Korean Journal of Clinical Dental Hygiene

Original Article

치아우식증 예방에서 치아미백제품의 활용 가능성 평가

김경연[1], 김시은[1], 이희진[1], 이윤선[1], 정은하[2*]
[1]연세대학교 치위생학과, [2]경북대학교 치위생학과

Evaluation of the Potential Use of Tooth Bleaching Agents in the Prevention of Dental Caries

Received: February 06, 2025
Revised: February 23, 2025
Accepted: March 07, 2025

Kyeong-Yeon Kim[1], Si-Eun Kim[1], Hee-Jin Lee[1], Yun-Seon Lee[1], Eun-Ha Jung[2*]
[1]Department of Dental Hygiene, College of Software and Digital Healthcare Convergence, Yonsei University, Wonju, 26493, Korea
[2]Department of Dental Hygiene, College of Science and Technology, Kyungpook National University, Sangju, 37224, Korea

***Corresponding Author: 정은하**, (37224) 경상북도 상주시 경상대로 2559 경북대학교 과학기술대학 치위생학과, Tel: (054) 530-1426, Fax: (054) 530-1429, E-mail: jeunha725@knu.ac.kr

Abstract

Objective: Hydrogen peroxide is a key ingredient in self-applied tooth bleaching agents. It can exhibit broad-spectrum antimicrobial activity against various bacteria and other microorganisms. This study aimed to evaluate the antimicrobial effects of self-applied tooth bleaching products on *Streptococcus mutans*, a primary caries-causing bacterium, and to explore their potential use as a preventive tool for dental caries. **Methods:** The antimicrobial effects of self-applied tooth bleaching patches and gels against *S. mutans* were analyzed. Each product was placed on an agar plate inoculated with the bacteria and incubated at 37°C for 48 h. The diameters of the visible zones were measured after incubation. **Results:** Both patch-based and gel-based products showed excellent antimicrobial activity, while gel-based products showed relatively higher antimicrobial activity than that of patch-based products (P>0.05). **Conclusions:** These findings suggest that self-applied tooth bleaching products may not only serve aesthetic purposes but also act as a preventive measure for dental caries.

Key words: Antibacterial effect, Oral health, *Streptococcus mutans*, Tooth bleaching agents

색 인: 항균효과, 구강건강, 뮤탄스균, 치아 미백제

Copyright © 2025 by Korean Journal of Clinical Dental Hygiene. 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)

1. 서론

최근 셀프 치아 미백 제품에 대한 소비자의 관심이 증가하고 있다(1). 소비자들은 단순히 구강 질환의 치료를 넘어서, 아름다운 치아와 미소를 원하는 경향이 뚜렷해 지고 있다(2). 이러한 소비자들의 요구에 따라 치과계에서는 다양한 심미적 술식을 행하고 있는데, 그 중에서도 치아미백은 비교적 간단하고 비용 부담이 적어 많이 시행되는 치료법이다(3). 치아미백술은 크게 치수의 생활력을 잃은 치아에 근관 치료 후 수행하는 실활치 미백술과 치수의 생활력이 있는 경우 수행하는 생활치 미백술로 구분되며, 생활치 미백술의 경우 다시 전문가 미백술(In-office bleaching)과 자가 미백술(Home-bleaching)로 나눌 수 있다(4). 자가 미백술은 환자 스스로 집에서 직접 시행하는 미백술로써 자가 미백을 수행하는 경우 전문가의 지도를 받아 환자 개인의 치열에 맞추어 제작한 트레이에 미백제를 넣어 사용하는 것이 바람직하다. 그러나, 최근에는 현대 사회에서 외적인 이미지 관리에 대한 관심도 증가, 치과를 방문하지 않고 집에서 미백을 할 수 있다는 편리성, 치과에서 받는 미백 시술에 비해 저렴한 가격 면에서 셀프 치아 미백 제품에 대한 수요가 증가하고 있다. 대표적인 의약외품 미백술(Over-the-counter bleaching, OTC)제품은 낮은 농도의 과산화물(Peroxide)을 사용하여 부작용을 줄이면서도 적절한 치아미백 효과를 제공하는 여러 형태가 있으며, 얇은 필름을 치아에 부착하는 부착대 형태(5), 저 농도의 과산화수소(Hydrogen peroxide, H_2O_2)를 치약 성분과 배합한 치약제제(6) 및 젤 형태로 바르는 치아 미백제 등이 있다(7). 각 제품에는 미백 효과를 위해 과산화수소가 포함되어 있는데, 이 과산화수소의 경우 치아 표백 효과뿐만 아니라 박테리아, 효모, 곰팡이, 바이러스 등에 광범위한 살균 효과를 가지고 있다(8, 9). 치아 미백에 대한 소비자의 관심이 높아짐에 따라 치아 미백에 관한 다양한 연구들이 진행되고 있으며, 이를 반영한 여러 미백 제품들이 출시되고 있다. 그러나 셀프 치아 미백 제품에서 주요 성분인 과산화수소의 구강 내 항균 효과에 대한 연구는 부족하다. 한편, 구강 내 주요 질환 중 하나인 치아우식증은 부적절한 구강 위생 관리로 인하여 장시간 치면 세균막이 축적될 경우 발생 위험이 높아진다. 따라서 OTC 제품을 사용하면서 동시에 치아우식증을 유발시키는 균에 대한 항균 효과를 기대할 수 있다면, 심미적인 효과뿐만 아니라 치아우식증 예방에도 기여할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 소비자가 시중에서 구매하여 사용하는 셀프 치아 미백 제품의 항균효과를 비교 분석함으로써, 치아 미백 제품이 치아우식증 예방 도구로 활용될 수 있는 가능성을 제시하고자 하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상

2.1.1. 실험균주

본 연구에서 사용한 실험 균주는 한국생명공항연구원 미생물자원센터(Korean Collection for Type Cultures, KCTC)에서 분양 받은 *Streptococcus mutans* (KCTC 3065)이다. 본 연구는 셀프 치아 미백 제품의 항균성을 평가하기 위해, 치아우식증을 유발하는 대표 균주인 *S.mutans*를 선택하여 실험을 진행하였다. 동결건조 상태로 분양 받은 균주는 멸균된 생리식염수(0.3~0.5 ml)에 현탁한 후 20% Glycerol 1 ml와 혼합하여 Deep freezer (-72℃)에 동결 보존하였다. 실험에는 동결보존된 미생물을 활성화하여 성장기까지 배양하여 UV/Vis Spectrophotometer (Ubi-490, MicroDigital Co., Ltd, Seongnam, Korea)를 사용하여 흡광도가 0.600가 되도록 조정한 후 사용하였다. 배양 배지는 KCTC에서 권장하는 선택 배지인 Brain Heart Infusion (Bacto™ BHI, BD, New Jersey, USA)을 사용하였다.

2.1.2. 치아미백제품

실험에서 사용한 셀프 치아 미백 제품은 페리오 화이트 나우 미백패치(Perio whitenow, LG H&H CO.,Ltd, Seoul, Korea), 뷰센 뷰티스 화이트 치아 미백 패치(Vussen vutees white, Osstem Pharma CO., Ltd, seoul, Korea), 라이브 오랄스 퓨어다

이아 치아 미백제(Live orals puredia, Lav CO., Ltd, seoul, Korea), 투스노트 화이트닝 겔(Toothnote, GI billions CO.,Ltd, Seoul, Korea)이며, 각 치아 미백 제품들은 올리브영에서 판매율이 높은 순서 기준으로 선정하였다. 양성대조군으로는 35% 과산화수소수(Hydrogen peroxide, SAM-HYUN Pharm CO., Ltd, Seoul, Korea), 음성대조군으로는 멸균 증류수(Distiled water, JW Pharmaceutical CO., Ltd, Seoul, Korea)를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Detailed overview of the tooth bleaching products

Classification		Teeth whitening products	Code	Manufactures
Experimental group	Patch	Perio whitenow	P1	LG H&H
		Vussen vutees white	P2	OSSTEM PHARMA
	Gel	Live orals puredia	G1	Lav
		Toothnote	G2	GI billions
Positive control group	35% Hydrogen peroxide		H_2O_2	SAM-HYUN Pharm
Negative control group	Distilled water		DW	JW Pharmaceutical

2.2. 연구방법

2.2.1. 항균효과 평가

실험 균주의 항균효과 평가를 위해 KCTC에서 추천하는 배지로 BHI agar를 사용하였으며, 1개의 90 mm/ea Petri dish에 100 μℓ의 *S.mutans*를 분주하여 멸균된 플라스틱 도말봉으로 도말하였다. *S.mutans*가 도말된 BHI agar에 미백 겔 또는 대조군 용액을 묻힌 지름 1 cm 원형으로 재단한 페이퍼디스크(Paper disc, LabpiA, Seoul, Korea)와 동일한 지름으로 자른 미백 패치를 올려 실험을 진행하였다. 실험은 두 그룹으로 나누어 총 3회에 걸쳐 반복 실험하였다. 그룹 1은 2종류의 패치와 증류수를 묻힌 페이퍼디스크를 부착했으며, 그룹 2는 2종류의 미백 겔과 과산화수소를 페이퍼디스크에 100 μℓ 적용하여 충분히 흡수 시킨 후 실험에 사용하였다. 각 배지를 37°C에서 배양한 후 실험군과 대조군의 *S.mutans*에 대한 항균력을 평가하기 위해, 배지에서 가시적으로 나타난 항균효과의 지름을 측정하였다. 이때 지름은 가장 넓은 부분을 측정하였다. 모든 항균효과는 스마트폰 카메라(Iphone 14 pro[A2890], Apple Inc., USA)를 사용하여 24시간 간격으로 촬영 후 관찰하였으며, 지름 측정은 훈련된 동일한 연구자가 측정하였다.

2.2.2. 통계분석

모든 통계분석은 SPSS 통계분석프로그램(IBM SPSS Statistics ver 29.0, IBM Corp., New York, USA)을 이용하였다. 모든 실험군과 대조군 사이의 항균력 차이를 비교하기 위해 각 실험군에 대해 일원분산분석(One-way ANOVA)이 수행되었다. 통계적 유의수준은 0.05%로 고려하였다.

3. 연구결과

3.1. 셀프 치아 미백 제품의 항균 효과

*S.mutans*가 도말 된 BHI agar에서 셀프 치아 미백 제품들의 항균효과는 다음과 같다(Figure 1, Table 2). 48시간째 기준으로 항균력은 Liveorals puredia(2.90±1.48), 35% 과산화수소수(2.77±2.40), Toothnote(2.43±0.98), Perio white now(2.37±0.78), Vutees white(1.80±0.95) 순으로 높았으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(P>0.05).

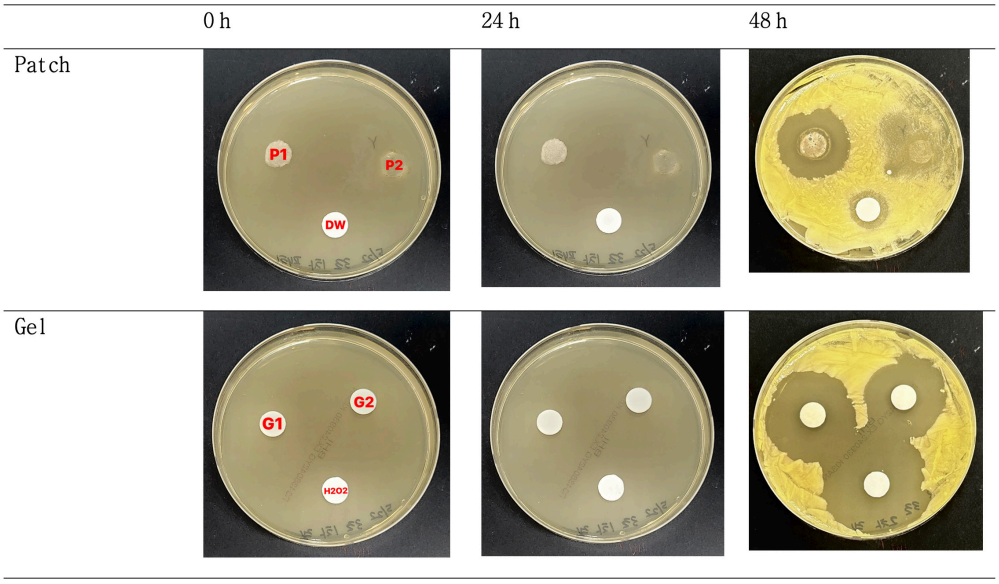


Figure 1. Antimicrobial effects of tooth bleaching products.

Table 2. Comparison of the antimicrobial effects of patch-based and gel-based products (Unit:cm)

(Mean±SD)

Time	Groups						*p*-value
	P1	P2	G1	G2	H_2O_2	DW	
24 h	2.77±0.76	1.37±1.46	2.70±1.04	2.53±1.17	2.63±2.31	0.87±0.81	0.422
48 h	2.37±0.78	1.80±0.95	2.90±1.48	2.43±0.98	2.77±2.40	1.17±0.21	0.616

P1; Perio white now, P2; Vutees white, G1; Liveorals puredia, G2; Toothnote, H2O2; Hydrogen peroxide, DW; Distiled water

4. 고안

경제성장으로 인해 구강 질병의 치료뿐만 아니라 치아의 미적 욕구가 높아지면서 치아 미백과 치아 착색치료에 대한 관심과 요구도가 증가하고 있으며(2), 그에 따라 많은 치아 미백 제품들이 개발되고 있다(10). 현재 치아 착색을 제거하는 화학적인 방법으로 과산화물을 사용하는 기전이 많이 사용된다. 과산화물(Peroxide)은 산화작용을 통해 치아 표면에 부착된 유기물을 분해하여 미백효과를 발휘한다(11). 이 중 과산화수소는 치과 분야에서는 치아 표백제로도 사용되지만, 세포에 작용하는 경우 세포 내 활성산소(Reactive oxygen species, ROS)를 생성함으로써 세포를 사멸시킬 수 있어 환부의 소독과 탈취 등에도 사용된다(12-14). 따라서 과산화수소가 포함된 셀프 치아 미백제를 통해 구강 내 세균에 대한 항균효과가 확인된다면, 대표적인 구강 내 세균성 질환인 치아우식증 예방에도 활용될 가능성이 있을 것이다.

본 연구에는 시판중인 OTC 치아 미백 제품 중 판매율이 높은 겔 타입과 패치 타입의 제품을 각각 두 종류씩 선별하여 항균효과를 평가하였다. 연구결과 두 제품군 모두 항균효과가 관찰되었으나, 패치와 겔 타입 간 항균력의 유의한 차이는 없었다 (p>0.05, Figure 1, Table 2). 항균력을 평가한 48시간 동안 다른 제품을 제외하고 Live orals puredia만 과산화수소보다 높은 항균력을 보였는데, 이는 시판되는 셀프 치아 미백제의 과산화수소 농도의 차이에 의한 결과로 예상된다. 현재 우리나라에서 시판되는 치아미백제는 3%이상의 과산화수소를 포함하는 것을 제한하고 있다(15). 본 연구에서는 양성 대조군으로 35%의 과산화수소를 사용한 점을 고려할 때 농도의 차이가 항균력에 영향을 미친 것으로 예상된다. 그럼에도 불구하고 48시간 후 음성대조군이 실험군 간의 유의한 차이가 관찰되지 않은 이유는 겔 타입이나 패치타입의 미백제의 경우 유효성분이 응축

되어 있어 장시간 항균력이 유리되기 용이한 서방형의 항균력 특성을 가지기 때문일 것이다(16). 이런 점을 고려할 때 패치 타입을 구강 내 위치하거나 미백트레이에 겔 타입을 담아 구강 내 일정 시간 유지할 경우 저농도의 과산화수소를 이용하여 현재 항균 물질로써 주로 사용되는 치약이나 구강 양치액 보다 효과적으로 구강 내 우식 유발균을 관리하는데 활용 가능할 것이다.

한편, 본 연구에서 겔 타입의 미백제품이 패치타입의 미백제품보다 높은 항균력을 보였다. 이는 패치타입의 경우, 코팅 재료나 두께가 항균 성분의 방출 속도와 범위에 영향을 주어 유효성분이 겔 타입에 비해 효과적으로 작용하지 못했을 수 있다. 반면, 겔 타입은 코팅이나 다른 방해 요소 없이 항균물질을 용해함으로써 높은 항균력을 나타냈을 것으로 판단된다(17). 그러나 겔 타입의 특성상 구강 내에서 일정시간 이상 유지하는 것에 대한 한계점과 본 연구결과에서 겔 타입과 패치 타입 사이의 항균력에 유의한 차이가 없음을 고려할 때 패치 타입을 이용한 치아우식 예방 효과를 기대할 수 있을 것이다.

본 연구는 페이퍼디스크 확산법으로 치아우식증의 대표유발균으로 알려진 *S.mutans*를 대상으로 항균력을 평가하였다. 그러나 구강 내에는 치아우식증과 치주질환을 유발시키는 다양한 세균들이 존재하므로, 향후 연구에서는 여러 균주에 대한 추가적인 항균력 평가와 최소 억제 농도(Minimum inhibitory concentration, MIC) 측정을 병행하여 연구 결과의 신뢰성을 높이고, 이를 통해 연구 결과의 활용 가능성을 향상시킬 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 이 연구는 치아 미백제의 치아우식증 예방에서의 활용 가능성을 최초로 평가한 연구로서 향후 본 연구 결과를 기초로 구강 내 세균에 유효한 항균물질 및 농도를 조정함으로써 구강질환 예방에 적합한 새로운 제품에 대한 개발 가능성과 아이디어를 제공할 수 있는 가능성을 시사하는데 의의를 둔다. 예를 들어, 구강위생 관리의 취약계층인 장애인이나, 노인, 중환자실 환자의 구강 관리를 위한 패치 개발 가능성도 제시할 수 있을 것이다. 특히 중환자실 환자의 경우 Computed Tomography (CT) 스캔을 활용하여 구강 병변을 관찰하였을 때 전체 환자의 66.97%에서 구강 병변이 발견되었으며, 환자 당 평균 1.5개의 구강 병변이 발견되고, 이 중 치아우식은 22.8%로 세번째로 높은 병변임이 보고되고 있다(18). 따라서 본 연구 결과를 바탕으로 중환자의 구강 관리를 위한 항균 제재에 대한 후속 연구 및 개발이 이루어진다면 중환자를 포함하여 자가 구강관리가 어려운 대상자들의 구강 내 항균 효과 및 관리를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 결론

치아우식증의 대표 유발 균인 *S.mutans*를 대상으로 셀프 치아 미백 제품의 항균효과에 대해 관찰한 결과, 모든 셀프 치아 미백 제품들에서 항균효과가 관찰되었다. 이는 미백제품에 포함된 과산화수소가 패치와 겔 제형을 통해 *S.mutans*에 영향을 주었기 때문일 것이다. 따라서 본 연구에서 사용한 과산화수소를 포함하여 향후 미백 패치 또는 겔 제형에 치아우식증 예방 물질의 농도를 조정한 제품이 개발될 수 있다면 치아우식증 예방을 위한 방법으로 효과적인 활용이 가능할 것이다.

Author contributions

Conceptualization: KY Kim, SE Kim, HJ Lee and EH Jung. Data curation: HJ Lee and KY Kim. Formal analysis: KY Kim and SE Kim. Funding acquisition: EH Jung. Investigation: KY Kim. Methodology: KY Kim and SE Kim. Supervision: YS Lee and EH Jung. Validation: YS Lee and EH Jung. Writing—original draft: KY Kim and SE Kim. Writing—review & editing: EH Jung.

References

1. Limeback H, Meyer F, Enax J. Tooth whitening with hydroxyapatite: a systematic review. Dent J (Basel) 2023; 11(2):1-15. 10.3390/dj11020050.

2. Kwon SR, Ko SH. Color atlas of tooth whitening. 1st edition. Seoul:Daehan Narae Publishing;2006:195-202.
3. Ham HG, Review on structural effects of bleaching in teeth[Unpublished master's thesis], Gwangju: Chonnam National University College of Dentistry; 2008.
4. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. Quintessence Int 1989;20(3):173-176.
5. Park DY, Jung SH, Ma DS, Chang SY, Yun SY. Randomized controlled clinical trial of the efficacy and safety of a 2.6% hydrogen peroxide containing tooth-whitening strips. J Korean Acad Oral Health 2002;26(3):385-396.
6. 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 Oral Health 2007; 31(2):167-175.
7. Park DY, Ma DS, Cho KM, Jeong DB, Jung SH. Efficacy of a paint-on, self-applied, humidity-facilitated setting 2.8% hydrogen peroxide whitening gel. J Korean Acad Oral Health 2005;29(4):397-406.
8. Osnat F, Daniel M, Doron S. Synergic antibacterial effect between visible light and hydrogen peroxide on Streptococcus mutans. J Antimicrob Chemother 2006;57(5):872–876. 10.1093/jac/dkl070.
9. Cheng VCC, Wong SC, Kwan GSW, Hui WT, Yuen KY. Disinfection of N95 respirators by ionized hydrogen peroxide during pandemic coronavirus disease 2019 (COVID-19) due to SARS-CoV-2. J Hosp Infect 2020;105(2):358-359. 10.1016/j.jhin.2020.04.003.
10. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. Br Dent J 2001;190(6):309-316. 10.1038/sj.bdj.4800959.
11. Ahn JH, Kim JH, Kim JH, Jang JH, Oh YJ, Park YD. Tooth whitening effect of toothpaste containing hydrogen peroxide. J Korean Soc Dent Hyg 2014;14(1):101-108. 10.13065/jksdh.2014.14.01.101.
12. Kawamoto K, Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. J Endod 2004;30(1):45-50. 10.1097/00004770-200401000-00010.
13. Kesarwala AH, Krishna MC, Mitchell JB, Oxidative stress in oral diseases. Oral Dis 2016;22(1):9–18. 10.1111/odi.12300.
14. Kim SJ, Kim JH, Jeong HS, Lee ER, Cho SG. Bax Inhibitor-1 suppresses hydrogen peroxide-induced apoptosis by regulating intracellular ROS level. Journal of Cancer Prevention 2006;11(3):192-198.
15. Kim YG, Park JH, Cho JW. Tooth whitening effects of manicure-type hydrogen peroxide tooth whitening gel. J Korean Acad Oral Health 2019;43(4):191-195. 10.11149/jkaoh.2019.43.4.191.
16. Omidian H, Wilson RL. Long-acting gel formulations: advancing drug delivery across diverse therapeutic areas. Pharmaceuticals (Basel) 2024;17(4):1-25. 10.3390/ph17040493.
17. Langley N, Kohn BM, Osborne DW. The role of microstructure in topical drug product development. 1st edition. Berlin:Springer Nature;2019:47-87.
18. Kim YS. Radiologic evaluation of oral health status in patients admitted to the intensive care unit: a multi-institutional retrospective study. J Clin Med 2024;13(13):1-11. 10.3390/jcm13133913.