과학교실

Tooth whitening effect of toothpaste containing hydrogen peroxide

Jae-Hyun Ahn · Ji-Hye Kim · Jong-Hoon Kim · Jong-Hwa Jang¹ · Yoon-Jong Oh² · Yong-Duk Park²LG Household & Health Care, Research Park · ¹Department of Dental Hygiene, The Graduate School of Hanseo University · ²Kyung Hee University, School of Dentistry, Preventive and Social DentistryReceived : 2 December, 2013
Revised : 10 February, 2014
Accepted : 10 February, 2014

Corresponding Author

Yong-Duk Park
#511 Preventive & Social dentistry
School of Dentistry
Kyung Hee University, Hoegi-dong
Dondaemun-gu, Seoul, 130-701 Korea,
Tel : +82-2-961-0346
+82-10-3218-2008
Fax : +82-2-964-2002
E-mail : iam2875@khu.ac.kr

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this study was to evaluate the tooth whitening effect of 0.74% and 2.80% hydrogen peroxide toothpastes and safety on tooth and gingival tissue.**Methods** : Toothpastes containing 0.74% and 2.80% hydrogen peroxide were evaluated. In *in-vitro* test, some additives (sodium metaphosphate, sodium pyrophosphate and titanium dioxide) were added to the toothpastes. Hydroxyapatite specimens (HAPs) were made and stained using modified Stookey's methods. HAPs were treated for 1 hour at shaking incubator and brushed for 1,000 times as 250 gF with each diluted toothpaste. Before and after color was measured by colorimeter. Using double blind method, 99 Korean with natural maxillary anterior teeth were selected and the initial brightness (baseline) was measured by SHADEEYE-EX. Based on this measurement they were crossly distributed into control group (0% hydrogen peroxide), test 1 (0.74% hydrogen peroxide) and test 2 (2.80% hydrogen peroxide). After 2 weeks, people of each group were provided toothpaste and told to use 3 times a day right after every meal for 3 minutes. The brightness of teeth was measured 3 times for every one month.**Results** : ΔL was statistically significant among three groups in shaking test. ΔL of two test groups was statistically significant compared with control group but not between each test group in brushing test. After using toothpaste for 3 months, test 1 group and test 2 group were 15.89% and 31.23% more whitened compared with control group respectively ($p < 0.05$). Rate of more whitened person of each test group was 24.2% and 40.5% more than control group respectively ($p < 0.05$). There was no difference in the hypersensitivity during 3 months using toothpastes and no side effect on teeth or gums.**Conclusions** : Toothpastes containing 0.74% and 2.80% hydrogen peroxide showed tooth whitening effect and both were safe enough to use for tooth whitening.**Key Words** : double blind method, hydrogen peroxide, whitening toothpaste**색인** : 과산화수소, 미백치약, 이중맹검법

서론

경제적으로 생활수준이 높아짐에 따라 외모에 대한 관심도가 높아졌으며, 이는 치아의 외관에 대한 관심으로 이어졌다. 사람의 눈으로 관찰이 가능한 치아의 색은 치아 내부의 고유한 색과 치아 외면의 외인성 착색이 조합되어 인지된다¹⁾. 칫솔과 치약을 사용하여 치아 표면의 오염을 물리적으로 제거하는 방법과는 달리 화학적인 방법으로 치아의 착색을 제거하는 방법으로 과산화물을 이용하는 방법이 널리 알려져 있다. 과산화물이 치아 미백효과를 나타내는 기전은 강력한 산화작용으로 치아의 내부, 외부에 부착된 유기 물질을 분해하여 제거하는 것으로 알려져 있다²⁾.

Fischman 등³⁾은 과산화수소와 탄산수소나트륨을 배합한 치약이 안전하다는 내용의 보고를 하였으며 Ronald와 David⁴⁾에 의하면 1844년에 이미 최초로 과산화수소를 이용한 치아 미백 술에 대한 보고가 있다고 하였다. Belly와 Swift⁵⁾는 잇몸 치료제로서의 carbamide peroxide가 부수적으로 치아를 희게 하는 효과가 있다는 미국의 Klusmier의 주장을 언급하며 임상적으로 적용한 이래 변색된 치아를 제거하지 않고 색조를 밝게 해주는 치아 미백 술이 안전하고 효과적이며 환자들의 욕구도 충족시킬 수 있었다고 보고하였으며 이러한 치아 미백 기술의 발달과 함께 과산화물이 심미수복재에 미치는 영향에 대한 연구도 함께 발전되고 있다⁶⁾. 치아 미백 술은 시행자 또는 시행 방법에 따라 치과 등에서 전문가가 직접 시행하는 전문가 미백술(in-office bleaching), 전문가의 지도에 따라 본인이 직접 시행하는 자가 미백술(home bleaching), 일반인이 치과 의사와 같은 전문가의 지도나 처방 없이 제품을 직접 구매하여 시행하는 자가 미백술(OTC bleaching)으로 구분되며⁷⁾, 또 다른 구분 방법으로는 미백을 시행하는 치아의 상태에 따라 생활치 미백술과 실활치 미백술로 나누기도 한다⁸⁾.

최근 국내에서도 치아미백제가 다양하게 개발되고 있는데, 김 등⁹⁾의 조사에서 나타난 바와 같이 보다 편리하고 간편한 치아 미백 술을 추구하고 있다. 얇은 필름을 전치에 직접 부착하는 침부제타입¹⁰⁾, 저농도의 과산화수소를 치약 성분과 배합한 치약제제¹¹⁾, 또한 젤타입의 치아미백제로서 휴대가 간편한 제품 등이¹²⁾ 연구개발 되고 있다. 이들의 주성분은 의사의 처방 없이 소비자가 손쉽게 접근 할 수 있는 자가 미백 제제로서 향후 소비자의 욕구에 따라 현재보다 더욱 고농도의 연구개발이 전개될 전망이다.

이에 저자들은, 이러한 사실에 근거하여 보다 간편하고 일상에서 사용할 수 있도록 하면서 치아밝기 효과를 얻기 위해 실험실적인 평가법으로 미백효과를 확인하고 성인 99명을

대상으로 현재 특수성분으로 사용되는 과산화수소(H₂O₂)성분을 치약에 적량을 배합하여 3개월간 하루 3회 3분 이상을 사용한 뒤, 치아밝기 개선효과와 이에 따른 치아민감도를 조사하였으며 고안했던 실험에서 통계적으로 유의한 결과를 얻었기에 보고한다.

연구방법

1. 치약제의 구성성분

기본치약 성분을 가진 대조군 치약과는 달리, 실험1군과 실험2군은 35% 과산화수소수를 사용하여 과산화수소로 각각 0.74%, 2.80%가 되도록 배합하였으며, 구체적인 성분은 표와 같다(Table 1).

실험실적 미백효과의 평가에서는 과산화수소의 농도 별로 만들어진 실험1군(0.74% 과산화수소) 및 실험2군(2.80% 과산화수소) 치약과 함께 수종의 첨가제(sodium metaphosphate, sodium pyrophosphate 및 titanium dioxide)를 각각 0.25%씩 추가 배합한 견본을 제조하여 함께 평가하였다.

2. 실험실적 미백효과

2.1. Hydroxyapatite(HAP)시편

Hydroxyapatite분말(Wako Chemical, Osaka, Japan)과 Polyvinyl alcohol(Sigma, St.Louis, MO, USA) 3% 용액으로 반죽을 제조하고 105°C에서 2~3시간 건조시킨 후 적당히 분쇄시킨 분말을 0.30~0.35 g 칭량하여 IR용 press로 1분 동안 약 4.2톤의 압력을 주어 직경 12.5 mm에 두께 1.8 mm의 HAP tablet을 만든 후 1,000°C에서 소결시켜서 사용하였다. 멸균된 800 ml의 Typticase Soy Broth(Becton, Sparks, MD, USA)용액에 coffee, tea, mucin분말을 8:8:6의 비율로 혼합한 것을 7.4 g과 FeCl₃ 1.6 g을 가하고 Sarcina lutea균 배양용액 30 ml를 혼합한 staining용액에 HAP tablet을 접촉시켰다. Shaking Incubator(KMC-8480SF, Vision Scientific, Bucheon, Korea)를 37°C온도로 맞추고 HAP tablet 표면에 골고루 착색 작동시켰다. 이러한 착색 및 건조과정을 1시간씩 반복하여 초기 L값(명도지수)이 76이하인 것을 사용하였다. Brushing을 위한 시편은 착색시킨 HAP tablet을 2 x 2 cm의 황동 mould와 epoxy수지를 사용하여 사각형 모양의 HAP시편의 형상을 만들었다.

2.2. 미백 평가법

실험실적 미백효과의 측정은 Stookey method¹³⁾에 의하여 개발된 cleaning power(Pellicle cleaning ratio)측정법의 원리

Table 1. Dentifrice ingredients of control and test group (%)

Ingredients	Control	Test 1 group	Test 2 group
Hydrogen peroxide solution (35%, KQC)	-	2,1 (0.74% as hydrogen peroxide)	8,0 (2.80% as hydrogen peroxide)
Colloidal silicon dioxide(NF)	8,0	8,0	8,0
Other ingredients*	to 100	to 100	to 100

*Organic/inorganic thickener, humectant, surfactant, pH-controller, flavor etc.

를 응용하여 인위적으로 착색시킨 Hydroxyapatite시편(이하 HAP시편)을 색차계(Minolta CR-321, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 초기 명도 값을 측정하고 각 실험 군별 통계적으로 유의한 차이가 발생하지 않도록 시편을 모든 실험군별로 분배하고 각각의 실험 치약별로 Shaking할 때와 Brushing할 때의 전후 명도 값을 비교하였다. Shaking에서는 실험치약과 인공타액을 1:2의 비율로 희석한 각각의 치약제 슬러리 용액에 HAP시편을 함침 시킨 후 Shaker기에서 37°C온도에서 1시간 동안 shaking을 진행한 다음 명도 값을 측정하고 전후의 명도 값 변화를 비교 분석하였다. Brushing시에는 실험치약과 인공타액을 1:2의 비율로 희석한 각각의 치약제 슬러리 용액을 Brushing machine을 이용하여 250 g의 하중에서 분당 왕복 90회의 속도로 1,000회 brushing한 후 명도 값을 측정하고 전후의 명도 값 변화를 비교 분석하였다.

3. 임상적 미백효과

3.1. 연구대상 및 기간

본 실험의 연구 대상은 2007년 4월부터 12월까지 9개월 동안 문진과 예비구강검사와 특별한 구강질환증세가 없고 알려져 반응 등 민감한 반응이 없는 성인을 대상으로 연구하였다. 상하 약 6전치가 자연치아인 실험지원자를 모두 99명을 선발하여 피검자 본래의 색도인 baseline을 기준으로 교차 분배하여 대조군과 첨가제를 사용하지 않은 실험1군(0.74% H₂O₂), 실험2군(2.80% H₂O₂)을 각각 33명으로 구분하였다. 피검자를 대상으로 개별상담과 실험조건 준수동의서를 작성하고 연구심의 위원회 결정수락(KHUSD-070402)을 받았으며 아울러 각자의 음식습관 특히 담배, 술, 커피 등을 함께 조사하였다.

3.2. 연구방법

본 연구는 이중맹검법(double blind method)을 실시하였다. 실험기간 동안의 피검자 교육을 끝내고, 치아밝기를 측정하기 위해 SHADEEYE-EX(SHOFU Co. Osaka, Japan)팁을 상악 좌측 측절치 협면 치경부 상방 3 mm이면서 근원심 중간의

치면에 빛이 외부로 새지 않게 직각으로 대고 광선을 조사하여 치아밝기를 측정하여 이를 기초값(baseline)으로 했다. 또한, 피실험자 모두 양악 6전치 협면을 치면세마(prophylaxis)를 실시했으며, 이후 2주간의 잔류효과 제거기간 동안에 0% 과산화수소 배합군인 대조군을 하루 3회 식사 후 즉시 3분 이상 사용하도록 하였다. 잔류효과 제거기간이 끝난 뒤, 대조군과 실험1, 2군에게 해당 치약제를 분배하여 3개월 동안 하루 3회 3분 동안 사용하도록 하였으며, 한 달 단위로 3회의 치아밝기를 측정하여 그 밝기변화과정과 치아민감도를 조사하였다. 치아 민감도는 주위진 차트에 본인이 직접 치약을 사용한 뒤 자신의 자각 증상에 대해 5점 척도 치료 체크하도록 하였으며, 총 연구기간 동안 1주일 단위로 피검자의 협조 여부를 확인하였다.

3.3. 미백측정기기

광학측색에 이용한 SHADEEYE-EX는 자연치의 색조 측정 전용 색채계로서 일정량의 광선을 치아에 조사한 후 반사된 빛의 양에 대하여 빨강, 노랑, 파랑 3개의 필터를 통해서 이미 기계 내에 입력된 Vita-shade guide색채계(밝기 순으로 C4=16, A4=15, C3=14, B4=13, A3.5=12, B3=11, D3=10, A3=9, D4=8, C2=7, C1=6, A2=5, D2=4, B2=3, A1=2, B1=1)와 색상을 비교 분석하여 출력되는 것으로서 비색환경조건에 좌우되지 않고, 측정기 팁직경의 최소화와 빛의 방향과 흡수성, 반사량의 오차를 줄여 자연치를 측색함으로써 자연치의 색조를 감각적인 표현뿐만 아니라, 구체적인 수치로 출력함으로써 객관성을 확보했다.

3.4. 효과평가 기준

효과 평가 기준은 Vita-shade guide 색채계를 이용하였는데, 분광광도계로 측정된 가이드라인(Professional Tooth Shade Guide)의 명도의 해당되는 값 크기에 따라 부호화하여 각각 사용하였다. 피검자 전원에 대하여서는 3개월간의 연구기간 동안에 얻어진 미백측정 자료결과를 분석하여 미백효과유무를 확인하였다. 2주간의 잔류효과제거기간이 지난 직후, 측정하여 수집된 자료를 피검자 본래의 치아색조인 baseline으

Table 2. ΔL value of control and experimental toothpastes without additives

Condition	Groups	N	Pre-treatment	Post-treatment	ΔL value
			Means \pm SD		
Shaking	Control	15	70.57 \pm 2.68	70.62 \pm 1.88	0.06 \pm 4.29 ^a
	Test1	15	71.16 \pm 2.13	75.59 \pm 1.90	4.42 \pm 2.94 ^b
	Test2	15	69.50 \pm 1.64	77.72 \pm 2.23	8.22 \pm 2.02 ^c
Brushing	Control	15	74.83 \pm 0.71	75.40 \pm 1.56	0.58 \pm 1.38 ^a
	Test1	15	73.20 \pm 1.34	75.84 \pm 1.61	2.64 \pm 1.71 ^b
	Test2	15	73.91 \pm 1.31	77.67 \pm 1.96	3.76 \pm 2.14 ^b

^{a,c}Same letters indicate statistically indifferent at $\alpha = 0.05$ by Duncan,s multiple comparison

Table 3. ΔL value of experimental toothpastes(0.74% H₂O₂) with several additives

Condition	Groups	N	Pre-treatment	Post-treatment	ΔL value
			Means \pm SD		
Shaking	Test1	15	71.16 \pm 2.13	75.59 \pm 1.90	4.42 \pm 2.94 ^a
	Test1-1	15	69.58 \pm 2.80	77.45 \pm 1.64	7.87 \pm 3.67 ^b
	Test1-2	15	69.28 \pm 2.83	74.89 \pm 3.63	5.61 \pm 3.39 ^a
	Test1-3	15	69.74 \pm 2.26	76.66 \pm 2.50	6.92 \pm 1.44 ^b
Brushing	Test1	15	73.20 \pm 1.34	75.84 \pm 1.61	2.64 \pm 1.71 ^a
	Test1-1	15	72.43 \pm 2.39	78.21 \pm 1.45	5.78 \pm 1.78 ^b
	Test1-2	15	72.28 \pm 1.20	75.10 \pm 0.85	2.82 \pm 1.03 ^a
	Test1-3	15	71.55 \pm 0.66	74.41 \pm 1.09	2.86 \pm 1.04 ^a

^{a,b,c}Same letters indicate statistically indifferent at $\alpha = 0.05$ by Duncan,s multiple comparison

로 기준점을 만들었고, 이후 한 달 간격으로 3개월 동안 측정된 총 3회 결과를 baseline과 비교하였다.

4. 통계분석

실험실적 평가로 도출된 명도변화 값들 간의 통계적 검정은 통계분석 프로그램인 SPSS(ver.12.0 SPSS Inc. Chicago, USA)의 일원변량분석법(ANOVA)을 이용하여 검정하였으며, 임상에서의 치아표면명도의 변화는 동일한 실험적용횟수에서 집단간의 변화량의 차이는 각각 반복에 의한 일원변량분석법을 이용하여 검정하고, 사후검증법으로 유의수준을 0.05로 하는 Duncan법을 이용하여 분석하였다. 또한 미백효과자에 대한 분석은 chi-square test를 하였으며 실험전후 이시립 정도는 paired t-test를 이용하였다.

연구결과

1. 실험실적 미백효과평가

1.1. 과산화수소의 농도별 미백효과

과산화수소의 농도별(0.74%, 2.80%)로 shaking경우와 brushing경우에서의 실험실적 미백효과를 평가한 결과,

shaking조건에서는 세 그룹 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 brushing조건에서는 두 실험군이 모두 대조군과 비교하여 통계적으로 유의한 명도증가 변화를 나타내었으나 실험군 간의 통계적 유의성은 나타나지 않았다(Table 2).

1.2. 첨가제 공존 시 미백효과(0.74% 과산화수소)

과산화수소 함량이 0.74%인 실험1군에 3종의 첨가제를 각각 추가한 실험1-1군(sodium metaphosphate), 실험1-2군(tetrasodium pyrophosphate) 및 실험1-3군(titanium dioxide) 간의 미백효과를 비교시 Shaking실험에서는 실험1-1군과 실험1-3군은 과산화수소만 사용한 실험1군보다 통계적으로 유의하게 명도변화 값이 증가하였으며 brushing조건에서는 실험1-1군만이 통계적으로 유의한 명도변화 값을 나타내었다(Table 3).

1.3. 첨가제 공존 시 미백효과(2.80% 과산화수소)

과산화수소 함량이 2.80%인 실험2군에 3종의 첨가제를 각각 추가한 실험2-1군, 실험2-2군 및 실험2-3군 간의 shaking조건에서 미백효과 평가결과 sodium metaphosphate를 첨가한 실험2-1군이 가장 큰 명도변화 값을 나타내었으며 brushing 조건에서 미백효과는 0.74%의 과산화수소를 함유한 경우에

Table 4. ΔL value of experimental toothpastes(2.80% H₂O₂) with several additives

Condition	Groups	N	Pre-treatment	Post-treatment	ΔL value
			Means±SD		
Shaking	Test2	15	69.50±1.64	77.72±2.23	8.22±2.02 ^a
	Test2-1	15	69.46±1.61	81.96±2.52	12.51±2.23 ^b
	Test2-2	15	70.11±1.47	80.18±1.90	10.06±2.05 ^{ac}
	Test2-3	15	70.73±1.81	81.14±1.72	10.41±2.66 ^c
Brushing	Test2	15	73.91±1.31	77.67±1.96	3.76±2.14 ^a
	Test2-1	15	71.98±0.86	78.91±1.48	6.90±1.82 ^b
	Test2-2	15	72.58±0.70	76.25±1.77	3.68±2.11 ^a
	Test2-3	15	72.32±1.17	74.88±1.33	2.55±1.90 ^a

^{a-c}Same letters indicate statistically indifferent at α =0.05 by Duncan,s multiple comparison.

Table 5. Changes of means of tooth whitening after three months among groups

Group	N	Baseline	After 1 mon.	After 2 mons.	After 3 mons.	p*
		Means±SD				
Control	33	9.52±2.83 ^a	9.36±2.79 ^a	9.12±2.99 ^a	9.27±2.83 ^a	>0.05
Test 1	33	9.70±3.32 ^a	8.79±3.43 ^b	8.12±3.20 ^b	7.91±3.28 ^b	<0.05
Test 2	31	9.65±2.71 ^a	7.94±3.07 ^c	7.03±2.92 ^d	6.39±2.46 ^f	<0.05

* by the repeated measure ANOVA test with means at the baseline

^{a-f}Same letters indicate statistically indifferent at α =0.05 by Duncan,s multiple comparison

서와 거의 동일한 양상을 나타내었다(Table 4).

1.4. 임상적 치아미백 효과

실험 과정에서 주의준수사항을 지키지 않은 실험2군에 서의 피검자 2명을 제외한 97명을 대상으로 총 실험기간 동안 4회에 치아밝기 측정값의 변화는 다음 표와 같다 (Table 5, 6).

(Table 5)의 결과를 보면, 최종 실험기간인 3개월 이후에 baseline과 비교하여, 대조군은 2.55%(p<0.05), 실험1군은 18.44%(p<0.05), 실험2군은 33.78%(p<0.05)의 치아밝기가 향상되었다. 또한, 실험1군의 치약을 3개월 동안 사용한 치아밝 기와 실험2군 치약을 1개월 동안 사용한 결과 치와 비슷한 정도의 치아밝기효과를 나타내었다(p>0.05).

(Table 6)은 대조군과 실험1, 2군의 미백효과자의 비율을 기준으로 분석하였다. 실험이 종료된 3개월 후 대조군 33명 의 피검자 가운데 9명(27.3%)이 미백효과를 얻었으며, 실험1 군은 51.5%, 실험2군은 67.7%로 나타나 peroxide 농도가 높은 실험2군의 미백효과자의 비율이 높고 이 결과는 통계적 으로 유의했다(p<0.05).

(Table 7)은 이시림 정도를 나타낸 결과(시린 순서로 5=매 우시림, 4=시림, 3=보통 시림, 2=약간 시림, 1=시림 없음)로 서, 피검자에게 baseline 측정 시 평소 이시림 정도를 조사하

였고, 최종 실험 후 실험제 특성에 대한 사용 후의 이시림 정도를 측정한 결과로서, 실험전보다 오히려 최종 실험 뒤 이시림 증상이 완화되었다고 대조군을 포함하여 실험1군, 2 군 모두 비슷한 응답을 하고 있었다(p<0.05).

총괄 및 고안

매일 칫솔과 함께 사용하는 치약을 통하여 구강위생관리는 물론 치아미백을 동시에 수행하는 것은 편리성을 주는 것은 맞지만 과산화수소에 의한 이시림 증상과 같은 부작용이나 짧은 칫솔질 시간 동안의 유효성에 대하여 의문시 될 수 있다. 이러한 점에서 과산화수소의 농도는 낮게 하면서 치아미백효 과를 극대화 하는 것이 중요하므로 다양한 제3의 물질에 대한 연구가 활성화될 것으로 예상된다.

미백치약의 경우 사람이 직접 사용하면서 치아의 밝기를 평가하는 것이 이러한 다양한 요인의 착색에 대한 실제적 효과를 관찰할 수 있지만 실험 조건이 많을 경우 많은 수의 피검자를 구하고 관리하는 데는 어려움이 있어 실험실적인 방법으로 평가하였다. 본 실험에서는 과산화수소 0.74%와 2.80%농도를 가지는 치약제에 3종의 첨가제(sodium meta-phosphate, tetrasodium pyrophosphate 및 titanium dioxide)

Table 6. Persons, rate of more tooth whitened after three months among groups

Group	N	Persons' number(%)			p*
		after one mons.	after two mons.	after three mons.	
Control	33	2(6.1)	8(24.2)	9(27.3)	<0.05
Test 1	33	16(48.5)	19(57.6)	17(51.5)	
Test 2	31	13(41.9)	16(51.6)	21(67.7)	

*by chi-square test

Table 7. Persons, rate of more tooth hypersensitivity after three months among groups

	Persons(M±S,D)		
	control	test 1	test 2
Before test	1.61±0.83	1.67±1.05	1.71±0.90
After test	1.16±0.46	1.10±0.30	1.27±0.64
p*	<0.05	<0.05	<0.05

*by paired t-test

를 각각 첨가하여 물리적 마찰이 없는 shaking할 때와 칫솔질 시와 유사한 물리적 마찰력이 부가된 brushing할 때의 실험실적 미백효과를 평가 하였다. sodium metaphosphate와 tetrasodium pyrophosphate는 이미 치약제에서 항치석 목적으로 널리 사용되고 있는 소재이며 착색성 금속이온의 봉쇄작용과 세정작용을 도와줄 수 있을 것으로 기대하였으며 titanium dioxide는 과산화수소의 분해 작용을 촉진하여 미백효과를 증대시켜 줄 것으로 기대하였다. 첨가제 없이 과산화수소만 0.74% 사용한 실험1군과 2.80% 사용한 실험2군 및 대조군과의 평가에서는 실험1군과 실험2군 모두 대조군과 비교하여 통계적으로 유의한 명도변화 값을 얻었으며 과산화수소의 농도가 높은 실험2군은 대조군뿐만 아니라 실험1군에 비교하여서도 통계적으로 유의하게 높은 명도변화 값을 나타내었다(p<0.05). 그러나 brushing조건에서는 실험1군과 실험2군 간의 통계적 유의성은 나타나지 않았다(p>0.05). 이는 과산화수소에 의한 효과와 함께 인공 착색물이 물리적인 마찰에 비교적 쉽게 제거됨으로써 나타난 결과로 사료되었다. 첨가제들에 의한 실험실적 미백효과를 평가한 결과, 모든 실험조건에서 sodium metaphosphate를 첨가한 실험군이 과산화수소만 사용한 군과 tetrasodium pyrophosphate 및 titanium dioxide를 각각 사용한 실험군들과 비교시 가장 우수한 명도변화 값을 나타내었으며 titanium dioxide를 사용한 경우는 shaking조건에서만 과산화수소만 사용한 실험군보다 통계적으로 유의한 명도변화 값을 나타내었다(p<0.05). Brushing조건에서의 명도변화 값이 shaking조건에서의 명도변화 값들보다 전체적으로 작게 나온 것은 shaking조건에서는 1시간의 처리시간이었지만 1,000회의 Brushing조건에서의 처리시간

은 약 11분으로 HAP시편의 실험치약용액과의 처리시간의 차이에 의한 것으로 판단되었다. 이상의 실험실적 실험 결과로부터 0.74%와 2.80%의 과산화수소가 미백효과를 나타냄을 확인하였으며 과산화수소의 농도가 일정할 경우 첨가제에 따라 더욱 미백효과를 상승시킬 수 있을 가능성을 확인하였으나 임상적 평가에서는 세 그룹으로 조정하여 치아미백의 핵심성분인 과산화수소의 농도에 따른 치아 미백효과 및 치아 민감도를 확인하고자 하였다.

치아변색의 원인에는 색소성분이 포함된 콜라, 커피, 카레 등과 같은 음식물에 의한 것과 흡연에서 오는 변색이 대부분 이겠으나¹⁴⁾, 테트라사이클린과 같은 항생제 복용도 심각한 치아 변색을 만드는 것으로 알려져 있다^{10,11,15)}. 임상적인 치아 미백효과의 평가에서는 치아의 색조를 육안으로 관찰하는 비색법이나 일반적인 분광광도계를 사용 시 나타나는 측정오차¹⁶⁾를 함께 줄일 수 있도록 측정기 팁 직경이 1.0mm의 탄성 고무가 덧씌워진 SHADEEYE-EX 기기를 사용하였으며 측정용 팁을 치경부에서 0.5-1.0mm 상방에서 조사시키고 치면을 기준으로 직각이 아니거나 외부로 빛이 노출될 때는 error표시가 출력되고 이를 즉시 수정시켜 측정함으로써 보다 정확한 data를 얻을 수 있었다.

0% 과산화수소를 배합한 대조군과 과산화수소의 농도를 달리하여 추가한 실험군 치약을 3개월 동안 사용하면서 치아의 명도를 측정한 결과, 1개월 사용 후부터 대조군에 비교하여 실험군들이 유의하게 치아밝기가 증가하였으며 2개월 및 3개월 차의 치아밝기는 주춤한 변화를 보였지만 지속적으로 치아가 밝아짐을 알 수 있었다. 과산화수소의 함량이 높은 실험2군이 실험1군보다 전반적으로 높은 치아밝기 변화 값을

보였으며 이는 실험2군이 실험1군보다 약3.8배 높은 과산화수소의 농도에 기인한 것으로 사료되었다. 일부 피검자에 대하여 치아 밝기가 어두워진 경우도 있었으나 하루 칫솔질 횟수나 피검자 준수사항을 지키지 않은 것으로 판단되었으며 실험2군에서는 실험 준수사항을 지키지 않은 2명이 자발적으로 실험 배제요청을 해오기도 했다. <Table 6>은 실험전보다 실험을 마친 후 조금이라도 치아가 밝아진 경우로써 전체 피검자에 대한 향상자를 %로 표시한 것이며 이러한 비율을 치아의 밝기를 확인할 수 있는 개개인들의 비율로서 치아미백효과자율이라고 명명했다. 실험군의 경우 대조군에 비해서 높은 치아 밝기 향상자를 볼 수 있었다. 이때 대조군에서도 3개월간의 대조군 치약을 사용한 후, 치아가 밝아진 사람이 27.30%이었는데, 이는 1일 3회라는 칫솔질 횟수가 실험 전 자신의 습관보다 증가하여 치아가 밝아진 경우라고 생각되었다. 그러나 어느 치약이든 3개월 동안 규칙적으로 치약에 관계없이 칫솔질을 하였을 때, 이 정도의 약간의 치아가 밝아질 수 있는 것은 일반적인 사실이다. 따라서 실험1군과 과 2군의 치약을 사용한 치아미백효과자율은 대조군에 비해서 24.2%, 40.40%의 치아미백효과자율이 더욱 크게 나타남을 볼 수 있었다.

한편, 치아 미백기술의 발달과 함께 미백기술에 의한 부작용에 대한 연구도 진행되어 왔으며^{17,18)} Goldstein과 Arens¹⁹⁾의 연구에 의하면 약 20년 동안 40,000개의 치아에 대하여 미백기술을 실시한 결과 치수가 손상되거나 치아가 파절되는 부작용은 관찰 되지 않은 것으로 보고되었다. 생활치의 미백 기술 후에 발생한 부작용에 대해서는 거의 보고된 바가 없었다고 한 Sakaguchi와 Hampel²⁰⁾의 연구에서처럼 본 실험에서도 생활치 미백실험과정에 부작용을 호소한 피검자는 나타나지 않았다.

이시립 증상은 지나친 칫솔질에 의하여 치경부의 법랑질 마모나 만성염증 등에 의한 잇몸퇴축으로 치근부가 노출되어 나타나는 현상이다. 총 연구기간 동안 이시립 정도에 대한 호소로서 탈락자가 없었으며, 오히려 최종 실험 후에 실험 전보다 이시립이 없어졌다는 의견이 많았고, 또한 5점 척도에 의해 스스로 평가를 내린 결과, 전반적으로 이시립 증상이 감소했다고 응답하였는데 이는 대조군뿐만 아니라 실험군 모두에서도 비슷한 양상으로 나타났으며 실험참여 전의 평상시 구강관리 행태보다 본 실험에 참여함으로써 3개월 동안 꾸준히 구강관리에 집중함으로써 나타난 결과로 추정되었다. 치아 미백효과를 가지는 과산화수소의 치약중 사용은 이번 실험을 통하여 이시립 증상 등 특별한 부작용 없이 치아미백효과를 얻을 수 있음을 확인하였으나 3개월간의 실험기간 동안 피검자가 연구용으로 지급된 실험치약과 칫솔을 정확히

사용하고 있는지에 대한 관리가 어려웠으며 이러한 이유로 실험실적인 평가로 수행한 과산화수소와 첨가제가 공존 시에 대한 임상적 효과를 함께 비교하지 못한 것이 아쉬웠다. 향후는 이러한 실험과 함께 보다 높은 농도에서의 부작용과 보다 짧은 사용시간에서의 치아 미백효과를 평가해 볼 필요가 있다고 사료되었다.

한편 미백치약을 3개월간 사용 후, 발현된 미백효과가 미백치약을 사용하지 않을 경우 어느 정도 유지되는지 파악하는 것은 매우 중요하다. 이는 사용자로 하여금 미백 치약의 재사용이나 반복사용을 판단할 수 있는 근거이기 때문에 본 실험에서도 6개월 추적을 통하여 연구를 지속적으로 수행하고자 한다.

결론

0.74%와 2.80%의 과산화수소가 사용된 치약제와 과산화수소와 함께 3종의 첨가제(sodium metaphosphate, tetrasodium pyrophosphate 및 titanium dioxide)가 각각 첨가된 제제의 치아미백효과를 확인하기 위하여 실험실적인 미백효과 및 99명의 사람을 대상으로 3개월 동안 1일 3회, 1회 3분 동안 사용토록 하면서 치아의 명도와 이시립 증상을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험실적인 미백효과평가에서는 과산화수소가 사용된 모든 실험군들이 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 명도변화 값이 높았으며 과산화수소와 함께 sodium metaphosphate가 함께 사용될 때 치아명도 변화 값을 가장 크게 증가 시켰다($p < 0.05$).
2. 3개월간의 대조군, 실험1군 및 실험2군의 미백 치약을 사용한 결과, 2.55%의 밝기가 향상된 대조군에 비하여 0.74%의 과산화수소를 함유한 실험1군은 대조군보다 15.89%, 2.80%의 과산화수소를 함유한 실험2군은 대조군보다 31.23% 정도의 밝기가 향상되어 실험군간의 치아밝기효과는 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).
3. 3개월간의 각각의 미백 치약을 사용하여 밝기가 향상된 미백효과자율의 결과, 27.3%인 대조군에 비하여 실험1군은 대조군 대비 24.2%, 실험2군은 대조군 대비 40.5%가 높게 나온 것으로 조사되어 실험군간의 치아미백효과자율의 결과는 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).
4. 3개월 동안의 실험에서 임상적으로 치아민감도(이시립 증상)에 따른 문제가 없었고, 치은이나 치아에 부작용도 발견되지 않았다.

위 결과를 요약하면, 3개월간의 임상연구를 통하여 각 그룹 내 전체 치아밝기 평균값은 과산화수소를 배제한 대조군에 비해 0.74% 과산화수소를 배합한 실험1군 치약과 2.80% 과산화수소를 배합한 실험2군 치약을 사용한 그룹이 각각 15.89%, 31.23%씩 각각 상승하였고, 사용자 개별적인 치아밝기비율(치아미백효과율)은 24.20%, 40.50%로 나타났으며, 부작용이나 이시림 증상이 없는 것으로 연구결과 나타나서 본 제품은 미백치약으로서 뛰어난 효능을 갖추었다고 사료된다.

Reference

1. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J* 2001; 190(6): 309-16.
2. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc* 1997; 128(1): 6-10.
3. Fischman SL, Truelove RB, Hart R, Cancro LP. The laboratory and clinical safety evaluation of a dentifrice containing hydrogen peroxide and baking soda. *J Clin Dent* 1992; 3(4): 104-10.
4. Ronald EG, David AG. Translation of complete dental bleaching. *Quintessence Int* 1995; 26: 3-12.
5. Belly SJ, Swift Jr EJ. Effect of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int* 1992; 23: 489-94.
6. Park SY, Song MJ, Jeon SY, Kim SY, Shim YS. The effect of tooth bleaching agent contained 15% carbamide peroxide on the color, microhardness and surface roughness of tooth-colored restorative materials by using pH cycling model. *J Korean Soc Dent Hyg* 2013; 13(2): 351-60.
7. Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J* 2005; 198(8): 514.
8. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989; 20: 173-6.
9. Lee KH, Park CH, Kim SK. Awareness and satisfaction on tooth whitening. *J Korean Soc Dent Hyg* 2013; 13(4): 605-13.
10. Lee BJ, Bae KH, Noh J, Paik DI, Kim JB. Clinical efficacy and safety evaluation of 2.6% and 2.9% hydrogen peroxide tooth-whitening strip. *J Korean Acad Dent Health* 2004; 28(1): 161-75.
11. Bahng KH, Yoo SM, Park YD. Maintenance of teeth brightness with 0.3% H₂O₂ containing toothpaste after use of 3.0% H₂O₂ brightening gel. *J Korean Acad Dent Health* 2007; 31(2): 167-75.
12. Park DY, Ma DS, Cho KM, Jeong DB, Jung SH. Efficacy of a paint-on, humidity-facilitated setting 2.8% hydrogen peroxide whitening gel. *J Korean Acad Dent Health* 2005; 29(4): 397-406.
13. Stookey GK, Burhard TA, Schemehorn BR. In vitro removal of stain with dentifrices. *J Dent Res* 1982; 11: 1236-9.
14. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil* 1977; 4: 311-22.
15. William HB. Organic chemical reactions and thermal reaction. Seoul: Sayitek media (Heejungdang); 1998: 292-302.
16. Lee MY, Shin DH. New evaluation technique in teeth color using digital camera. *Restorative Dent Endo* 1997; 22: 325-33.
17. Im SS. Clinical endodontics. Seoul: Uichihaksa; 1994: 265-77.
18. Fuss A, Sajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and the bleaching agents. *J Endodont* 1989; 15: 362-4.
19. Goldstein RE, Arens KR. Esthetics in dentistry. Philadelphia JB: Lippincott Co; 1976: 101-7.
20. Sakaguchi RL, Hampel AT. Bleaching of vital teeth. *Clark's Clin Dent* 1991; 4: 1-10.