

치약용 약효제의 적용시간에 따른 실험실적 효능 연구

안재현[†] · 김지혜 · 김지영

(주)엘지생활건강 기술연구원

Evaluation of In-Vitro Efficacy of Active Ingredients in Dentifrice Used for Different Treatment Times

Jae-Hyun Ahn[†], Ji-Hye Kim, and Ji-Young Kim

LG Household & Health Care Research Park, Daejeon 34114, Korea

The purpose of this study was to evaluate the in-vitro efficacy of the active ingredients of dentifrice following treatment time. The whitening effect was evaluated by a change in lightness value relative to the contact time of hydrogen peroxide, by using artificially stained hydroxyapatite discs. The anti-calculus effect was assessed based on the amount of calcium eluted from the human dental calculus by sodium pyrophosphate. Remineralization was evaluated by the Vickers hardness test following the application of sodium fluoride to bovine enamel. In order to view dentinal tubules occlusion, the formation of insoluble calcium salts by bovine dentin specimens was observed using scanning electron microscopy. Change in lightness value (ΔL) was 5.50 ± 1.51 after 1 min of treatment, 5.73 ± 0.43 after 3 min, 8.64 ± 0.24 after 10 min, 18.93 ± 0.76 after 30 min, and 27.35 ± 0.54 after 60 min. The amount of calcium eluted from the human dental calculus was 4.23 ± 0.14 ppm after 1 min of treatment, 4.51 ± 0.04 ppm after 3 min, 12.12 ± 0.16 ppm after 10 min, 17.85 ± 0.81 ppm after 30 min, and 25.15 ± 0.32 ppm after 60 min. The Vickers hardness change value (ΔVHN) was 1.96 ± 1.44 after 1 min, 1.52 ± 1.06 after 3 min, 9.06 ± 0.15 after 10 min, 10.83 ± 5.13 after 30 min, and 12.55 ± 2.09 after 60 min. Partial dentinal tubules occlusion was observed at 10 min and complete occlusion was evident at 60 min. In summary, the use of patch type dentifrices for 10, 30, or 60 min were 1.57 to 8.26 times more effective than using the paste type dentifrices for 1 to 3 min. Based on these findings, it is reasonable to expect that the use of patch type dentifrices for 10 min would lead to remineralization, anti-calculus and dentinal tubules occlusion effects, and that use for 30 min would result in a whitening effect.

Key Words: Active ingredient, Dentifrice, Patch, Treatment time

서론

우리가 사용하고 있는 페이스트형(연고형) 치약의 발명은 약 120년 전인 1896년 미국의 Colgate-Palmolive사에서 개발하여 제품화되었으며, 현재까지도 전 세계시장의 주된 제품이 되고 있다¹⁾. 치약을 페이스트 제형을 나타내는 paste와 치아를 결합하여 toothpaste라고 표현하는데, 페이스트 치약은 칫솔모 위에 짜서 1~3분간 칫솔로 문지른 후 행구어 내는 편리한 사용방법으로 치약의 대표적 제형이 되었

다. 그러나 Yoon과 Han²⁾이 보고한 초등학교를 대상으로 한 칫솔질 행동에 관련된 연구보고에 의하면 전체 대상자 446명 중 약 60% 이상이 30초에서 2분 가량 칫솔질을 하는 것으로 조사되었으며, 칫솔질의 중요성을 교육받고 인식하고 있는 치위생학과의 학생들을 대상으로 한 Lim과 Hwang³⁾의 조사에서는 초등학교생들보다는 긴 칫솔질 시간을 나타내었으나 약 4분 이상 칫솔질 하는 사람은 25%에 불과하였다. 이러한 페이스트 치약은 칫솔질과 함께 치약 중의 세마제 등에 의한 물리적 세정은 가능하지만 너무 짧은 사용시간으

Received: March 10, 2016, Revised: March 25, 2016, Accepted: April 3, 2016

ISSN 1598-4478 (Print) / ISSN 2233-7679 (Online)

[†]Correspondence to: Jae-Hyun Ahn

LG Household & Health Care Research Park, 175 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34114, Korea
Tel: +82-42-860-8821, Fax: +82-42-863-2073, E-mail: jhahnjhahn@hanmail.net

Copyright © 2016 by Journal of Dental Hygiene Science

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

로 구강 내에 불소 등의 약물을 전달하기에는 한계가 있다. 또한 유효성분의 종류에 따라 구강 내 사용시 타액과의 혼합 및 희석으로 인한 유효성분의 불활성화 또는 한계치 이하의 농도로 효능을 기대하기 어려웠다.

이러한 점을 보완하기 위한 연구가 80년대 후반부터 시작되었는데, 기존의 페이스트 치약에서 점착성이 강한 고분자성 물질이나 유효성분과 친화성이 좋은 계면활성을 가지는 소재를 적용하여 칫솔질 후 구강 내에 오랫동안 유효성분을 잔류시킬 수 있는 치약에 대한 연구가 대부분이었다. 많은 연구들이 항균제인 triclosan에 초점을 맞추었는데, 대표적인 연구로 Nabi 등⁴⁾은 치약에 polyvinyl methyl ether/maleic acid copolymer (PVM/MA) 고분자를 농도별로 첨가하여 triclosan을 치아나 잇몸조직에 오랫동안 잔존시킬 수 있음을 발표하였으며, Gaffar 등⁵⁾은 이러한 잔존효과로 치약 중에 PVM/MA를 사용할 경우 치석의 형성을 억제할 수 있음을 발표한 바 있다. Nabi와 Gaffar⁶⁾는 이러한 연구를 기반으로 특허를 얻게 되었으며 이것이 치약 시장의 새로운 기술로 부각되어 왔다. 실리카를 연마제로 사용하고 불소를 기본으로 하는 치약 중에 0.3%의 triclosan과 2.0%의 PVM/MA copolymer를 사용하여 칫솔질 후에도 유효성분을 잔류시키고 접촉시간을 연장하여 효능을 증가시킨 치약에 대한 수많은 실험실적 및 임상적 효능평가에 대한 연구가 세계 여러 나라에서 발표되었으며⁷⁻¹²⁾ 미국 Colgate사의 콜게이트 토탈(Colgate Total; Colgate-Palmolive, New York, NY, USA)이라는 브랜드로 세계 치약시장을 선도하는 제품이 되었다. Ma 등¹³⁾은 치약 중에 점착성이 강한 고분자를 사용하지 않고 분자 내 친수성과 친유성 기능을 함께 가지는 ursodesoxycholic acid를 사용하여 실험실적으로 hydroxyapatite disk에서 잔류효과와 임상적으로 치은염 및 치석형성억제 효과가 나타남을 연구 발표한 바 있다. 이러한 연구는 짧은 양치시간 이후에 치면 또는 잇몸에 유효성분을 잔류시켜 효능을 극대화하려고 하였으나, 실제 잔류량은 사용 농도보다 극히 미량이어서 효능을 나타내기에는 부족하고 결국은 타액에 희석되어 사람이 섭취하게 되는 문제점이 있다. Chae 등¹⁴⁾은 치약에 사용되는 비타민 종류의 항산화제와 항염제 등을 나노에멀전 젤 형태의 치약으로 만들어 구강 내 병소 또는 창상이 있는 국소부위에 도포하고 장시간 경과 후 상태가 호전된 증례를 보고한 바 있다. 한편 Park 등¹⁵⁾과 Im 등¹⁶⁾은 고분자로 만들어진 필름 형태의 제형에 불소 성분을 첨가한 후 기존의 불소 바니쉬와 비교하여 접촉 시간대별로 나타나는 효능을 비교 연구하였다.

지금까지 살펴본 연구들을 종합해보면 유효성분을 구강 내 오랫동안 잔류시키거나 유효성분의 접촉시간을 늘리면

효능을 극대화할 수 있다는 것을 알 수 있다. 저자들은 이러한 점에서 기존의 페이스트 치약의 사용시간이 짧은 단점을 보완하여 장시간 사용할 수 있고 필요 부위에 집중적으로 접촉할 수 있는 치약제제를 연구개발 중에 있다. 본 보고는 사전 평가 연구단계로, 실험실적 평가를 통하여 적절한 사용 시간에 대한 객관적 지표를 예측하기 위해 치약에 사용되고 있는 대표적 유효성분을 사용하여 접촉 시간대별로 나타나는 효능을 비교 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 재광화 효과

1) 우치 법랑질 시편 제조

소의 영구절치로부터 직경 3 mm의 원통형의 법랑질을 drilling하여 취한 후 acrylic resin을 이용하여 아크릴 봉에 고정시키고 #120, #400, #600, #800, #1,200번 연마지(carbimet; Buehler, Lake Bluff, IL, USA)를 이용하여 순차적으로 시편 표면을 연마하였다. 수산화인산칼슘이 포함된 0.1 M 젯산과 Carbopol (Ultrez 10; Lubrizol Advanced Materials Co., Brecksville, OH, USA)을 이용하여 pH 5.0의 0.1 M 젯산 용액을 제조한 후 시편을 72시간 처리하여 탈회시키고 표면 미세경도측정기(MVK-E; AKASHI, Tokyo, Japan)로 시편 표면의 좌우상하 4부위에 표면경도(Vickers hardness number)를 측정하였으며 시편의 법랑질 표면이 직각이 되도록 위치한 다음 200 g의 하중으로 10초간 압인한 후 현미경으로 400배의 배율에서 압흔의 크기를 측정하여 법랑질 표면경도를 측정하였다. 탈회된 시편의 초기 표면경도 값이 28~45 범위의 값을 갖는 시편 30개를 선정하여 실험에 사용하였다.

2) 인공타액의 제조

인공타액은 증류수 1,000 ml 중에 potassium chloride (KCl) 624.6 mg, sodium chloride (NaCl) 866.6 mg, potassium phosphate dibasic (K_2HPO_4) 33.8 mg, magnesium chloride ($MgCl_2$) 59.6 mg, calcium chloride dehydrate ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) 166.6 mg이 함유되도록 제조하여 냉장 보관하면서 사용하였다.

3) 재광화 효과평가

우치 시편을 표면 미세경도측정기로 초기 표면경도를 측정하고 0.22% 불화나트륨용액(NaF) 10 ml와 인공타액 5 ml를 첨가한 용액을 사용하여 접촉시간을 1분, 3분, 10분,

30분 및 60분으로 처리한 후, 시편의 표면을 증류수로 세척하고 상온에서 건조시킨 후 말기 표면경도를 측정하였다. 각각의 처리 시간대별 표면경도 변화값의 산술평균값으로 시간대별 표면경도 증가 수준을 비교하였다.

2. 미백효과

1) 착색 수산화인회석(hydroxyapatite) 시편 제조

수산화인회석 분말(Wako Chemical, Osaka, Japan)과 polyvinyl alcohol (Sigma, St. Louis, MO, USA) 3% 용액으로 반죽을 제조하고 105°C에서 충분히 건조시킨 후 적당히 분쇄시킨 분말을 0.30~0.35 g 칭량하여 적외선 분광기 시료제조용 압축기로 1분 동안 약 4.2톤의 압력을 주어 직경 12.5 mm에 두께 1.8 mm의 원판 모양의 수산화인회석을 만든 후 1,000°C에서 소결시켜서 사용하였다. 소결시킨 수산화인회석 시편을 바닥에 고정시키고 2×2 cm의 mould와 epoxy 수지를 사용하여 시편의 형상을 만든 후 시편 착색은 Stookey's method¹⁷⁾를 이용하였다. 처리된 시편을 백열등 조명이 장착된 회전형 착색기(staining machine; LG Co., Daejeon, Korea)에 장착하고 멸균된 800 ml의 Typticase Soy Broth (Becton, Sparks, MD, USA) 용액에 coffee, tea, mucin 분말을 8:8:6의 비율로 혼합한 것 7.4 g과 FeCl₃ 1.6 g을 가하였다. *Sarcina lutea*균 배양용액 30 ml을 혼합한 착색용액에 접촉하여 착색 및 건조 과정을 2주간 반복하여 착색시킨 후 색차계(Minolta CR-321; Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 사용하여 명도값(L)이 45에서 55인 시편 30개를 사용하였다.

2) 미백 효과평가

착색된 수산화인회석시편을 색차계를 이용하여 초기 명도값(L)을 측정하였으며 3.0% 과산화수소수액을 사용하여 37°C incubator (OF-12GW; Jeiotek Co., Daejeon, Korea)에서 접촉시간을 1분, 3분, 10분, 30분 및 60분으로 처리한 후 시편을 증류수로 깨끗하게 세척하고 상온에서 건조시킨 후의 말기 명도값을 측정하여 처리 전후의 명도 변화값을 얻었다. 각각의 처리 시간대별 명도 변화값의 산술평균값으로 시간대별 명도 증가 수준을 비교하였다.

3. 항치석 효과

1) 치석분말 제조

균일한 입도의 치석분말을 제조하기 위하여 대전에 소재한 치과의원에서 수거된 발치 치아 중 치석이 다량 부착된

전치부 치아를 선별하여 사용하였다. 치과용 unit chair에 부착된 초음파 스케일러를 이용하여 치아에 부착된 치석을 분리한 다음, 치아로부터 분리된 치석을 105°C에서 약 2시간 처리하여 수분을 제거하고 막자 사발에서 1차 분쇄한 후 다시 마노(agate) 막자 사발에서 미분쇄를 하였으며 200 mesh sieve와 325 mesh sieve로 sieving하여 325 mesh에 잔존하는 입도가 균일한 치석분말을 시료로 사용하였다.

2) 항치석 효과 평가

치석분말 0.1 g을 캡이 있는 원심분리용 용기에 취한 후, 0.1 mol 인산용액으로 pH를 중성으로 조정된 3.4% 피로인산나트륨(Na₄P₂O₇ 10H₂O) 수용액을 30 ml 넣고 37°C로 조정된 shaking incubator (KMC-8480SF; Vision Scientific, Bucheon, Korea)에서 1분, 3분, 10분, 30분 및 60분 동안 각각 shaking한 후, 즉시 10,000 rpm으로 10분간 원심분리하고 상등액에서의 칼슘 양을 유도결합 플라즈마 원자방출분광기(Optima 5300; Perkin-Elmer Inc., Waltham, MA, USA)로 정량하여 치석으로부터 유리된 칼슘 양을 시간대별로 비교하였다.

4. 상아세관 폐쇄 효과

1) 우치 상아질 시편 제조

소의 영구절치로부터 직경 3 mm의 원통형의 상아질을 drilling하여 취한 후 상아세관의 둥근 홀이 표면으로 노출되도록 acrylic resin을 이용하여 아크릴 봉에 고정시키고 #120, #400, #600, #800, #1,200번 연마지(Buehler)를 이용하여 순차적으로 시편 표면을 연마하였다.

2) 상아세관 폐쇄 효과 평가

인공타액 500 ml를 37°C로 맞춘 후, 이 용액에 완전히 침적되도록 우치 상아질 시편을 상아질 표면을 위쪽 방향으로 노출시켜 바닥에 고정하고 0.22%의 불화나트륨 용액과 함께 2.0%의 제1인산칼륨 및 3.0%의 제2인산칼륨을 함유한 용액을 각각 분당 10 ml의 속도로 topping하면서 시간대별 처리 후, 흐르는 증류수에 10분간 세척하고 상온에서 건조시켜 이리듐(iridium) 입자로 시료 표면을 코팅한 다음, 전자주사현미경(Hitachi S-4800; Hitachi, Tokyo, Japan)을 사용하여 10,000배에서 상아세관의 폐쇄 정도를 관찰, 분석하였다.

5. 통계 분석

실험실적 평가로 도출된 접촉시간에 따른 각각의 변화 값

들의 통계적 검정은 통계분석 프로그램인 IBM SPSS Statistic ver. 19.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)의 일원 변량분석법(ANOVA)을 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 재광화 효과

우치 법랑질 시편의 탈회 후 경도를 초기 경도로 하고 1,000 ppm의 불소 용액(0.22% 불화나트륨)으로 처리시간 별로 우치 법랑질의 표면경도 증가를 측정된 결과 각 시간 대별 1.52±1.06에서 12.55±2.09까지의 평균 표면경도 증가를 나타내었으며 시간에 따른 표면경도 변화가 통계적으로 유의하였다(p < 0.001; Table 1).

2. 미백 효과

45에서 55의 명도값을 가지는 착색된 수산화인회석 시편의 초기 평균 명도값을 기준으로 3.0% 과산화수소수액을 사용하여 각각의 시간대별로 처리한 후 평균 명도 증가값을 산출한 결과 1분 처리시 5.50±1.51에서 60분 처리시 27.35±0.54까지 평균 명도 변화값이 증가하였으며 시간에 따른 명도 변화가 통계적으로 유의하였다(p < 0.001; Table 2).

3. 항치석 효과

사람의 치석 분말을 사용하여 3.4% 피로인산나트륨 수용액으로 각각의 시간대별로 처리한 후 치석으로부터 킬레이션(chelation) 또는 용해된 칼슘 양을 정량 분석한 결과, 1분 처리시 4.23±0.14 ppm, 3분 처리시 4.51±0.04 ppm으로 큰

Table 1. Average ΔVHN Value according to Treatment Time of Fluoride Solution

Treatment time (min)	Number	Average ΔVHN value	ΔVHN value/ΔVHN value (1 min)	p-value
1.0	6	1.96±1.44	1.00	
3.0	6	1.52±1.06	0.78	
10.0	6	9.06±0.15	4.62	< 0.001
30.0	6	10.83±5.13	5.52	
60.0	6	12.55±2.09	6.40	

Values are presented as mean±standard deviation.
ΔVHN: Vickers hardness change value.

Table 2. Average ΔL Value according to Treatment Time of Hydrogen Peroxide Solution

Treatment time (min)	Number	Average ΔL value	ΔL value/ΔL value (1 min)	p-value
1.0	6	5.50±1.51	1.00	
3.0	6	5.73±0.43	1.04	
10.0	6	8.64±0.24	1.57	< 0.001
30.0	6	18.93±0.76	3.44	
60.0	6	27.35±0.54	4.97	

Values are presented as mean±standard deviation.
ΔL: lightness change value.

Table 3. Average Calcium Amount (ppm) according to Treatment Time of Sodium Pyrophosphate Solution

Treatment time (min)	Number	Average calcium amount (ppm)	Calcium amount (ppm)/ calcium amount (1 min)	p-value
1.0	3	4.23±0.14	1.00	
3.0	3	4.51±0.04	1.07	
10.0	3	12.12±0.16	2.87	< 0.001
30.0	3	17.85±0.81	4.22	
60.0	3	25.15±0.32	5.95	

Values are presented as mean±standard deviation.

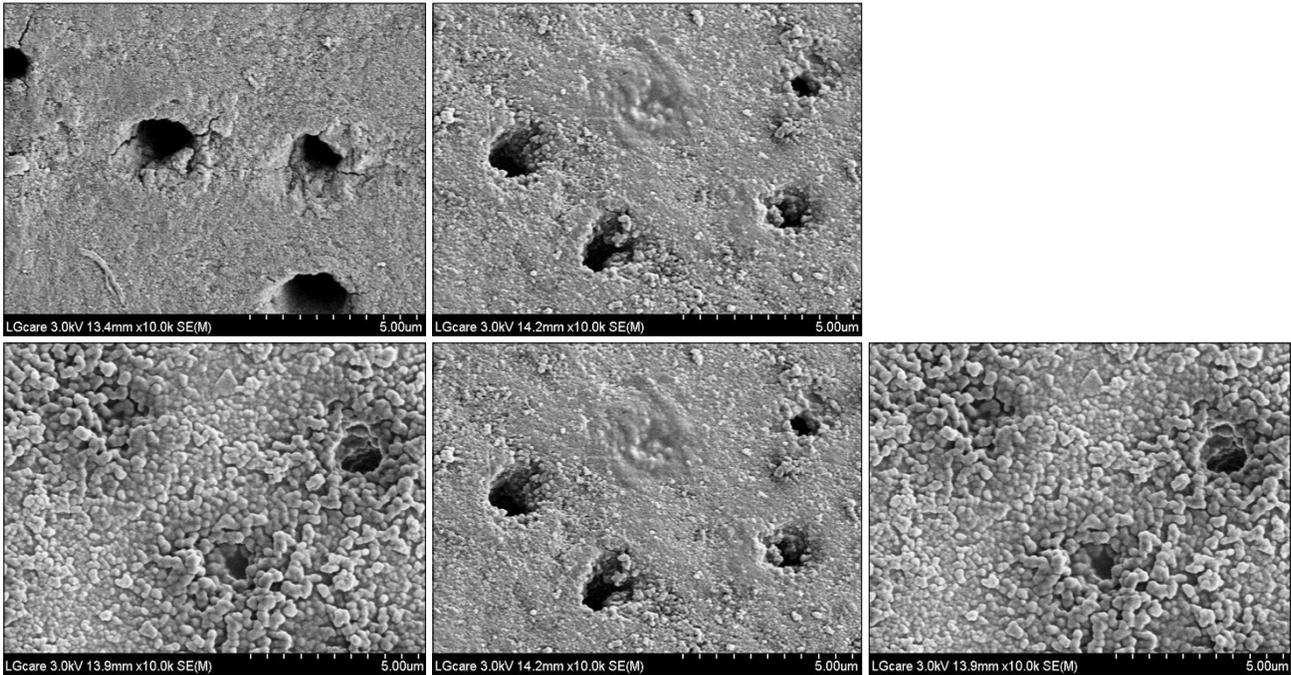


Fig. 1. Scanning electron microscope after each treatment for 1 min (upper left), 3 min (upper right), 10 min (lower left), 30 min (lower middle), and 60 min (lower right).

차이가 없었으나 10분 처리시 12.12 ± 0.16 으로 크게 증가하는 양상을 나타내었으며 시간에 따른 칼슘 양이 통계적으로 유의하였다($p < 0.001$; Table 3).

4. 상아세관 폐쇄 효과

상아세관의 폐쇄 정도는 10분 처리에서 일부 상아세관의 폐쇄가 관찰되기 시작하여 60분 처리에서는 대부분의 상아세관의 폐쇄가 관찰되었다(Fig. 1).

고찰

치약은 구강 건강과 위생을 위해 가장 보편적으로 사용하는 대표적인 자기구강관리 제품으로 궁극적인 목적은 치면세균막의 제거와 불소 또는 항균제와 같은 약물 전달에 기인한 치아 우식증 및 치주병의 예방, 지각과민증의 완화, 치석형성 예방 등 다양한 구강 내 질환을 예방하거나 증상을 완화시키는 것이다. 본 연구는 기존의 페이스트 치약의 구강 내 사용시간(1~3분)을 임의로 조절할 수 있도록 구강 내 일정시간 부착 후 칫솔질 하는 부착형 치약제의 부착시간을 설계함에 있어서 기존의 페이스트 치약에서 이미 안전하고 유효한 것으로 사용 중인 성분들을 선정하고 실험실적으로 약물의 처리시간에 따른 효능수준을 비교 평가하여 향후 개발될 부착형 치약의 적절한 사용시간의 결정에 참고하고자

하였다.

치아 우식증 예방을 위하여 치약에 사용되고 있는 유효성분 중 세계적으로 그 유효성을 가장 인정받고 있는 성분은 불소성분임은 의심의 여지가 없다. 이러한 불소의 효능은 불소용액의 처리 전후에 따른 범랑질의 표면경도 변화값으로 설명할 수 있다. 이미 안전하고 유효한 것으로 알려진 불화나트륨을 이용하여 불소이온 농도로 1,000 ppm을 사용하였고, 1분간 처리하였을 때의 표면경도 증가값을 기준으로 3분 처리시 0.78배, 10분 처리시 4.62배, 30분 처리시 5.52배, 60분 처리시 6.40배 증가하였으며 10분 처리에 급증하여 이후에는 증가수준이 약한 양상을 보였다. 3분 처리시 1분 처리시보다 표면경도 증가가 오히려 적었는데, 이는 시편수가 작고 시편간 차이 및 측정오차가 있었기 때문으로 생각되었다. 치아미백을 위한 대표적인 유효성분은 발생기 산소를 방출하는 과산화물이며 치약뿐만 아니라 치과병원에서의 치아미백 시술용으로도 보편적으로 사용되고 있는 물질이 과산화수소수이다. 그러나 과산화수소의 강한 산화력과 자극성으로 치약이나 치아미백제에 사용농도를 국가별로 제한하고 있으며, 국내의 경우 처방 없이 직접 구매할 수 있는 제품에서는 과산화수소를 3.0% 이하로 사용하도록 규정하고 있다¹⁸⁾. 이러한 이유로 본 연구에서는 3.0% 과산화수소수액을 사용하여 시간대별 인공착색 시편의 명도 변화값을 평가하였으며 처리시간 1분을 기준으로 3분 처리시

1.04배, 10분 처리시 1.57배, 30분 처리시 3.44배, 60분 처리시 4.97배까지 처리시간에 비례하여 명도 변화값이 증가하였다. 치석의 형성 억제에 효능이 입증되고 국내외적으로 공인된 성분은 피로인산나트륨이 대표적이다. 치약에서의 치석 형성 억제를 위한 연구들은 80년대에 많이 이루어졌는데, 이러한 결과들을 토대로 국내 식품의약품안전처에서 치약 표준기준을 고시하고 있으며 여기에 앞에서 언급한 불소와 과산화수소 및 피로인산나트륨에 대한 각각의 사용량과 효능에 대하여 규정하고 있다¹⁸⁾. 본 실험에서는 피로인산나트륨의 배합 한도를 국내 기준에 부합하는 3.4%의 농도를 사용하였으며, 치석으로부터 유리되거나 킬레이팅(chelating)되어 나온 칼슘 양을 평가한 결과에서도 명도 변화 증가값과 비슷한 양상을 나타내었다. 치석으로부터 제거된 칼슘의 양은 처리시간 1분을 기준으로 3분 처리시 1.07배, 10분 처리시 2.87배, 30분 처리시 4.22배, 60분 처리시 5.95배로 증가하였다. 이러한 값들의 변화를 엑셀 프로그램(MS Excel; Microsoft, Redmond, MA, USA)을 이용하여 다양한 추세선과 추세 함수식을 구한 결과 처리시간에 따른 명도 변화값과 치석으로부터 제거된 칼슘 양은 1차 함수적으로 증가하였으며 표면경도 변화의 증가는 로그 함수로 나타났다. 이러한 결과들은 in vitro 평가에서 나타나기 쉬운 현상으로 시간에 비례하는 결과치를 나타내고 있으며, 우치 시편을 사용한 표면경도 증가가 10분 처리까지 증가 후 처리시간에 비례하여 증가하지 못하는 것은 실제 법랑질의 조직 치밀도로 인한 불소의 침투와 흡착이 표면에서 발생한 후 내부까지의 침투 흡착에서는 구조적 방해 받은 것으로 추정된다. 불소용액, 제1인산칼륨용액, 제2인산칼륨용액 및 인공타액 중 칼슘이온 그리고 우치 상아질 시편의 칼슘성분들과 상호 반응하여 불용성의 불화칼슘 및 인산칼슘 등을 상아질 표면에서 형성하고 상아세관에 침착하여 폐쇄시키는 효과도 처리시간에 비례하는 양상을 보였다. 일반적인 페이스트 치약의 사용시간으로 볼 수 있는 1분과 3분 처리에서는 상아세관 폐쇄 효과는 거의 관찰되지 않았고, 10분 이상에서 표면침착이 보이기 시작하여 30분 처리에서는 상아세관 안쪽까지 침착이 발생하여 상아세관의 직경이 작게 보이는 것이 관찰되었으며, 60분 처리에서는 완전히 상아세관 전체를 폐쇄시켰다(Fig. 1).

이상의 결과들을 종합해보면 치약 중에 사용되는 유효성분들의 실험실적 효능은 적용 시간에 비례하여 증가하였으며 일반적인 페이스트 치약의 사용시간인 1분에서 3분과 사용시간을 증가시킨 10분에서 60분 처리의 효과를 비교하면 치아 표면경도 증가에서는 최소 5.96에서 8.26배, 명도 증가에서는 1.57에서 4.97배, 칼슘 용출량은 2.86에서 5.94배 더

효과적임을 알 수 있었다. 사용시간이 증가하면 효과도 증가하지만 그만큼 불편함도 함께 증가될 것이므로 재광화 효과와 항치석 효과, 그리고 상아세관 폐쇄 효과에서는 사용시간 10분 이상이 적절한 것으로 판단되며, 미백효과에서는 10분 처리에서 효과 증가가 나타났지만 30분 이상 처리가 보다 효과적일 것으로 생각되었다.

그러나 본 연구의 경우 아주 제한된 환경의 실험실적 평가로서 실험조건의 변화로 결과값의 변동이 예상되고 또한 완제품을 이용한 실험이 아니어서 제제 내에서의 약물 방출 속도와 함께 사용된 다른 약물의 방해나 조력작용 등이 고려되지 못하였다. 차후에는 부착형 치약의 제형 개발을 완료하여 실제 제형을 이용한 실험실적 평가와 사람을 대상으로 한 임상적 평가를 수행하고자 한다.

요 약

페이스트 치약의 구강 내 사용시간(1~3분)과 사용시간을 길게 조절할 수 있는 부착형 치약의 사용시간을 고려하여 치약제의 유효성분을 처리시간 조건별로(1분, 3분, 10분, 30분 및 60분) 미백 효과, 항치석 효과, 재광화 효과 및 상아세관의 폐쇄 효과를 실험실적으로 평가한 결과 다음과 같은 결과를 도출하였다.

처리 시간대별 명도 변화값(ΔL)은 1분 5.50 ± 1.51 에서 60분 27.35 ± 0.54 였고 치석으로부터 제거된 칼슘 양(ppm)은 1분 4.23 ± 0.14 에서 60분 25.15 ± 0.32 였으며 경도 증가값은 1분 1.96 ± 1.44 에서 60분 12.55 ± 2.09 였다. 상아세관의 폐쇄 정도는 10분 처리에서 일부 상아세관의 폐쇄가 관찰되기 시작하여 60분 처리에서는 대부분의 상아세관의 폐쇄가 관찰되었다.

본 실험조건에서는 처리시간을 10분에서 60분 처리시 1분에서 3분 처리할 때보다 최소 1.57배에서 최대 8.26배까지 효능을 증가시켰으며 재광화 효과, 항치석 효과 및 상아세관 폐쇄 효과에서는 사용시간 10분 이상에서 적절하였고 미백효과에서는 30분 이상이 보다 효과적일 것으로 생각되었다.

References

1. Kim BI: Textbook of oral care products. 1st ed. Charmyun Publishing Company, Seoul, pp.51-64, 2010.
2. Yoon SG, Han SJ: Factors influencing the toothbrushing behavior of elementary school students adapted by the theory of planned behavior. J Dent Hyg Sci 14: 554-562, 2014.

3. Lim SH, Hwang JM: Relationship of oral health management behavior to plaque index systems. *J Dent Hyg Sci* 15: 159-165, 2015.
4. Nabi N, Mukerjee C, Schmid R, Gaffar A: In vitro and in vivo studies on triclosan/PVM/MA copolymer/NaF combination as an anti-plaque agent. *Am J Dent* 2: 197-206, 1989.
5. Gaffar A, Esposito A, Afflitto J: In vitro and in vivo anti-calculus effects of a triclosan/copolymer system. *Am J Dent* 3(Special Issue): S37-S42, 1990.
6. Nabi N, Gaffar A: Antibacterial antiplaque oral composition. United States Patent No. 4894220A, 1990.
7. Cubells AB, Dalmau LB, Petrone ME, Chaknis P, Volpe AR: The effect of a triclosan/copolymer/fluoride dentifrice on plaque formation and gingivitis. *J Clin Dent* 2: 63-69, 1991.
8. Lindhe J, Rosling B, Socransky SS, Volpe AR: The effect of a triclosan-containing dentifrice on established plaque and gingivitis. *J Clin Periodontol* 20: 327-334, 1993.
9. Triratana T, Rustogi KN, Volpe AR, DeVizio W, Petrone M, Giniger M: Clinical effect of a new liquid dentifrice containing triclosan/copolymer on existing plaque and gingivitis. A six-month clinical study. *JADA* 133: 219-225, 2002.
10. Cullinan MP, Westerman B, Hanlet SM, Palmer JE, Faddy MJ, Seymour GJ: The effect of a triclosan-containing dentifrice on the progression of periodontal disease in an adult population. *J Clin Periodontol* 30: 414-419, 2003.
11. Nathoo S, Petrone ME, DeVizio W, Chaknis P, Volpe AR: A six-week study to compare the stain removal efficacy of three dentifrices. *J Clin Dent* 13(Special Issue): 91-94, 2002.
12. Hu D, Zhang YP, DeVizio W, Proskin HM: A clinical investigation of the efficacy of two dentifrices for controlling oral malodor and plaque microflora overnight. *J Clin Dent* 19: 106-110, 2008.
13. Ma DS, Park DY, Lee SW, et al.: Effect of dentifrice containing triclosan and ursodesoxycholic acid on gingivitis and calculus formation. *J Korean Acad Dent Health* 25: 199-206, 2001.
14. Chae CH, Choi DJ, Shim HY, et al.: Case report: treatment of oral soft tissue lesions and wounds with high functional toothpaste made from nanoemulsion gel. *J Korean Oral Maxillofac Surg* 33: 694-700, 2007.
15. Park DY, Lee NY, Lee SH: Preventive effect of fluoride-containing adhesive film made by nano technology on dental caries. *J Korean Acad Pediatr Dent* 35: 662-670, 2008.
16. Im SO, Lee SH, Lee NY, et al.: The fluoride releasing effect of PVA fluoride-polymer adhesive tape. *J Korean Acad Pediatr Dent* 38: 327-336, 2011.
17. Stookey GK, Burhard TA, Schemehorn BR: In vitro removal of stain with dentifrices. *J Dent Res* 11: 1236-1239, 1982.
18. Ministry of Food and Drug Safety: Notification on category designation of Quasi-drug. Ministry of Food and Drug Safety, Seoul, pp.2013-2175, 2013.