



Original Article

# 시각적 피드백 기반 구강위생 교육에 따른 치위생과 학생의 구강위생 상태 및 관리 인식 변화

임지나<sup>1,2</sup>, 이재영<sup>1,2</sup>, 조세림<sup>3</sup>

<sup>1</sup>단국대학교 보건과학대학 치위생학과, <sup>2</sup>(주)토마스톤, <sup>3</sup>전주기전대학 치위생과

## Changes in oral hygiene status and management awareness among dental hygiene students following visual-feedback-based oral hygiene education

Ji-Na Lim<sup>1,2</sup>, Jae-Young Lee<sup>1,2</sup>, Se-Rim Jo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Dental Hygiene, Dankook University, College of Health Science, Dankook University

<sup>2</sup> Thomastone Co., Ltd.

<sup>3</sup> Department of Dental Hygiene, Jeonju Kijeon College

**Corresponding Author:** Se-Rim Jo, Department of Dental Hygiene, Jeonju Kijeon College, 501 Jeonjucheon-dong-ro, Wansan-gu, Jeonju, Jeollabuk-do, 54989, Korea. Tel: +82-10-5035-7357, E-mail: serim@kijeon.ac.kr

### ABSTRACT

**Objectives:** To evaluate changes in oral hygiene status and awareness among dental hygiene students following visual-feedback-based oral hygiene education using a natural blue plaque-disclosing agent. **Methods:** A single-group pre-post intervention design was used, and 44 dental hygiene students were included in the final analysis. Oral hygiene status was assessed using the O'Leary Plaque Index and the Tongue Coating Index, pre- and immediately post-intervention. Oral hygiene awareness and attitudes were measured using structured questionnaires. Data were analyzed using paired t-tests and Pearson's correlation analysis. No covariates were controlled due to the study design. **Results:** Post-intervention, the O'Leary Plaque Index decreased from  $47.79 \pm 22.84\%$  to  $39.93 \pm 20.89\%$  (mean difference:  $-7.86$ , 95% confidence interval [CI]:  $-11.69$  to  $-4.03$ ,  $p < 0.001$ ), and the Tongue Coating Index decreased from  $7.27 \pm 2.06$  to  $5.50 \pm 2.27$  (mean difference:  $-1.77$ , 95% CI:  $-2.28$  to  $-1.26$ ,  $p < 0.001$ ). Oral hygiene awareness and attitude scores increased significantly across all items ( $p < 0.05$ ). However, there was no significant correlation between changes in awareness and reductions in the O'Leary Index ( $r = -0.152$ ,  $p = 0.326$ ). **Conclusions:** Visual-feedback-based oral hygiene education using a natural blue plaque-disclosing agent was associated with improvements in oral hygiene status and awareness. However, causal interpretation is limited due to the single-group pre-post study design, and further controlled studies are required.

**Keywords:** Dental plaque, Dental plaque disclosing agent, Dental hygiene students, Oral hygiene, Visual feedback  
**주요어:** 치면세균막, 치면착색제, 치위생과 학생, 구강위생 인식, 시각적 피드백

## 서론

치면세균막(Dental biofilm)은 치아우식증과 치주질환을 유발하는 주된 원인 요소로, 이를 효과적으로 제거하고 관리하는 것은 구강건강 유지의 핵심이다[1]. 특히 전문가 및 자가 칫솔질을 통한 지속적인 치면세균막 관리는 치주질환의 예방과 치료에 필수적이다[2]. 국민건강보험공단 통계에 따르면 2021년 치은염 및 치주질환으로 치료를 받은 환자 수는 약 1,040만 명으로 지속적인 증가 추세에 있다[3]. 또한 청소년건강행태조사 등에서도 청소년 및 초기 성인기의 올바른 구강건강 행태 확립이 평생 구강건강을 좌우하는 중요한 요인으로 강조되고 있다[4]. 치주질환은 만성적으로 진행되는 특성이 있어 치료 이후에도 개인의 철저한 구강위생 관리가 필수적이다.

이에 임상 및 지역사회 구강보건사업에서는 포괄적 구강관리의 일환으로[5,6] 대상자의 구강 내 치면세균막을 시각적으로 평가하고[7], 이를 환자에게 직접 확인시켜 행동 변화의 동기를 부여해 왔다[8]. 여기서 시각적 피드백(Visual feedback)은 대상자가 자신의 구강 상태를 직접 확인함으로써 인지적 자각을 유도하고, 구강위생 행동의 변화를 촉진하는 교육적 전략을 의미한다. 치면착색제(Disclosing agent)는 시각적 피드백을 제공하기 위한 도구로, 치면세균막을 염색하여 육안으로 쉽게 식별할 수 있도록 한다. 즉, 치면착색제는 시각적 피드백을 구현하는 수단이며, 시각적 피드백은 행동 변화 유도를 위한 기전으로 구분된다.

최근 여러 임상 연구에서도 치면착색제를 활용한 시각적 피드백이 자가 구강관리 능력을 향상시키고 전문가의 바이오필름 제거 효율을 높이는 데 유용한 것으로 보고되고 있다[9,10]. 특히 치간칫솔 등 보조구강관리용품의 사용은 치주 건강 불평등을 완화하는 중요한 요인으로 제시되고 있어[11], 이를 포함한 실천 중심 교육의 중요성이 더욱 강조되고 있다.

전통적으로 치면착색제는 적색 타르색소인 에리트로신(Erythrosine)을 주성분으로 하는 제제가 표준적으로 사용되어 왔다. 그러나 에리트로신은 갑상선 종양 유발 가능성 및 세포 독성에 대한 안전성 논란이 제기되었으며[12], 국내에서는 2015년 의약품 재분류 이후 안전성 기준이 강화되면서 일부 제품의 사용이 제한되고 있다. 이러한 규제 환경은 기존 치면착색제의 임상 및 교육적 활용에 제약을 초래하고 있다.

기존 Erythrosine 기반 치면착색제는 시인성이 우수하다는 장점이 있으나, 적색 색소 특성상 치은과의 색상 대비가 제한되고 잔존 착색으로 인한 심미적 불편감이 발생할 수 있다[12]. 반면, 천연 청색 치면착색제는 붉은색 치은과의 높은 색상 대비를 통해 치면세균막의 시각적 식별을 용이하게 하며, 낮은 세포 독성과 높은 생체적합성을 바탕으로 기존 제제의 한계를 보완할 수 있는 대안으로 제시된다[13,14]. 따라서 본 연구는 이러한 차별성을 바탕으로 천연 청색 치면착색제의 교육적 적용 가능성을 확인하고자 한다.

이에 따라 인체에 무해하면서도 시인성이 우수한 대체 물질에 대한 요구가 증가하고 있으며, 최근 치자(Gardenia jasminoides)에서 추출한 천연 청색소(Gardenia blue)가 주목받고 있다. 이 색소는 붉은색 치은과 명확한 대비를 이루어 높은 시인성을 제공하면서도 세포 독성이 낮아 기존 에리트로신 제제의 한계를 보완할 수 있는 대안으로 제시되고 있다[13,14]. 또한 이를 기반으로 실제 임상 및 교육 현장에서 활용 가능한 치면착색제 개발이 보고된 바 있다[15].

본 연구에서 구강위생지수는 O'Leary Plaque Index (O'Leary Index)와 Winkel tongue coating index(WTCI)를 통해 측정하였으며[16,17], 구강위생 관리 인식 및 태도는 Likert 척도를 이용한 구조화된 설문을 통해 조작적으로 정의하였다.

이에 본 연구는 치위생과 학생을 대상으로 천연 청색 치면착색제를 활용한 시각적 피드백 기반 구강위생 교육을 적용한 후, 구강위생지수 및 구강위생 관리 인식의 변화를 분석하고자 하였다. 본 연구의 가설은 다음과 같다.

첫째, 시각적 피드백 교육 후 구강위생지수는 감소할 것이다.

둘째, 구강위생 관리 인식 및 태도는 향상될 것이다.

셋째, 구강위생 인식 변화와 구강위생지수 변화 간에는 상관관계가 있을 것이다.

이를 통해 본 연구는 기존 화학적 착색제를 대체할 수 있는 천연 치면착색제의 교육적 활용 가능성을 탐색하고, 시각적 피드백 기반 구강보건 교육의 효과적 적용을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 연구설계

본 연구는 천연색소 기반의 치면착색제를 이용한 시각적 피드백 교육이 치위생과 학생의 구강위생지수 및 구강위생 관리 인식에 미치는 영향을 검증하기 위한 하나의 집단을 대상으로 중재 전후의 변화를 비교·분석하는 단일군 사전-사후 설계의 중재연구이다.

본 연구는 단일군 사전-사후 설계로 수행되어 대조군이 포함되지 않았으며, 시간 경과에 따른 변화(Time effect) 및 반복 측정에 따른 학습효과(Testing effect) 등 잠재적 교란 요인을 완전히 통제하지 못하는 한계가 있다.

## 2. 연구대상

본 연구는 D시에 위치한 3년제 Y대학교 치위생과 1학년 학생을 모집단으로 하였다. 구강위생 관리에 대한 기본 교육 경험이 유사하고, 구강 건강 행태 형성 초기 단계에 있는 집단을 대상으로 교육 효과를 보다 일관되게 평가하기 위하여 1학년 학생으로 연구대상을 제한하였다.

표본 수는 G\*Power (ver. 3.1; Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany) 프로그램을 이용하여 Paired t-test 기준으로 산출하였다. 효과크기(Effect size) 0.5, 유의수준( $\alpha$ ) 0.05, 검정력(Power) 0.80을 기준으로 할 때 최소 필요 표본 수는 34명으로 산출되었다. 효과크기(Effect size)는 유사한 중재 연구에서 보고된 중간 수준의 효과를 참고하여 0.5로 설정하였다[18-20]. 탈락률 약 20%를 고려하여 총 50명을 초 기 연구 대상으로 편의 추출하였다.

연구 대상자는 연구 목적과 절차에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적으로 참여에 동의한 학생에 한하여 서면 동의를 받은 후 참여하였다. 연구 진행 결과, 사후 검사 미참여자와 불성실 응답자 6명을 제외하고 총 44명의 데이터를 최종 분석에 포함하였다. 최종 연구 대상자의 성별은 여학생 43명(97.7%), 남학생 1명(2.3%)이었다. 성별 분포가 여학생에 편중되어 있어 결과 해석 및 일반화에 제한이 있을 수 있다.

본 연구는 대상자의 윤리적 보호를 위해 연구 수행 당시 소속기간인 영남이공대학교 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 받은 후 실시되었다(No. 2-7008156-AB-N-01-A-2026-002).

## 3. 연구도구

### 1) 중재 도구 (천연 청색 치면착색제)

본 연구에서 시각적 피드백을 제공하기 위해 사용한 중재 도구는 인체에 무해한 천연 치자청색소(Gardenia blue color)를 주성분으로 하는 구강용 액상 치면착색제(Dentichak Pro, THOMASTONE, Korea)를 사용하였다.

### 2) 구강위생지수 측정 도구

#### (1) O'Leary plaque index (O'Leary index)

구강 내 치면세균막 관리 능력을 평가하기 위해 O'Leary 등[16]이 고안한 Plaque control record를 사용하였으며, 이는 선행연구에서 타당성과 신뢰성이 검증되어 널리 활용되고 있는 지표이다. 대상자의 전 치아를 대상으로 4면(협면, 설면, 근심면, 원심면)에 청색 치면착색제를 도포하고 가볍게 물로 양치하게 한 후, 치면세균막이 부착되어 착색된 치면의 수를 전체 검사 치면의 수로 나눈 뒤 100을 곱하여 백분율(%)로 산출하였다. 산출식은 착색된 치면 수/전체 검사 치면 수 $\times$ 100이며, 점수가 높을수록 치면세균막 관리가 불량함을 의미한다.

#### (2) Winkel tongue coating index (WTCl)

설태 침착 정도를 평가하기 위해 Winkel 등[17]이 고안한 Winkel tongue coating index (WTCl)를 사용하였으며, 이는 선행연구에서 타당성과 신뢰성이 검증되어 널리 활용되고 있는 지표이다. 혀의 배면을 6분할 하여 각 구역의 설태 침착 정도를 육안으로 관찰하였다. 점수는 0점(설태 없음), 1점(경미한 설태 침착; 혀의 분홍색 점막이 비침), 2점(심한 설태 침착; 혀의 분홍색 점막이 보이지 않음)으로 산정하였다. 6개 구역의 점수를 합산하여 총점으로 산출하였으며, 총점 범위는 0-12점이다. 점수가 높을수록 설태 침착이 심함을 의미한다.

### 3) 설문 측정 도구

#### (1) 구강위생 관리 인식 및 태도

구강위생 관리에 대한 대상자의 인식과 태도를 측정하기 위해 선행연구[21]를 바탕으로 본 연구의 목적에 맞게 수정·보완한 8개 문항을 사용하였으며, 관련 분야 전문가의 검토를 통해 문항의 적절성과 내용 타당도를 확보하였다. 본 도구는 하루 2회 이상 칫솔질 실천, 취약 부위(치간 등) 인지, 구강관리를 위한 시간 투자, 올바른 칫솔질 실천 및 장기적 구강건강 유지에 대한 자신감 등의 세부 항목으로 구성되었다. 각 문항은 전혀 그렇지 않다 1점에서 매우 그렇다 5점의 5점 리커트(Likert) 척도로 측정하였으며, 점수가 높을수록 구강위생 관리에 대한 긍정적인 인식과 태도를 가짐을 의미한다.

인식 및 태도 점수는 8개 문항의 평균값으로 산출하였으며, 점수 범위는 1-5점이다. 점수가 높을수록 구강위생 관리에 대한 인식 및 태도가 긍정적임을 의미한다(본 연구에서의 신뢰도 Cronbach's  $\alpha$ =.897).

## (2) 프로그램 만족도

천연 청색 치면착색제를 이용한 시각적 피드백 프로그램에 대한 만족도를 평가하기 위해 연구자가 자체 개발한 4개 문항을 사용하였다. 세부 항목은 치면세균막 상태의 시각적 명확성, 개선 행동에 대한 명확한 인지, 구강위생 실천 행동 변화에 도움 정도, 향후 지속적 활용 의향 등으로 구성되었다. 각 문항은 5점 리커트 척도로 측정하였으며, 점수가 높을수록 프로그램에 대한 만족도가 높음을 의미한다(본 연구에서의 신뢰도 Cronbach's  $\alpha = .763$ ).

## 4. 연구절차 및 자료수집

본 연구의 자료수집 및 중재는 생명윤리위원회 승인 이후인 2026년 2월 2일부터 3월 6일까지 진행되었다. 연구절차 및 자료수집은 다음과 같이 수행되었다.

먼저 연구 참여에 서면 동의한 대상자에게 구강위생 관리 인식 및 태도에 대한 사전 설문조사를 실시하였다. 설문은 연구 목적과 기입 방법에 대해 충분히 설명한 후 대상자가 직접 작성하는 자기기입식(Self-administered questionnaire) 방식으로 진행하였으며, 작성된 설문지는 응답 누락이나 오류 여부를 현장에서 확인하여 회수하였다.

설문조사 이후 대상자의 전 치아와 혀 배면에 천연 청색 치면착색제(Dentichak Pro, THOMASTONE, Korea)를 도포하고 물로 가볍게 양치 하도록 안내한 뒤, 훈련된 단일 연구자가 대상자의 1차 구강위생지수인 O'Leary plaque index 및 Tongue coating index를 측정하여 기록하였다.

사전 검사 직후 대상자에게 손거울을 제공하여 청색으로 염색된 치면세균막과 설태 침착 부위를 직접 확인하도록 하는 시각적 피드백(Visual feedback)을 적용하였다. 이를 바탕으로 연구자는 착색이 집중된 취약 부위를 설명하고, 대상자의 구강 상태에 적합한 칫솔질 방법과 치간칫솔, 치실, 혀 클리너 등 보조구강관리용품의 올바른 사용법에 대한 1:1 맞춤형 구강보건교육을 실시하였다. 이후 대상자가 이를 적용하여 직접 칫솔질 및 자가 구강관리를 실습하도록 지도하였다.

자가 관리 실습 직후 사전 검사와 동일한 방법으로 치면착색제를 재도포하여 2차 구강위생지수를 재측정하였다. 모든 임상 측정이 종료된 후 대상자에게 사후 설문지를 배부하여 구강위생 관리 인식의 변화와 시각적 피드백 프로그램에 대한 만족도를 조사하였다.

구강위생지수 측정은 평가자 간 오차를 최소화하기 위해 훈련된 단일 연구자가 일관된 기준으로 대상자의 구강 상태를 직접 관찰하여 수행하였다.

## 5. 자료 분석

수집된 자료는 통계 프로그램인 IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 빈도와 백분율로 산출하였고, 시각적 피드백 교육 전·후의 구강위생지수 및 구강위생 관리 인식의 변화를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 실시하였다. 상관분석 수행에 앞서 정규성 검토를 실시하였으며, 정규성 가정을 충족하는 것으로 확인되어 피어슨 상관분석(Pearson's correlation analysis)을 적용하였다. 또한, 구강위생 관리 인식의 변화량과 구강위생지수 감소량 간의 상관관계를 파악하기 위해 피어슨 상관분석을 수행하였으며, 천연 청색 치면착색제를 이용한 시각적 피드백 프로그램에 대한 만족도는 평균과 표준편차를 산출하였다. 모든 통계적 검정의 유의수준( $\alpha$ )은 0.05 미만으로 설정하였다.

본 연구에서는 단일군 설계로 인해 성별, 학년 등의 잠재적 교란변수에 대한 통제가 이루어지지 않았으며, 결과 해석 시 이에 대한 제한점을 고려하였다. 또한 사전 및 사후 조사에 모두 응답한 대상자만을 포함하는 Complete case analysis를 적용하였으며, 결측치는 분석에서 제외하였다.

## 연구결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

본 연구의 최종 분석 대상자 44명은 전원 1학년이었으며, 성별은 여학생이 43명(97.7%), 남학생이 1명(2.3%)으로 구성되었다.

## 2. 시각적 피드백 교육 전·후 구강위생지수의 변화

치연 청색 치면착색제를 이용한 시각적 피드백 교육 전·후의 구강위생지수 변화를 분석한 결과는 <Table 1>과 같다. 치면세균막 관리 능력을 나타내는 올리어리 지수는 교육 전 47.79%에서 교육 후 39.93%로 감소하였으며(Mean difference:  $-7.86$ ,  $p<0.001$ ), 설태지수는 교육 전 7.27점에서 교육 후 5.50점으로 감소하였다(Mean difference:  $-1.77$ ,  $p<0.001$ ). 두 지표 모두 통계적으로 유의한 감소를 보였다.

**Table 1.** Changes in oral hygiene indices after visual feedback education

Variables	Pre-test (M±SD)	Post-test (M±SD)	Mean difference	<i>t</i>	<i>p</i> <sup>*</sup>
O'Leary Plaque Index (%)	47.79±22.84	39.93±20.89	-7.86	4.064	<0.001
Tongue Coating Index (Score)	7.27±2.06	5.50±2.27	-1.77	6.989	<0.001

M±SD: mean±standard deviation; \*by paired t-test at  $\alpha=0.05$ .

## 3. 교육 전·후 구강위생 관리 인식 및 태도 변화

교육 전·후 구강위생 관리에 대한 인식 및 태도 변화를 분석한 결과는 <Table 2>와 같다. 8개 측정 문항 모두에서 교육 후 점수가 통계적으로 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 특히 '취약 부위(치간 등) 신경 써서 닦음'과 '구강관리를 위한 시간 투자' 항목에서 비교적 큰 변화가 나타났다. 다만 일부 항목은 다른 변수에 비해 변화 폭이 상대적으로 제한적인 경향을 보였다. 또한 전체 구강위생 관리 인식 및 태도 점수의 평균값 역시 교육 후  $3.55\pm 0.79$ 점에서  $4.31\pm 0.50$ 점으로 증가하여 통계적으로 유의한 변화를 보였다( $t=5.289$ ,  $p<0.001$ ).

**Table 2.** Changes in oral health awareness and attitudes

Survey items	Pre-test (M±SD)	Post-test (M±SD)	<i>t</i>	<i>p</i> <sup>*</sup>
Brushing teeth more than twice a day	4.50±0.73	4.75±0.53	-2.122	0.040
Careful brushing on vulnerable areas	3.36±0.97	4.36±0.57	-5.437	<0.001
Use of dental floss or interdental brush	3.02±1.19	4.00±1.03	-4.273	<0.001
Investing time for oral hygiene care	2.98±1.15	4.11±0.78	-5.294	<0.001
Confidence in practicing correct toothbrushing	3.89±0.92	4.27±0.69	-2.366	0.023
Ability to recognize plaque-vulnerable areas	3.52±1.11	4.41±0.73	-4.730	<0.001
Planning and executing oral health behaviors	3.50±1.05	4.34±0.64	-4.199	<0.001
Confidence in maintaining long-term oral health	3.64±1.01	4.20±0.73	-2.858	0.007
Mean total score	3.55±0.79	4.31±0.50	5.289	<0.001

M±SD: mean±standard deviation; \*by paired t-test at  $\alpha=0.05$ .

## 4. 프로그램 만족도

시각적 피드백 교육 프로그램에 대한 만족도를 조사한 결과는 <Table 3>과 같다. 모든 문항 점수는 5점 만점 기준으로 제시되었으며, 전반적으로 높은 만족도가 나타났다. 특히 '구강위생 실천 행동 변화에 도움' 항목이  $4.80\pm 0.46$ 점으로 가장 높게 나타났다.

**Table 3.** Satisfaction with the visual feedback education program

Items	M±SD
Visual clarity of dental plaque status	4.59±0.58
Clear recognition of behaviors to be improved	4.75±0.49
Helpful in changing oral hygiene practice behaviors	4.80±0.46
Intention to continuously use disclosing agents	4.43±0.73

M±SD: mean±standard deviation.

Scores were measured on a 5-point Likert scale (1=strongly disagree to 5=strongly agree).

## 5. 인식 변화와 O'Leary Index 상관관계

<Table 4>는 구강위생 인식 점수 변화와 O'Leary Index 감소 간의 상관관계를 분석한 결과이다. Pearson 상관분석 결과 두 변수 간에는 통계적으로 유의한 상관관계가 나타나지 않았다( $r=-0.152, p=0.326$ ).

**Table 4.** Correlation between changes in oral hygiene awareness and O'Leary index

Variables	r	p
Δ Oral hygiene awareness - Δ O'Leary index	-0.152	0.326

Δ Awareness = Post - Pre; Δ O'Leary Index = Pre - Post.

## 6. 실습 후 주관적 평가 및 행동 변화 의지

착색제 실습 후 주관적 평가 및 행동 변화 의지를 조사한 결과는 <Table 5>와 같다. 대상자의 다수가 실습을 통해 치면세균막의 상태를 인식하고 취약 부위를 확인하는 경험을 하였으며, 향후 보조구강관리용품 사용 및 적극적인 구강위생 관리 행동을 실천하고자 하는 의지를 보였다. 이는 시각적 피드백 기반 교육이 행동 변화 동기 형성에 긍정적인 영향을 미쳤음을 시사한다.

**Table 5.** Subjective evaluation and intended behavioral changes after practice

Categories	Items	N (%)
Most impressive point	Realized the severity of dental plaque	18 (40.9)
	Visually confirmed vulnerable areas	15 (34.1)
	Shock from visual effect	10 (22.7)
	Others	1 (2.3)
Habits to improve	Use of auxiliary oral hygiene devices	23 (52.3)
	Meticulous toothbrushing	12 (27.3)
	Paying attention to vulnerable areas	8 (18.2)
	Regular use of disclosing agents	1 (2.3)

Percentages were calculated based on N = 44.

## 총괄 및 고안

본 연구는 천연 청색 치면착색제를 활용한 시각적 피드백 교육이 치위생과 학생의 구강위생지수 및 구강위생 관리 인식과 태도에 미치는 변화를 확인하고자 수행되었다. 연구 결과, 시각적 피드백 교육 적용 후 올리어리 지수와 설태지수는 유의하게 감소하였으며, 구강위생 관리 인식 및 태도 역시 전반적으로 향상된 것으로 나타났다. 이는 치면착색제를 활용한 구강보건교육이 구강위생 상태 개선에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구 결과와 일치한다. 또한 치면착색제는 치면세균막을 시각적으로 확인하게 함으로써 대상자의 자가 구강관리를 유도하는 교육적 도구로 작용한다는 점에서 선행연구와 맥락을 같이 한다[18-20].

이러한 결과는 시각적 피드백을 통해 대상자가 자신의 구강 상태를 직접 인지하고 즉각적인 행동 수정이 이루어졌기 때문으로 해석된다. 특히 본 연구 대상자는 치위생과 학생으로 기본적인 구강건강 지식을 보유하고 있어 시각적 정보가 행동 변화로 빠르게 연결되었을 가능성이 있다. 또한 본 연구는 단회성 교육 직후 즉각적인 변화를 측정한 반면 일부 선행연구는 반복 교육이나 장기 추적을 포함하고 있어 결과의 차이가 나타날 수 있다[18,19].

특히 본 연구에서 사용한 청색 치면착색제는 구강 내 붉은색 치은 조직과 명확한 색상 대비를 이루어, 육안으로 식별하기 어려운 치면세균막과 설태를 직관적으로 인지하는 데 도움을 준 것으로 판단된다. 기존 에리트로신 제제가 세포 독성 논란과 심미적 거부감으로 인해 사용이 제한되었던 점을 고려할 때[12], 천연 청색 제제의 생체적합성과 시인성은 기존 제제를 대체할 수 있는 교육 도구로서의 활용 가능성을 시사한다[13-15].

본 연구에서 나타난 변화는 치면착색제 자체의 효과라기보다는 시각적 피드백을 통해 강화된 교육적 개입의 결과로 해석하는 것이 타당하다. 즉, 치면착색제는 치면세균막을 시각적으로 확인하게 하는 도구로 작용하며, 실제 행동 변화를 유도하는 핵심 기전은 시각적 피드백에 있다고 볼 수 있다.

구강위생 관리 인식 및 태도 역시 모든 문항에서 유의하게 증가하였으며, 이는 시각적 피드백 과정이 대상자에게 구강 상태에 대한 명확한 인식을 제공하고 행동 변화 동기를 강화했기 때문으로 해석된다. 이러한 결과는 구강건강 행태와 구강 관련 삶의 질 간의 밀접한 연관성을 보고한 선행연구와도 일치한다[21,22]. 다만 일부 항목은 상대적으로 변화 폭이 제한적으로 나타났는데, 이는 사전 점수가 높은 수준이었거나 일부 구강위생 행동이 단기간 내 변화하기 어려운 습관적 특성을 포함하고 있기 때문으로 판단된다.

한편, 구강위생 인식 변화량과 올리어리 지수 감소량 간의 상관관계는 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 인식 변화가 단기적으로는 빠르게 나타날 수 있으나, 실제 구강위생 행동 수행 능력이나 기술적 숙련도는 개인별 차이에 따라 다양하게 나타나기 때문으로 해석된다. 또한 구강위생 행동은 반복 학습과 습관 형성을 필요로 하는 영역이므로 단기적 개입만으로 인식과 행동 간의 관계를 충분히 설명하는 데에는 한계가 있다. 또한 본 연구에서는 Likert 척도 기반 변화량과 비교적 제한된 표본 수를 고려할 때 비모수적 상관분석 적용 가능성도 있으나, 정규성 검토 결과를 바탕으로 Pearson 상관분석을 적용하였다. 향후 연구에서는 다양한 통계적 방법을 적용하여 분석 결과의 타당성을 보다 정교하게 검증할 필요가 있다.

한편, 본 연구에 사용된 설문 도구는 높은 내적 일관성을 확보하고 있어 측정의 신뢰성은 확보된 것으로 판단된다[23]. 따라서 상관관계가 유의하지 않게 나타난 결과는 측정 도구의 문제보다는 연구 설계나 단기적 개입의 특성에 기인한 것으로 해석할 수 있다.

본 연구는 단일군 사전-사후 설계로 수행되어 대조군이 없어 중재 효과를 독립적으로 해석하는 데 제한이 있으며, 시간 경과나 반복 측정에 따른 영향 가능성을 완전히 배제하기 어렵다. 또한 교육 직후 단기적인 변화를 측정하였기 때문에 장기적인 행동 유지 효과를 확인하지 못한 한계가 있다. 설문조사는 자기보고 방식으로 진행되어 사회적 바람직성 편향이 개입되었을 가능성이 있으며, 대상자의 대부분이 여학생으로 구성되어 있어 결과의 일반화에 제한이 있다. 또한 단일 평가자에 의한 측정으로 관찰자 편향 가능성도 존재한다.

또한 본 연구는 특정 대학 치위생과 1학년 학생을 대상으로 수행되어 대상자의 특성이 제한적이며, 성별 편중 또한 존재한다. 더불어 구강건강 행태 형성 초기 단계 집단을 대상으로 수행되었기 때문에 교육 효과가 상대적으로 크게 나타났을 가능성도 고려할 필요가 있다. 향후 연구에서는 학년, 연령 및 성별을 다양하게 포함한 집단을 대상으로 반복 연구를 수행할 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 규제에 의해 사용이 제한된 화학적 착색제를 대체할 천연 청색 치면착색제의 교육적 유효성을 객관적 지표를 통해 확인하고, 치위생 실습 교육에서 시각적 피드백 기반 교수법의 적용 가능성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

## 결론

본 연구는 천연 청색 치면착색제를 활용한 시각적 피드백 교육을 치위생과 학생에게 적용하여 구강위생지수와 구강위생 관리 인식 및 태도의 변화를 확인하고자 수행되었다.

연구 결과, 시각적 피드백 교육 적용 후 대상자의 올리어리 지수(O'Leary Index)와 설태지수는 교육 전보다 통계적으로 유의하게 감소하였으며( $p < 0.001$ ), 구강위생 관리에 대한 인식 및 태도 점수는 모든 측정 항목에서 유의하게 증가하는 양상이 나타났다( $p < 0.05$ ). 또한 시각적 피드백 프로그램에 대한 만족도는 전반적으로 높은 수준으로 확인되었다.

이러한 결과는 시각적 피드백 기반 구강보건교육 적용 후 구강위생 상태 및 구강위생 관리 인식과 태도의 변화가 나타났음을 보여준다. 다만, 단일군 사전-사후 설계로 수행된 본 연구의 특성상 인과적 해석에는 제한이 있다. 따라서 본 연구 결과는 시각적 피드백 기반 구강보건교육의 교육적 활용 가능성을 시사하는 기초 자료로 활용될 수 있으며, 향후 대조군을 포함한 반복 연구를 통해 그 효과를 보다 명확히 검증할 필요가 있다.

## Notes

### Author Contributions

Conceptualization: SR Jo; Data collection: JN Lim, SR Jo; Formal analysis: SR Jo; Writing-original draft: JN Lim, SR Jo; Writing-review&editing: JN Lim, JY Lee, SR Jo

## Conflicts of Interest

JN Lim and JY Lee are affiliated with Thomastone Co., Ltd., the manufacturer of the disclosing agent (Dentichak Pro) used in this study. SR Jo declares no potential conflict of interest.

## Funding

This work was supported by the Ministry of SMEs and Startups (MSS), Republic of Korea, under the 2024 Startup Growth Technology Development Program (TIPS Program) (Project No. RS-2024-00437832).

## Ethical Statement

This study was approved by the Institutional Review Board (IRB) of Yeungnam University College (IRB No. 2-7008156-AB-N-01-A-2026-002).

## Data Availability

The data that support the findings of this study are available from the corresponding author upon reasonable request.

## Acknowledgements

None.

## References

1. Nicholls C. Periodontal disease incidence, progression and rate of tooth loss in a general dental practice: the results of a 12-year retrospective analysis of patient's clinical records. *Br Dent J* 2003;194(9):485–8. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810062>
2. Lee JY, Choi YY, Choi Y, Jin BH. Efficacy of non-surgical treatment accompanied by professional toothbrushing in the treatment of chronic periodontitis in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled clinical trial. *J Periodontal Implant Sci* 2020;50(2):83–96. <https://doi.org/10.5051/jpis.2020.50.2.83>
3. National Health Insurance Service. 2021 major health insurance statistics [Internet]. Wonju: NHIS; 2022 [cited 2026 Mar 15]. Available from: <https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaec06700m01.do?mode=view&articleNo=10811517&article.offset=0&articleLimit=10&srSearchVal=2021>
4. Korea Disease Control and Prevention Agency. The 14th Korea Youth Risk Behavior Survey 2018 [Internet]. Sejong: KDCA; 2018 [cited 2026 Mar 15]. Available from: <https://www.kdca.go.kr/yhs/yhs/main.do>
5. Ha MO, Cho MJ, Kim EM. The effects of incremental dental care (IDC) on kindergarten children. *J Korean Soc Dent Hyg* 2013;13(2):271–7. <https://doi.org/10.13065/jksdh.2013.13.2.271>
6. Oh HM, Cho JW, Kim DH. Effects of continuous oral health care on periodontal disease in adults in Jeju Island, South Korea. *Int J Clin Prev Dent* 2024;20(1):1–11. <https://doi.org/10.15236/ijcpd.2024.20.1.1>
7. Thu KM, Yeung AWK, Samaranayake L, Lam WYH. Denture plaque biofilm visual assessment methods: a systematic review. *Int Dent J* 2024;74(1):1–14. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.06.010>
8. Tan AE, Wade AB. The role of visual feedback by a disclosing agent in plaque control. *J Clin Periodontol* 1980;7(2):140–8. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1980.tb01957.x>
9. Mensi M, Scotti E, Sordillo A, Agosti R, Calza S. Plaque disclosing agent as a guide for professional biofilm removal: a randomized controlled clinical trial. *Int J Dent Hyg* 2020;18(3):285–94. <https://doi.org/10.1111/idh.12442>
10. Lei B, Liu J, Zhao S, Chen C, Cheng Z, Yao T, et al. Plaque disclosing agent as a plaque control guide for oral hygiene in chronic periodontitis based on guided biofilm therapy: a retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2025;104(23):e42782. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042782>

11. Lee JY, Park HJ, Lee HJ, Cho HJ. The use of an interdental brush mitigates periodontal health inequalities: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *BMC Oral Health* 2019;19(1):168. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0858-6>
12. Jung IH, Yeon KH, Song HR, Hwang YS. Cytotoxicity of dental disclosing solution on gingival epithelial cells in vitro. *Clin Exp Dent Res* 2020;6(6):669–76. <https://doi.org/10.1002/cre2.321>
13. Kim MH, Lee MH, Hwang YS. Natural blue pigment from *Gardenia jasminoides* Ellis (Rubiaceae) as a dental plaque disclosant. *J Dent Hyg Sci* 2021;21(1):38–44. <https://doi.org/10.17135/jdhs.2021.21.1.38>
14. Jung IH, Hwang YS. Evaluation of the suitability of Gardenia blue pigment derived from *Gardenia jasminoides* Ellis (Rubiaceae) as a dental plaque disclosant. *Clin Exp Dent Res* 2022;8(5):1035–9. <https://doi.org/10.1002/cre2.634>
15. Kim KM, Kim HJ. Development of tooth color dyeing using natural materials and tooth coloring effect. *J Next-generation Convergent Technol Assoc* 2023;7(11):1907–14. <https://doi.org/10.33097/JNCTA.2023.07.11.1907>
16. O'Leary TJ, Drake RB, Naylor JE. The plaque control record. *J Periodontol* 1972;43(1):38. <https://doi.org/10.1902/jop.1972.43.1.38>
17. Winkel EG, Roldán S, Van Winkelhoff AJ, Herrera D, Sanz M. Clinical effects of a new mouthrinse containing chlorhexidine, cetylpyridinium chloride and zinc-lactate on oral halitosis: a dual-center, double-blind placebo-controlled study. *J Clin Periodontol*. 2003;30(4):300–6. <https://doi.org/10.1034/j.1600-051X.2003.00342.x>
18. Han S, Kim SJ, Lee T, Jung HI, Lee KE, Song JS. Comparison of the short time effect of an oral hygiene education in four sessions via quantitative light-induced fluorescence technology versus disclosing agents in children: a randomized, crossover clinical trial. *Children (Basel)* 2024;11(11):1371. <https://doi.org/10.3390/children11111371>
19. Nepale MB, Varma S, Suragimath G, Abbayya K, Zope S, Kale V. A prospective case-control study to assess and compare the role of disclosing agent in improving the patient compliance in plaque control. *J Oral Res Rev* 2014;6(2):45–8. <https://doi.org/10.4103/2249-4987.152907>
20. Oliveira LM, Pazinatto J, Zanatta FB. Are oral hygiene instructions with aid of plaque-disclosing methods effective in improving self-performed dental plaque control? A systematic review of randomized controlled trials. *Int J Dent Hyg* 2021;19(3):239–54. <https://doi.org/10.1111/idh.12491>
21. Jo HY, Jung YS, Park DO, Lee YE, Choi YH, Song KB. The association of oral impacts on daily performances for children (C-OIDP), oral health condition and oral health-related behaviors. *J Dent Hyg Sci* 2016;16(3):242–8. <https://doi.org/10.17135/jdhs.2016.16.3.242>
22. Kamra S, Ramalingam K, Sk S, Sukhija M, Sihmar S. Oral hygiene instructions with plaque-disclosing agents to improve self-performed dental plaque control: a case report. *Cureus* 2024;16(10):e72205. <https://doi.org/10.7759/cureus.72205>
23. Tavakol M, Dennick R. Making sense of Cronbach's alpha. *Int J Med Educ* 2011;2:53–5. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>