creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

치의과학석사 학위논문

칫솔질 동영상 분석을 통한 치면세균막 제거 효율 평가

2021년 2월

서울대학교 대학원

치의과학과 예방치과학전공

고 정 민

칫솔질 동영상 분석을 통한 치면세균막 제거 효율 평가

지도교수 조 현 재

이 논문을 치의과학석사 학위논문으로 제출함

2020 년 12 월

서울대학교 대학원

치의과학과 예방치과학전공

고 정 민

고정민의 치의과학석사 학위논문을 인준함

2021 년 1 월

위 원 장 한동헌 (인)

부위원장 조 현 재 (인)

위 원 전 보 형 (인)

국문초록

칫솔질 동영상 분석을 통한 치면세균막 제거 효율 평가

고 정 민

서울대학교 대학원 치의과학과 예방치과학전공

(지도교수 : 조현재)

1. 연구 목적

치면세균막 제거를 위해 가장 많이 사용되는 방법은 칫솔질이다(Van der Weijden & Hioe, 2005). 그러나 효율적인 칫솔질 방법, 칫솔질 시간, 칫솔과 치약의 사용 등에 대한 근거가 아직 명확하지 않다. 따라서 이번 연구에서는 효과적인 칫솔질에 대한 근거를 마련하기 위해 칫솔질 동영상을 촬영하여 분석하고 치면세균막 제거에 영향을 미치는 요인과 치면세균막 제거 효율을 평

가하고자 한다.

2. 연구 방법

이번 연구는 서울대학교 치의학대학원 연구윤리 심의위원회의 승인을 받아 진행되었다(S-D20200024). 88명의 연구 대상자에게 평소에 자신이 사용하는 칫솔과 치약을 이용해서 평소대로 칫솔질하도록 하였다. 칫솔질을 하는 동안 5대의 카메라로 연구 대상자를 촬영하였고, 치주낭 깊이, 치은 퇴축, 탐침 후 출혈과 치면세균막 지수를 측정하였다. 치면세균막 지수의 기준은 Turesky modification Quigely Hein index를 사용하였다. 대상자의 칫솔모의 벌어짐 정도(Conforti Index)와 치약 사용량을 사진으로 수집하였다. 촬영된 칫솔질 동영상은 행동 분석 소프트웨어(Mangold Interact®, Mangold International GmbH, Arnstorf, Germany)를 이용해 칫솔질 시간, 칫솔질 동작, 칫솔질 부위, 동시에 여러 부위를 닦는지 여부와 부위별 칫솔질 시간, 부위별 칫솔질 동작을 분석하였다. 칫솔질 동영상과 연구 대상자의 칫솔, 치약에서 수집된 정보는 측정된 치면세균막 지수와 분석되었다. 선형 혼합 모형(Linear mixed model; LMM)분석 시에는 칫솔질 부위, 부위별 칫솔질 시간, 부위별 칫솔질 동작, 동시에 여러 부위를 닦았는지 여부, 칫솔모의 벌어짐 정도, 치약 사용량을 보정하여 분석하였다. 통계 분석은 SPSS Statistics 26.0(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다.

3. 연구 결과

부위별 칫솔질 시간을 5초와 10초를 기준으로 나누어 각각 이분형 변수로 분석한 결과, 5초 기준에서는 5초 이상 닦은 부위의 치면세균막 지수가 교합면을 제외한 모든 치면과 협면에서 통계적으로 유의하게 낮았다($p<0.01$). 선형 혼합 모형 분석 결과 5초 기준($p<0.001$)과 10초 기준($p<0.01$) 모두 칫솔질 부위와 칫솔질 시간에서 통계적 유의성이 나타났다.

4. 결론

칫솔질 시 칫솔질 시간, 칫솔질 동작, 칫솔질 부위, 칫솔과 치약의 사용도 중요할 수 있으나, 치면세균막 제거에 가장 많은 영향을 미치는 것은 부위별 칫솔질 시간이다. 따라서 치면세균막을 효과적으로 제거하기 위해서는 칫솔질 시간을 부위별로 균등하게 배분하며, 부위당 최소 5초 이상의 충분한 시간 동안 칫솔질을 하는 것이 가장 중요하다.

주요어 : 칫솔질, 치면세균막, 영상 분석, 구강위생, 구강건강
학 번 : 2019-24141

목 차

제 1 장 서론 1

제 1 절 연구의 필요성 1

제 2 절 연구 배경 4

제 3 절 연구 목적 9

제 2 장 연구 대상 및 방법 10

제 1 절 연구 대상 10

제 2 절 연구 방법 11

제 3 장 연구 결과 21

제 1 절 연구 대상자의 특성 21

제 2 절 연구 대상자의 칫솔질 및 구강 상태 23

제 3 절 칫솔질과 치면세균막 지수 26

제 4 장 고안 32

제 5 장 결론 48

참고문헌 50

Abstract..... 60

표 목 차

Table 1. Toothbrush wear scores according to the Conforti index 12

Table 2. Turesky modification Quigely Hein index 15

Table 3. Demographic characteristics of study subjects (*n*=88) 22

Table 4. Mean plaque index score by area 23

Table 5. Duration of tooth brushing by area (Unit: seconds) 24

Table 6. Tooth brushing motion by area (*n*=1,248) 25

Table 7. Duration of tooth brushing and mean plaque index score (5 seconds binary) 26

Table 8. Duration of tooth brushing and mean plaque index score (10 seconds binary) 27

Table 9. Tooth brushing motion and mean plaque index score 28

Table 10. Tooth brush wear index and mean plaque index score 29

Table 11. Amount of dentifrice and mean plaque index score 29

Table 12. Whether to brush multiple areas at the same time and mean plaque index score 30

Table 13. The result of linear mixed model with binary 5 seconds 31

Table 14. The result of linear mixed model with binary 10 seconds 31

그 림 목 차

Figure 1. Overall research flow 11

Figure 2. Toothbrush wear scores by category according to the Conforti index (Van Leeuwen, Van der Weijden et al., 2019) 12

Figure 3 . Measure the weight by reproducing the amount of toothpaste 13

Figure 4. The video recording equipment 14

Figure 5. Video analysis process 17

Figure 6. Divided area for video observation 17

Figure 7. Classification of tooth brushing motion 18

Figure 8. Proportion of tooth brushing motion by area 25

제 1장 서론

제 1절 연구의 필요성

2016년 FDI World Dental Federation에서는 '구강 건강은 다면적이며, 말하고, 웃고, 냄새를 맡고, 맛을 보고, 만지고, 씹고, 삼키는 등의 다양한 감정을 두부 안면 질환이나 통증, 불쾌감 없이 자신 있게 전달할 수 있는 능력을 포함한다.'라는 구강 건강의 새로운 정의를 승인하였다(Glick, Williams et al., 2017). 정의와 더불어 구강 건강의 핵심 3요소와 이를 유지하기 위한 프레임워크를 함께 제시하였는데, 통증, 불편감, 질병의 정도를 나타내는 '질병의 상태', 웃고 씹고 말하는 등의 '생리적 기능', 그리고 불편함 없이 사회적 역할을 수행할 수 있는 '심리 사회적 기능'이다. 이러한 구강 건강의 핵심 요소의 손상에 가장 많은 영향을 미치는 것은 치아의 상실이다(Glick, Williams et al., 2017). 치아 상실로 이어지는 구강 질환은 통증과 불편을 야기하고, 결국 치아가 상실되면 주변 치아와 조직마저 손상되면서 구강의 생리적 기능은 물론, 심리 사회적 기능까지 상실할 수 있다(Dosumu, Ogunrinde et al., 2014). 또한, 구강 건강의 상실로 인해 영양섭취가 부족해지고 심리 상태가 악화되면서 전신 건강마저 위협받게 될 수 있다(Gerritsen, Allen et al., 2010). 따라서 구강 건강의 유지를 위해 치아 상실을 예방하는 것이 무엇보다 중요하다.

치아 상실의 주요 원인은 중대구강병인 치아우식과 치주질환이다(Petersen,

2005). 특히 Global Burden of Disease Study 2017에 따르면 치아우식은 전 세계적으로 가장 많이 이환된 구강 질환으로 약 23억명의 사람들이 영구치 우식증에 이환되어 있는 것으로 보고하였다(Bernabe, Marcenes et al., 2020). 치주질환 역시 전 세계적으로 약 10%의 사람들이 이환되어 있고, 1990년부터 2017년까지 유병률이 점차 상승한 것으로 보고하였다(Bernabe, Marcenes et al., 2020; Du, Nair et al., 2020; Petersen & Ogawa, 2012).

우리나라에서도 치아우식과 치주질환은 치아 상실의 주요 원인이다(Oral Health Textbook Editorial Committee, 2016). 2012년 발표된 논문에 따르면 2009년 건강보험심사평가원에서 제공한 자료를 이용해 93,176개의 치아의 발치 원인을 조사한 결과 38.4%가 치아우식으로 발거되었고, 54.9%가 치주질환으로 발거되었다(Ha & Bae, 2012). 또한 우리나라의 중대 구강병 유병률 역시 다른 질환에 비해서 높은 편인데, 건강보험심사평가원에서 공개한 다빈도 질병 통계에 따르면 2019년 의(치)과에 외래로 내원한 환자의 질병별 환자수는 치은염 및 치주질환이 약 1,670만 명으로 1위이었고, 치아우식은 약 645만 명으로 4위이었다. 또한, 치주질환으로 인한 요양급여비 총액은 약 1조 5천억 원이었고, 치아우식은 약 5,400억 원이었다. 따라서 구강 건강의 유지와 자원의 절약을 위해서라도 중대 구강병의 예방은 필수적이다(Healthcare Bigdata Hub, 2019).

중대 구강병의 발생의 가장 주된 원인은 치면세균막이기 때문에(Wade,

2013) 치면세균막의 적절한 관리가 구강 건강 유지에 무엇보다 중요하다(Axelsson & Lindhe, 1978; Brandtzaeg, 1964; Lang, 2014). 치면세균막을 관리하는 방법 중 가장 대표적인 것은 칫솔질이다(Ainamo, 1971; Axelsson & Lindhe, 1974; Axelsson, Nyström et al., 2004; Claydon, 2008; Curnow, Pine et al., 2002; Egelberg & Claffey, 1998; Van der Weijden & Slot, 2015; Van der Weijden & Hioe, 2005). 칫솔질은 개인이 직접 수행할 수 있고, 특별한 교육과 장비가 필요하지 않으며, 치면세균막 제거를 통해 치아우식과 치주질환을 동시에 예방할 수 있다는 장점이 있다(Westfelt, 1996). 따라서 대중들에게 칫솔질의 중요성을 알리고 교육하며, 칫솔질에 대한 다양한 연구를 수행하여 효과적인 칫솔질 방법에 대한 근거를 마련하고자 하였다. 그러나 올바른 칫솔질 방법, 칫솔질 시간 등에 대한 전문가 및 연구자들의 의견이 분분하고 연구 결과가 다양하여 아직 효과적인 칫솔질에 대한 근거는 명확하지 않다(Wainwright & Sheiham, 2014; Ko, Kim et al., 2019).

제 2절 연구 배경

1. 칫솔질의 방법

현재까지 대상자의 특성을 고려한 다양한 칫솔질 방법이 고안되었다. 일반적으로 권장되는 칫솔질 방법에는 회전법(Roll), 묘원법(Fones), 바스법(Bass), 스틸맨법(Stillman's), 차터스법(Charter's), 스크러빙법(Scrubing), 횡마법(Horizontal), 종마법(Leonard/Vertical), 와타나베법(Toothpick) 등이 있다(Rajwani, Hawes et al., 2020).

회전법은 칫솔의 강모를 부착 치은과 평행하게 위치시킨 후 교합면 혹은 절단연을 향해 쓸 듯 움직이는 동작이며 치아 장축과 평행하게 작용하는 방법이다(McDonnell & Domalakes, 1952). 회전법은 우리나라에서 대중들에게 권장되는 칫솔질법이다(Oral Health Textbook Editorial Committee, 2016). 묘원법은 치아와 치은변연 부위에 칫솔을 살짝 누르고 칫솔모를 비교적 큰 원을 그리듯이 4에서 5회를 움직이는 방법으로(Lea & Febiger, 1934), 우리나라에서 유아의 칫솔질에 권장하는 방법이다(Oral Health Textbook Editorial Committee, 2016). 바스법은 칫솔모를 치아 장축과 45도 각도로 한 후 치은열구와 치아 사이에 넣어 앞뒤로 짧은 동작으로 움직이는 방법으로, 부드러운 칫솔로 하도록 한다(Bass, 1954). 바스법은 미국치과의사협회에서 대중들에게 권장하고 있으며(American Dental Associatoion, 2019; Wainwright & Sheiham, 2014), 일본치과의사회에서도 치주질환 예방을 위해 권장하는 칫솔

질법이다(Japan Dental Associtaion, 2018). 스틸맨법은 칫솔을 45도 각도로 한 후 치은에 닿게 하여 짧은 진동을 주는 동작이다(Stillman, 1932). 차터스법은 칫솔모를 교합면 쪽으로 한 후 치아 장축에 역으로 45도, 혹은 90도로 위치시켜 짧은 진동을 주는 방법이다(Charters, 1948). 스크러빙법은 칫솔모가 치아 표면에 90도가 되게 위치시킨 후 짧게 좌우로 진동을 주는 방법이다(Robinson, 1976). 횡마법은 칫솔모를 치아 표면에 90도로 위치시킨 후 치열을 따라서 옆으로 문지르듯 전후 왕복 동작을 하는 칫솔질 방법이며(Tsamtsouris, White et al., 1979), 종마법은 칫솔모를 치아 표면에 90도로 위치시킨 후 상하로 반복하여 이동하는 칫솔질법이다(Leonard, 1939). 와타나베법은 칫솔모를 치관에 30도 각도로 위치시킨 후 치간부를 8회에서 9회 미는 동작으로 닦는 방법이다(Watanabe, Morita et al., 1984).

2. 칫솔질의 빈도와 시간

전 세계적으로도 칫솔질 빈도와 시간에 관한 다양한 연구가 수행되었다. 칫솔질 빈도에 관한 연구는 아동을 대상으로 하루에 칫솔질을 2회 이상 하는 경우는 2회 미만 하는 경우에 비해 우식 발생 위험률이 적은 것으로 보고된 연구가 많았고(Kumar, Tadakamadla et al., 2016; Rossete Melo, Rezende et al., 2013; Winter, Glaser et al., 2015; Wong, Lu et al., 2012), 하루에 1회 미만 칫솔질을 하는 경우에 비해 1회 이상 칫솔질을 하는 경우 치아우식 발생

위험률이 낮은 것으로 보고한 연구도 있었다(Grindefjord, Dahllöf et al., 1995). 적정 칫솔질 시간에 대한 연구에서는 30초에서 3분까지는 칫솔질 시간에 따라 치면세균막의 제거 면적이 증가하기 때문에 최소 2분 이상의 칫솔질 시간을 권장하는 연구 결과가 보고되었다(Creeth, Gallagher et al., 2009). 반면에 3분이 최적의 칫솔질 시간이라는 연구결과도 보고되었다(Ashley, 2001).

우리나라에서 대중들에게 권장되는 칫솔질의 빈도와 시간은 '333법칙'에서 찾아볼 수 있다. 333법칙은 하루 3번, 식후 3분 이내, 3분 이상 칫솔질을 하는 것이다(Yang, Hwang et al., 2015). 약 40년간 권장되어 왔고, 대중들이 가장 많이 인지하고 있다(Yang, Hwang et al., 2015; Yum, Ko et al., 2014). 그러나 최근 333법칙의 보완과 수정을 제안하는 연구들이 보고되고 있다(Yang, Hwang et al., 2015). 해외의 경우 미국치과의사 협회는 하루에 2번 2분 이상의 칫솔질을 권장하고 있으며(American Dental Associatoion, 2019), 영국 공중 보건국에서는 하루에 취침 전 1회를 포함한 최소 2회의 칫솔질을 권장하고 있다(Davies & Davies, 2008).

3. 동영상 기반 행동 분석

칫솔질 연구는 동작과 시간 등 다양한 행동 변수의 분석이 필요하고 반복적인 평가가 필수적이기 때문에 동영상 기반 연구가 많이 수행되고 있다.

1978년에는 교육받지 않은 대상에게 평소처럼 칫솔질을 한 뒤 칫솔질 시간, 방법, 행동만을 분석하는 연구가 수행되었고(Macgregor & Rugg-Gunn, 1979; Macgregor & Rugg-Gunn, 1979; Rugg-Gunn & Macgregor, 1978), 칫솔질 행동과 치은 지수, 치면세균막 지수 등의 임상 지표와 함께 분석하는 연구들도 수행되었다(Arai & Kinoshita, 1977; Macgregor, Rugg-Gunn et al., 1986; Rugg-Gunn, Macgregor et al., 1979). 최근에도 칫솔질 방법, 시간 등을 분석하거나, 교육 후 칫솔질의 효과를 분석하는 연구들이 수행되고 있다(Deinzer, Ebel et al., 2018; Ganss, Schlueter et al., 2009; Graetz, Bielfeldt et al., 2013; Ko, Kim et al., 2019; Schlueter, Klimek et al., 2013; Winterfeld, Schlueter et al., 2015). 그러나 이러한 연구들은 대부분 독일, 영국 등 유럽에서 수행되었기 때문에 우리나라 대중들의 특성에 맞는 연구가 필요하다. 또한 대상자의 학습도, 수기 능력, 평소 사용하는 칫솔질과 교육받는 칫솔질 간의 차이 등에서 발생할 수 있는 편향을 배제하기 위해 칫솔질을 교육하지 않고 평소대로 칫솔질을 한 후 그 칫솔질을 관찰하여 효과를 분석하는 연구가 필요하다.

우리나라에서도 2018년 대상자들이 평소대로 칫솔질을 하는 것을 녹화하여 분석 후 칫솔질 방법과 시간을 치면세균막 지수와 함께 분석하는 연구가 수행되었다(Ko, Kim et al., 2019). 그러나 연구 대상자 수가 30명으로 적었고 대상자의 연령대가 주로 30대 이하로 편중되어있기 때문에 일반화하기 어려웠다. 또한 한 대의 카메라만을 이용하였기 때문에 닦는 손으로 구강 내 일

부가 가려지는 등 분석의 한계가 존재하였다. 따라서 보다 정확하게 칫솔질을 분석할 수 있는 연구가 필요하다.

제 3절 연구 목적

이번 연구는 대상자가 평소대로 칫솔질을 하는 모습을 동영상으로 촬영하여 분석하고, 칫솔모의 벌어짐 정도와 치약 사용량을 함께 분석하여, 치면세균막 제거에 영향을 미치는 요인을 찾고 치면세균막 제거 효율을 평가하고자 하였다. 이를 통해 효과적인 칫솔질 방법과 시간, 칫솔과 치약 사용에 대한 근거를 마련하고자 하였다.

제 2장 연구 대상 및 방법

제 1절 연구 대상

이번 연구는 서울대학교 치의학대학원 연구윤리심의 위원회(Institutional review board: IRB)의 승인을 얻어 진행하였다(S-D20200024). 2020년 8월부터 2020년 12월까지 약 5개월 동안 진행되었으며 총 88명을 대상으로 연구를 진행하였다. 연구 대상자는 인터넷 구인·구직 사이트에 게시한 광고와 인터넷 카페, 지면 광고 등을 통해 모집하였다. 자발적으로 지원한 참여자에게 전화로 1차 스크리닝을 진행하였고, 연구 대상자로 적합한 경우 서울대학교 치의학대학원에 내원하여 피험자 설명서 동의서에 서면으로 동의를 받은 후 2차 스크리닝을 진행하였다.

연구 대상자 선정기준은 만 20세 이상 만 80세 이하의 성인 남녀 중 20개 이상의 자연치아를 보유한 사람이었다. 연구 대상자 제외기준은 선정 기준에 부합하지 않는 자, 조절되지 않는 고혈압 또는 당뇨가 있는 환자, 중대한 심혈관계 질환, 호흡기계 질환, 신장 질환, 간 질환, 소화기계 질환, 혈액계 질환 및 신경·정신계 질환을 합병하고 있는 환자, 임산부 등이었다. 연구 대상자 제외기준은 전신의 상태가 연구 결과에 영향을 미칠 수 있거나, 면역력의 현저한 저하 등으로 연구 참여가 어려운 경우를 고려하여 설정하였다.

제 2절 연구 방법

1. 연구 방법 개요

연구 대상자에게 평소처럼 칫솔질을 하도록 요청하고, 칫솔질을 하는 동안 동영상을 촬영하여 칫솔질 시간, 동작, 부위 등을 분석하였다. 연구 대상자의 구강 검사 결과와 칫솔질 동영상 분석 결과를 함께 분석하였다(Figure 1).

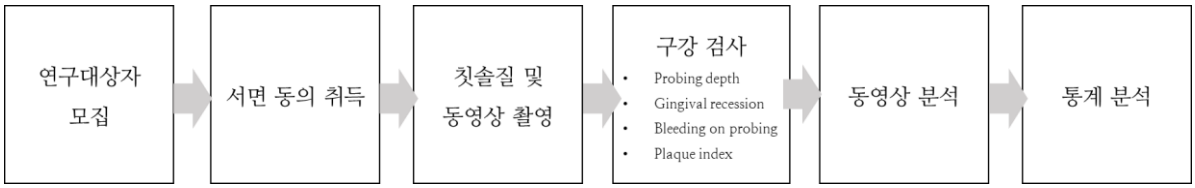

Figure 1. Overall research flow

2. 칫솔질 동영상 촬영

1) 칫솔질

연구 대상자에게 칫솔질을 하는 동안 동영상을 촬영한다는 것을 사전에 고지하였다. 연구 대상자는 자신이 사용하던 칫솔과 치약으로 평소처럼 칫솔질을 하였고 칫솔질 시간은 제한하지 않았다. 연구 대상자라는 의식에서 비롯되는 편향을 줄이기 위해 연구진은 밖에서 대기하고 연구 대상자가 칫솔질이 끝났음을 알리면 들어가도록 하였다.

2) 사용한 칫솔과 치약

연구 대상자에게 사용하던 칫솔과 치약을 지참하도록 사전에 고지하였다. 연구 대상자의 칫솔과 치약을 촬영하여 제조사와 상품명을 기록하였다. 또한, 칫솔 헤드(Head)를 따로 촬영하여 Conforti index (Conforti, Cordero et al., 2003)를 이용하여 칫솔모의 벌어짐 정도를 분류하였다(Table 1, Figure 2). 치약 사용량은 촬영한 칫솔질 동영상에서 치약을 짠 장면을 캡처하여 칫솔모 전체에 치약을 짰는지 여부로 구분하였다. 사진 속 치약의 양을 추정하기 위해 1종의 칫솔에 2종의 치약을 짜서 영점 저울로 측정하였고, 칫솔모 전체에 치약을 짰을 때 1.1g에서 2.3g이었다(Figure 3).

Table 1. Toothbrush wear scores according to the Conforti index

Wear scores	Description
0- No wear	No visible sign of wear, inner and outer tufts are intact
1- Light wear	Outer tufts begin to splay, inner tufts are still intact
2- Medium wear	Outer tufts are splayed beyond the base of the toothbrush, inner tufts begin to splay
3- Heavy wear	Outer and inner tufts are splayed
4- Extreme wear	Outer and inner tufts are splayed whereby no distinction can be made

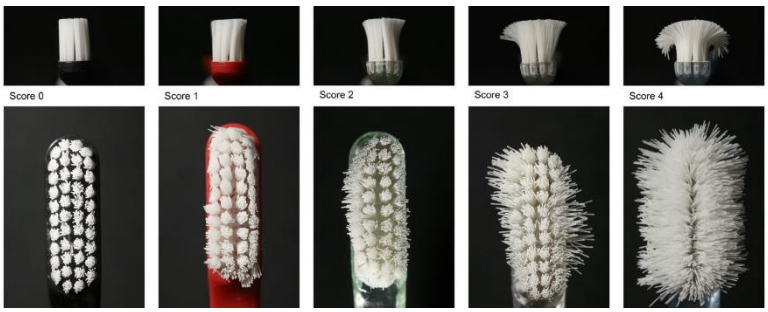

Figure 2. Toothbrush wear scores by category according to the Conforti index (Van Leeuwen, Van der Weijden et al., 2019)

Figure 3 . Measure the weight by reproducing the amount of toothpaste

3) 동영상 촬영 장비

동영상 촬영 장비는 연구실에서 직접 개발한 것으로 Figure 4와 같다. 세면대에 거울이 부착된 투명 아크릴판을 연결하였고, 분석의 용이성을 위해 동영상 촬영 기기 주변에 단색의 파티션을 설치하였다. 카메라는 태블릿PC (Galaxy tab A S-pen, Samsung Electronics Inc., Suwon, Korea)에 내장된 카메라 1대와 초소형 1인칭 액션 카메라 4대(Hero 8, GoPro Inc., San Mateo, CA, USA)를 사용하였다. 태블릿 PC를 대상자의 정면 거울의 뒤에 위치시키고, 거울에 지름 약 1cm의 작은 구멍을 뚫어 촬영하였다. 초소형 1인칭 액션 카메라는 각각 거울의 하단, 투명 아크릴판의 상단, 파티션의 좌·우에 부착하였다. 정면과 하단에 위치한 카메라로 촬영한 영상을 분석에 주로 사용하였다. 정면에 위치한 카메라의 화각은 협각으로, 대상자가 고개를 숙이거나 양 옆으로 움직이는 경우 화각에서 벗어나기 때문에 상대적으로 광각인 액션 카메라를 하단에 부착하였다. 좌·우측에 부착된 카메라는 분석이 어려운 경우 보조적으로 사용하였다. 상단의 카메라는 연구 대상자의 치약 사용량을 기록하기 위해 사용하였다.

Figure 4. The video recording equipment

3. 구강 검사

연구 대상자의 치주 상태, 치면세균막의 분포와 위치 등을 평가하기 위해 구강 검사를 진행하였다. 구강 검사는 훈련된 연구원이 진행하였으며 임상적 치주 정보인 치주낭 깊이(Probing depth; PD), 치은 퇴축(Gingival recession; GR), 탐침 후 출혈(Bleeding on probing; BOP)과 치면세균막 지수(Plaque index score; PI score) 평가로 이루어졌다.

1) 임상 치주 정보

치주낭 깊이와 치은 퇴축은 periodontal probe (UNC probe, Hu-friedy, Co. LLC, Chicago, US)를 이용해 전체 치아와 임플란트 주위의 6부위(협면 근심,

협면 중앙, 협면 원심, 설면 근심, 설면 중앙, 설면 원심)에서 측정하였다. 탐침 후 출혈은 치아의 협·설면으로 나누어 기록하였고, 탐침 시 한 부위라도 출혈이 있으면 협·설면에 출혈이 있는 것으로 기록하였다.

2) 치면세균막 지수(Plaque index score)

연구 대상자의 치면세균막의 분포 정도와 위치를 파악하고자 치면세균막 지수를 평가하였다. 사랑니와 crown, implant, laminate를 장착한 치아를 제외한 치아의 협면, 설면에 치면세균막 착색제(DCS Disclosing Solution, I one bio, Seongnam, Korea)를 도포한 후, 연구 대상자의 치면을 세척, 건조한 후 Turesky modification Quigely Hein index (TMQHI) (Turesky, Gilmore et al., 1970)를 이용하여 평가하였다(Table 2).

Table 2. Turesky modification Quigely Hein index

Score	Description
0	No plaque
1	Separate flecks of plaque at the cervical margin
2	A thin continuous band of plaque up to 1 mm at the cervical margin
3	Band wider than 1 mm but less than one-third of the crown of tooth.
4	Plaque covering at least one-third but less than two-thirds of the crown of the tooth.
5	Plaque covering two-thirds or more of the crown of the tooth.

4. 동영상 분석

1) 동영상 분석 및 코딩

동영상 분석은 총 4단계로 진행하였고(Figure 5), 각 단계는 코딩 시에 범주로 활용하였다. 1단계는 'Tooth contact'로 실제 칫솔질을 하고 있는지를 분류하였다. 따라서 치면에 칫솔모를 부착하고 움직이는 경우에 'Yes'로 코딩하였고, 칫솔모가 치면으로부터 떨어져있거나, 치면에 칫솔모가 닿아있으나 1초 이상 움직이지 않는 경우, 칫솔을 다른 부위로 옮기는데 1초 이상 소요되는 경우, 혀를 닦는 경우는 'No'로 코딩하였다. 구분이 되지 않거나 화각에서 벗어난 경우 'Unclear'로 코딩하였다. 2단계는 칫솔질 부위 중 면(Surface)을 분류하였다. 면은 총 4가지로 나누었다. 협면(Labial/Buccal), 구개(설)면(Palatal/Lingual), 교합면(Occlusal), 알 수 없음(Unclear)였다. 3단계는 칫솔질 부위를 분류하였다. 칫솔질 부위는 총 20부위(Area)로 나누었는데, 상·하악, 좌·우측, 구치부·전치부로 나눈 후 구치부는 협면, 설면, 교합면으로, 전치부는 순면, 설면으로 나누었다(Figure 6). 4단계는 3단계에서 분류한 부위별로 칫솔질 동작(Movement)을 분류하였다. 칫솔질 동작은 총 7가지로 수평동작(Horizontal), 수직 동작(Vertical), 원호 동작(Circling), 회전 동작(Rolling), 사선동작(Oblique), 분류 불가(Unknown), 스크러빙 동작(Scrubbing)이었다. 닦지 않은 부위는 Unbrushed로 별도로 코딩하였다(Figure 7).

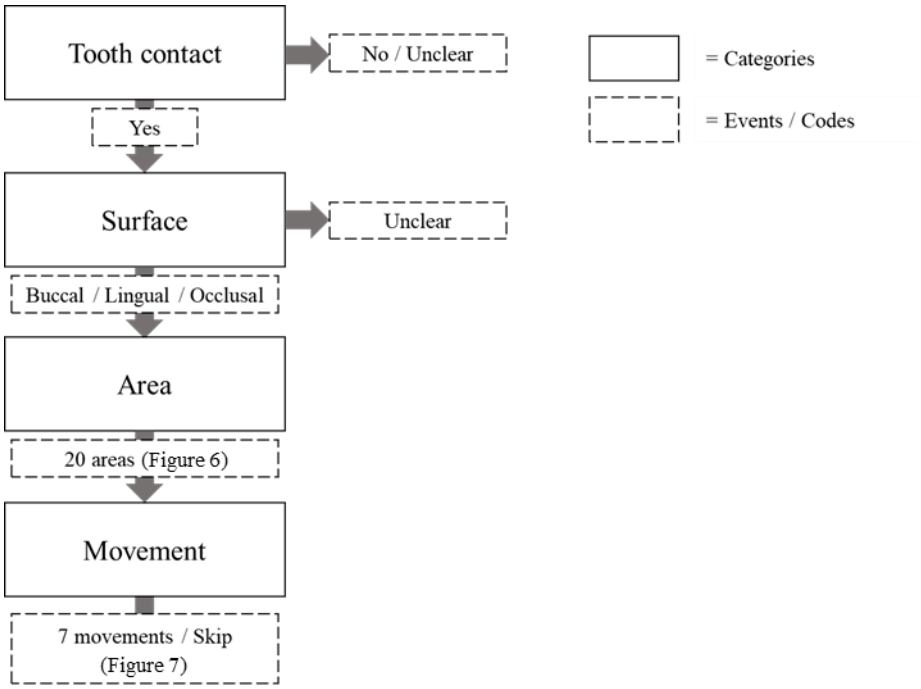

Figure 5. Video analysis process

Upper			
Right		Left	
Posterior	Anterior	Anterior	Posterior
Buccal	Labial	Labial	Buccal
Occlusal			Occlusal
Palatal	Palatal	Palatal	Palatal
Lingual	Lingual	Lingual	Lingual
Occlusal			Occlusal
Buccal	Labial	Labial	Buccal
Posterior	Anterior	Anterior	Posterior
Right		Left	
Lower			

Figure 6. Divided area for video observation

Figure 7. Classification of tooth brushing motion

2) 동영상 분석 소프트웨어

칫솔질 시간, 동작, 부위를 분석하기 위해 행동 분석 소프트웨어인 Interact (Mangold Interact®, Mangold International GmbH, Arnstorf, Germany)를 사용하였다. Interact는 관찰연구에서 동영상과 오디오를 분석하여 발생하는 행동 및 이벤트를 정량적, 정성적으로 코딩하고 통계 결과를 제시하는 소프트웨어다. 동시에 다양한 매체를 분석할 수 있고, Figure 5와 같이 분류한 각각의 범주와 이벤트에 코드를 부여할 수 있다. 동영상의 이벤트에 맞추어 코딩을 하면 시작 시간, 종료 시간이 입력되고 자동으로 이벤트의 발생 빈도(Frequency)와 지속 시간(Duration)이 계산된다.

5. 통계분석

모든 통계분석은 SPSS Statistics 26.0(IBM Co., Armonk, NY, USA)로 하였고, 유의 수준(p-value)은 0.05로 하였다.

1) 칫솔질 동작, 시간, 부위의 분석과 칫솔질과 치면세균막 지수를 함께 분석

하는 경우 입을 닫고 칫솔질을 하는 등의 이유로 인해 칫솔질 동영상 판독이 불가능한 10명의 연구 대상자를 제외하고 총 78명의 칫솔질 동영상을 이용하였다. 교합면은 수평방법으로 칫솔질을 하며 치면세균막 지수를 평가할 수 없기 때문에 칫솔질 동작 분석 시와 치면세균막 지수를 분석할 때는 교합면을 제외하였다. 교합면을 포함하면 1,560부위, 교합면을 제외하면 총 1,248부위가 분석되었다.

2) 한 부위를 두 가지 이상의 동작으로 칫솔질 한 경우 더 많은 시간 동안 이용한 동작을 부위별 칫솔질 동작으로 설정하였다.

3) 두 부위 이상을 동시에 닦은 경우 해당 부위의 칫솔질 시간을 동시에 닦은 부위의 수로 나누어 계산하였다. 단, 세 부위나 네 부위를 동시에 닦은 경우 일괄적으로 4로 나누었다.

4) 칫솔질 시간은 5초 미만과 5초 이상, 10초 미만과 10초 이상으로 각각 나누어 분석하였다.

5) 치면세균막 지수와 칫솔질 시간, 동작, 부위, 칫솔모의 벌어짐 정도, 치약 사용량, 동시에 여러 부위를 닦는지 여부와 같이 다양한 요인들을 보정하고 교호작용을 확인하기 위해 선형 혼합 모형(Linear mixed model; LMM)을 이용해 분석하였다.

6) 치면세균막 지수를 평가한 평가자의 신뢰도를 판단하기 위해 교정 훈련(Calibration training)을 진행하였고, 한 대상자의 치면세균막 지수를 훈련

된 두 연구자가 평가하였다. 급내상관계수(Intraclass correlation coefficient; ICC)를 산출하였고, Cronbach's α는 0.819였다.

제 3장 연구 결과

제 1절 연구 대상자의 특성

연구 대상자는 모집 공고를 보고 지원한 참여자 중 선정기준에 부합하고 자발적으로 동의서에 서명한 사람이었고, 총 88명의 대상자가 연구에 참여하였다. 연구 대상자의 특성은 Table 3과 같다. 연구 대상자의 평균 연령은 45.09±12.78세였으며 성별은 남성이 32명으로 36.4% 여성이 56명으로 63.6%였다. 연구 대상자의 구강 검사 결과 치은 퇴축은 평균 0.12±0.21mm였고, 치주낭 깊이는 평균 1.43±0.20mm였다. 탐침 시 출혈은 0, 1로 기록한 결과 평균 0.06±0.09점이었다. 교합면을 제외한 모든 치면의 평균 치면세균막 지수는 1.32±0.47점이었고, 인접면(Proximal)과 중앙(Mid)으로 구분하였을 때 인접면은 평균 1.43±0.47점, 중앙은 평균 1.11±0.48점이었다. 연구 대상자의 평균 칫솔질 시간은 총 118.94±53.62초였다. 협면만을 대상으로 분석한 결과는 55.88±33.63초이며, 설면만을 분석한 결과는 25.54±22.98초, 교합면만을 대상으로 분석한 결과는 37.47±22.78초였다.

Table 3. Demographic characteristics of study subjects (*n*=88)

	Mean±SD
Age	45.09±12.78
Sex	
Male	32 (36.4)*
Female	56 (63.6)*
Gingival recession average	0.12±0.21
Probing depth average	1.43±0.20
Bleeding on probing average	0.06±0.09
Plaque index score	
All site	1.32±0.47
Proximal site	1.43±0.47
Mid site	1.11±0.48
Tooth brushing duration	
Total	118.94±53.62
Buccal	55.88±33.63
Lingual	25.54±22.98
Occlusal	37.47±22.78

*n (%)

제 2절 연구 대상자의 칫솔질 및 구강 상태

1. 부위별 치면세균막 지수(TMQHI)

연구 대상자의 부위별 치면세균막 지수는 상·하악, 좌·우측, 전치부·구치부, 협면·설면으로 나누어서 분석하였고, 각 치아별로 측정된 치면세균막 지수를 부위별로 평균과 표준편차를 구하였다(Table 4). 상·하악 모두에서 협면에 비해 설면의 치면세균막 지수가 높았으며, 상악 설면에 비해 하악 설면의 치면세균막 지수가 높았다.

Table 4. Mean plaque index score by area

	Right		Left	
	Posterior	Anterior	Anterior	Posterior
Upper				
Buccal	1.25±0.89	0.92±0.90	0.87±0.82	1.29±0.65
Palatal	1.55±0.64	1.27±0.83	1.17±0.84	1.37±0.69
Lower				
Lingual	1.81±0.64	1.42±0.97	1.36±1.01	1.96±0.66
Buccal	1.16±0.60	1.09±0.91	0.98±0.84	1.31±0.62

2. 부위별 칫솔질 시간

부위별 칫솔질 시간은 초(Seconds) 단위로 분석하였으며 상·하악, 좌·우측, 전치부·구치부, 협면·설면·교합면으로 나누었고, 결과는 Table 5와 같다. 상·하악 모두 설면에 비해 협면과 교합면의 칫솔질 시간이 압도적으로 길었다. 특

히 상악 구치부 협면은 구개면에 비해 약 2.9배에서 3.6배 오래 닦았고, 하악 교합면은 설면에 비해 약 2.7배에서 3.3배 더 오래 닦았다. 협면에서는 하악에 비해 상악의 칫솔질 시간이 길었고, 교합면은 상악에 비해 하악의 칫솔질 시간이 길었다.

Table 5. Duration of tooth brushing by area (Unit: seconds)

	Right		Left	
	Posterior	Anterior	Anterior	Posterior
Upper				
Buccal	11.04±7.17	6.77±10.90	6.59±11.14	9.07±6.57
Palatal	3.07±4.20	3.21±3.72	2.85±3.53	3.08±3.91
Occlusal	7.78±6.67			6.55±5.72
Lower				
Occlusal	10.70±7.59			12.32±8.60
Lingual	3.90±4.26	2.83±2.94	2.83±3.29	3.73±5.02
Buccal	7.19±5.46	4.52±3.28	4.29±2.90	6.55±4.26

3. 부위별 칫솔질 동작

연구 대상자가 부위별로 가장 오래 이용한 칫솔질 동작은 Table 6, Figure 8과 같다. 부위별로 나누었을 때(Table 6), 교합면을 제외한 치면에서는 수직 동작을 이용해 칫솔질을 한 부위(495부위, 39.7%)와 수평 동작으로 칫솔질 한 부위(227부위, 18.2%)가 가장 많았고 스크러빙 동작을 이용한 부위가 8부

위(0.6%)로 가장 적었다. 닦이지 않은 부위는 223부위(17.9%)였다. 협면은 수직 동작으로 닦은 부위가 250부위(40.1%)로 가장 많았고, 스크러빙 동작으로 닦은 부위는 4부위(0.6%)로 가장 적었다. 닦이지 않은 부위는 16부위(2.6%)였다. 설면은 수직 동작으로 닦은 부위가 245부위(39.3%)로 가장 많았고, 스크러빙 동작으로 닦은 부위는 4부위(0.6%)로 가장 적었다. 닦이지 않은 부위는 207부위(33.2%) 였으며, 두 번째로 많았다.

Table 6. Tooth brushing motion by area (*n*=1,248)

	Horizontal	Vertical	Circling	Rolling	Oblique	Scrubbing	Unknown	Unbrushed
All site	227(18.2)	495(39.7)	173(13.9)	49(3.9)	73(5.8)	8(0.6)	0(0.0)	223(17.9)
Buccal	131(21.0)	250(40.1)	168(26.9)	22(3.5)	33(5.3)	4(0.6)	0(0.0)	16(2.6)
Lingual	96(15.4)	245(39.3)	5(0.8)	27(4.3)	40(6.4)	4(0.6)	0(0.0)	207(33.2)

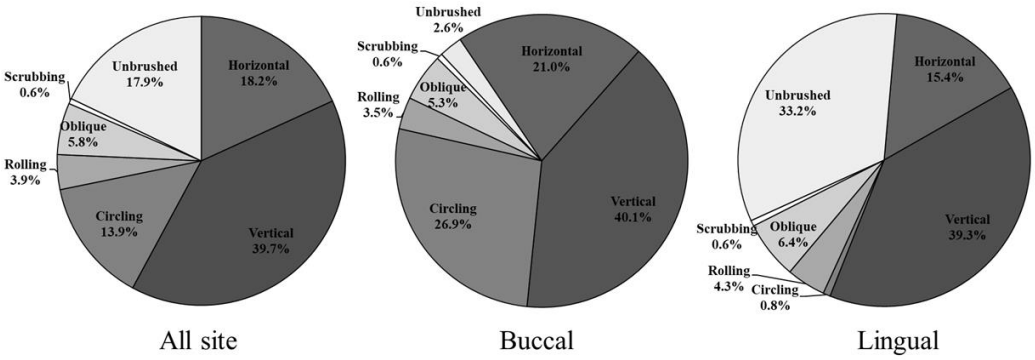

Figure 8. Proportion of tooth brushing motion by area

제 3절 칫솔질과 치면세균막 지수

1. 부위별 칫솔질 시간에 따른 치면세균막 지수

부위별 평균 칫솔질 시간을 5초 미만과 5초 이상으로 나누어 평균 치면세균막 지수와 함께 분석한 결과는 Table 7과 같다. 부위별로 나누었을 때 교합면을 제외한 모든 부위와 설면에서는 5초 미만 닦은 부위가 5초 이상 닦은 부위에 비해 많았고, 협면에서는 5초 이상 닦은 부위가 더 많았다. 치면세균막 지수는 5초 이상 닦은 부위가 5초 미만 닦은 부위에 비해 낮았다. 교합면을 제외한 모든 부위와 협면의 치면세균막 지수는 시간에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 설면에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 7. Duration of tooth brushing and mean plaque index score (5 seconds binary)

	Less than 5 seconds		More than 5 seconds		
	n(%)	PI Mean±SD	*n*(%)	PI Mean±SD	*p*-value
All site	745(60.0)	1.41±0.85	497(40.0)	1.18±0.82	**<0.001***
Buccal	278(44.8)	1.21±0.87	343(55.2)	1.06±0.76	**<0.01***
Lingual	467(75.2)	1.52±0.82	154(24.8)	1.44±0.89	0.256

*Independent t-test results have statistically significant differences ($p<0.05$).

부위별 평균 칫솔질 시간을 10초 미만과 10초 이상으로 나누어 평균 치면세균막 지수와 함께 분석한 결과는 Table 8와 같다. 부위별로 구분하였을 때 10초 미만 칫솔질 한 부위가 10초 이상 닦은 부위에 비해 많았고, 10초 이상 닦은 부위의 치면세균막 지수가 더 낮게 측정되었으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

Table 8. Duration of tooth brushing and mean plaque index score (10 seconds binary)

	Less than 10 seconds		More than 10 seconds		
	n(%)	PI Mean±SD	*n*(%)	PI Mean±SD	*p*-value
All site	1,091(87.8)	1.33±0.85	151(12.2)	1.19±0.82	0.050
Buccal	506(81.5)	1.13±0.83	115(18.5)	1.10±0.73	0.680
Lingual	585(94.2)	1.50±0.82	36(5.8)	1.47±1.02	0.825

Figure 6과 같이 20부위로 나누고 교합면을 제외하였을 때, 구치부에서는 상·하악 모두 설면에 비해 협면을 10초 이상 닦은 경우가 많았다. 또한, 하악에 비해 상악의 협면을 10초 이상 닦은 경우가 더 많았다.

부위별 치면세균막 지수는 모든 부위에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 상악 좌측 구치부 구개면, 하악 좌측 전치부 순면, 하악 전치부 설면, 하악 좌측 구치부 설면을 제외하고 10초 이상 닦은 부위의 치면세균막 지수가 10초 미만 닦은 부위의 치면세균막 지수에 비해서 낮았으며, 구치부에 비해 전치부에서 더 많은 차이를 보였다.

2. 칫솔질 동작과 치면세균막 지수

칫솔질 동작과 치면세균막 지수를 분석한 결과는 Table 9과 같다. Table 9는 치면세균막 지수가 낮은 순서대로 배치하였다. 원호 동작으로 닦은 부위의 평균 치면세균막 지수가 1.12점으로 가장 낮았고, 닦지 않은 부분의 평균 치면세균막 지수가 1.68점으로 가장 높게 측정되었다. 원호 동작과 수직 동작으로 닦은 부위의 치면세균막 지수가 닦지 않은 부위의 치면세균막 지수와

통계적으로 유의한 차이가 있었다.

Table 9. Tooth brushing motion and mean plaque index score

Tooth brushing motion	PI mean±SD
Circling	1.12±0.70[a]
Vertical	1.16±0.83[a]
Oblique	1.26±0.81[a, b]
Scrubbing	1.39±0.46[a, b]
Rolling	1.43±0.84[a, b]
Horizontal	1.45±0.85[a, b]
Unbrushed	1.68±0.85[b]

[a, b] The same characters are not significantly different by Duncan's post-hoc analysis.

3. 칫솔모의 벌어짐 정도와 치면세균막 지수

칫솔모의 벌어짐 정도를 Conforti index (Table 1, Figure 2)로 분류하여 치면세균막 지수와 분석한 결과는 Table 10과 같다. Table 10은 치면세균막 지수가 낮은 순서로 배치하였다. Conforti index가 0점인 대상자는 30명(34.9%)으로 가장 많았고, 4점인 대상자는 3명(3.5%)으로 가장 적었다. 평균 치면세균막 지수는 Conforti index가 4점인 경우가 1.07±0.80점으로 가장 낮았고, 0점인 경우가 1.38±0.89점으로 가장 높은 것으로 분석되었다. Conforti index가 4점인 경우와 0점인 경우의 평균 치면세균막 지수에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

Table 10. Tooth brush wear index and mean plaque index score

Tooth brush wear index	*n*(%)	PI mean±SD
4(extreme wear)	3(3.5)	1.07±0.80[a]
1(light wear)	13(15.1)	1.27±0.83[a,b]
3(heavy wear)	31(36.0)	1.28±0.80[a,b]
2(medium wear)	9(10.5)	1.35±0.76[a,b]
0(no wear)	30(34.9)	1.38±0.89[b]

[a, b] The same characters are not significantly different by Tukey's post-hoc analysis.

4. 치약 사용량과 치면세균막 지수

치약 사용량과 치면세균막 지수를 분석한 결과는 Table 11과 같다. 칫솔모에 꽉 차지 않게 치약을 사용한 대상자는 63명으로 72.4%이었고, 칫솔모에 꽉 차게 치약을 사용한 대상자는 24명으로 27.6%였다. 평균 치면세균막 지수는 칫솔모에 꽉 차지 않게 사용한 대상자에서 더 낮았고, 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

Table 11. Amount of dentifrice and mean plaque index score

	n(%)	PI mean±SD	*p*-value
Less than full of brush heads	63(72.4)	1.24±0.81	**<0.001***
Full of brush heads	24(27.6)	1.46±0.92	

* Independent t-test results have statistically significant differences ($p<0.05$).

5. 여러 부위를 동시에 닦는 경우의 치면세균막 지수

연구 대상자가 여러 부위를 동시에 닦는 경우와 치면세균막 지수에 대한 분석 결과는 Table 12와 같다. 다른 부위와 동시에 닦지 않은 부위는 전체의

49.0%였고, 다른 한 부위와 동시에 닦은 부위는 28.3%였으며, 3, 4부위를 동시에 닦은 경우는 22.7%였다. 치면세균막 지수는 부위별로 나누었을 때 전체 치면과 협면에서 한 부위만 닦는 경우와 동시에 닦는 경우에 동시에 닦는 경우가 치면세균막 지수가 낮았고, 두 부위를 동시에 닦는 경우보다 세 부위 혹은 네 부위를 동시에 닦는 경우에 치면세균막 지수가 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 설면에서는 세 부위 혹은 네 부위를 동시에 닦는 경우는 없었고, 한 부위만 닦는 경우보다 두 부위를 동시에 닦는 경우 치면세균막 지수가 낮았으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

Table 12. Whether to brush multiple areas at the same time and mean plaque index score

Area	PI mean±SD			*p*-value
	Only 1 area	2 area	3 or 4 area	
All surface	1.55±0.83	1.18±0.71	0.98±0.88	**<0.001***
Buccal	1.73±0.99	1.17±0.65	0.98±0.88	**<0.001***
Lingual	1.53±0.82	1.26±0.95		**<0.05****

* Calculated by one-way ANOVA by Tukey's post-hoc analysis.
** Calculated by independent t-test.

6. 선형 혼합 모형 분석

선형 혼합 모형 분석 결과는 Table 13, Table 14와 같다. 칫솔질 시간을 5초와 10초를 기준으로 나누었고, 칫솔질 시간, 칫솔질 부위, 칫솔질 동작, 동시에 여러 부위를 칫솔질을 하는지 여부, 치약 사용량, 칫솔모의 벌어짐 정도와 칫솔질 동작과 부위의 상호작용을 보정하여 치면세균막 지수와 연계해서

분석하였다.

칫솔질 시간을 5초 기준으로 나누어 선형 혼합 모형으로 분석한 결과 칫솔질 시간과 부위가 통계적으로 유의하게 치면세균막 지수에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 13). 칫솔질 시간을 10초 기준으로 분류하여 분석한 결과에서도 칫솔질 시간과 부위에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다 (Table 14).

Table 13. The result of linear mixed model with binary 5 seconds

Effect	Num d.f.	Den d.f.	F-value	*p*-value
Tooth brushing duration (5 seconds binary)	1	1050.675	12.71	**<0.001***
Tooth brushing area	15	965.295	3.612	**<0.001***
Tooth brushing motion	6	1074.606	1.524	0.167
Brushing multiple areas at the same time	2	1093.16	2.736	0.065
Amount of dentifrice	1	71.495	2.951	0.090
Tooth brush wear index	4	71.211	0.641	0.635
Tooth brushing motion x Area	71	935.088	1.04	0.391

*Linear Mixed Model results have statistically significant ($p<0.05$).

Table 14. The result of linear mixed model with binary 10 seconds

Effect	Num d.f.	Den d.f.	F-value	*p*-value
Tooth brushing duration (10 seconds binary)	1	1006.444	6.974	**0.008***
Tooth brushing area	15	960.245	3.386	**<0.001***
Tooth brushing motion	6	1074.767	1.945	0.071
Brushing multiple areas at the same time	2	1090.907	2.698	0.068
Amount of dentifrice	1	71.645	2.919	0.092
Tooth brush wear index	4	71.063	0.61	0.657
Tooth brushing motion x Area	71	933.707	1.003	0.473

*Linear Mixed Model results have statistically significant ($p<0.05$).

제 4장 고안

이번 연구는 연구 대상자의 칫솔질 동영상을 촬영 및 분석하고 칫솔모의 벌어짐 정도와 치약 사용량을 분석하여 치면세균막 제거에 영향을 미치는 요인을 파악하고 치면세균막 제거 효율을 평가하고자 하였다. 88명의 대상자에게 평소 사용하던 칫솔과 치약으로 평소대로 칫솔질을 하도록 요청하였고 동영상 촬영 후 치면세균막 지수와 함께 분석하였다.

연구 대상자의 평균 칫솔질 시간은 118.94초였고, 그 중 협면의 칫솔질 시간은 55.88초, 설면은 25.54초, 교합면은 37.47초였다(Table 3). 연구 대상자의 평균 칫솔질 시간은 미국치과의사협회에서 권장하고 있고(American Dental Associatoion, 2019), Creeth 등이 기존 연구에서 제안한 최소 칫솔질 시간인 2분과 매우 근접하다(Creeth, Gallagher et al., 2009). Creeth 등은 칫솔질 시간을 30초, 45초, 60초, 120초, 180초로 분류하여 47명의 연구 대상자를 분류하고 TMQHI를 기준으로 치면세균막 지수를 측정하였다. 그 결과 180초 동안 칫솔질을 하는 경우 30초 동안 칫솔질을 하는 경우에 비해 약 55%의 치면세균막이 더 제거되었고, 120초 동안 칫솔질을 하는 것은 45초 동안 칫솔질을 하는 경우에 비해 약 26%의 치면세균막이 더 제거되었다. 따라서 현실적으로 최소한 2분 동안 칫솔질을 하는 것이 중요하다고 주장하였다(Creeth, Gallagher et al., 2009). 또한, 이번 연구에 참여한 연구 대상자의

평균 칫솔질 시간은 대부분의 선행 연구에서 보고한 실제 칫솔질 시간에 비해 긴 것으로 분석되었다. Emling 등은 154명의 대상자에게 평소처럼 칫솔질을 하도록 하고 거울을 통해 대상자를 관찰하였다. 실제 칫솔질 시간과 연구 대상자가 생각하는 본인의 칫솔질 시간을 비교한 결과 연구 대상자들의 평균 실제 칫솔질 시간은 56.7초였고 연구 대상자들은 평균 154.6초 동안 칫솔질을 한 것 같다고 응답하였다(Emling, Flickinger et al., 1981). Ganss 등은 103명의 연구 대상자에게 평소처럼 칫솔질을 하도록 한 후 동영상을 촬영, 분석하여 칫솔질 시간과 동작, 칫솔질 시 작용하는 힘을 분석하였고, 대상자들의 평균 실제 칫솔질 시간은 96.6초로 보고하였다(Ganss, Schlueter et al., 2009). 반면에 이번 연구에 비해 연구 대상자들의 평균 칫솔질 시간이 긴 것으로 보고된 연구도 있었다. Winterfeld 등은 101명의 연구 대상자에게 평소처럼 칫솔질과 치실을 사용하도록 한 후 동영상을 촬영하여 분석한 결과 평균 칫솔질 시간은 162.5초였고, 유효 칫솔질 시간은 156.0초였다(Winterfeld, Schlueter et al., 2015). Deinzer 등은 2018년 1995년에 태어난 98명의 성인에게 최선을 다해서 칫솔질을 할 것을 요청하였고, 동영상을 촬영하여 칫솔질 시간과 동작을 분석하였다(Deinzer, Ebel et al., 2018). 이 결과를 선행 연구인 1992년에 태어난 101명을 대상으로 분석한 연구와 비교하였는데(Winterfeld, Schlueter et al., 2015), 2018년 수행된 연구에서는 평균 총 칫솔질 시간이 206.7초로, 이번 연구 결과와 차이를 보였다. 이번 연구는 대상자들에게 평

소대로 칫솔질을 할 것을 요구하였고, Deinzer 등의 연구에서는 최선을 다해서 칫솔질 할 것을 요구해 연구 설계 상의 차이가 결과에 영향을 미친 것으로 사료된다.

부위별 치면세균막 지수를 분석한 결과 상·하악 모두에서 협면에 비해 설면의 치면세균막 지수가 높게 측정되었다(Table 4). 이러한 결과는 2018년에 수행한 선행 연구의 결과와 동일하다. 해당 연구에서는 약 52.92%의 설면이 닦이지 않았고, TMQHI로 측정한 치면세균막 지수도 협면에 비해 설면이 높다고 보고하였다(Ko, Kim et al., 2019). 이러한 결과는 전체 칫솔질에서 설면을 닦는 비율과, 닦는 시간 등이 협면에 비해 짧고, 접근하기 어렵기 때문인 것으로 사료된다. 특히 하악의 설면이 상악의 설면에 비해 치면세균막 지수가 높게 측정된 것도 선행 연구의 결과와 동일하나, 상악 우측 설면의 치면세균막 지수가 상악 좌측에 비해 높게 측정된 것과 같이 각 area의 치면세균막 지수에서는 차이가 있었다(Table 4).

부위별 칫솔질 시간은 설면에 비해 협면과 교합면에서 2배 이상 길었다. 상악 우측 구치부에서는 설면을 평균 3.07초 닦은 것에 비해 협면을 11.04초 동안 닦았으며, 하악 좌측 구치부는 설면을 평균 3.73초 닦은 것에 비해 교합면을 12.32초동안 닦은 것으로 분석되었다(Table 5). 이러한 결과는 칫솔질 시간에 대해 연구한 대부분의 선행연구의 결과와 동일한데, Petker 등은 6개월 이상 매일 전동 칫솔과 수동 칫솔을 사용하는 대학생 115명을 대상으로

자신이 평소 사용하던 칫솔로 최선을 다해 칫솔질을 할 것을 요청하였다. 칫솔질을 하는 동안 동영상을 촬영해 칫솔질을 분석하였고 치주 상태, 치면세균막 지수와 함께 분석하였다. 결과에 따르면 대상자들은 수동 칫솔을 사용하는 경우 교합면은 평균 68.58초, 협면은 평균 91.30초 동안 칫솔질을 한 것에 비해 설면은 평균 35.10초 동안 칫솔질을 하였다. 전동 칫솔을 사용한 그룹과도 통계적으로 유의한 차이는 없기때문에 비교적 사용하기 쉬운 전동 칫솔을 사용하더라도 설면의 칫솔질 시간이 부족한 것을 의미한다고 기술했다(Petker, Weik et al., 2019). Winterfeld 등은 대상자들이 평소대로 칫솔질을 한 결과 총 칫솔질 시간은 평균 156.0초였지만 협면의 칫솔질 시간은 평균 72.1초였고, 설면의 칫솔질 시간은 평균 27.1초로 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 보고하였다(Winterfeld, Schlueter et al., 2015). Deinzer 등의 연구에서는 최선을 다해서 칫솔질을 하도록 한 결과 총 칫솔질 시간이 평균 206.7초였지만 협면에는 평균 91.3초를, 설면에는 평균 30.6초를 할애한 것으로 분석되었다. Deinzer 등은 최선을 다해서 칫솔질을 하였음에도 불구하고 설면을 닦는 시간이 크게 증가하지 않은 것을 강조하였다(R. Deinzer, Ebel et al., 2018). Ebel 등은 98명의 연구 대상자에게 최선을 다해서 칫솔질을 할 것을 요구한 후 동영상을 촬영하여 육분위(Sextants)를 기준으로 칫솔질 동작, 칫솔질 부위, 칫솔질 시간의 분포를 분석하였고, 협면의 칫솔질 시간과 교합면의 칫솔질 시간에 비해 설면의 칫솔질 시간이 짧은 것으로 보고하였다

(Ebel, Blättermann et al., 2019). 이러한 결과는 부위별 칫솔질 시간의 균등한 분배와 설면을 닦는 것의 중요성을 강조하는 내용의 칫솔질 교육이 필요한 것을 시사한다.

부위별 칫솔질 동작을 분석한 결과 교합면을 제외한 부위에서는 수직 동작으로 닦이는 치면이 가장 많았다. 그 다음으로는 수평 동작으로 닦은 치면이 가장 많았고, 닦이지 않은 부위 순이었다. 협면에서는 수직 동작을 이용해 닦인 부분이 가장 많았고, 원호 동작, 수평 동작 순으로 많이 사용하였다. 닦이지 않은 부위는 2.6%였다. 설면만을 분석한 결과 수직 동작을 사용한 부위가 가장 많았고, 그 다음으로는 닦이지 않은 부위가 많았으며, 수평 동작으로 닦은 부위 순이었다(Table 6, Figure 8). 이번 연구의 대상자는 상악과 하악의 협면을 함께 닦는 경우가 많아 사용할 수 있는 칫솔질 동작이 한정되어 있고, 부위별로 가장 오래 사용한 동작을 분석하였기 때문에 결과에 반영된 것으로 사료된다. Ganss 등은 대상자의 평소 칫솔질 동영상을 분석하여 대상자 별 칫솔질을 분석한 결과 원호 동작으로 칫솔질을 한 대상자가 73.8%로 가장 많았고, 13.6%의 대상자가 수평 동작과 원호 동작을 병행한 것으로 보고해 이번 연구 결과와는 차이를 보였다(Ganss, Schlueter et al., 2009). 그러나 이번 연구가 부위별로 동작을 분류한 것에 비해 Ganss 등은 대상자 별로 분류하였다. 부위별 칫솔질 동작을 분류한 연구 결과도 보고되었다. Winterfeld 등은 칫솔질 동작을 원호 동작, 수평 동작, 수직 동작, 수직-회전 동작, 불분

명으로 나누어 육분위를 기준으로 분석하였는데 협면에서는 원호 동작과 수평 동작이 가장 많이 사용되었고 설면의 구치부에서는 수평 동작이, 전치부에서는 수직 동작이 많이 사용되었다고 보고하였다(Winterfeld, Schlueter et al., 2015). 설면의 칫솔질 동작에 대한 분석 결과는 이번 연구와 동일하지만, 협면의 분석 결과에서 차이를 보였다. 2018년 한국에서 수행한 선행 연구에서는 전체 치면에서 닦이지 않은 부위가 30.0%로 가장 많았고, 원호 동작, 수직 동작 순으로 많은 것으로 보고하였다. 협면에서는 원호 동작을 사용한 부위가 가장 많았고 수평 동작, 수직 동작 순이었으며, 설면에서는 닦이지 않은 부위가 52.92%로 가장 많았고 수직 동작, 수평 동작 순으로 이용하였다(Ko, Kim et al., 2019). 이러한 칫솔질 방법 간 차이는 국가별 권장 칫솔질 방법과 대상자의 연령, 구강 보건 교육 노출 빈도 등의 차이에서 기인하였다고 사료된다.

부위별 평균 칫솔질 시간을 5초와 10초를 기준으로 각각 나누어 해당 부위의 치면세균막 지수와 함께 분석하였다(Table 7, 8). 모든 부위에서 칫솔질 시간이 긴 경우의 평균 치면세균막 지수가 칫솔질 시간이 짧은 경우에 비해 낮았다. 5초를 기준으로 나누었을 때는 교합면을 제외한 모든 면과 협면에서 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 10초를 기준으로 나눈 결과는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 칫솔질 시간이 치면세균막 지수에 미치는 영향에 대한 또 다른 근거가 될 수 있을 것으로 사료된다. Ebel 등은 대

상자의 칫솔질 특성과 임상 지표를 함께 분석하였는데, 임상 지표는 치간 유두 출혈 지수(Papillary bleeding index; PBI)와(Oral Health Textbook Editorial Committee, 2016) 치면세균막 지수(TMQHI), 변연 치면세균막 지수(Marginal plaque index: MPI)를 사용하였다. 특히 칫솔질 시간 분배의 균일성을 주요 변수로 설정하였는데, 균등하지 않게 분포된 칫솔질 시간은 치면세균막 지수와 치간 유두 출혈 지수가 더 높게 측정되었다. 특히 치은 변연부의 치면세균막 지수에서 차이를 보인다고 보고하였다(Ebel, Blättermann et al., 2019). George와 John은 40명의 연구 대상자에게 3주 동안 30초, 45초, 60초, 120초, 180초로 나누어 칫솔질을 하도록 한 뒤 TMQHI를 기준으로 치면세균막 지수를 평가하였다. 그 결과 칫솔질 시간이 증가하면 치면세균막 제거 정도도 증가하며, 30초의 칫솔질에 비해 180초의 칫솔질에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다고 보고하였다(George & John, 2016). 이러한 결과들은 이번 연구의 결과와 동일하다.

부위별 칫솔질 동작과 부위별 치면세균막 지수를 분석한 결과 원호 동작을 사용한 부위의 치면세균막 지수가 평균 1.12점으로 가장 낮았고, 다음으로 수직 동작으로 닦은 부위의 치면세균막 지수가 평균 1.16점으로 낮았다. 반면 닦지 않은 부위의 치면세균막 지수가 평균 1.68점으로 가장 높았다. 원호 동작과 수직 동작을 사용한 부위의 치면세균막 지수와 닦지 않은 부위의 치면세균막 지수는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 9). 칫솔질 방법과

치면세균막 지수를 분석한 선행 연구들의 결과는 다음과 같다. Harnake 등은 56명의 학생을 칫솔질 교육을 하지 않은 군(대조군), 폰즈법을 교육한 군과 변형 바스법을 교육한 군, 3그룹으로 나누었다. 치간 유두 출혈 지수와 치면세균막 지수(TMQHI), 변형 치면세균막 지수를 사용하여 6주, 12주 28주에 평가하였다. 그 결과 폰즈법을 교육한 대상자의 치간 유두 출혈 지수는 바스법을 교육한 대상자와 대조군에 비해 통계적으로 낮게 측정되었으며, 28주차 평가에서 그 차이가 두드러졌다고 보고하였다. 또한 변형 치면세균막 지수는 모든 시기에서 폰즈법과 다른 군 사이의 통계적으로 유의한 차이가 있다고 보고하였다(Harnacke, Mitter et al., 2012). 이러한 결과는 폰즈법이 연구가 수행된 독일에서 가장 많이 알려져 있는 반면에 바스법은 새로운 칫솔질이라는 것에서 숙련도의 차이가 있을 수 있다고 보고하였다(Harnacke, Mitter et al., 2012; Janakiram, Taha et al., 2018). Arai와 Kinoshita는 46명의 대상자에게 총 9종의 칫솔과 6종의 칫솔질 방법을 이용하여 #16, #21, #24, #36, #44, #41 치아에서 치면세균막 제거 정도를 파악하였다. 그 결과 단단한 칫솔모의 칫솔과 폰즈법을 사용한 경우의 치면세균막은 약 75.2%가 제거되어 가장 효과적이었고, 단단한 칫솔모를 사용한 스크러빙법도 약 71.7%의 치면세균막을 제거하였다. 반면 중강도의 칫솔과 바스법을 이용한 경우 약 55.2%의 치면세균막이 제거되어 가장 효과적이지 않다고 보고하였다(Arai & Kinoshita, 1977). 이러한 연구 결과들은 원호 동작을 사용한 부위의 치면세균막 지수가

가장 낮다는 이번 연구의 결과와 동일하다. 2018년 수행된 선행 연구에서는 사선 동작의 칫솔질이 치면세균막을 가장 효과적으로 제거하였으며, 원호 동작, 수평 동작, 수직 동작 순이었다. 또한 단순히 상하로 칫솔질을 하는 것보다 좌우로 움직이는 동작이 혼합된 칫솔질 방법이 치면세균막을 제거하는데 효과적이라고 보고하였다(Ko, Kim et al., 2019). Poyato 등은 46명의 대상자에게 3주간 매일 두 번 3분간 평소대로 칫솔질을 하도록 한 후 기준일과 2일 후, 1주일 후, 3주 후 치면세균막 지수(TMQHI)를 평가였다. 3주가 지난 후에는 변형 바스법을 교육한 후 동일하게 칫솔질을 하도록 하였고, 같은 시기에 평가를 받았다. 연구 대상자들은 내원 48시간 전부터 칫솔질을 하지 않도록 하였다. 그 결과 변형 바스법이 일반적인 칫솔질 방법에 비해 치면세균막 제거 효율이 높았고, 특히 설측에서는 약 2.9배 더 효과적이라고 보고하였다. 그리고 변형 바스법은 평가 시기마다 통계적으로 유의하게 치면세균막 지수가 감소하는 것으로 나타났으나, 일반적인 칫솔질 방법은 첫 평가 이후에는 크게 감소하지 않아, 변형 바스법의 치면세균막 제거 효과를 입증하였다고 보고하여(Poyato-Ferrera, Segura-Egea et al., 2003) 이번 연구의 결과와는 차이가 있었다. 그러나 칫솔질 방법과 치면세균막의 분석은 치면세균막 숙성 정도, 칫솔질 교육 여부, 칫솔질 방법을 사용하는 기간 등이 통일되지 않아 정확한 비교가 어렵다. 또한 사용한 칫솔질 방법에 대한 정의 역시 차이가 있는데 이번 연구에서는 바스법을 사용하는 대상자는 없었기 때문이다.

칫솔모의 벌어짐 정도를 5단계로 분류하여 치면세균막 지수와 분석한 결과 Index 4의 칫솔을 이용한 경우 치면세균막 지수가 가장 낮았고, Index 1, Index 3, Index 2, Index 0 순이었다. Index 4와 Index 0 간의 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 10). 그러나 칫솔질 시간, 부위, 동작 등의 변수를 보정한 결과 칫솔모 벌어짐 정도는 통계적으로 유의하지 않아 칫솔모의 상태가 치면세균막 제거의 주요 요인이라고 판단하기는 어렵다. 또한 각 대상자들이 평소에 사용하던 칫솔의 모의 종류 및 강도가 다르고, 각 단계에 동일한 수의 대상자가 배정되지 않은 것도 고려해야 한다. 칫솔모의 벌어짐 정도가 치면세균막 제거에 유의미한 영향을 미치지 않는다는 연구들이 보고된 바 있다. Daly는 20명의 연구 대상자에게 새 칫솔을 배부하고, 3주 후, 6주 후, 9주 후에 치면세균막 지수(TMQHI)와 칫솔의 칫솔모의 표면적 증가를 측정하였다. 표면적의 증가는 칫솔모를 촬영하고 컴퓨터로 칫솔모 윤곽의 변화를 평가하여 산출하였다. 그 결과 칫솔 마모도를 상위 10명, 하위 10명으로 구분하였지만 두 그룹의 치면세균막 지수 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. Daly는 칫솔모의 벌어짐이 치면세균막 지수 감소에 영향을 미치지 않을 수 있다는 결론을 내렸다(Daly, Chapple et al., 1996). Pochapski 등은 칫솔 사용 기간을 4, 8, 12, 16주로 나누어 110명의 학생을 무작위로 배정하고 매일 3번 칫솔, 치실, 치약을 이용하도록 교육하였다. 치면세균막 지수(TMQHI)와 치은 지수(Gingival index; GI)를 측정하였고 칫솔의 벌어짐 정

도는 Rawls index (Rawls, Mkwayi-Tulloch et al., 1989)를 사용하여 측정되었다. 치면세균막 지수는 16주 동안 칫솔을 사용한 경우 기준일에 비해 마지막 날 치면세균막 지수가 통계적으로 유의하게 증가하였으나, 다른 군에서는 유의하지 않았고, 치은 지수는 모든 군에서 유의한 차이가 없어 결과적으로 구강 위생에 칫솔의 벌어짐은 중요하지 않다고 보고하였다(Pochapski, Canever et al., 2011).

치약 사용량과 치면세균막 지수를 분석한 결과 치약을 칫솔모 가득 사용한 대상자의 치면세균막 지수는 평균 1.46점이고, 그렇지 않은 대상자의 치면세균막 지수는 평균 1.24점으로 통계적으로 매우 유의한 차이가 있었다(Table 11). 그러나 선형 혼합 모형으로 영향을 미칠 수 있는 변수들을 보정한 결과 치약 사용량은 통계적으로 유의하지 않았다. 또한, 치약 사용량과 치면세균막 지수에 대해 수행된 연구는 거의 없었고, 주로 적절한 치약 내 불소 농도(Levine, 2019; Walsh, Worthington et al., 2010; Walsh, Worthington et al., 2019), 효과적인 불소 도포를 위한 적절한 치약의 양(Wright, Hanson et al., 2014; Zero, Creeth et al., 2010), 치약 사용 후 구강 내 불소 농도(Creeth, Zero et al., 2013; DenBesten & Ko, 1996) 등에 국한되어 진행됐다. 따라서 이번 연구의 결과와 비교가 어렵고, 치약 사용량이 치면세균막 제거에 미치는 영향에 대한 더 많은 연구가 필요한 것으로 사료된다.

여러 부위를 동시에 닦는지 여부와 치면세균막 지수를 분석한 결과 교합면

을 제외한 모든 치면과 협면, 설면으로 나누었을 때 모든 부위에서 한 부위 보다는 두 부위, 두 부위 보다는 세 부위 이상을 동시에 닦는 경우 치면세균막 지수가 낮게 측정되었으며, 통계적으로 유의한 결과가 나타났다(Table 12). 이러한 결과는 칫솔질 동작과 연관되어 있다고 사료된다. 두 부위를 동시에 닦는 경우는 수직 동작, 원호 동작이 많았고, 세 부위 이상을 동시에 닦는 경우는 원호 동작이 가장 많았다. 이번 연구에서도 원호 동작과 수직 동작을 닦은 부위의 치면세균막 지수는 다른 동작을 이용한 부위의 치면세균막 지수에 비해 낮았다. 원호 동작인 폰즈법이 다른 칫솔질 방법에 비해 치면세균막 지수가 높다는 결과는 여러 연구에서 보고 되었고(Arai & Kinoshita, 1977; Harnacke, Mitter et al., 2012; Ko, Kim et al., 2019), 수직 동작이 수평 동작에 비해 치면세균막 제거에 효과적인 칫솔질 방법이라는 연구 결과도 보고되었다. Mastroberardino 등은 43명의 연구대상자에게 48시간 동안 칫솔질을 하지 않도록 한 뒤 무작위로 구강을 두 부위로 분할하여 각각 수직 동작과 수평 동작을 이용하여 칫솔질을 하도록 하였고 Rustogi Modified Navy Plaque Index (Rustogi, Curtis et al., 1992)를 이용하여 치면세균막 지수를 측정하였다. 그 결과 수직 동작으로 칫솔질 한 부위의 치면세균막이 수평 동작으로 칫솔질을 한 부위에 비해 통계적으로 유의하게 낮았다. 인접면에서도 수직 방법이 통계적으로 유의하게 더 많은 치면세균막을 제거하였고, 치은변연 부위에서 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 보고하였다

(Mastroberardino, Cagetti et al., 2014). 그러나 현재까지 동시에 여러 부위를 칫솔질을 하는 것이 치면세균막 제거에 미치는 영향 대한 연구가 진행되지 않았고, 이번 연구에서도 치면세균막 제거에 영향을 미칠 수 있는 다양한 변수들을 보정하여 분석한 결과, 여러 부위를 동시에 닦는지 여부는 통계적으로 유의미하지 않았다. 따라서 치면세균막 제거에 미치는 영향을 파악할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다.

선형 혼합 모형에서는 부위별 칫솔질 시간, 부위, 동작, 동시에 여러 부위를 닦는지 여부, 치약 사용량, 칫솔의 벌어짐 정도를 보정하고, 칫솔질 동작과 부위의 상호작용을 분석하였다. 부위별 칫솔질 시간은 5초와 10초를 기준으로 분류하였다. 그 결과 칫솔질 부위와 시간에서는 5초 기준과 10초 기준 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었으나 칫솔질 동작 간, 칫솔질 동작과 부위 간 상호작용에서 통계적으로 유의한 차이가 없는 바(Table 13, 14), 칫솔질 동작, 칫솔모의 벌어짐 정도, 치약 사용량 등의 요인에 비해 칫솔질 시간이 치면세균막 제거에 더 많은 영향을 미친다고 사료된다. 2018년 수행된 연구에서는 10초를 기준으로 나눈 부위별 칫솔질 시간과 칫솔질 방법을 각각 치면세균막 지수와 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 반면에 선형혼합모형으로 다른 변수들을 보정하여 분석한 결과에서는 회전동작으로 닦은 부위와 닦지 않은 부위를 제외하고 모든 부위에서 치면세균막 지수가 감소하였고 수평 동작에서만 통계적으로 유의하였다. Ebel 등은 칫솔질 동작

과 칫솔질 시간의 배분의 균등성을 회귀 분석한 결과, 변연 치면세균막 지수의 변화는 15.2%, 치은 출혈의 변화는 19.4%만큼 설명될 수 있다고 보고하였다. 또한, 부위별로 시간을 균등하게 분배하여 칫솔질을 하는 것이 가장 중요한 예측 변수라고 강조하였다(Ebel, Blättermann et al., 2019). 이러한 결과는 이번 연구의 결과와 동일하다. 따라서 칫솔질 동작 및 칫솔, 치약 사용 습관 등의 변수보다 각 부위별로 충분한 시간 동안 칫솔질을 하는 것이 치면세균막 제거 가장 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

이번 연구에는 몇 가지 한계점이 있다. 첫 번째로 성별의 편중이다. 연구 대상자 88명 중 남성이 36.4%, 여성이 63.6%로 분석되었다. 칫솔질을 할 때 힘(Force)와 동작 범위가 성별에 따라 차이가 있다고 보고한 연구 결과가 있고(Hanasaki, Nakakura-Ohshima et al., 2018), 칫솔질에 대한 성별 간 인식 및 행동 차이를 보고한 연구들도 있다(Kudirkaite, Lopatiene et al., 2016; Maes, Vereecken et al., 2006). 따라서 이번 연구에서의 성별 간 칫솔질 시 작용하는 힘, 숙련도 및 동작 범위 등의 차이가 적절하게 반영되지 않았을 수 있다. 두 번째는 카메라를 통한 관찰이다. 칫솔질 동영상 촬영 시 연구 대상자가 최대한 의식하지 않도록 하였으나 연구에 참여하였다는 인식과 동영상 촬영 장비의 특성상 촬영되고 있다는 인식은 불가피하다고 사료된다. 따라서 연구 대상자는 평소의 자신이 하는 칫솔질과 다르게 칫솔질을 하였을 가능성이 있다. 세 번째는 연구 대상자가 사용한 칫솔로, 연구 대상자에게 평소에

사용하던 칫솔과 치약으로 칫솔질을 하도록 요청하여 칫솔 헤드의 크기, 칫솔모 종류 등의 특성과 치약의 마모력 등의 특성의 차이가 고려되지 않았다. 칫솔 헤드의 모양, 강모의 세기, 치약의 마모도 등이 치면세균막 제거와 법랑질 마모에 영향을 미치는 것으로 보고된 결과들이 있어 이번 연구에서 한계점으로 작용될 수 있다(Kumar, Singh et al., 2015; Kumar, Kumari et al., 2014; Mazumdar, Chowdhury et al., 2019; Xu, Cheng et al., 2019).

효율적인 치면세균막 제거와 구강 질환 예방을 위해 다양한 칫솔질 방법과 기준 및 지침 등이 보고되었다. 그러나 아직 적절한 칫솔질에 대한 명확한 근거는 부족한 실정이다. 칫솔질 시간과 빈도와 치면세균막에 대한 연구는 선행 연구의 결과들이 큰 차이를 나타내지는 않았기 때문에 어느 정도의 기준이 마련되었으나, 방법은 워낙 다양하고 각 연구의 결과들이 다르기 때문에 특정 칫솔질 방법이 효과적인지에 대한 근거는 부족하다. 또한 여러 부위를 동시에 닦는지 여부 등의 칫솔질 습관에 대한 추가적인 연구도 필요하다. 칫솔과 치약의 사용 등에 대해서도 다양한 연구가 진행된 만큼 많은 결과가 보고되었으나, 칫솔과 치약의 특성과 치면세균막을 분석한 연구가 대부분이며 치약 사용량 등 칫솔질 습관에 대한 연구는 부족한 실정이다. 칫솔질은 대중들이 구강 질환을 예방할 수 있는 가장 널리 알려진 방법이기 때문에 효율적인 칫솔질에 대한 근거 마련과 합의는 더욱 필수적이다. 그러한 점에서 칫솔질의 효과에 관여하는 다양한 변수들을 수집하여 분석하고 치면세균막

제거 효율, 변수 간의 상호 작용 등을 분석한 이번 연구는 의미 있는 성과라고 생각된다. 그러나 이번 연구 결과 역시 기존의 연구들의 결과와 공통점도 존재하였지만 차이점도 존재하여 효율적인 칫솔질에 대한 명확한 근거를 확립할 수는 없었다. 따라서 추후 진행 연구에서는 대상자의 수를 증가시키고, 칫솔질 시 치면세균막 지수에 영향을 미칠 수 있는 요인을 더 확대하여 보편적인 근거를 확보하고자 한다.

제 5장 결론

이번 연구는 칫솔질 시 치면세균막 제거에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 수행되었다. 연구 대상자가 평소에 사용하는 칫솔과 치약으로 평소처럼 칫솔질을 하는 모습을 동영상으로 촬영하였고 칫솔질 시간, 칫솔질 부위, 칫솔질 동작, 동시에 닦는지 여부, 부위별 칫솔질 동작, 부위별 칫솔질 시간을 분석하였다. 또한, 연구 대상자가 사용하는 칫솔의 칫솔모와 치약 사용량 등 치면세균막 제거에 영향을 미치는 요인을 함께 분석하여 치면세균막 제거 효율을 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연구 대상자의 평균 칫솔질 시간은 118.94초였고, 협면은 55.88초, 설면은 25.54초, 교합면은 37.47초로, 설면을 칫솔질을 하는 시간이 다른 부위에 비해 현저히 짧았다.
2. 부위별 치면세균막 지수를 분석한 결과 협면에 비해 설면의 치면세균막 지수가 높게 측정되었다. 특히, 하악의 설면은 상악의 설면보다 치면세균막 지수가 높았다.
3. 부위별 칫솔질 평균 칫솔질 시간은 협면과 교합면에 비해 설면의 칫솔질 시간이 짧았다.
4. 부위별 칫솔질 동작을 분석한 결과 교합면을 제외한 치면에서는 수직 동

작으로 닦이는 부위가 가장 많았고, 수평 동작, 닦이지 않는 부위, 원호 동작 순으로 분석되었다. 협면에서는 수직 동작과 원호 동작이 가장 많이 사용되었고, 설면에서는 수직 동작이 가장 많이 사용되었으며, 닦이지 않는 부위가 33.2%였다.

5. 선형 혼합 모형 분석 결과 칫솔질 부위와 칫솔질 시간은 치면세균막 지수에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

위의 결과를 종합해 볼 때, 칫솔질을 통한 치면세균막 제거에는 다양한 용인들이 영향을 미치지만 효과적으로 치면세균막을 제거하기 위해서 칫솔질 시간이 가장 중요하다. 총 칫솔질 시간보다 부위별로 균등하게 칫솔질 시간을 배분하고, 각 부위별로 최소 5초 이상의 충분한 시간 동안 칫솔질을 하는 것이 중요하다.

참고문헌

Ainamo, J. (1971). The effect of habitual toothcleansing on the occurrence of periodontal disease and dental caries. *Suom Hammaslaak Toim, 67*(1), 63-70.

American Dental Association. (2019). Oral Health Topics, Toothbrushes. https://www.ada.org/en/member-center/oral-health-topics/toothbrushes

Arai, T., & Kinoshita, S. (1977). A comparison of plaque removal by different toothbrushes and toothbrushing methods. *Bull Tokyo Med Dent Univ, 24*(2), 177-188.

Ashley, P. (2001). Toothbrushing: why, when and how? *Dent Update, 28*(1), 36-40. doi:10.12968/denu.2001.28.1.36

Axelsson, P., & Lindhe, J. (1974). The effect of a preventive programme on dental plaque, gingivitis and caries in schoolchildren. Results after one and two years. *J Clin Periodontol, 1*(2), 126-138. doi:10.1111/j.1600-051x.1974.tb01248.x

Axelsson, P., & Lindhe, J. (1978). Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults. *J Clin Periodontol, 5*(2), 133-151. doi:10.1111/j.1600-051x.1978.tb01914.x

Axelsson, P., Nyström, B., & Lindhe, J. (2004). The long-term effect of a plaque control program on tooth mortality, caries and periodontal disease in adults. Results after 30 years of maintenance. *J Clin Periodontol, 31*(9), 749-757. doi:10.1111/j.1600-051X.2004.00563.x

Bass, C. C. (1954). An effective method of personal oral hygiene. *J La State Med Soc, 106*(2), 57-73; contd.

Bernabe, E., Marcenes, W., Hernandez, C. R., Bailey, J., Abreu, L. G., Alipour, V., . . . Kassebaum, N. J. (2020). Global, Regional, and National Levels and Trends in Burden of Oral Conditions from 1990 to 2017: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease 2017 Study. *J Dent Res, 99*(4), 362-373. doi:10.1177/0022034520908533

Brandtzaeg, P. (1964). The significance of oral hygiene in the prevention of dental diseases. *Odont, 72*(5), 363-390.

Charters, W. J. (1948). Home Care of the Mouth. I. Proper Home Care of the Mouth. *J Periodontol, 19*(4), 136-137. doi:https: //doi.org/ 10.1902 /jop.1948.19.4.136

Claydon, N. C. (2008). Current concepts in toothbrushing and interdental cleaning. *Periodontol 2000, 48*, 10-22. doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00273.x

Conforti, N. J., Cordero, R. E., Liebman, J., Bowman, J. P., Putt, M. S., Kuebler, D. S., Warren, P. R. (2003). An investigation into the effect of three months' clinical wear on toothbrush efficacy: results from two independent studies. *J Clin Dent, 14*(2), 29-33.

Creeth, J., Zero, D., Mau, M., Bosma, M. L., & Butler, A. (2013). The effect of dentifrice quantity and toothbrushing behaviour on oral delivery and retention of fluoride in vivo. *Int Dent J, 63*(s2), 14-24. doi:https://doi.org/10.1111/idj.12075

Creeth, J. E., Gallagher, A., Sowinski, J., Bowman, J., Barrett, K., Lowe, S., Bosma, M. L. (2009). The effect of brushing time and dentifrice on dental plaque removal in vivo. *J Dent Hyg, 83*(3), 111-116.

Curnow, M. M., Pine, C. M., Burnside, G., Nicholson, J. A., Chesters, R. K., & Huntington, E. (2002). A randomised controlled trial of the efficacy of supervised toothbrushing in high-caries-risk children. *Caries Res, 36*(4), 294-300. doi:10.1159/000063925

Daly, C. G., Chapple, C. C., & Cameron, A. C. (1996). Effect of toothbrush wear on plaque control. *J Clin Periodontol, 23*(1), 45-49. doi:10.1111/j.1600-051x.1996.tb00503.x

Davies, G., & Davies, R. (2008). Delivering better oral health-an evidence-based toolkit for prevention: a review. *Dental update, 35*(7), 460-464.

Deinzer, R., Ebel, S., Blättermann, H., Weik, U., & Margraf-Stiksrud, J. (2018). Toothbrushing: to the best of one's abilities is possibly not good enough. *BMC Oral Health, 18*(1), 167. doi:10.1186/s12903-018-0633-0

Deinzer, R., Jahns, S., & Harnacke, D. (2014). Establishment of a New Marginal Plaque Index With High Sensitivity for Changes in Oral Hygiene. *J Periodontol, 85*(12), 1730-1738. doi: https://doi.org/10.1902/jop.2014.140285

DenBesten, P., & Ko, H. S. (1996). Fluoride levels in whole saliva of preschool children after brushing with 0.25 g (pea-sized) as compared to 1.0 g (full-brush) of a fluoride dentifrice. *Pediatr Dent, 18*(4), 277-280.

Dosumu, O. O., Ogunrinde, J. T., & Bamigboye, S. A. (2014). Knowledge of consequences of missing teeth in patients attending prosthetic clinic in u.C.h. Ibadan. *Ann Ib Postgrad Med, 12*(1), 42-48.

Du, M., Nair, R., Jamieson, L., Liu, Z., & Bi, P. (2020). Incidence Trends of Lip, Oral Cavity, and Pharyngeal Cancers: Global Burden of Disease 1990-2017. *J Dent Res, 99*(2), 143-151. doi:10.1177/0022034519894963

Ebel, S., Blättermann, H., Weik, U., Margraf-Stiksrud, J., & Deinzer, R. (2019). High Plaque Levels after Thorough Toothbrushing: What Impedes Efficacy? *JDR Clin Trans Res, 4*(2), 135-142. doi:10.1177/2380084418813310

Egelberg, J., & Claffey, N. (1998). *Role of mechanical dental plaque removal in prevention and therapy of caries and periodontal diseases. Consensus Report of Group B.* Paper presented at the Proceedings of the European Workshop on Mechanical Plaque Control. London: Quintessence.

Emling, R. C., Flickinger, K. C., Cohen, D. W., & Yankell, S. L. (1981). A comparison of estimated versus actual brushing time. *Pharmacol Ther Dent, 6*(3-4), 93-98.

Ganss, C., Schlueter, N., Preiss, S., & Klimek, J. (2009). Tooth brushing habits in uninstructed adults--frequency, technique, duration and force. *Clin Oral Investig, 13*(2), 203-208. doi:10.1007/s00784-008-0230-8

George J, & John J. (2016). The Significance of Brushing Time In Removing Dental Plaque. http://doi.org/10.19070/2377-8075-1600063

Gerritsen, A. E., Allen, P. F., Witter, D. J., Bronkhorst, E. M., & Creugers, N.

H. (2010). Tooth loss and oral health-related quality of life: a systematic review and meta-analysis. *Health Qual Life Outcomes, 8*, 126. doi:10.1186/1477-7525-8-126

Glick, M., Williams, D. M., Kleinman, D. V., Vujicic, M., Watt, R. G., & Weyant, R. J. (2017). A new definition for oral health developed by the FDI World Dental Federation opens the door to a universal definition of oral health. *Am J Orthod Dentofacial Orthop, 151*(2), 229-231. doi:10.1016/j.ajodo.2016.11.010

Graetz, C., Bielfeldt, J., Wolff, L., Springer, C., El-Sayed, K. M., Sälzer, S., . . . Dörfer, C. E. (2013). Toothbrushing education via a smart software visualization system. *J Periodontol, 84*(2), 186-195. doi:10.1902/jop.2012.110675

Grindefjord, M., Dahllöf, G., & Modéer, T. (1995). Caries development in children from 2.5 to 3.5 years of age: a longitudinal study. *Caries Res, 29*(6), 449-454. doi:10.1159/000262113

Ha, J.-e., & Bae, K.-H. (2012). Reasons for extraction of permanent teeth in Korea. *J Korean Acad Oral Health, 36*(1), 32-37. Retrieved from http://www.jkaoh.org/journal/view.html?doi=

Hanasaki, M., Nakakura-Ohshima, K., Nakajima, T., Nogami, Y., & Hayasaki, H. (2018). Gender difference of tooth brushing motion and force on self-brushing and caregivers' brushing in dental professionals. *Dent Oral Craniofac Res, 4*. doi:10.15761/DOCR.1000258

Harnacke, D., Mitter, S., Lehner, M., Munzert, J., & Deinzer, R. (2012). Improving oral hygiene skills by computer-based training: a randomized controlled comparison of the modified Bass and the Fones techniques. *PLoS One, 7*(5), e37072. doi:10.1371/journal.pone.0037072

Healthcare Bigdata Hub. (2019). Statistics of frequent disease. http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapHifrqSickInfo.do

Janakiram, C., Taha, F., & Joe, J. (2018). The Efficacy of Plaque Control by Various Toothbrushing Techniques-A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Diagnostic Res, 12*(11).

Japan Dental Association. (2018)., Theme Park, Brushing. http://www.jda.or .jp/park/prevent/index08_04.html

Ko, J., Kim, S.-J., & Cho, H.-J. (2019). Efficacy of different tooth-brushing methods for removing dental plaque. *J Korean Acad Oral Health, 43*, 111. doi:10.11149/jkaoh.2019.43.3.111

Kudirkaite, I., Lopatiene, K., Zubiene, J., & Saldunaite, K. (2016). Age and gender influence on oral hygiene among adolescents with fixed orthodontic appliances. *Stomatologija, 18*(2), 61-65.

Kumar, S., Kumar Singh, S., Gupta, A., Roy, S., Sareen, M., & Khajuria, S. (2015). A Profilometric Study to Assess the Role of Toothbrush and Toothpaste in Abrasion Process. *J Dent (Shiraz), 16*(3 Suppl), 267-273.

Kumar, S., Kumari, M., Acharya, S., & Prasad, R. (2014). Comparison of surface abrasion produced on the enamel surface by a standard dentifrice using three different toothbrush bristle designs: A profilometric in vitro study. *J Conserv Dent, 17*(4), 369-373. doi:10.4103/0972-0707.136513

Kumar, S., Tadakamadla, J., & Johnson, N. W. (2016). Effect of Toothbrushing Frequency on Incidence and Increment of Dental Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Dent Res, 95*(11), 1230-1236. doi:10.1177/0022034516655315

Lang, N. P. (2014). Commentary: bacteria play a critical role in the etiology of periodontal disease. *J Periodontol, 85*(2), 211-213. doi:10.1902/jop.2013.130699

Lea., & Febiger. (1934). *Home care of the mouth. In Fones, A. C. Ed. Mouth hygiene* (4th ed.). Philadelphia.

Leonard, H. J. (1939). Conservative treatment of periodontoclasia. *J Am Dent Assoc, 26*(8), 1308-1318.

Levine, R. S. (2019). What concentration of fluoride toothpaste should dental teams be recommending? *Evid Based Dent, 20*(3), 74-75. doi:10.1038/s41432-019-0040-7

Macgregor, I. D., & Rugg-Gunn, A. J. (1979). Survey of toothbrushing duration in 85 uninstructed English schoolchildren. *Community Dent*

Oral Epidemiol, 7(5), 297-298. doi:10.1111/j.1600-0528.1979.tb01235.x

Macgregor, I. D., Rugg-Gunn, A. J., & Gordon, P. H. (1986). Plaque levels in relation to the number of toothbrushing strokes in uninstructed English schoolchildren. *J Periodontal Res, 21*(6), 577-582. doi:10.1111/j.1600-0765.1986.tb01495.x

Macgregor, I. D. M., & Rugg-Gunn, A. J. (1979). A survey of toothbrushing sequence in children and young adults. *J Periodontal Res, 14*(3), 225-230. doi:https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1979.tb00227.x

Maes, L., Vereecken, C., Vanobbergen, J., & Honkala, S. (2006). Tooth brushing and social characteristics of families in 32 countries. *Int Dent J, 56*(3), 159-167. doi:10.1111/j.1875-595x.2006.tb00089.x

Mastroberardino, S., Cagetti, M. G., Cocco, F., Campus, G., Pizzocri, J., & Strohmenger, L. (2014). Vertical brushing versus horizontal brushing: a randomized split-mouth clinical trial. *Quintessence Int, 45*(8), 653-661. doi:10.3290/j.qi.a32238

Mazumdar, P., Chowdhury, D., Chatterjee, S., & Jajoo, N. (2019). Effect of four different dentifrices applied by customized automated brushing device on enamel surface abrasion: An in vitro profilometric study. *J Conserv Dent, 22*(2), 191-195. doi:10.4103/jcd.Jcd_392_18

McDonnell, C. H., & Domalakes, E. F. (1952). Effects of Toothbrushing with Dentifrices Containing Chlorophyllin on Gingivitis. *J Periodontal Res, 23*(4), 219-228. doi:https://doi.org/10.1902/jop.1952.23.4.219

Oral Health Textbook Editorial Committee. (2016). Preventive Dentistry. *Daehan Narae Publishing*.

Petersen, P. E. (2005). Priorities for research for oral health in the 21st century--the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Community Dent Health, 22*(2), 71-74.

Petersen, P. E., & Ogawa, H. (2012). The global burden of periodontal disease: towards integration with chronic disease prevention and control. *Periodontol 2000, 60*(1), 15-39. doi:10.1111/j.1600-0757.2011.00425.x

Petker, W., Weik, U., Margraf-Stiksrud, J., & Deinzer, R. (2019). Oral cleanliness in daily users of powered vs. manual toothbrushes - a cross-sectional study. *BMC Oral Health, 19*(1), 96. doi:10.1186/s12903-019-0790-9

Pochapski, M. T., Canever, T., Wambier, D. S., Pilatti, G. L., & Santos, F. A. (2011). The influence of toothbrush age on plaque control and gingivitis. *Oral Health Prev Dent, 9*(2), 167-175.

Poyato-Ferrera, M., Segura-Egea, J., & Bullón-Fernández, P. (2003). Comparison of modified Bass technique with normal toothbrushing practices for efficacy in supragingival plaque removal. *Int J Dent Hyg, 1*(2),110-114.doi:https://doi.org/10.1034/j.1601-5037.2003.00018.

Rajwani, A. R., Hawes, S. N. D., To, A., Quaranta, A., & Rincon Aguilar, J. C. (2020). Effectiveness of Manual Toothbrushing Techniques on Plaque and Gingivitis: A Systematic Review. *Oral Health Prev Dent, 18*(1), 843-854. doi:10.3290/j.ohpd.a45354

Rawls, H. R., Mkwayi-Tulloch, N. J., Casella, R., & Cosgrove, R. (1989). The measurement of toothbrush wear. *J Dent Res, 68*(12), 1781-1785. doi:10.1177/00220345890680121201

Robinson, E. (1976). A comparative evaluation of the Scrub and Bass Methods of toothbrushing with flossing as an adjunct (in fifth and sixth graders). *Am J Public Health, 66*(11), 1078-1081. doi:10.2105/ajph.66.11.1078

Rossete Melo, R., Rezende, J. S., Gomes, V. E., Ferreira, E. F. E., & Oliveira, A. C. (2013). Sociodemographic, biological and behavioural risk factors associated with incidence of dental caries in schoolchildren's first permanent molars: a 3-year follow-up study. *Eur J Paediatr Dent, 14*(1), 8-12.

Rugg-Gunn, A. J., & Macgregor, I. D. (1978). A survey of toothbrushing behaviour in children and young adults. *J Periodontal Res, 13*(4), 382-389. doi:10.1111/j.1600-0765.1978.tb00193.x

Rugg-Gunn, A. J., Macgregor, I. D., Edgar, W. M., & Ferguson, M. W. (1979). Toothbrushing behaviour in relation to plaque and gingivitis in adolescent schoolchildren. *J Periodontal Res, 14*(3), 231-238.

doi:10.1111/j.1600-0765.1979.tb00228.x

Rustogi, K. N., Curtis, J. P., Volpe, A. R., Kemp, J. H., McCool, J. J., & Korn, L. R. (1992). Refinement of the Modified Navy Plaque Index to increase plaque scoring efficiency in gumline and interproximal tooth areas. *J Clin Dent, 3*(Suppl C), C9-12.

Schlueter, N., Klimek, J., & Ganss, C. (2013). Relationship between plaque score and video-monitored brushing performance after repeated instruction--a controlled, randomised clinical trial. *Clin Oral Investig, 17*(2), 659-667. doi:10.1007/s00784-012-0744-y

Stillman, P. (1932). A philosophy of the treatment of periodontal disease. *Dent Digest.*

Tsamtsouris, A., White, G. E., & Clark, E. R. (1979). The effect of instruction and supervised toothbrushing on the reduction of dental plaque in kindergarten children. *ASDC J Dent Child, 46*(3), 204-209.

Turesky, S., Gilmore, N. D., & Glickman, I. (1970). Reduced plaque formation by the chloromethyl analogue of victamine C. *J Periodontol, 41*(1), 41-43. doi:10.1902/jop.1970.41.41.41

Van der Weijden, F. A., & Slot, D. E. (2015). Efficacy of homecare regimens for mechanical plaque removal in managing gingivitis a meta review. *J Clin Periodontol, 42 Suppl 16*, S77-91. doi:10.1111/jcpe.12359

van der Weijden, G. A., & Hioe, K. P. (2005). A systematic review of the effectiveness of self-performed mechanical plaque removal in adults with gingivitis using a manual toothbrush. *J Clin Periodontol, 32 Suppl 6*, 214-228. doi:10.1111/j.1600-051X.2005.00795.x

Van Leeuwen, M. P. C., Van der Weijden, F. A., Slot, D. E., & Rosema, M. A. M. (2019). Toothbrush wear in relation to toothbrushing effectiveness. *Int J Den Hyg, 17*(1), 77-84. doi:https://doi.org/10.1111/idh.12370

Wade, W. G. (2013). The oral microbiome in health and disease. *Pharmacol Res, 69*(1), 137-143. doi:10.1016/j.phrs.2012.11.006

Wainwright, J., & Sheiham, A. (2014). An analysis of methods of toothbrushing recommended by dental associations, toothpaste and toothbrush companies and in dental texts. *Br Dent J, 217*(3), E5.

doi:10.1038/sj.bdj.2014.651

Walsh, T., Worthington, H. V., Glenny, A. M., Appelbe, P., Marinho, V. C., & Shi, X. (2010). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev*(1), Cd007868. doi:10.1002/14651858.CD007868.pub2

Walsh, T., Worthington, H. V., Glenny, A. M., Marinho, V. C., & Jeroncic, A. (2019). Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev, 3*(3), Cd007868. doi:10.1002/14651858.CD007868.pub3

Watanabe, T., Morita, M., Hiraiwa, H., & Kishimoto, E. (1984). Relation between improvement of tooth mobility by oral prophylaxis and host factors. *J Dent Health, 34*(3), 220-225.

Westfelt, E. (1996). Rationale of mechanical plaque control. *J Clin Periodontol, 23*(3 Pt 2), 263-267. doi:10.1111/j.1600-051x.1996.tb02086.x

Winter, J., Glaser, M., Heinzel-Gutenbrunner, M., & Pieper, K. (2015). Association of caries increment in preschool children with nutritional and preventive variables. *Clin Oral Investig, 19*(8), 1913-1919. doi:10.1007/s00784-015-1419-2

Winterfeld, T., Schlueter, N., Harnacke, D., Illig, J., Margraf-Stiksrud, J., Deinzer, R., & Ganss, C. (2015). Toothbrushing and flossing behaviour in young adults—a video observation. *Clin Oral Investig, 19*(4), 851-858. doi:10.1007/s00784-014-1306-2

Wong, M. C., Lu, H. X., & Lo, E. C. (2012). Caries increment over 2 years in preschool children: a life course approach. *Int J Paediatr Dent, 22*(2), 77-84. doi:10.1111/j.1365-263X.2011.01159.x

Wright, J. T., Hanson, N., Ristic, H., Whall, C. W., Estrich, C. G., & Zentz, R. R. (2014). Fluoride toothpaste efficacy and safety in children younger than 6 years: a systematic review. *J Am Dent Assoc, 145*(2), 182-189. doi:10.14219/jada.2013.37

Xu, Z., Cheng, X., Conde, E., Zou, Y., Grender, J., & Ccahuana-Vasquez, R. A. (2019). Clinical assessment of a manual toothbrush with CrissCross

and tapered bristle technology on gingivitis and plaque reduction. *Am J Dent, 32*(3), 107-112.

Yang, D.-N., Hwang, K.-S., Kwon, H.-J., & Park, Y. (2015). New Tooth Brushing Campaign about 1-2-3. *Int J Clin Prev Dent, 11*, 45-50. doi:10.15236/ijcpd.2015.11.1.45

Yum, J., Ko, H.-J., Lee, S.-J., & Kim, H.-J. (2014). Effects of Toothbrush Education on the Simplified Oral Hygiene Index (S-OHI) and Toothbrushing-related Knowledge. *Korean J Health Serv Manag, 8*, 187-195. doi:10.12811/kshsm.2014.8.2.187

Zero, D. T., Creeth, J. E., Bosma, M. L., Butler, A., Guibert, R. G., Karwal, R., Kelly, S. A. (2010). The effect of brushing time and dentifrice quantity on fluoride delivery in vivo and enamel surface microhardness in situ. *Caries Res, 44*(2), 90-100. doi:10.1159/000284399

Abstract

Evaluation of the efficiency of removing dental plaque analyzing the tooth-brushing videos

Ko, Jeongmin, BSDH, RDH

(Directed by Associate prof. Cho Hyun-Jae, DDS, PhD)

Department of Preventive and Public Health Dentistry,

The Graduated School, Seoul National University

1. Objective

Tooth brushing is most commonly used to remove the dental plaque. However, there are still insufficient evidences for effective brushing methods, brushing time, and use of toothbrushes and toothpaste. Therefore, this study aims to evaluate the efficiency of removing dental plaque by recording the tooth brushing video and to identify the factors that influence the removal of plaque.

2. Materials and Methods

This study was conducted with the approval of the Institutional Review Board of the Seoul National University School of Dentistry (S-D202000214). 88 subjects were asked to brush their teeth as usual, using their toothbrushes and toothpaste usually. While brushing, the subjects were recorded with five cameras. Probing depth, gingival recession, bleeding on probing, and plaque index score (PI score) were measured. PI score was measured using the Turesky modification Quigley Hein index. The subject's bristles wear index and the quantity of toothpaste were collected as pictures and analyzed. The tooth brushing videos were analyzed using behavior analysis software (Mangold Interact®, Mangold International GmbH, Arnstorf, Germany), brushing duration, motion, area, whether to brush multiple areas at the same time. The collected data were analyzed with the plaque index score. For statistical analysis, SPSS Statistics 26.0(IBM Co., Armonk, NY, USA) was used.

3. Result

As a result of analysis by dividing the brushing time for each part on the basis of 5 seconds and 10 seconds, the PI score was lower in the areas brushed longer. The 5 seconds binary was statistically significant except for the lingual surface

($p<0.005$). As a result of analyzing the linear mixed model, statistical significance was found in the brushing area and brushing time.

4. Conclusion

Various factors influence the removal of the dental plaque; brushing time, brushing motion, brushing area, bristles, and quantity of toothpaste. However, the brushing time for each part has the most influence on the removal of dental plaque. In conclusion, it is important to brush at least 5 seconds for each area to remove the dental plaque.

Key words: Tooth brushing, Dental plaque, Video analysis, Oral hygiene, Oral health
Student Number : 2019-24141

감사의 글

예방치학교실에 들어온 지 어느덧 2년 반이 넘는 시간이 지났습니다. 처음으로 인사를 드린 것이 어제 같은데 이제는 마지막이라는 말이 더 어울리는 때가 되었네요. 마지막이라는 말이 이렇게도 아쉬운 적이 있었나 싶을 정도로 행복한 시간이었고, 무엇과도 바꿀 수 없는 값진 경험들을 할 수 있는 시간이었습니다. 그러한 시간을 보낼 수 있게 도와주신 많은 분께 감사 인사를 전하며 제 석사 생활과 석사 학위 논문에 마침표를 찍고자 합니다.

가장 먼저 제 논문을 심사해 주시고 평소 많은 도움을 주셨던 서울대학교 치의학대학원 예방치학교실 교수님들께 감사 인사를 드립니다. 저를 늘 이끌어주시고 믿어 주시던 조현재 교수님, 교수님께는 감사한 것들이 너무 많습니다. 2년 반 동안 저에게 가르쳐 주신 것들 덕분에 저는 학문적으로, 인간적으로 많이 발전할 수 있었습니다. 교수님의 제자가 될 수 있어서 감사한 나날들이었습니다. 진심으로 존경하는 교수님께서 가르쳐주신 것들을 늘 마음속 깊이 생각하고 살아가겠습니다. 그리고 제 부족한 논문을 심사해 주셨던 진보형 교수님, 한동헌 교수님께도 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 교수님들께서 검토해 주신 덕분에 더 많이 배울 수 있었고, 제 논문이 더욱 발전하여 완성되었습니다. 이 곳을 떠나서도 교수님들께서 베풀어주신 은혜를 잊지않고 성장해나가는 연구자가 되도록 하겠습니다. 교수님들께서도 늘 건강하시고 좋은 일들이 가득하시길 바랍니다.

예방치학교실에 계신 선생님들께도 감사 인사를 드립니다. 같은 연구실에서 동고동락한 김선집 선생님 감사합니다. 많은 시간을 함께 보내지 못했지만 만날 때마다 즐거웠고 많은 얘기를 해주신 김세희 선생님께도 감사드립니다. 취업하시고 바빠지셔서 요즘은 더 못 뵌 것 같아 아쉽습니다. 마찬가지로 더 많은 시간을 함께 보내고 싶었던 신민주 선생님. 함께 연구를 진행하면서 많은 얘기를 하고 친해질 수 있어서 다행이었습니다. 첫 인상은 차가우신 분인가? 하고 생각

했는데 사실 정말 유쾌 하시고 늘 멋진 옷을 입으시며, 맛있는 것들을 많이 주시는 따뜻한 분이셨습니다. 존재 자체가 보답이라는 그 말씀 전 정말 감동받았습니다. 진보형 교수님 연구실에 계시는 이재영 선생님. 늘 제가 궁금한 것이나 필요한 게 있을 때 귀찮게 해드렸는데 하나라도 더 챙겨 주시려 하시고 도와주셔서 정말 감사합니다. 좋은 일이 많이 생기셨는데, 앞으로도 늘 봄이면 좋겠습니다. 한솔 선생님, 많은 이야기를 나누지 못했지만선생님의 앞길에 늘 좋은 일이 있으면 좋겠습니다. 또한, 늘 고생 많으신 박희철 조교님. 조교님께서는 늘 섬세하게 챙겨 주셨죠. 겨울날 매일 먼저 오셔서 히터를 틀어 주신 따뜻한 마음 잊지 않겠습니다. 또한, 제가 제일 좋아하는 맛있는 빵도 자주 만들어주셔서 감사합니다. Dr. Huong, I can't speak English well, but thank you all the time. I believe you will do well even if you have a lot of hard times. 저와 2년 반 동안 함께 해주신 선생님들께서도 늘 행복하셨으면 좋겠습니다.

제가 처음 연구자의 길을 걸었던 서울대학교 치과병원에서 저를 이끌어 주셨던 분들께도 감사 인사를 드립니다. 먼저, 제 담당 교수님 이셨던 김성태 교수님. 많이 부족했던 저임에도 믿어주시고 따뜻하게 해주셔서 감사합니다. 교수님께서 도와주신 덕분에 제 인생에서 또 다른 길을 만날 수 있었습니다. 제 첫 사수 셨던 이다정 선생님. 제가 아무것도 모를 때 많은 것을 가르쳐주시고 바른 길로 갈 수 있게 잡아 주셔서 감사합니다. 정말 멋진 분이라고 생각해서 선생님께 꼭 인정받고 싶다고 생각했는데 제가 정말 잘했다고 하셨을 때 정말 기뻤습니다. 이외에도 제 스토리를 보고 연락해주시고 간식을 늘 쿨한 말투로 챙겨 주시던 김봄이 선생님, 치주과를 떠난 이후에도 절 찾아주시고 맛있는 간식을 주시러 오시던 홍유진 선생님, 늘 감사합니다. 모두 앞으로 바라시는 일들이 잘 이루어지길 바랍니다.

가깝다는 이유로 오히려 더 표현 못하는 우리 가족 늘 감사합니다. 언제나 날 믿어주고, 언제까지나 함께하고 싶은 우리 엄마. 엄마 딸이 이제 28살이나 되었

고 대학원을 졸업하게 되었어. 항상 고마워. 엄마가 있어서 내가 더 강할 수 있었고, 넘어져도 또 다시 일어날 수 있는 원동력이 되었어. 지금까지 나 때문에 고생이 많았는데 이제는 내가 지켜주고 행복하게 해줄게. 우리 혜민이. 어릴 때는 그렇게 치고 받았는데 지금은 그래도 가장 강한 편이 되어줘서 고마워. 날 구박하지 않으면 더 좋겠어…. 아직 마냥 애기 같은 성준이는 벌써 이제 대학생이네. 늘 모든 길에 가능성을 열어두고 원하는 바를 이루면 좋겠다. 그런데 그 전에 군대부터 가야지? 그리고 삼촌과 숙모, 삼촌을 존경하면서 자란 제가 벌써 대학원을 졸업합니다. 지금까지 많이 도와주셔서 진심으로 감사드립니다. 저를 믿어주시고 제 마음의 또 다른 안식처가 되어 주셔서 감사합니다. 우리 귀여운 라임이, 이엘이를 포함하여 모든 가족이 더 잘 되었으면 좋겠습니다.

김정화 선생님, 늘 정말 몸 둘 바를 모를 정도로 예쁘고 좋게 봐주시고 챙겨주셔서 정말 감사합니다. 앞으로도 좋은 인연 계속 이어갔으면 좋겠어요. 정말 선배처럼 때로는 깊은 마음을 나눌 수 있는 언니처럼 계셔 주셔서 그저 감사합니다. 2013년부터 9년이라는 오랜 시간을 함께 해왔고 정말 내가 좋아하는 이교린. 학부 때부터 교린이가 조교로 있을 때, 연구원, 석사까지 모두 너와 함께여서 정말 행복했고 늘 믿을 수 있는 사람이 있어서 좋았어. 이젠 각자의 꿈꾸는 길을 위해 노력하고 있지만 힘들 땐 옆에 늘 내가 있다는 걸 기억하고, 너가 이루는 바를 이뤘으면 좋겠어 믿고있어. 멀고 먼 관악 캠퍼스의 웃는 게 예쁜 손지영이~ 더 많은 시간을 함께 못해서 너무 아쉬워. 오후의 과일도 가기로 했었는데 한번을 못갔네…. 회식 때도, 논문 요지 발표 때도 힘을 줘서 고맙고, 맨날 귀여워해줘서 고마워. 곧 맛있는 거 먹으러 가자. 내가 가장 힘든 시기를 보낼 때 함께 해준 현. 나를 늘 믿어주고 진심으로 내 행복을 바라줘서 고마워. 타인에게 자신의 모든 것을 베푸는 것이 정말 힘든데 늘 같은 곳에서 날 도와주고 손을 잡아줘서 고마워. 말했던 것처럼 너가 날 도와줬기 때문에 내가 석사 생활을 잘 마무리 할 수 있었어. 너를 만날 수 있어서 다행이야. 그리고 감사의 글의 마지막을 장식해달라고 요청했던 박지현 선생님. 이렇게 좋은 친구를 만날 수

있어서 다행이라고 맨날 말하죠? 거기에 더해서 좋은 친구랑 일할 수 있어서 좋았습니다. 늘 깊은 마음과 남들을 배려하는 마음 동경하고 있습니다. 이젠 또 떨어지겠지만 한 번 다마고치는 영원한 다마고치이기 때문에 또 만나요. 선생님이 되고 나서도 일하다가 화날 때는 역시 대한곱창으로 모여야겠죠?

마지막으로, 제 학위논문의 감사의 글에는 석사 학위 과정 동안 맺어 온 인연과 감사한 일들 위주로 작성하여 더 오래 이어온 인연과 개인적으로 소중한 분들을 다 언급할 수는 없었습니다. 저와 함께 걸으며 웃고 절 믿어 주시며 바쁜 삶 가운데에서도 문득 저를 떠올려 주시는 모든 분들께, 저와 인연이 잠깐이라도 닿아 좋은 기억들을 선물해 주셨던 모든 분들께 마음속 깊이 감사하고 있습니다. 늘 행복하시길 바랍니다. 감사합니다.