

# 첨단치솔의 치면세균막제거효과에 관한 연구: 주제범위 문헌고찰

이영진<sup>1</sup>, 이범기 데이비드<sup>2</sup>, 진보형<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 치의학대학원 예방치학교실, <sup>2</sup>서울굿모닝치과의원

## Study on the plaque removal efficacy of single-tufted toothbrush: scoping review

Youngjin Lee<sup>1</sup>, Bhumgey David Lee<sup>2</sup>, Bo-Hyoung Jin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Preventive and Public Health Dentistry, Seoul National University School of Dentistry, Seoul,

<sup>2</sup>Seoul Goodmorning Dental Clinic, Sejong, Korea

Received: November 19, 2024

Revised: November 20, 2024

Accepted: November 20, 2024

**Corresponding Author:** Bo-Hyoung Jin  
Department of Preventive and Public  
Health Dentistry, Seoul National University  
School of Dentistry, 101 Daehak-ro,  
Jongno-gu, Seoul 03080, Korea  
Tel: +82-2-740-8783  
Fax: +82-2-765-1722  
E-mail: jbh@snu.ac.kr  
https://orcid.org/0000-0003-3526-6805

**Objectives:** This study aims to evaluate the efficacy of single-tuft toothbrushes in removing dental plaque, particularly in areas that are difficult to reach using conventional toothbrushes. The study also explores the current level of awareness and usage of these brushes, and it identifies gaps in research and education regarding their application.

**Methods:** A scoping review was conducted using the framework proposed by Arksey and O'Malley and guidelines by Peters et al. Databases including PubMed, Scopus, and Korean academic repositories were searched using keywords like "single-tuft toothbrush" and "end-tuft toothbrush." A total of 403 articles were initially identified, with 9 studies meeting the inclusion criteria. These studies included 8 randomized controlled trials and 1 *in-vitro* experiment, focusing on the effectiveness of single-tuft toothbrushes in various contexts.

**Results:** Single-tuft toothbrushes demonstrated superior plaque removal in challenging areas, such as interproximal surfaces of molars, lingual surfaces, and around orthodontic appliances. In combination with conventional toothbrushes, they showed significantly better results compared to conventional tools alone. However, they did not consistently outperform other interdental cleaning devices like floss or interdental brushes across all metrics. User satisfaction with single-tuft toothbrushes was high, especially among orthodontic patients, although their usage rate was significantly lower due to limited awareness and accessibility.

**Conclusions:** Single-tuft toothbrushes are highly effective as adjuncts to conventional oral hygiene tools, particularly in managing hard-to-reach areas. However, their overall efficacy in replacing other oral hygiene tools is limited. To maximize their potential, increased public awareness, improved accessibility, and targeted education programs are needed. Further research should explore their role in specific patient populations, such as those with orthodontic appliances or implant restorations.

**Key Words:** Dental biofilm, Dental plaque, End-tuft toothbrush, Scoping review, Single-tufted toothbrush

## 서론

치면세균막(dental biofilm, dental plaque)이란 치아나 치은 및

다른 구강구조물 표면에 형성된 연한 침착물로서, 주로 세포 외 중합체와 타액, 치은 삼출물로 만들어지며, 기질 내 세균으로 구성된 진성 세균막(true biofilm)이다<sup>1)</sup>. 치면세균막 내에 존재하는 박테리아는 집

락을 형성하여 정족수 감지(quorum sensing) 과정을 통해 서로 소통한다. 이는 치면세균막 내 특정 영역에서의 박테리아 수에 따라 유전자 발현을 조절할 수 있도록 하는데, 항생제 내성에 대한 유전자 발현을 조절한다든지, 지속적인 생존에 적합한 세포 밀도를 유지할 수 있도록 한다. 치면세균막은 구강점막, 혀, 수복물 등 여러 표면을 덮을 수 있으며, 성장, 영양공급, 노폐물 제거 및 새로운 집락형성을 할 수 있는 생존전략을 가지고 있다. 이를 통해 항균치료를 방해하며, 숙주의 방어 시스템으로부터 보호받을 수 있다<sup>2)</sup>. 표면에 형성된 치면세균막(dental biofilm)이 적절히 제거되지 않을 경우 치아우식 및 치은 발적과 부종을 동반하는 치은염(gingivitis)을 유발하게 되고, 더 오랜 기간 치면세균막이 유지되면 조직의 염증반응이 심화되면서 치아를 지지하는 조직-치주인대, 치주골, 백악질 등이 흡수되는 치주질환을 야기하게 된다<sup>3)</sup>. 또한 최근 몇 년 동안 여러 연구를 통해 치주질환이 제2형 당뇨병, 죽상 경화증, 신장질환, 조산, 알츠하이머 등의 전신질환과 유의미하게 연관되어 있다는 것이 밝혀졌다<sup>1)</sup>. 따라서 구강 및 전신건강의 증진을 위해서 치면세균막의 철저한 제거가 요구된다.

치면세균막 제거 방법으로는 크게 기계적 방법과 화학적 방법이 있다<sup>4)</sup>. 기계적 방법에는 칫솔질, 전문가 치아청결술(professional tooth cleaning)이 포함된다. 자가관리로 치면세균막을 조절하는 데는 칫솔질이 가장 효율적이지만<sup>5)</sup>, 일반칫솔만으로 제거되는 치면세균막은 50% 이하로 알려져 있다<sup>6)</sup>. 이에 따라 일반칫솔로 접근이 어려운 부위의 세정을 위해 구강관리보조용품의 사용이 요구된다. 가장 널리 알려진 보조용품으로는 치실과 치간칫솔이 있고, 그 외 보조용품으로는 침단칫솔(single-tuft toothbrush)과 혀 세정 도구(tongue cleaner), 물사출기(water jets), 이쑤시개(toothpick) 등이 있다. 한편, 구강은 구조가 복잡하고 협점막 등으로 가려지며, 개인의 구강관리보조용품 사용능력이 완벽할 수 없기 때문에 화학적 구강관리법이 부가적으로 사용되어야 한다<sup>7)</sup>. 화학적 방법으로 대표적인 것이 클로르헥시딘(chlorhexidine) 양치용액의 사용이다. 단기 연구에서 기계적 세정 없이 0.2% 클로르헥시딘 글루코네이트(chlorhexidine gluconate) 용액으로 매일 구강세정을 했을 때 치면세균막 및 치은염 발생이 완전히 억제되고 치석 및 평활면 치아우식도 발생하지 않았다는 것이 밝혀졌다<sup>8)</sup>. 그러나, 이 용액을 장기간 사용하게 되면 착색 및 미각 이상이 발생할 수 있어 안전성의 문제가 야기된다<sup>9)</sup>. 그 외에도 에센셜오일(essential oil)을 주성분으로 하는 리스테린이나, CPC (cetylpyridinium chloride)가 배합된 양치용액도 시중에서 판매되고 있다.

치면세균막은 다양한 부착소(adhesion)와 분자적 상호작용을 통해 치아에 단단하게 결합되어 있어서 현재의 화학적 제거 방법만으로는 두꺼운 치면세균막을 효과적으로 관통하기 어렵다<sup>2)</sup>. 따라서 화학적 치태 조절은 기계적 방법을 보완하는 방식으로만 사용되며, 대체 수단으로는 사용되지 않는다.

침단칫솔은 일반칫솔이 도달하기 어려운 부위의 치면세균막을 효율적으로 제거하기 위해 개발된 구강위생용품으로 치은 변연부와 구치부 협·설측 치면세균막 제거에도 효과적이라고 보고 되었다<sup>7)</sup>. 침단칫솔은 작은 칫솔 머리를 가지고 있으며, 소수의 다발 또는 하나의 다발(uni-tuft)로 이루어져 있다. 이 다발은 직경 3-6 mm 정도로, 강모 다발의 끝이 뾰족하거나 평평할 수 있다. 손잡이와 두부가 연결되는

목(shank) 부위는 대개 90도로 구부러져 있다. 이러한 구조적 특이성으로 인해 일반 칫솔로 도달하기 어려운 부위인 치아 설측, 최후방 구치의 후면 등을 효과적으로 관리할 수 있다. 특히 교정 장치를 착용한 환자, 불규칙한 치열 부위, 부분 무치악 환자, 그리고 치은 퇴축이 있는 환자에게 유용하다<sup>10)</sup>. 침단칫솔을 사용할 때는 칫솔의 강모 끝부분을 치간 사이로 바로 넣어 간헐적으로 힘을 주면서 회전동작(rotating)을 한다<sup>11)</sup>. 또는 면에 대고 강모를 밀거나(pushing) 진동시키는(vibrating) 방향의 동작을 사용할 수 있다<sup>7)</sup>.

침단칫솔의 이러한 장점들에도 불구하고, 구강위생용품의 인식과 사용 실태 조사연구에 따르면 침단칫솔은 치실이나 치간칫솔에 비해 인지도가 현저히 낮은 편이며 사용률도 매우 낮았다<sup>12,13)</sup>. 이번 연구는 침단칫솔의 치면세균막제거 효과에 관련된 연구들을 살펴보고, 향후 침단칫솔에 대한 연구 방향과 교육의 필요성을 제시하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

이 연구는 침단칫솔의 치면세균막제거 효과에 관한 연구 동향을 파악하기 위하여 서술적(descriptive)설계로 진행된 문헌고찰 연구이다. “침단칫솔은 치면세균막제거에 얼마나 효과가 있으며, 이를 알고 사용하는 사람들은 얼마나 될까?”라는 연구 질문으로 시작한 이 연구는 관련 연구가 미미하기 때문에 주제범위 문헌고찰(scoping review) 연구법을 사용하였다.

Arkesey & O'Malley의 연구<sup>14)</sup>에서 주제범위 문헌고찰 연구는 특정 연구 영역의 핵심 개념과 주요 자료의 유형을 신속하게 맵핑(mapping)하는 것을 목표로 한다고 하였다. 침단칫솔에 대해 보다 더 폭넓게 검색하고 후속 연구 주제 설정에 적합하기 때문에 이 연구 방식을 선택하였다. 주제범위 문헌고찰의 형식은 비교적 자유로운 편이며, 이 연구에서는 Peter 등<sup>15)</sup>이 제시한 가이드라인을 따라 진행하였다.

### 1. 연구문제 식별(identifying the research question)

침단칫솔은 여러 치의학 전문도서에서 사용방법과 효과에 대해 설명되어 있지만 관련 연구는 매우 적다. 앞서 언급한 구강위생용품에 대한 인식조사에서만 봐도 치실이나 치간칫솔 등의 다른 구강위생용품들에 비해 인지도가 매우 낮고 사용 방법도 잘 알려져 있지 않았다. 이 연구에서 “칫솔만으로 관리하기 어려운 구강 내 부위에 침단칫솔이 얼마나 효과적으로 사용될 수 있는가?”에 초점을 두고 일반칫솔만 사용했을 때의 치면세균막제거 효과와 침단칫솔을 병행하여 사용했을 때의 치면세균막 제거효과를 비교한 연구들을 검색해 보기로 하였다. 연구질문은 다음과 같았다.

- 가. 침단칫솔이 다른 구강위생용품들(치실, 치간칫솔, 워터픽 등)에 비해 치면세균막 제거에 효과적인가?
- 나. 침단칫솔은 일반칫솔과 비교했을 때, 구강 내 어느 부위에서 더 효과적으로 치면세균막조절이 가능한가?

### 2. 관련연구 식별(identifying relevant studies)

검색에는 두 명의 연구자(YL, BDL)가 참여하였다. 침단칫솔과 관련된 문헌을 검색하기 위해 키워드를 먼저 설정하였다. 침단칫솔을

지칭하는 용어들은 ‘unituft toothbrush’, ‘end-tuft toothbrush’, ‘single-tuft(ed) toothbrush’, ‘sulcus brush’, ‘tapered-end toothbrush’ 등이 있다. 초기 검색 시, 검색어를 “end-tuft toothbrush”로 하여 관련 문헌에서 주요 쓰이는 동의어를 찾아 검색 영역을 확장하였다. 검색 결과 저널이나 논문에 주로 쓰이는 용어는 ‘end-tuft toothbrush’와 ‘single-tuft(ed) brush’였다. 한글 논문을 검색할 때는 교과서에서 주로 쓰이는 용어인 ‘침단칫솔’을 초기 검색어로 두고 동일한 방법으로 검색 영역을 확장하였다.

연구 질문에 관련된 논문들을 가능한 한 포괄적으로 식별하기 위해 다양한 경로를 통해 관련 문헌들을 검색하였다. 관련 문헌 검색을 위해 국외 DB는 PubMed, Scopus, Google scholar에서, 국내 DB인 KCI, DBpia, KMBASE, 국회도서관, 학술정보서비스(RISS)를 활용하였다. 각 DB에서 얻은 자료가 중복치 많은 관계로, 검색된 논문에 수록된 참고문헌 목록을 서울대학교 중앙도서관 홈페이지에서 검색하였으며, 석사학위논문은 경우 해당 대학교의 중앙도서관 홈페이지에 접속하여 자료를 획득하였다.

Google 학술검색 이용 시에는 초기에 불필요한 자료가 과도하게 검색되는 것을 막기 위해 검색어를 활용해 좁은 영역에서 확장해 나가는 방법을 사용하였다. 먼저 ‘고급검색’ 기능에서 ‘다음 문구 정확하게 포함’란에 ‘end-tuft toothbrush’ 및 ‘single-tufted toothbrush’를 입력해 연구주제와 밀접한 연구들을 선별하였다. 이후 누락 가능성을 최소화하기 위해 좀 더 광범위한 검색을 시행하였다. 마찬가지로 ‘다음 문구 정확하게 포함’ 기능에서 ‘single-tufted’만 입력하여 610개의 논문을 검색했으며, 이 중에서 추가로 두 개의 논문<sup>16,17)</sup>을 더 획득할 수 있었다.

### 3. 연구선택(study selection)

논문을 선정할 때에 최대한 많은 자료를 확보하기 위해 최소 선정 기준을 설정하였다. 침단칫솔의 치면세균막제거효과를 일반칫솔이나 기타 다른 구강관리보조용품과 비교한 연구를 주제로 한 연구를 선택 하되, 참가자의 연령 제한 및 비교 방법에는 제한을 두지 않았다. 2024년 10월 13일부터 11월 13일(1달간)까지 국내외에서 출간된 학술지 게재 논문을 모두 포함하였으며 출간되지 않은 학위논문 및 학회지에 실린 논문도 모두 검색 대상에 포함하였다. 구체적인 선정기준은 다음과 같았다. 1) 일차논문일 것 2) 치면세균막 제거 실험이 포함될 것. 제외 기준은 다음과 같았다. 1) full text가 없는 논문 2) 제조사에 따른 침단 칫솔 효과 비교 연구 3) 영문, 국문 외 다른 언어로 출간된 문헌 4) 일차연구가 아닌 논문 정보를 추출한 2명의 연구자가 정보 추출 내용에 대해 논의 후 합의하여 연구 결과를 도출하였다.

### 4. 데이터 정리(charting the data)

차팅(Charting)은 주요 이슈와 주제에 따라 자료를 체계적으로 분류하고 해석하는 방법이다<sup>14)</sup>. 이 연구의 차팅 접근법으로 서술-분석적 방식(descriptive-analytical method)을 채택하여, 각 연구에 동일한 분석 프레임워크를 적용해 표준화된 정보를 수집하였다. 이 데이터를 엑셀 데이터 프로그램에 정리하였다. 데이터 추출 기준은 Fig. 1과 같았다.

## 연구 성적

### 1. 연구의 경향 및 특성

키워드 및 관련 연구의 참고문헌 목록을 통해 수집된 문헌들은 PRISMA-ScR을 참고하여 선별 및 선택하였으며 Fig. 2 flow diagram에 정리하였다. 국내·외 7개의 데이터베이스에서 총 403개 문헌이 검색되었다. 검색된 논문은 두 명의 연구자가 일차적으로 제목을 검토한 후, 다음 단계로 초록을 읽고 선정하였다. 이 때 치면세균막 제거와 관계 없는, 인식 조사, 구강위생관리 가이드라인, 다른 연구의 실험도구로써 침단칫솔이 사용된 경우 등을 주제로 한 문헌 387개가 제외되었다. 특히 우리나라 논문에는 구강건강 관리 행태를 조사하기 위한 연구 중 침단칫솔의 사용 선호도와 사용 실태 등을 조사한 내용이 많았다<sup>18,19)</sup>. 남은 16개의 문헌 중 중복되는 3개를 제외하여 13개의 full-text 문헌을 검토하였다. 이 중에서 일차연구가 아니거나 침단칫솔의 치면세균막 제거 효과를 다룬 논문이 아닌 문헌, 독어, 중국어로 본문이 작성된 문헌은 제외하였다(n=4).

침단칫솔에 대한 소개나 사용법, 효과에 관한 리뷰 논문은 1980년대부터 있어 왔으나, 치면세균막제거 효과에 관한 연구는 1976년 영국에서 발간된 논문<sup>16)</sup>을 제외하고는 2011년부터 2024년까지로 비교적 최근에 수행되었다. 관련 연구가 많지 않기 때문에 최근에 수행된 연구들은 많은 부분 참고문헌이 겹쳤으며, 연구 설계와 이론을 공유하고 있었다.

### 2. 연구 내용의 서술적 분석

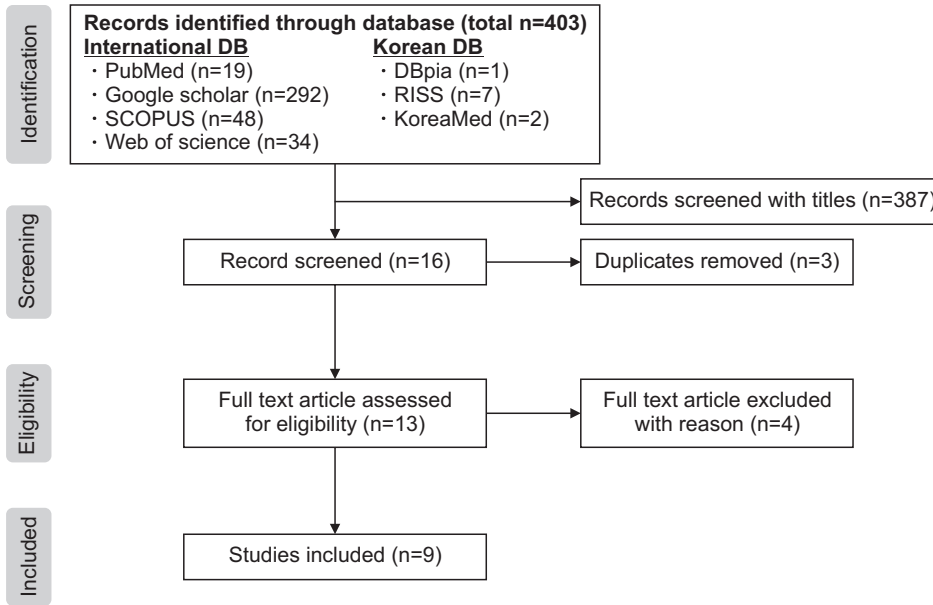
최종적으로 선택된 9개의 문헌은 Fig. 1에 언급된 기준에 따라 엑셀 파일(microsoft Excel, ver. microsoft 365, Microsoft Corporation, Raymond, WA, USA) 정리되었고, 이 논문들을 포함한 나머지 참고 문헌들은 zotero 서지관리 프로그램(Zotero, Corporation for Digital Scholarship, Fairfax, VA, USA)을 통해 관리되었다.

9개의 논문 중 1개는 *in-vitro* 실험연구로, 3D프린터로 지대치를 제작하여 그 위에 지르코니아를 수복해 인공 세균막의 제거 정도를 평가했다. 나머지 8개의 연구는 무작위대조시험(RCT, randomized controlled trial)으로, 일반칫솔 또는 기타 구강관리보조용품과의 치면세균막 제거 효과 및 기타 효과(치은염증, 선호도, 치주낭 깊이 등)를 비교하였다. 모두 전향적 연구이었고, 그 중 4개는 모든 피험자가 각각의 구강관리보조용품을 순차적으로 사용한 교차연구(cross-over study)였다. 이때 이전 방법의 잔여효과를 최소화하기 위해 적어도 3일 이상의 wash out 기간을 두었다<sup>20)</sup>.

또한 4개의 연구에서 개입 시간을 72시간으로 설정하였다. 발치된 치아 표면을 관찰하면 Waerhaug 등<sup>21)</sup>의 연구에서 치주인대의 상

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| • Author/year  | • Study aim            |
| • Country      | • Context/intervention |
| • Publisher    | • Outcomes             |
| • Sample size  | • Results              |
| • Study design | • Key findings         |

Fig. 1. Extraction fields.



**Fig. 2.** PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses extension for Scoping Review) flow diagram for the scoping review process.

부 경계선과 치면세균막의 가장 아래 경계선 사이에 치면세균막이 없는 영역이 존재한다는 것이 보고되었다. 이를 PLA ('Plaque Free Area' or 'Plaque Free Zone') 이라고 한다. Maliska 등<sup>22)</sup>의 연구에서는 이 영역이 치면세균막 형성 초기 24시간 후 명확히 나타나며 최대 72시간 동안 유지된다고 하였다. 그러나 96시간이 지나면 이 영역이 사라지면서 치은 경계선과 치면세균막이 직접 접촉해 숙주의 면역반응으로 인해 염증 반응이 줄어든다고 하였다. 따라서 본 연구들은 숙주의 면역반응이 작동하기 이전 시간까지인 72시간으로 설정하였다.

치면세균막 유무를 확인하기 위해 치면세균막을 시각화할 필요가 있는 경우 착색제를 사용하였다. 염색제로는 보통 에리드로신(erythrosine)이 많이 사용되는데 치면세균막 뿐 아니라 획득피막도 착색될 수 있다. 획득피막은 상대적으로 연한 핑크색을 띠므로 시간이 지나 두터워진 치면세균막과는 구별이 가능하다. 임상에서는 환자의 치면세균막 염색을 통해 구강위생관리에 대한 동기부여를 유도할 수 있다. 치면세균막 지수를 평가할 때 많은 연구에서 눈에 보이는 치면세균막(VPI; visible plaque index)과 염색된 치면세균막(DPI; disclosed plaque index)을 구분하였다. VPI는 거친 치태층적을 평가하는데 사용되었고, DPI는 소량의 치태를 감지하기 위한 방법으로 활용되었다<sup>23)</sup>.

치면세균막 제거 효과 평가를 위해서는 주로 올리어리지수(O'Leary index), 구강환경관리능력지수(PHP index; Patient Hygiene Performance Index), 퀴글리와 하인 세균막지수(Quigley & Hein index) 등이 이용되었다. 또한 치은 염증 평가를 위해 Löe와 Silness의 치은출혈지수(GBI, Gingival bleeding index), 치주낭 깊이 측정(PPD, probing pocket depth)가 측정되었다. 이번 연구에서 몇몇 연구<sup>24,25)</sup>에서는 GBI의 유의미한 개선이 관찰되었으나, 그렇지 않은 연구<sup>23)</sup>도 존재하였다. 이는 GBI가 장기적인 변화를 반영하는 지표이기 때문에 72시간의 연구기간이 치은염증이나 부착소실을 일으키는데 충분하지 않았기 때문이라고 평가되었다<sup>20,23-25)</sup>.

### 3. 연구결과

#### 3.1. 효과적인 치면세균막 제거 부위

Table 1에 제시된 연구들을 종합적으로 분석한 결과, 침단치솔은 대구치의 협측 및 설측 치간 부위와 변연부 등 구강 내 접근이 어려운 부위에서 특히 높은 효과를 보였다. Lee 등<sup>20)</sup>의 연구에 따르면, 침단치솔 사용 후 상악 협측과 하악 설측 치간부에서 통계적으로 유의미한 치면세균막 감소가 확인되었다.

또한, Cunha 등<sup>25)</sup>의 연구에서는 고정식 교정장치 부착 환자에서 일반치솔을 단독으로 사용할 때보다 침단치솔과 일반 치솔을 병행하여 사용할 경우 전치부와 구치부 모두에서 치면세균막 감소가 효과적으로 이루어졌다.

#### 3.2. 구강위생 보조용품 간 비교

Kim 등<sup>26)</sup>의 연구에서는 인접면 치면세균막 제거율에서 침단치솔과 치간치솔의 효과 차이가 크지 않았으나, 침단치솔은 주로 협설면 우각부에서 효과적이었고 치간치솔은 치간 부위에서 우수한 성능을 보였다. 한편 Im의 연구에서는 치실, 치간치솔 침단치솔 사용에 따른 올리어리와 PHP 지수 간 비교에서 실험군 간에 통계적으로 유의미한 차이를 발견하지 못했다<sup>13)</sup>. 치면세균막 제어에 효과적이라고 알려진 클로르헥시딘의 경우 72시간 후 치면세균막이 유의미하게 증가한 것을 확인하였다<sup>23)</sup>. 이는 클로르헥시딘으로 매일 구강을 세정할 때 기계적 세정 없이도 치면세균막 생성을 효과적으로 억제할 수 있다는 Davies 등<sup>8)</sup>의 연구와 상충된다.

#### 3.3. 사용 만족도와 접근성

Im의 연구에서 침단치솔은 다른 구강위생용품과 비교했을 때 사용 만족도가 가장 높았으며, 특히 교정환자와 같은 특수 집단에서 보조 도구로써 효과적으로 활용될 가능성이 확인되었다. 그러나 접근성

**Table 1.** Summary of studies on the efficacy of end-tuft toothbrushes

| Author/year                              | Country/publisher                                           | Sample size        | Study design                   | Study aim                                                                              | Context/intervention                                                                                                                                    | Outcomes                                                                          | Results                                                                                                                                           |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Im (2019) <sup>(3)</sup>                 | South Korea/Nam-seoul University                            | 75                 | RCT                            | Comparison of dental plaque removal efficacy of oral hygiene tools (floss, IDB, STB)   | Adults in their 20s or older; each group trained to use floss (Exp. A), IDB (Exp. B), and STB (Exp. C); plaque changes observed over one week intervals | O'Leary index, PHP index, oral care behavior satisfaction                         | STB showed superior O'Leary index compared to IDB and floss; significant reduction in PHP index for all areas (mesial, distal, cervical, center). |
| Lee et al. (2011) <sup>(20)</sup>        | South Korea/Journal of Periodontal & Implant Science        | 49                 | RCT, crossover                 | Comparison of STB and MT in cleaning interproximal surfaces of molars                  | 20-23-year-old healthy participants; two groups using MT and STB alternately every 72 hours for plaque removal                                          | Modified Quigley & Hein Plaque index                                              | STB demonstrated significant plaque reduction in buccal and lingual interproximal surfaces of molars.                                             |
| Cunha et al. (2018) <sup>(25)</sup>      | Brazil/International Journal of Dental Hygiene              | 20                 | RCT, single-blinded, crossover | Evaluate plaque control effectiveness of STB (G1), CT (G2), or combined (G3)           | Orthodontic patients split into three groups using different toothbrush setups: 72-hour intervention duration                                           | VPI, GBI, SPI                                                                     | Significant plaque reduction in G3 (combined use), but differences between G1 and G2 were not statistically significant.                          |
| Hasegawa et al. (2017) <sup>(23)</sup>   | Brazil/Brazilian journal of oral sciences                   | 20                 | RCT, cross-sectional           | Compare effectiveness of STB, CT, CHX and SP in controlling newly formed dental plaque | Participants aged 18-30; assigned to STB, CT, CHX or SP; 72-hour plaque assessment                                                                      | VPI, DPI, GBI                                                                     | Significant difference observed only in SP group. DPI increased for all except the STB group. No significant differences in GBI.                  |
| Kim (2021) <sup>(26)</sup>               | South Korea/The Journal of Korean Academy of Prosthodontics | 10 zirconia crowns | In-vitro experimental          | Compare plaque removal efficacy of floss, IDB and STB on zirconia crowns               | Artificial plaque applied on zirconia crowns; four groups tested with different tools (floss, IDB, STB, water jet)                                      | Plaque-free area percentage                                                       | STB showed effective plaque removal at transition zones, while IDB excelled near the gingival margin.                                             |
| Ashkenazi et al. (2015) <sup>(27)</sup>  | Israel/The New York State Dental Journal                    | 26                 | RCT, single-blinded            | Compare THTB, OTB, and STB for orthodontic patients                                    | Patients with fixed lingual orthodontic appliances evaluated over one month with and without STB adjunct                                                | Tooth PI, Bracket PI, modified GI, BOP                                            | THTB showed superior reduction in tooth PI. STB adjunct reduced differences between groups.                                                       |
| Aeran et al. (2019) <sup>(20)</sup>      | India/Int J Oral Health Dent                                | 20                 | RCT, crossover                 | Compare dental plaque removal efficacy of STBs and CTs                                 | Healthy participants aged 18-30 used both brushes alternately with a 72-hour interval; plaque and bleeding indices measured                             | Loe & Silness GI, DPI, MSBI                                                       | Both groups showed improvement, with STB group demonstrating significantly greater reduction in GI and MSBI.                                      |
| Aykol-Sahin et al. (2024) <sup>(7)</sup> | Turkey/BMC Oral Health                                      | 36                 | RCT, single-blinded            | Assess plaque removal and gingivitis reduction of CT, OTB, and STB                     | Orthodontic patients aged 18-22 evaluated at 1 week, 6 weeks, and 3 months intervals                                                                    | Turesky modified Quigley-Hein plaque index, PPD, GI, BOP                          | STB group sustained significantly lower plaque index scores compared to others at 3 months. PPD showed no significant difference among groups.    |
| Wolffe et al. (1976) <sup>(10)</sup>     | UK/Journal of Clinical Periodontology                       | 35                 | RCT, crossover                 | Compare interdental cleaning agents: toothpick, STB, and floss                         | Compare interdental patients aged 19-54 assessed for interproximal plaque and preferences                                                               | Periodontal patients aged 19-54 assessed for interproximal plaque and preferences | STB showed superior cleaning for plaque removal; ranked 2nd in user preference following wooden toothpick.                                        |

\*note: STB: single-tuft toothbrush, CT: conventional toothbrush, RCT: randomized controlled trial, MT: flat-trimmed toothbrush, SP: Placebo solution, CHX: chlorhexidine, GI: gingival index, DPI: disclosed plaque index, MSBI: modified sulcular bleeding index, PI: visible plaque indices, PPD: Probing pocket, depth, SPI: stained plaque index, IDB: interdental brush, OTB: orthodontic toothbrush, THTB: triple-headed toothbrush.

이 낮고 인지도가 부족하다는 점이 사용을 감소의 주요 원인으로 분석되었다<sup>13)</sup>.

대부분의 연구에서 침단칫솔은 치간 접촉점 직하방을 제외하고는<sup>25)</sup> 인접면의 우각부, 협설 평활면, 치경부, 브라켓 주위 등에서 우수한 치면세균막제거 효과를 보인다는 것이 밝혀졌다<sup>13,17,22,23)</sup>. 그러나 다른 부위에서는 결과값에 통계적으로 유의할만한 차이가 나타나지 않았다<sup>16,25)</sup>. 따라서 침단칫솔이 다른 구강위생용품들에 비해 절대적으로 우위에 있다고 결론 내리기 어렵다. Cunha 등<sup>25)</sup>은 칫솔의 종류보다는 환자의 동기부여가 더 밀접한 관련이 있다고 하였으며, Hasegawa 등<sup>23)</sup>은 침단칫솔은 일반칫솔의 보조도구로 사용되는 것이 적합하다고 하였다(Table 1).

## 고 안

침단칫솔은 일반 칫솔로 세정이 어려운 부위에 효과적으로 사용될 수 있다. 특히 교정장치 주변이나 최후방 구치의 원심면, 임플란트 보철 부위 등을 청소하기에 적합하다<sup>7)</sup>. 그러나 일반칫솔로 관리가 어려운 부위에서의 침단칫솔의 우수한 세정능력이 여러 연구를 통해 증명되었음에도 불구하고 아직까지 활발한 연구가 이루어지고 있다고 보고는 어렵다. Im의 연구에서는 치실, 치간칫솔, 침단칫솔의 사용행태 및 사용에 따른 구강관리 만족도 차이 등을 비교하였다<sup>13)</sup>. 총 75명의 연구대상자 중 치간칫솔을 사용하는 사람이 42명(56%), 구강세정액이 36명(48%) 등 인데 반해 침단칫솔을 사용하는 사람은 4명(5.6%)에 불과했다. 그러나 연구를 통해 침단칫솔을 사용해본 후의 만족도 조사에서는 '교육받은 방법을 다른 사람에게 권할 것인지'에 대한 질문에 가장 높은 점수를 받았다. 이렇듯 침단칫솔은 사용하는 방법도 까다롭지 않고 사용 만족도도 높은 편이다. 이 연구에서 이런 매우 저조한 인지도의 원인은 '접근성' 때문이라고 평가하였다. 세계적으로 침단칫솔이 어느 정도 사용되고 있는지에 대한 통계적 자료는 부족하다. 일반적으로 구강위생에 대한 인식이 높고 치과치료가 발달한 국가들, 예를 들어 임플란트나 교정치료가 활발한 경우 치과 전문의들이 침단칫솔을 권유하는 경우가 많아 비교적 사용이 활발할 것으로 추정할 뿐이다. 우리나라도 치실, 치간칫솔, 구강세정액 등은 치과, 마트나 약국에서 쉽게 구매할 수 있는 반면, 침단칫솔은 오프라인 매장에서 판매되는 곳이 적고 종류 또한 많지 않다. 더욱이 칫솔은 의료기기에 해당하지 않고 공산품에 해당되므로 ISO 등의 규격에 따르지 않아도 생산이 가능하다. 때문에 침단칫솔도 칫솔모 끝단이나 강도, 형태 등에서 품질 관리가 어려워 치질이나 잇몸손상 등의 위험성으로부터 안전하지 않다. 따라서 침단칫솔을 포함한 구강관리보조용품들이 환자들에게 적절히 사용되기 위해서는 좀 더 포괄적인 보급사업 및 교육사업이 필요할 것이다.

한편, 침단칫솔이 일반칫솔보다 치면세균막 제거효율이 높다고 해도, 일반칫솔을 완전히 대체하기는 어렵다. Lee와 Moon<sup>20)</sup>의 연구에서 일부 참가자들은 침단칫솔이 불편하다고 응답했으며, 특히 대구치의 교합면과 치관 부분을 청소할 때 어려움을 겪었다고 응답하였다. 또한 침단칫솔의 솔 강도가 적절하지 않으면 잇몸에 손상을 줄 수도 있으므로 추가 연구가 필요하다고 결론내렸다. 다른 연구결과들도 침

단칫솔이 일반칫솔로 접근이 어려운 부위에서는 효과가 더 좋았지만, 나머지 부위에서는 크게 다르지 않았다. Cunha 등<sup>25)</sup>은 일반칫솔과 침단칫솔을 동시에 사용했을 때 더 효과적이라고 보고하였다.

구강위생용품에 따른 지르코니아 크라운의 인공치면세균막 제거양상을 비교한 연구<sup>26)</sup>에 따르면 치실, 치간칫솔 침단칫솔 등에서 치면세균막제거 면적으로는 순위를 매길 수 있지만, 각 용품들의 제거양상에 차이가 있으며 장단점이 명확히 존재하기 때문에 수치비교는 의미가 없다고 하였다. 즉, 보조용품들을 어떻게 조합하여 사용하느냐에 따라 치면세균막제거효율이 달라질 수 있다. 또 다른 예로 교정치료를 하는 경우에는 복잡한 교정 장치로 인해 효과적인 칫솔질이 어려운 단점이 있으므로, 침단 칫솔 등을 활용하여 교정 장치 주변의 치면세균막 제거가 효과가 있음을 보고한 연구도 있다<sup>27)</sup>. 그러므로 치과에서는 각 환자의 상황에 맞는 구강관리용품을 선택할 수 있도록 권유하고 교육할 필요가 있다.

국민소득증가, 생활환경 개선, 건강에 대한 관심 상승 등으로 국민의 평균 수명이 연장됨에 따라 우리나라도 초고령화 사회가 되어가고 있다. 노인 인구가 증가하면서 건강한 삶의 추구의 일환으로 구강건강에 대한 중요성이 대두되고 있다. 많은 연구에서 전신건강과 구강건강의 연관성이 밝혀졌으며, 많은 질병의 예방과 치료 목적으로의 구강위생관리 필요성이 강조된다<sup>1)</sup>. 노인의 잔존치아개수를 연구한 Lee 등<sup>28)</sup>에 따르면, 50대 잔존치아 평균은 25.23개인데 반해 75세에서 79세는 16.83개로, 연령이 증가함에 따라 치아 상실률도 증가한다는 것을 알 수 있다. 즉, 많은 고령 인구에서 구강 내 결손부위 인접면이나 임플란트 보철 주변 등 일반칫솔로는 접근하기 어려운 부위의 치면세균막 관리의 필요성이 생긴다는 것을 유추할 수 있다. 침단칫솔은 이러한 부위에 쉽고 효과적으로 사용될 수 있는 좋은 대안이 될 것이다.

이 연구의 한계는 관련 연구가 적다는 데에 있다. 총 9편의 연구로 침단칫솔의 효과를 일반화하기는 어려우며 앞으로 더 많은 연구를 통해 침단칫솔의 효과를 입증할 필요가 있다. 특히 침단칫솔의 단단한 칫솔모로 인한 잇몸손상의 가능성, 지각과민 발생위험성, 치아마모 위험성들에 대한 평가가 필요하며 제조사가 소개하는 사용법에 대해서도 검증이 필요하다. 특히 치과 내에서 의료진은 침단칫솔의 적응증 및 사용방법에 대한 프로토콜을 확립하여 환자들에게 적절히 제시 및 교육할 수 있어야 할 것이다.

## 결 론

이번 연구는 침단칫솔의 치태제거효과를 다룬 연구들을 분석하여 향후 침단칫솔에 대한 연구 방향을 제시하고자 수행된 주제범위 문헌고찰이다. 1974년 가장 초기에 수행된 관련 연구부터 2024년 11월까지 국내·외 학술DB에 등록된 모든 연구를 검색하였으며, 취합된 9개 논문을 Peters 등<sup>15)</sup>이 제시한 가이드라인에 따라 정리, 비교하였다. 논문을 통해 아래와 같은 결과를 확인할 수 있었다.

첫째, 침단칫솔은 협설 평활면, 치간 부위, 교정장치 주변과 같은 일반 칫솔이 도달하기 어려운 부위에서 더 높은 치면세균막 제거 효과를 보였다. 특히 일반칫솔과 병행 사용했을 때 우수한 효과를 보였다.

둘째, 다른 구강관리보조용품인 치실, 치간칫솔, woodpick 등과

비교했을 때 통계적으로 유의할만한 차이를 나타내지는 못했다.

셋째, 첨단칫솔은 대중적인 인지도가 낮은 편이었으나, 사용 후 선 호도 조사에서는 사용법을 배우기가 쉽고 간단해 높은 점수를 받았다. 그러나 교합면 등 전체 치면을 첨단칫솔로만 세정하는데 있어서는 오랜 시간 세정해야 하는 번거로움으로 인해 좋은 평가를 받지 못했다.

이상의 결과를 종합하면, 첨단칫솔은 작은 헤드(head)를 가지고 있어 접근이 어려운 부위의 치면세균막 제거에 효과적이기 때문에 일 반칫솔로 관리하기 어려운 부위에 보조도구로써 사용하면 구강위생관 리에 도움을 줄 수 있다는 것이 확인되었다. 그러나 다른 구강관리보 조용품보다 절대적으로 우위에 있다고 보기 어려우며, 구강 상태에 따 라 적절히 사용하는 것이 중요하다. 향후 임플란트나 교정 치료 중인 환자, 부분 무치악 환자 등에서 첨단칫솔이 효과적으로 활용될 수 있 도록 관련 연구가 더 활발히 이루어져야 할 필요성이 있다.

## ORCID

Youngjin Lee, <https://orcid.org/0009-0003-3841-2748>

Bhumgey David Lee, <https://orcid.org/0000-0002-3986-8240>

## References

- National Association of Periodontology Professors. Periodontology. 5th ed. Seoul:Gunja Publishing Co.:2010:147, 215-234.
- Newman M, et al. Carranza's clinical periodontology. 11th ed. Seoul:Jiseong Publishing Co.:2012:239-250.
- Hong JY. Periodontitis and systemic disease. Kyung Hee Medical Journal 2017;32:1-8.
- Vyas T, et al. Chemical plaque control - A brief review. J Family Med Prim Care 2021;10:1562-1568.
- Jeon HJ. Evaluation of the effectiveness of toothbrushing education methods for adults in their 20s and 30s [master's thesis]. Daegu: Kyungpook National University;2018. [Korean].
- Lang NP, Østergaard E, Löe H. A fluorescent plaque disclosing agent. J Periodontal Res 1972;7:59-67.
- Editorial Committee of Oral Health Textbook. Preventive Dentistry. Seoul:Daehannarae Publishing Co.:2016:101-121.
- Davies RM, Jensen SB, Rindom-Schiott C, Löe H. The effect of topical application of chlorhexidine on the bacterial colonization of the teeth and gingiva. J Periodontal Res 1970;5:96-101.
- Löe H. Mechanical and chemical control of dental plaque. J Clin Periodontol 1979;6:40-47.
- Research Society for Preventive Dentistry. Modern Preventive Dentistry. 3rd ed. Seoul:Gunja Publishing Co.:2010:5-7, 66-71, 113-119.
- Harris NO. Primary Preventive Dentistry. 6th ed. Seoul:Daehannarae Publishing Co.:2006:127-129.
- So MH, Kim SS, Shin SB. A study on the use of oral hygiene products in some regions. J Korean Soc Dent Hyg 2010;10:1107-1119.
- Im JN. Dental plaque removal efficacy of dental floss, interdental brushes, and single-tufted brushes [master's thesis]. Cheonan:Namseoul University;2019. [Korean].
- Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: Towards a methodological framework. Int J Soc Res Methodol 2005;8:19-32.
- Peters MD, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. JBI Evid Implement 2015;13:141-146.
- Wolffe GN. An evaluation of proximal surface cleansing agents. J Clin Periodontol 1976;3:148-156.
- Aykol-Sahin G, Ay-Kocabas B, Mert B, Usta H. Effectiveness of different types of toothbrushes on periodontal health in orthodontic patients with gingivitis: A randomized controlled study. BMC Oral Health 2024;24:1289.
- Kim KH, Kim HK. Comparison of oral health care behaviors among Korean elders before and after the COVID-19 pandemic. J Health Res 2024;50:47-56.
- So MH, Kim SS, Shin SB. A study on the use of oral hygiene products in some regions. J Korean Soc Dent Hyg 2010;10:1107-1119.
- Lee DW, Moon IS. The plaque-removing efficacy of a single-tufted brush on the lingual and buccal surfaces of the molars. J Periodontal Implant Sci 2011;41:131-134.
- Waerhaug J. The gingival pocket: anatomy, pathology, deepening and elimination. Odontol Tidskr 1952;60(Suppl 1):1-186.
- Maliska AN, Weidlich P, Gomes SC, Oppermann RV, Maliska AN. Measuring early plaque formation clinically. Oral Health Prev Dent 2006;4:1-7.
- Hasegawa I, Verissimo C, Montalli VA, Sperandio M, Peruzzo DC. Effectiveness of a single-tufted toothbrush for control of newly formed dental biofilm. Braz J Oral Sci 2017;15:113.
- Aeran H, Tuli AS, Bartwal J, Vishnoi L, Aeran V. Comparison of the efficacy of conventional toothbrush and single-tuft brush for the control of dental plaque. Int J Oral Health Dent 2019;5:203.
- Cunha, Peruzzo DC, Costa LA, Pereira ALP, Benatti BB. Effect of a single-tufted toothbrush on the control of dental biofilm in orthodontic patients: A randomized clinical trial. Int J Dent Hyg 2018;16:512-518.
- Kim HW, Song HK, Park EJ. Comparison of the effect of removing artificial dental plaque depending on various interdental cleaning products on the interdental surface of zirconia crowns. J Korean Acad Prosthodont 2021;59:291-298.
- Ashkenazi M, Salem NF, Garon S, Levin L. Evaluation of orthodontic and triple-headed toothbrushes when used alone or in conjunction with single-tufted toothbrush in patients with fixed lingual orthodontic appliances: a randomized clinical trial. N Y State Dent J 2015;81:31-37.
- Lee JH, Yi SK, Kim SY, Kim JS, Kim HN, Jeong SH, et al. Factors related to the number of existing teeth among Korean adults aged 55-79 years. Int J Environ Res Public Health 2019;16:3927.