



Original Article

염화세틸피리디늄 계열 구강세정제의 가철성 교정장치에 대한 세정효과

하다슬¹ · 이경희^{1,2}

¹동서대학교 보건과학과 · ²치위생학과

Clean effect of a cetylpyridinium chloride-based mouthwash on removable orthodontic appliances

Da-Seul Ha¹ · Kyung-Hee Lee^{1,2}

¹Department of Health Science, Graduate School of Dongseo University

²Department of Dental Hygiene, Dongseo University

Corresponding Author: Kyung-Hee Lee, Department of Dental Hygiene, Dongseo University, 47 Jujue-ro, Sasang-gu, Busan-si, 47011, Korea. Tel: +82-51-320-2730, Fax: +82-51-320-2752, E-mail: kyhee@gdsu.dongseo.ac.kr

ABSTRACT

Objectives: Cetylpyridinium chloride CPC-based mouthwashes are well known to have no harmful ingredients in the mouth and can be used for a long time. The purpose of this study was to evaluate the effect of using CPC-based mouthwashes to suppress the biofilm formation and antibiotics for handling orthodontic appliances. **Methods:** To measure the antibacterial effect, *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) cultured orthodontic appliances were precipitated in Gargreen and Polident for 5 minutes, incubated at 37°C for 24 hours(h). In order to measure the biofilm removal effect, the degree of biofilm formation on the orthodontic appliances was stained with a methylene blue and the difference before and after was compared using image J software program (NIH Image J; NIH, Bethesda, MD). **Results:** The viability of *S. mutans* according to the concentration showed that Gargreen and Polident inhibited colony formation compared to the control, respectively ($p<0.01$). The degree of biofilm formation was significantly higher in the control, however both Gargreen and Polident significantly reduced it compared to the before and after condition on removable orthodontic appliances ($p<0.01$). **Conclusions:** This study suggests that the use of Gargreen, a cetylpyridinium chloride based oral cleaning cleanser, could be replaced by Polident for antibacterial effect and biofilm formation on removable orthodontic appliances.

Key Words: Antibacterial effect, Biofilms, Cetylpyridinium, Mouthwashes, Polident, *Streptococcus mutans*

색인: 항 미생물 효과, 치면세균막, 염화세틸피리디늄, 구강세정제, 폴리덴트, 뮤탄스 연쇄상 구균

서론

최근 치의학이 발전하고 소득수준이 증가하면서 일반인들의 의식 수준과 외모에 관한 관심이 높아짐에 따라 교정 치료에 대한 수요도 증가하는 추세이다[1-4].

가철식 교정장치는 환자 스스로 착·탈착할 수 있으며 환자가 착용하고 있을 때 교정력이 작용하는 장치이다. 가철식 교정장치의 종류는 크게 성장기 아동의 치아 이동에 국한된 치료를 하는 장치와 골격 형태를 변화시키기 위한 장치, 그리고 치아 교정이 끝난 후 사용되는 보정장치로 구분할 수 있다. 가철식 교정장치는 항상 착용, 식사 시 제거, 수면 시 착용하는 방법 등을 통해 장치의 기능을 수행하기 위해 구강에 일정한 기간 착용하게 된다. 교정장치의 부착 및 착용은 장치와 치아 사이에 타액의 흐름이 변화하게 된다. 타액에는 다양한 종류의 세균이 존재하며 그 중 *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)는 초기 치면세균막 형성에 중요한 역할을 한다. 장치 착용으로 인해 자정 효과를 얻기 어려운 환경

www.kci.go.kr

에서는 치면세균막(Biofilm)의 부착이 증가하여 치석의 축적, 구취 등을 유발할 수 있으며 치아우식증과 치주질환과 같은 세균성 질환의 발생률이 높아지게 된다[5-7]. 따라서 건강한 구강 환경을 유지하기 위해서는 장치의 위생 관리가 필수적이다.

가철식 교정장치 표면을 세정하는 방법으로는 크게 세제나 전용 약제를 사용한 칫솔질과 초음파 장치를 이용하는 기계적 방법과 화학적 약제를 사용하는 화학적 방법이 있다[8,9]. 일반적으로 장치 세정제로 사용되고 있는 주방세제는 세정력이 강한 합성계면활성제(Sodium lauryl sulfate) 성분이 포함되어 있어 적정 농도 이상으로 사용할 경우, 종양이나 발암의 원인이 될 수 있고, 피부나 점막에 자극을 유발한다는 유해성에 대한 보고가 있으며, 구강 내에서는 아프트성 궤양의 발생과 건조감을 증가시킬 수 있다[10-12]. 화학적 방법에 사용하는 약제에는 알칼리 과산화물, 차아염소산나트륨, 소독제, 효소 등이 있으며 이는 칫솔이 닿지 않는 곳까지 세정하는데 효과적인 방법으로 보고되고 있다[13].

가철식 교정장치 세정제에 사용되는 화학적 세정제는 보철물 소독을 위해 제조된 것이며, 남아있을 수 있는 일부 세정제의 성분으로 인해 알레르기를 유발할 가능성이 있다[14]. 환자에게 유해할 수 있으므로 구강 외에서 사용 후 세정제를 충분히 헹구고 착용해야 한다.

폴리덴트를 포함한 의치 및 가철식 교정장치 세정제에 포함된 과황산화합물은 모든 가철식 교정장치 세정제에 포함된 구성성분이다. 과황산화합물은 박테리아의 살균작용을 유도하고 음식물 찌꺼기, 플라크를 제거하는 효과가 있다. 그러나 강한 산성을 띠기 때문에 입안에 직접 닿는 일이 없도록 해야 하며 알레르기를 유발할 가능성이 있어 체질에 따라 잇몸 통증, 피부 발진, 두드러기나 호흡곤란 등의 부작용이 있다고 보고되고 있다[14].

구강세정제는 구강 내 미생물 수를 줄이기 위해 널리 사용되는 방법의 하나로 오래전부터 사용되어왔으며 임상적으로 치면세균막 감소와 치은염 예방 효과가 있다는 많은 연구 결과가 있다[15-18]. 다양한 종류의 성분들이 구강세정제에 배합되어 있지만, 그 중의 염화세틸피리디늄(CPC; Cetylpyridinium chloride)가 배합된 구강세정제는 치면세균막 형성을 억제하고 치은염을 예방하며 구강세균에 우수한 항균 효과를 가지고 있다[19]. 양이온성 항균물질인 CPC는 클로르헥시딘이나 페놀 기반의 다른 구강세정제보다 잔류효과가 상대적으로 낮으나 장기간 사용할 수 있는 보조 구강 환경관리 제제로 치면세균막 관리와 치은염 완화에 효과가 있다고 보고되고 있다[19]. 0.2% 클로르헥시딘, 0.05% 살리실산염 용액 및 리스테린(Johnson and Johnson, USA)과 같은 페놀 기반 구강세정제는 가철식 교정장치 세정제로 사용하는 것이 널리 보고되고 있으나, 클로르헥시딘의 장기간 사용은 착색을 유발하고, 리스테린의 장기간 사용 시에 구강 내 정상 세균총을 무너트린다고 보고된 바가 있다[16-21]. 현재 임상에서는 가철식 교정장치의 세정에 관한 연구 사례가 거의 없어 의치 세정 방법을 응용하여 환자에게 교육하고 있다.

이에 본 연구는 구강 내의 유해한 성분이 없고 장기간 사용이 가능한 CPC 기반의 구강세정제의 가철식 교정장치에 대한 항 미생물 효과와 치면세균막 제거 효과를 평가하여 가철식 교정장치 세정제로서의 사용 가능성을 확인하고자 하였다.

구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 가철식 교정장치에 대한 CPC 기반 구강세정제(가그린)의 농도에 따른 항 미생물 효과를 알아보고자 한다.

둘째, 가철식 교정장치에 대한 시판용 교정장치 세정제(폴리덴트)의 농도에 따른 항 미생물 효과를 비교하고자 한다.

셋째, 가철식 교정장치에 대한 CPC 기반의 구강세정제와 시판되는 교정장치 세정제의 치면세균막 제거 효과를 비교하고자 한다.

연구방법

1. 연구재료

1) 세균

본 실험에 사용된 균주는 Korean Collection for Type Cultures (KCTC)에서 *Streptococcus mutans* (KCTC 5316)를 분양받아 사용하였다. 세균 증식을 위해 Brain heart infusion broth (BHI; Difco, Sparks, MD, USA) 액체배지에 2-3회 계대배양 후 같은 배지를 이용하여 37°C 호기성 배양기(VS-1230P3V, Vision Scientific Corp., Korea)에서 배양하고 BHI agar 고체배지에 분주하여 single colony로 보관 및 사용하였다.

2) 세정제

본 연구에서는 실험균은 착색을 일으키는 색소가 포함되어 있지 않은 CPC 기반의 구강세정제(Gargeen zero; Dongkook Corp., Korea)를 사용하였으며, 일반적으로 시판되는 교정장치 세정제(Polident; GlaxoSmithKline, Brentford, UK)를 positive control로 사용하였다<Table 1>. 세정제에 따른 가철식 교정장치에 대한 항 미생물 효과와 교정장치 치면세균막 제거 효과를 비교하기 위하여 세정제 대신 멸균 증류수를 negative control로 사용하였다.

Table 1. Composition of cleaning agent

Cleaner	Constituent
Gargreen zero (Dongkook)	Sodium fluoride, Cetylpyridinium chloride, Potassium sorbate, Concentrated glycerin soln, Saccharin sodium, Citric acid hydrate, Purified water
Polident (GlaxoSmithKline)	Sodium percarbonate, Persulfide oxide compound, Tetraacetylenediamine, Sodium benzoate, Dium lauryl sulfate, Citric acid anhydrous, Anhydrous sodium carbonate, VP/VA copolymer, Sodium bicarbonate, Polyethylene glycol 8000

2. 세균 배양 및 치면세균막 형성

고체배지 *S. mutans* single colony를 10 mL BHI 배지에서 24시간 37°C에서 배양하고, 활성화한 후 흡광계(Thermo Scientific™ Multiskan™ GO Microplate Spectrophotometer, USA)를 사용하여 550 nm에서 광학 밀도(OD) 값을 0.2에서 0.4 범위 내에서 각 배양 용액으로 사용하였다. 교정장치 표면에 치면세균막을 형성시키기 위해서 동일한 모형에서 제작된 가철식 교정장치를 플라즈마 멸균기를 이용하여 멸균하였다. 50 mL 튜브에 교정장치가 충분히 잠길 수 있게 배양된 *S. mutans* 균 15 mL을 넣고 멸균된 교정장치를 담가 24시간 37°C 배양기에 배양하여 최종 밀도가 3×10⁶ CFU/mL가 되도록 하였다.

3. 세정제 처리

치면세균막이 형성된 시편을 BHI 액체배지에 10초 동안 가볍게 행군다. 멸균된 50 mL 튜브에 각각의 농도별 CPC 기반 구강세정제와 시판용 교정장치 세정제, 멸균 증류수를 15 mL 넣고 시편이 완전히 잠기도록 하여 5분 처리하였다. CPC 기반 구강세정제는 원액을 100%로 사용하였고, 멸균 증류수를 이용하여 50%의 희석 용액을 만들어 사용하였다. 시판되는 교정장치 세정제의 경우 제조회사의 권장 사항에 따라 제조하였다. 세정제 1정과 멸균 증류수 200 mL를 혼합하여 교정장치 세정제 100%를 제조하였다. 교정장치 세정제 50% 희석 용액은 멸균 증류수를 이용하여 희석 사용하였다.

4. 생균 수 측정

CPC 기반 구강세정제의 항 미생물 작용 효과를 비교하기 위하여 생균 수를 측정하였다. 각각의 농도별 세정 처리한 시편을 꺼내서 BHI 액체배지에 10초 동안 가볍게 세정 후 15 mL의 BHI 액체배지에 시편을 담구어 24시간 동안 37°C에서 배양기에 배양하였다. 배양한 미생물 현탁액은 흡광계를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하고 BHI agar 고체배지에 희석한 *S. mutans* 균 100 µL를 도말하여 24시간 37°C에서 배양기에 배양 후 육안으로 관찰되는 세균의 집락 형성 단위(CFU; Colony Forming Unit)를 세어 최종적으로 CFU/mL 단위로 환산하였다.

5. 치면세균막 형성 억제 측정

CPC 기반 구강세정제의 세균막 형성 억제 효과를 확인하고자 세정제 처리 전 치면세균막이 형성된 교정장치 시편을 메틸렌블루 시료로 염색 처리하였다(Fig. 1). 염색된 교정장치를 CPC 기반 구강세정제와 시판되는 교정장치 세정제, 멸균 증류수에 침전시켜 초음파 세정기에 5분 세정하고, ImageJ software program (National Institutes of Health; Bethesda, MD, USA)를 이용하여 염색 전후 차이를 비교하였다. 실험에 사용한 교정장치 시편은 플라즈마 멸균을 진행한 동일한 모형으로 제작한 3개의 가철식 교정장치를 한 세트로 각 실험당 3회 이상 반복 실험을 하였다.

$$\text{치면세균막제거율(\%)} = \frac{\text{초음파 세척 후 교정장치 염색된 면적(mm}^2\text{)}}{\text{초음파 세척 전 교정장치 염색된 면적(mm}^2\text{)}} \times 100$$

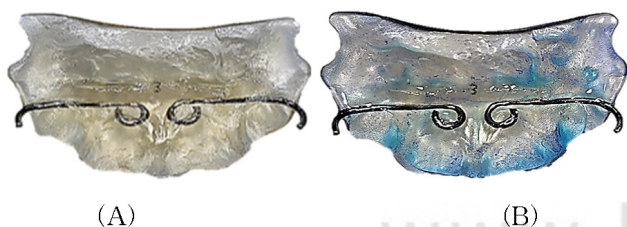


Fig. 1. Before (PRE) and after (POST) dyeing the removable orthodontic appliances with methylene blue. (A) Before dyeing with methylene blue; (B) After dyeing with methylene blue

6. 자료분석

자료분석은 IBM SPSS program (ver. 24.0; IBM Corp., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 각 세정제에 따른 생균 수 측정 및 치면세균막 형성 결과는 대조군과 농도별 그룹 간 차이 비교를 위해 one-way ANOVA를 시행하였으며, 사후검정은 Dunnett test를 실시하였다. 유의수준(α)은 0.05 범위에서 통계학적 유의성을 검증하였다. 또한, 치면세균막 형성억제 측정 시 각 세정제의 그룹 내 세척 전과 후 비교는 t-test를 진행하였다.

연구결과

1. *S. mutans* 생균 수 측정

가철식 교정장치에서 CPC 기반의 구강세정제의 농도에 따른 세균 집락 수를 측정하였을 때 대조군은 $119.70 \pm 23.80 \times 10^6$ CFU/mL, CPC 기반의 구강세정제 50% 군은 $27.75 \pm 7.03 \times 10^6$ CFU/mL, 100% 군은 $7.75 \pm 6.13 \times 10^6$ CFU/mL로 측정되었다. 생균 수 측정에서 대조군과 비교 시 CPC 기반 구강세정제 100%와 50% 실험군 모두에서 유의미하게 *S. mutans*의 성장을 억제하는 양상이 관찰되었으나($p < 0.01$), CPC 기반 구강세정제 50% 군과 100% 군 사이에는 통계적 차이를 보이지 않았다<Fig. 2>. 가철식 교정장치에서 시판되는 교정장치 세정제의 농도에 따른 *S. mutans*의 세균 집락 수를 관찰한 결과 대조군은 $60.64 \pm 5.78 \times 10^6$ CFU/mL, 시판되는 교정장치 세정제 50% 군은 $19.95 \pm 4.36 \times 10^6$ CFU/mL, 100% 군은 $13.17 \pm 1.97 \times 10^6$ CFU/mL로 관찰되었다. 시판용 교정장치 세정제 50%와 100% 군 모두에서 대조군과 유의미하게 *S. mutans* 성장 억제 효과를 확인하였다($p < 0.01$)<Fig. 3A>. 즉, 생균 수 측정에서 CPC 기반 구강세정제와 시판용 교정장치 세정제 모두 항균 효과를 가지고 있는 것으로 관찰되었다. 하지만, 각 세정제의 100% 군 비교 시 두 그룹 간의 구강 미생물 성장 억제 효과는 유의한 차이를 보이지 않았다<Fig. 3B>.

3. 치면세균막 형성 억제

가철식 교정장치에 *S. mutans*에 의한 치면세균막 형성을 야기한 후, 각 세정제의 초음파 세정 전(PRE)과 후(POST)의 변화를 메틸렌블루로 염색하여 표면 상태를 측정하였다. 초음파 세정 후 교정장치의 치면세균막 형성 억제는 CPC 기반의 구강세정제와 시판되는 교정장치 세정제 모두에서 유의미하게 감소하는 양상을 보였다<Fig. 4>. 즉, 세 그룹 모두에서 세정 전과 후의 치면세균막 제거율은 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다($p < 0.01$). 또한, 대조군과 CPC 기반 구강세정제 및 시판용 교정장치 세정제의 치면세균막 형성 억제 효과비교 시 두 그룹 모두 유의하게 감소함을 확인하였으나($p < 0.01$), 두 가지 세정제 그룹 사이에서는 통계적 차이는 관찰되지 않았다($p > 0.05$). 하지만, CPC 기반의 구강세정제에서 치면세균막 형성을 더 억제하는 경향을 보였다.

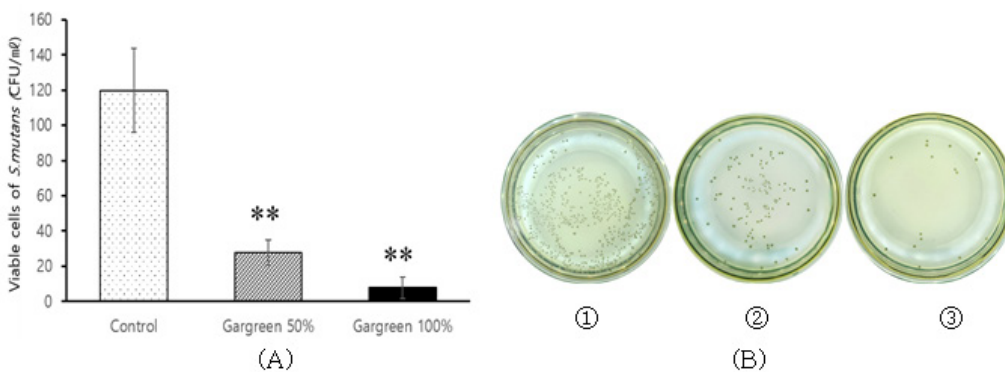


Fig. 2. (A) Comparison of viable colonies count of *S. mutans* according to the concentration of CPC-based mouthwashes (Gargreen) for cleaning of removable orthodontic appliances; (B) Representative photograph for culture dishes for all group ① Control ② CPC-based mouthwashes 50% group ③ 100% group. The data are presented as the Mean±SEM from three independent experiments. one-way ANOVAs with Dunnett’s post-hoc tests.

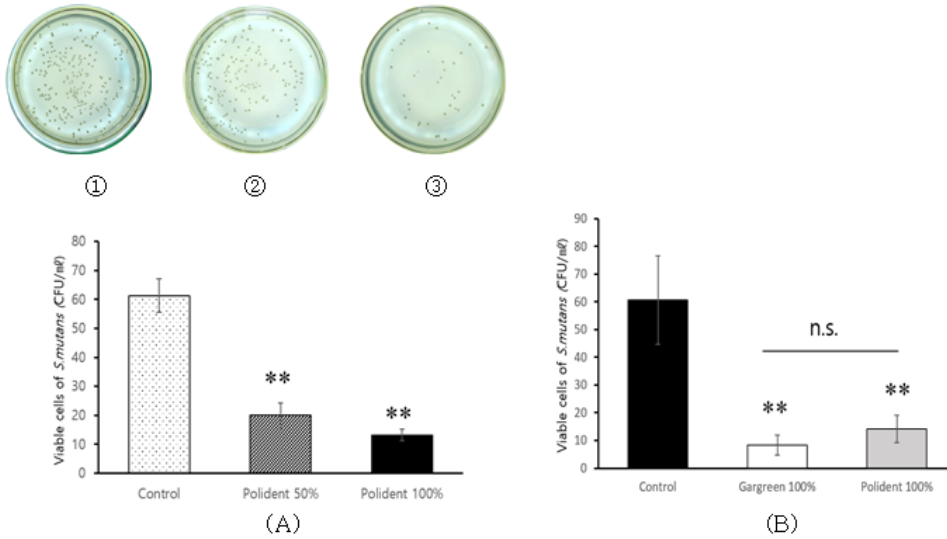


Fig. 3. (A) Number of bacterial colonies according to the concentration of commercial orthodontic cleaning agents (Polident) for cleaning of removable orthodontic appliances. The images represent ① Control ② Orthodontic cleaning agents 50% group ③ 100% group; (B) The quantification of survival bacteria using the colony counting methods as compared with each 100% Gargreen and Polident. ** $p < 0.01$. n.s: not statistically significant between groups.

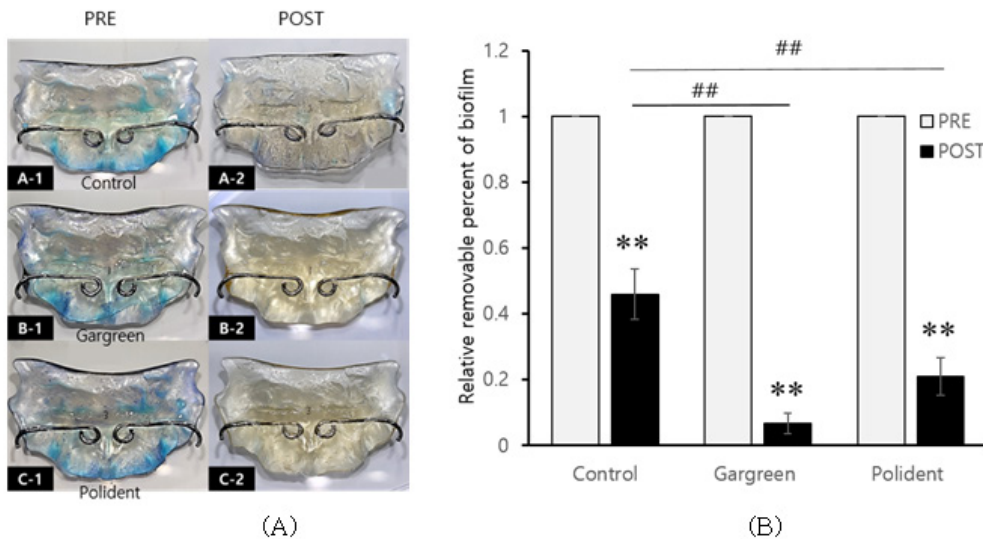


Fig. 4. Inhibitory effect of CPC-based mouthwashes and commercial orthodontic cleaning agents on biofilm formation of *S. mutans* following before and after cleaning for removable orthodontic appliances. (A) Representative photograph showed the degree of biofilm formation on the orthodontic appliances using methyl blue staining at different agents. Control group: before (A-1) after (A-2) cleaning, Gargreen group: before (B-1) after (B-2) cleaning, Polident group: before (C-1) after (C-2) cleaning; (B) The data are presented as the Mean \pm SEM from three independent experiments. One-way ANOVAs with Dunnett's post-hoc tests. ## $p < 0.01$. Comparisons between PRE and POST of each group were conducted by student's t-test. ** $p < 0.01$

총괄 및 고안

지금까지 이루어진 교정장치에 관한 연구는 대부분 고정식 교정장치에 대한 우식증과 치주질환에 관한 연구가 활발히 이루어졌으며, 가철식 교정장치에 관한 연구는 미비하며 치과에서 가철식 교정장치 착용자에게 교정장치 세정에 대한 교육은 관련 연구가 없어 의치 세정 방법을 응용하여 이루어지고 있다.

구강세정제는 구강 내 미생물 수를 줄이기 위해 널리 사용되는 방법으로 임상적으로 치면세균막 감소와 치은염 예방에 효과가 있다는 많은 연구 결과가 있다[15-19]. Renton-Harper[19] 등에 따르면 다양한 종류의 성분들이 구강세정제에 포함되어 있다. 염화세틸피리디늄(CPC; cetylpyridinium chloride)가 배합된 구강세정제는 치면세균막 형성을 억제하고 치은염을 예방하며 구강세균에 우수한 항균 효과가 있으며 장기간 사용할 수 있는 보조 구강 환경관리 제제로 치면세균막 관리와 치은염 완화에 효과가 있다고 보고하였다[19]. 치면세균막에는 다양한 종류의 균들이 혼합되어 있으나 본 연구에서는 초기 치면세균막 형성에 관여하는 *S. mutans*를 대상으로 항균 및 형성억제 효과를 관찰하였으며, You[22]은 시판되는 구강세정제의 항미생물 효과를 확인하기 위해 *S. mutans*를 대상으로 최소억제농도(MIC; Minimal inhibitory concentration)와 최소살균농도(MBC; Minimal bactericidal concentration)를 측정하여 비교 분석한 결과 CPC 기반의 구강세정제가 상대적으로 낮은 농도에서도 높은 항균 효과를 나타내는 것을 확인함으로써 희석된 농도에서도 높은 항균 효과가 관찰된 본 연구 결과와 유사함을 보였다.

가철식 교정장치의 세정 방법은 칫솔을 이용하는 기계적 세정법과 화학적 약제를 사용하는 화학적 세정법으로 구분되며, 기계적 세정법과 화학적 세정법을 병용할 시에 세정 효과가 크다고 보고 하였다[23,24]. 임상에 사용되는 가철식 교정장치 세정에 사용되는 화학적 약제는 의치 세정제를 이용하고 있다. Alam[25], Al-Huraiishi 등[26]은 과황산화합물을 포함한 의치 세정제의 박테리아에 대한 살균효과를 보고 하였다. 강한 산을 띄기 때문에 의치의 치석과 착색을 효과적으로 제거한다. 그러나 가철식 교정장치의 금속 구조물을 부식 또는 변색시키며 눈이나 피부에 유해하고, 체질에 따라 잇몸 통증, 피부 발진, 두드러기나 호흡곤란 등의 부작용이 나타날 수 있어서 장치 세정 후 충분히 헹군 후 장치를 사용해야 한다[14,27]. 이에 본 연구는 가철식 교정장치에 부착된 *S. mutans* 균에 대한 CPC 기반의 구강세정제는 농도에 따른 항균효과를 확인한 결과 50%의 농도에서도 70% 이상의 *S. mutans* 균이 사멸하는 것을 확인하였다. 항균 및 치면세균막 제거 효과에 대한 평가 시간이 짧아 5분 이상 지속하였을 경우의 유효 효과를 평가할 수 없었지만, 세정 시간이 길수록 항균 및 치면세균막 제거가 효과가 우수하다고 보고된 바 있다[28]. 이는 낮은 농도로 희석된 CPC 기반의 구강세정제를 사용하여도 세정 시간을 지속하여 구강의 자극이나 장치의 부식 및 변색이 없이 편리하고 효과적으로 가철식 교정장치의 세정이 가능할 것으로 생각된다.

선행 논문에서는 절편 형태의 가철식 교정장치 시편을 제작하여 평가되었으며 알칼리성 과산화물 가철식 교정장치 세정제는 치면세균막 제거하는 데 효과적이었으나, 세정 후 잔류 치면세균막이 관찰됨을 보고하였다[26,29,30]. 가철식 교정장치는 치아뿐 아니라 치은, 구개 등의 부위를 덮는 형태로 치면세균막 및 착색이 생기기 쉬운 표면 구조를 가진다. 본 연구에는 절편 형태의 시편이 아닌 실제 가철식 교정장치를 표본으로 설정하여 교정장치 표면에 형성된 치면세균막을 제거함으로써 세정제의 치면세균막 제거 효과를 한 번 더 입증하였다.

본 연구 결과 교정장치의 치면세균막에 시판되는 교정장치 세정제와 CPC 기반의 구강세정제 처리 모두에서 전과 후의 치면세균막 제거율은 통계적으로 유의한 차이가 있었지만, 두 그룹 간에는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 세정 효과를 높이기 위해 Cruz[23]와 Akina 등[24]은 기계 세정과 화학 세정을 단일로 시행하는 것보다 병용하는 것이 치면세균막 제거에 효과적이라고 보고된 바 있다. 본 연구에서 초음파 세정만 진행한 증류수보다 세정제와 초음파 세정을 병용하였을 때 치면세균막 제거의 효과가 더 우수한 것으로 나타나 선행 연구와 유사함을 확인하였다. 따라서 CPC 기반의 구강세정제를 이용하여 초음파 세정을 진행할 경우, 더 효율적인 항균 및 치면세균막 제거 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 즉, CPC 기반 구강세정제와 시판용 교정장치 세정제 모두는 각각 미생물 항균 효과와 치면세균막 제거 효과가 있으며, 가철식 교정장치 세정제로서의 가능성을 평가하기 위해 두 가지 세정제의 항미생물 및 치면세균막 제거 효과를 비교하였을 때 통계적인 유의한 차가 없는 것으로 나타났다.

본 연구의 한계점으로 가철식 교정장치에 대한 CPC 기반 구강세정제의 항미생물 효과와 치면세균막 제거 효과는 확인하였으나 세정제의 화학적 작용으로 인한 가철성 교정장치의 표면 변화를 평가하지 못하였고, 구강 내 상주균 중의 하나인 *S. mutans* 균에서 만 연구가 진행된 점이 있다. 이에 향후 연구에서는 초기 치면세균막을 형성하는 *S. mutans* 균뿐만 아니라 형성된 치면세균막의 성장 및 증식에 관여하는 다른 세균들에 관해 분석하는 연구와 이를 직접 환자에게 적용한 *in vivo* 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한, 추후 다양한 CPC 기반의 구강세정제 및 가철성 교정장치에 대하여 노출된 시간, 횟수에 따른 가철식 교정장치의 변화 및 이염에 관하여 보다 체계적이고 구체적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 이러한 연구 제한점에도 불구하고 본 연구는 CPC 기반 구강세정제의 항미생물 효과와 치면세균막 제거 효과를 평가함으로써 시판용 교정장치 세정제의 대체품으로의 가능성을 제시하고자 하였으며, 또한 가철식 교정장치 세척에 대한 CPC 기반의 구강세정제 사용의 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 구강 내의 유해하지 않고 치면세균막 형성을 억제하고 항균작용을 지닌 CPC 기반의 구강세정제의 항 미생물 효과와 치면세균막 제거를 확인하여 가철식 교정장치 세정제로서의 가능성을 확인하고 임상에서 가철식 교정장치의 세정 교육을 위한 기초자료로 제공하고자 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 생균 수 측정에서 대조군과 비교 시 CPC 기반의 구강세정제 50%와 100% 실험군 모두에서 유의미하게 *S. mutans*의 생장을 억제하는 것을 관찰하였으며, 농도가 증가할수록 항 미생물 효과가 증가하는 양상을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다($p>0.05$).

2. 가철식 교정장치에서 시판되는 교정장치 세정제의 농도에 따른 *S. mutans*의 세균 집락 수를 관찰한 결과 시판용 교정장치 세정제 50%와 100% 모두에서 대조군과 유의미하게 *S. mutans* 생장 억제 효과가 관찰되었다($p<0.01$).

3. 또한, CPC 기반의 구강세정제와 시판용 교정장치 세정제는 모두 생균 수 측정 결과 항균 효과가 관찰되었으나($p<0.01$), 두 세정제 사이에서는 통계적으로 유의한 차가 나타나지 않았다($p>0.05$).

4. 가철성 교정장치에 *S. mutans*에 의한 치면세균막 형성 후, 초음파 세정 전(PRE)과 후(POST) 변화를 비교한 결과 대조군과 CPC 기반의 구강세정제 및 시판용 교정장치 세정제 모두에서 유의미하게 감소하였다($p<0.01$). 또한 세정효과에 관하여 대조군과 비교 시 두 가지 세정제 그룹 모두에서 대조군에 비해 유의미하게 치면세균막 형성억제 효과가 관찰되었다. 하지만, 각 세정제 그룹 간의 통계학적 유의미한 차이는 관찰되지 않았으나 CPC 기반의 구강세정제에서 더 억제하는 경향을 보였다.

이상의 결과로 가철식 교정장치에 대한 CPC 기반의 구강세정제와 시판용 교정장치 세정제의 항 미생물 효과와 치면세균막 형성억제 효과 모두 대조군과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 확인하였으나, CPC 기반의 구강세정제와 시판용 교정장치 세정제 두 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 시판되는 세정제 대신 가철식 교정장치 세정에 있어 CPC 기반의 구강세정제를 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

Acknowledgements

This paper was supported by Dongseo Frontier Project in 2022.

Conflicts of Interest

The authors declared no conflicts of interest.

Authorship

Conceptualization: DS Ha, KH Lee; Data collection: DS Ha; Formal analysis: KH Lee; Writing-original draft: DS Ha; Writing-review&editing: DS Ha, KH Lee

References

1. Im DH, Kim TW, Nahm DS, Chang TI. Current trends in orthodontic patients in Seoul National University Dental Hospital. Korean J Orthod 2003;33(1):63-72.
2. Jung MH. Current trends in orthodontic patients in private orthodontic clinics. Korean J Orthod 2009;39(1):36-42. <https://doi.org/10.4041/kjod.2009.39.1.36>
3. Lim HW, Park JH, Park HH, Lee SJ. Time series analysis of patients seeking orthodontic treatment at Seoul National University Dental Hospital over the past decade. Korean J Orthod 2017;47(5):298-305. <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.5.298>
4. Kim YJ. Study on the perception of orthodontic treatment according to age: a questionnaire survey. Korean J Orthod 2017;47(4):215-21. <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.4.215>
5. Lundström F, Krasse B. *Streptococcus mutans* and *lactobacilli* frequency in orthodontic patients: the effect of chlorhexidine treatments. Eur J Orthod 1987;9(2):109-16. <https://doi.org/10.1093/ejo/9.1.109>
6. Scheie AA, Arneberg P, Krogstad O. Effect of orthodontic treatment on prevalence of *Streptococcus mutans* in plaque and saliva. Scand J Dent Res 1984;92(3):211-7. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1984.tb00881.x>

7. Schwaninger B, Vickers N. Developing an effective oral hygiene program for the orthodontic patients. *Am J Ortho* 1979;75(4):447-52. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(79\)90167-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(79)90167-2)
8. Gwinnett AJ, Caputo L. The effectiveness of ultrasonic denture cleaning: a scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent* 1983;50(1):20-5. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(83\)90159-2](https://doi.org/10.1016/0022-3913(83)90159-2)
10. Ejvind BJ. Materials and methods for cleaning dentures. *J Prosthet Dent* 1979;42(6):619-23. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(79\)90190-2](https://doi.org/10.1016/0022-3913(79)90190-2)
11. Fiume M, Bergfeld WF, Belsito DV, Klaassen CD, Marks JG Jr, Shank RC, et al. Final report on the safety assessment of sodium cetearyl sulfate and related alkyl sulfates as 31 used in cosmetics. *Int J Toxicol* 2010;29(S2):115-32. <https://doi.org/10.1177/1091581810364665>
12. Marrakchi S, Maibach HI. Sodium lauryl sulfate-induced irritation in the human face: regional and age-related differences. *Skin Pharmacol Physiol* 2006;19(3):177-80. <https://doi.org/10.1159/000093112>
13. Neppelberg E, Costea DE, Vintermyr OK, Johannessen AC. Dual effects of sodium lauryl sulphate on human oral epithelial structure. *Exp Dermatol* 2007;16(7):574-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2007.00567.x>
14. Choi EG, Park YD, Kim SE, Kim MY, Lee SJ, Lee HK. Research about effectiveness of cleansing denture using POLIDENT in Korean. *J Kyung Hee Univ Med Cent* 2005;21(1):65-70.
15. Korea Consumer Agency [internet]. Report data: there are differences in denture cleanser, food stain removal, and protein degradation[cited 2022 Nov 10]. Available from: <https://www.kca.go.kr/home/sub.do?menukey=4002&mode=view&no=1001897413>.
16. Wu CD, Savitt ED. Evaluation of the safety and efficacy of over the-counter oral hygiene products for the reduction and control of plaque and gingivitis. *Periodontol* 2000 2002;28(1):91-105. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0757.2002.280105.x>
17. Roberts WR, Addy M. Comparison of the *in vivo* and *in vitro* antibacterial properties of antiseptic mouthrinses containing chlorhexidine, alexidine, cetyl pyridinium chloride and hexetidine, relevance to mode of action. *J Clin Periodontol* 1981;8(4):295-310. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1981.tb02040.x>
18. Emilson CG. Potential efficacy of chlorhexidine against *mutans streptococci* and human dental caries. *J Dent Res* 1994;73(3):682-91. <https://doi.org/10.1177/00220345940730031401>
19. Jenkins S, Addy M, Newcombe RG. A comparison of cetylpyridinium chloride, triclosan and chlorhexidine mouthrinse formulations for effects on plaque regrowth. *J Clin Periodontol* 1994;21(6):441-4. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1994.tb00743.x>
20. Renton-Harper P, Addy M, Moran J, Doherty FM, Newcombe RG. A comparison of chlorhexidine, cetylpyridinium chloride, triclosan, and C31G mouthrinse products for plaque inhibition. *J Periodontol* 1996;67(5):486-9. <https://doi.org/10.1902/jop.1996.67.5.486>
21. James P, Worthington HV, Parnell C, Harding M, Lamont T, Cheung A, et al. Chlorhexidine mouthrinse as an adjunctive treatment for gingival health. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;3(3):CD008676. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008676.pub2>
22. Barnett ML. The role of therapeutic antimicrobial mouthrinses in clinical practice: control of supragingival plaque and gingivitis. *J Am Dent Assoc* 2003;134(6):699-704. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0255>
23. You MS, Lee SY, Ma DS. *In vitro* antimicrobial activity of different mouthwashes available in Korea. *J Korean Acad Oral Health* 2017;41(3):188-93. <https://doi.org/10.11149/jkaoh.2017.41.3.188>
24. Cruz PC, Andrade IM, Peracini A, Souza-Gugelmin MC, Silva-Lovato CH, de Souza RF, et al. The effectiveness of chemical denture cleansers and ultrasonic device in biofilm removal from complete dentures. *J Appl Oral Sci* 2011;19(6):668-73. <https://doi.org/10.1590/S1678-77572011000600021>
25. A Tani, T Toyama, T Inoue, K Takahashi, K Kakimoto. Sterilization effects of commercial denture cleaners compared with a combination of denture cleaners and ultrasonic cleaning. *Journal of Osaka Dental University* 2020;54(2):225-38. https://doi.org/10.18905/jodu.54.2_225
26. Alam M, Jagger R, Vowles R, Moran J. Comparative stain removal properties of four commercially available denture cleaning products: an *in vitro* study. *Int J Dent Hyg* 2011;9(1):37-42. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2009.00432.x>
27. Al-Huraishi H, Moran J, Jagger R, MacDonald E. Evaluation of stain removal and inhibition properties of eight denture cleansers: an *in vitro* study. *Gerodontology* 2013;30(1):10-7. <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2011.00522.x>
28. Neill DJ. A study of materials and methods employed in cleaning dentures. *Br Dent J* 1968;124(3):105-7.
29. Yang SY, Choi JW, Kim KM, Kwon JS. Evaluation of the time-dependent efficacy of commercial denture or orthodontic appliance cleansers: an *in vitro* study. *Dent Mater J* 2022;41(2):214-25. <https://doi.org/10.4012/dmj.2021-200>
30. Yun BH, Yun MJ, Hur JB, Jeon YC, Jeong CM. The efficacy of denture cleansing agents: a scanning electron microscopic study. *KAP* 2011;49(1):57-64. <https://doi.org/10.4047/jkap.2011.49.1.57>
31. Jang HR. A study on the denture cleaning effects of diatom complexes utilizing active micro-locomotion. Seoul: Ewha Womans University, 2022.