



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](#)

2022년 2월
박사학위논문

소아청소년에서 제1대구치의
기성금속관 수복 후 교합 변화

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 지 응

소아청소년에서 제1대구치의 기성금속관 수복 후 교합변화

Changes of occlusion following the placement of
preformed metal crown to the permanent first molar in
children and adolescents

2022년 2월 25일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 지 응

소아청소년에서 제1대구치의 기성금속관 수복 후 교합 변화

지도교수 이 상 호

이 논문을 치의학 박사학위신청 논문으로 제출함

2021년 10월

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 지 응

김지웅의 박사학위논문을 인준함

위원장 연세대학교 교수 김 성 오 (인)

위 원 조선대학교 교수 이 상 호 (인)

위 원 조선대학교 교수 이 난 영 (인)

위 원 조선대학교 교수 지 명 관 (인)

위 원 조선대학교 교수 유 상 준 (인)

2022년 1월

조선대학교 대학원

목 차

영문초록	iv
I. 서 론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
III. 연구 결과	12
IV. 총괄 및 고찰	20
V. 결 론	25
참고문헌	26

표 목 차

Table 1. Distribution of subject according to age and sex	12
Table 2. Comparison of bite force distribution on the restored and non-restored side of the arch	14
Table 3. Comparison of bite force distribution on the restored permanent first molar and non-restored permanent first molar at different time	16
Table 4. Comparison of overbite at different time	17
Table 5. Discomfortable factors after treatment	19

도 목 차

Fig. 1. T-Scan III device.	7
Fig. 2. Time - Force graph of T-Scan III software screen.	7
Fig. 3. Questionnaires about discomfort after placement of preformed metal crown.	9, 10
Fig. 4. 2D, 3D graphics of T-scan III software screen.	13
Fig. 5. Mean bite force percentage on the restored and non-restored side of the arch between different time.	15
Fig. 6. Change in dental midline over time.	18

Abstract

Changes of occlusion following the placement of
preformed metal crown to the permanent first molar in
children and adolescents

Kim, Ji-Woong, D.D.S

Advisor : Prof. Lee, Sang-Ho, D.D.S., Ph.D.

Department of Dentistry

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study is to evaluate changes of occlusion following the placement of preformed metal crown in the permanent first molar affected by severe caries or hypomineralization.

The study was conducted on 24 patients who met the criteria among the patients with occlusion in the permanent first molar reaching the occlusal plane. Restorative treatment was performed on one first molar using preformed metal crown. Before treatment, immediately after treatment, after 4 weeks, and after 8 weeks, the T-scanIII was used for measuring distribution of bite force at the maximum intercuspal position, and overbite was measured with digital vernier calipers and change of dental midline was surveyed. After 8 weeks, questionnaires survey were conducted.

In most cases, immediately after treatment, the distribution of bite force between the restored side and non-restored side of arch was reversed compared to before treatment, and the overbite was decreased. However,

after 4 weeks, bite force of the left and right side was balanced and the distribution of bite force on the restored and non-restored permanent first molars had similar values. Also, the changed overbite and midline were returned to pre-treatment status and there was no significant temporomandibular joint and masticatory discomfort after treatment.

In this study, it was confirmed that spontaneous occlusal equilibrium was achieved one month after the placement of preformed metal crown.

I. 서 론

기성금속관(Preformed metal crown)은 광범위한 우식이 있거나, 치수치료를 받은 경우, 발육장애, 심한 이갈이 등이 있는 유구치를 치료하기 위한 수복재료이다 [1]. 기성금속관은 심미성이 떨어지고 부분 맹출한 치아에서는 사용할 수 없다는 단점이 있지만 내구성이 좋을 뿐 아니라, 조작성이 간편하고 치아 삭제량이 적으며 인상채득이나 가공 과정 없이 진료 중 바로 조정하여 장착할 수 있어 치료시간이 단축되는 등 여러 장점들이 있어 효율적이고 성공률이 높은 시술로 인정받고 있다 [2].

1950년에 Humphery[3]가 유구치용 기성금속관을 처음 소개한 이후, 현재까지 다양한 종류의 기성금속관이 시판되고 있는데, 근래에는 제1대구치의 해부학적 형태와 유사한 영구치용 기성금속관이 개발, 소개되었다. 영구치용 기성금속관은 우식 혹은 외상으로 치질이 광범위하게 파괴된 치아의 중간 수복재나 임시 수복재로 사용될 수 있으며 발육장애로 인하여 치질이 파괴된 치아의 교합 회복을 위한 목적 등으로 사용된다[4-6]. 이외에도 기저질환이나 장애가 있는 환자, 정기적 검진이 어려운 환자, 도서벽지에 거주하여 자주 치료를 받기 어려운 환자에게도 중간 수복재로 사용될 수 있다[7].

최근 한국 소아청소년의 우식경험도가 과거에 비해 감소하고 있으며 제1대구치 건강도가 1980년대 이후 꾸준히 증가하고 있다[8]. 그러나 구치-전치 법랑질저광화증(Molar incisor hypomineralization, MIH)의 유병률은 한국의 특정지역에서 2010년에 비해 2017년에 더 높아졌음이 보고되었고 근래에 임상에서도 빈번하게 관찰된다[9]. 이와 같은 제1대구치의 법랑질저광화는 치질의 광범위한 파괴를 야기할 수 있으며 이러한 경우 기성금속관이 수복재로 선택될 수 있는데 Farias 등[10]은

기성금속관으로 수복한 경우 2년 후 생존율은 94.4%로 복합레진으로 수복한 경우 2년 후 생존율 49.2%보다 높다고 하였다.

영구치용 기성금속관은 유구치용 기성금속관처럼 내구성과 탄성이 좋아 시적이 용이하고 구강내 환경에 덜 민감하며 또한 치질 삭제량이 적다는 장점 때문에 유용하게 사용되고 있으나 임상가들은 수복 후 치아의 조기접촉이나 교합의 변화로 인하여 성장기 소아청소년들에 있어 악골발육, 저작 등의 문제나 악관절 장애를 초래할 수 있다는 우려를 가지고 있다[11,12].

유치의 경우 기성금속관 수복이 교합의 변화를 초래하지 않는다고 여러 문헌에서 보고하고 있는데, Joseph 등[13]은 교합면을 삭제하지 않는 Hall technique로 기성금속관을 유구치에 수복한 후 3주 후 수직고경이 치료 전과 차이가 없었다고 하였으며 Owais 등[14]은 4 - 6세 어린이에서 기성금속관 수복 직후에는 교합력이 약간 감소했으나 1개월 후부터는 치료 전과 비슷한 수준으로 회복되었다고 보고하였다.

성장기 소아청소년들에서 제1대구치 교합은 향후 정상적인 수직고경을 형성하고 주위 저작근육의 기능적 조화를 유도하며, 악골성장에도 영향을 미친다[15]. 따라서 제1대구치의 성공적인 기성금속관 수복의 전제 조건은 교합에 어떠한 부정적인 영향을 초래해서는 안 된다는 것이다.

그러나 현재까지 기성금속관 수복에 관한 연구는 주로 기성금속관의 형태나 재질, 치은 변연부의 접합도, 치은 건강에 대해 이루어져 왔으며 교합의 변화나 악관절에 미치는 영향에 관한 연구는 많지 않다. 특히, 영구치에서 기성금속관 수복이 교합에 미치는 연구는 거의 없다.

이에 이 연구에서는 제1대구치의 광범위한 치질 파괴로 인해 영구치용 기성금속관으로 치료받은 환자를 8주 동안 주기적인 검진을 통해 수직피개의 변화 및 최대 교두감합위(Maximum intercuspal position)에서 디지털 교합 분석 장치인 T-Scan III (Tekscan Inc, Boston, MA, USA)을 이용한 교합력 분포를 측정하여 교합이 평

형을 이루는 과정을 분석, 평가함으로써 영구치용 기성금속관 수복이 성장하는 소아청소년들의 교합에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

이번 연구는 조선대학교 치과병원 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 심의를 거쳐 승인을 얻은 후 시행되었다(승인번호 CUDHIRB-2103-009).

1. 연구 대상

조선대학교 치과병원 소아치과를 내원한 만 7세 이상의 전신질환이 없는 환자들을 연구 대상으로 하였다. 표본의 크기는 G Power software (Version 3.1.9.2, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Kiel, Schleswig-Holstein, Germany)를 이용하여 계산하였다. Nair 등[16]의 연구를 참고하여 양측 가설로 효과크기 67%, 연구의 검정력 80%, 오차한계 5%로 계산한 결과 연구대상자수가 20이 산출되었다. 이번 연구 대상 인원은 산출된 표본크기 이상으로 모집하였고 선정기준은 다음과 같다.

1) 포함기준

- (1) 만 7세 이상의 모든 제1대구치가 완전히 맹출하여 교합평면에 도달한 환자 중에서 하나의 제1대구치가
 - 시린 증상이 있는 MIH Class II (중등도 MIH : 저광화 부위가 교두를 포함하지 않고 치관의 1 - 2면에 이환된 경우) 및 Class III (중증 MIH : 저광화로 인한 파절이 치수에 근접한 경우)인 경우[17]
 - 심한 우식이 3면 이상 이환되어 있을 경우
 - 기타 이유로 치수치료가 필요한 경우

위의 기준에 부합하여 영구치용 기성금속관 수복이 필요한 환자

- (2) 술자와 의사소통에 문제가 없는 환자
- (3) Frankl의 행동평가척도가 3 - 4 등급인 환자
- (4) 환자의 보호자가 연구계획을 듣고 자발적으로 동의서에 서명한 경우
- (5) 구치부 관계가 Angle 분류에서 Class I에 해당하는 환자

2) 제외기준

- (1) 방사선사진에서 검진 기간 중 치아 교환이 일어날 것으로 예측되는 환자
- (2) T-scan III 적용시 구강내로 들어가지 않거나 변형이 일어나는 환자
- (3) 술자와 의사소통이 어려운 환자
- (4) 의식하 진정 또는 전신마취가 필요한 환자
- (5) 구치부 반대교합, 구치부 가위교합, 전치부 반대교합, 개방교합, 큰 수평피개와 같은 부정교합이 있는 환자

첫 번째 내원에서 정해진 포함기준과 제외기준을 참고하여 연구 대상 후보를 선정하고 환자와 보호자에게 연구 목적 및 연구 방법을 설명한 후 동의서를 작성한 환자들만을 최종 연구 대상으로 선정하였다. 이렇게 선정된 환자는 총 24명이었다.

2. 연구 방법

1) 치아 삭제 및 기성금속관 적용

치아 삭제는 Croll과 Castaldi[18]이 제안한 방법에 의거하여 한 명의 술자에 의해 시행되었다. 국소마취 후 교합면 1.5 - 2.0 mm을 먼저 삭제하고 인접면은 경사도를 5 - 10° 정도 형성하면서 익스플러러 팁이 드나들 정도로 삭제하였다. 변연은 feather edge 형태를 부여하였으며 유리치은의 0.5 mm 하방에 형성하였다.

협, 설면 삭제는 필요한 경우에만 최소로 시행하였다. 근원심 폭경에 맞는 기성금속관(Shinhung, Seoul, Korea)을 선택한 후 조정하여 시적하였다. 최종 합착 전에 방사선사진을 촬영하여 기성금속관이 치아 장축과 일치하는지와 치관을 완전히 피개 하였는지를 확인한 후 RMGI 시멘트 중 하나인 Riva luting plus (SDI, Bayswater, Victoria, Australia)를 이용하여 합착한 후 완전히 경화되기까지 5분 기다렸다.

2) 교합력 분포 분석

교합력 분포 측정을 위해 디지털 교합분석 장치인 T-Scan III을 사용(Fig. 1)하였으며 표준화된 T-Scan III software (Version 9.1)를 이용하여 1명의 조사자에 의해 측정을 시행하였다. 측정 항목은 최대교두감합위가 형성되었을 때 정중선을 기준으로 악궁에서 기성금속관으로 수복한 쪽과 수복하지 않은 쪽 그리고 기성금속관으로 수복한 제1대구치, 수복하지 않은 제1대구치에 관한 교합력 분포를 측정하였다. 교합력 분포는 백분율(%)로 기록되었다. 측정 시점은 치료 전, 치료 직후, 치료 4주 후 그리고 치료 8주 후로 총 4회 시행하였다.

측정하기 전 체어를 직립위(upright position)로 설정한 후 환자가 최대한 허리를 펴고 앉도록 하였다. 이 상태에서 재현성 있는 교합을 형성하기 위해 충분히 연습시켰다. 이후 구강내에 센서를 적용 후 최대교두감합위가 형성되도록 물게 하였으며 반복적으로 3회 시행하였다. T-Scan III 회사의 지침에 따라 3번째 그래프로부터 교합 분석을 위한 값을 얻었다. 그래프에서 최대교두감합위가 형성되지 않으면 다시 연습을 시행한 후 재측정하였다.

교합이 이루어지는 과정은 T-Scan III software에서 시간-힘 그래프로 표현된다. 시간-힘 그래프에는 교합이 이뤄지는 시점마다 다양한 표지점이 나타나는데 A점은 폐구를 시작한 후 치아의 첫 접촉시점이며 이후 치아가 서로 맞물려가면서 교합력 그래프가 상승한다. 순차적으로 모든 치아가 접촉되어 최대교두감합위를 의미하는

B점, 개구가 시작되는 C점, 치아의 마지막 접촉이 있는 시점인 D점이 나타난다. 이번 연구에서는 교합분석을 위해 그래프 상 B점 시기의 교합력 분포값을 이용하였다(Fig. 2).



Fig. 1. T-Scan III device.

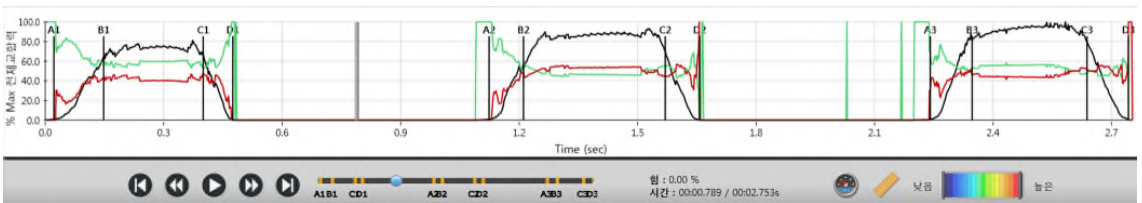


Fig. 2. Time - Force graph of T-Scan III software screen.

3) 수직피개 평가

수직피개를 평가하기 위해 Draker[19]의 방법을 사용하였다. 직립위 상태에서 환자에게 최대교두감합위를 형성하도록 하였다. 그 상태에서 펜으로 상악중절치의 절단면 위치를 하악 중절치의 순면에 표시한 후 하악 중절치의 절단면부터 표시된 위치까지의 길이를 1명의 조사자에 의해 디지털 캘리퍼로 3회 측정 후 평균값을 구하였다. 치료 전, 치료 직후, 치료 4주 후, 치료 8주 후 총 4회 측정하였다.

4) 정중선 평가

환자를 양와위(Supine position)로 위치시키고 리트랙터를 이용하여 입술을 젖힌 후 교합 상태에서 디지털카메라(NiKon, Minato-ku, Tokyo, Japan)를 사용하여 피사체에서 60 cm 정도 떨어져 구내사진을 촬영하였다. 교합면이 정중선과 직각을 이루지 않았다면 재촬영을 시행하였다. 촬영한 이미지를 영상분석 프로그램(Image Pro PlusTM, Media Cybernetics Inc. Rockville, MD, U.S.A.)을 이용하여 비교하였으며 치료 전, 치료 직후, 치료 4주 후, 치료 8주 후에 정중선의 변화 여부를 기록하였다.

5) 설문 조사

마지막 내원 일에 턱관절 통증, 턱관절 소리(clicking, clenching), 두통, 저작 시 불편감에 대한 설문 조사를 실시하였다(Fig. 3). 설문지 작성은 1명의 조사자에 의해 시행되었으며 환자가 문항을 이해할 수 있는 수준의 표현으로 질문한 뒤 환자가 답변하는 방식으로 작성되었다.

**Questionnaire for
 Mastication & Temporomandibular Disorders**

환자 이름 _____ 날짜 _____

통증

- | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. 치료 이전에 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분에 통증을 느낀 적이 있습니까?
(‘아니요’를 체크하셨다면 2번 문항으로 넘어갑니다.) | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 1-1. 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분에 몇 년 동안 통증이 있었습니까? | _____ 년 | |
| 1-2. 치료 이후 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분 통증이 더 심해졌습니까? | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 2. 치료 이후 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분 통증을 느낀 적이 있습니까?
(‘아니요’를 체크하셨다면 3번 문항으로 넘어갑니다.) | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 2-1. 시간이 지날수록 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분 통증이 더 심해졌습니까? | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 2-2. 현재도 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분에 통증이 있습니까? | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 2-3. 치료 이후 턱, 관자놀이, 귀, 귀 앞부분 통증이 얼마나 지속되었습니까? | _____ 일 | |

소리

- | | | | | |
|---|---|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 3. 치료 이전에 턱관절에서 소리가 났습니까?
(‘아니요’를 체크하셨다면 4번 문항으로 넘어갑니다.) | 오른쪽
<input type="checkbox"/> | 왼쪽
<input type="checkbox"/> | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 3-1. 치료 이후 턱관절 소리 빈도나 크기가 증가하였습니까? | 예
<input type="checkbox"/> 아니요
<input type="checkbox"/> | | | |
| 4. 치료 이후에 턱관절에서 소리가 났습니까?
(‘아니요’를 체크하셨다면 5번 문항으로 넘어갑니다.) | 오른쪽
<input type="checkbox"/> | 왼쪽
<input type="checkbox"/> | 예
<input type="checkbox"/> | 아니요
<input type="checkbox"/> |
| 4-1. 치료 이후 턱관절 소리 빈도나 크기가 증가하였습니까? | 예
<input type="checkbox"/> 아니요
<input type="checkbox"/> | | | |

두통		
5. 치료 이전에 관자놀이 부위를 포함한 두통을 느낀 적이 있습니까? (*'아니요'를 체크하셨다면 6번 문항으로 넘어갑니다.)	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
5-1. 이러한 통증이 몇 년 동안 통증이 있었습니까?	_____ 년	
5-2. 치료 이후 관자놀이 부위를 포함한 두통이 더 심해졌습니까?	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
6. 치료 이후에 관자놀이 부위를 포함한 두통을 느낀 적이 있습니까? (*'아니요'를 체크하셨다면 7번 문항으로 넘어갑니다.)	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
6-1. 시간이 지날수록 관자놀이 부위를 포함한 두통이 더 심해 졌습니까?	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
6-2. 현재도 관자놀이 부분을 포함한 두통이 있습니까?	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
6-3. 이러한 두통이 몇 일 동안 있었습니까?	_____ 일	
저작		
7. 치료 이후 저작시 불편감을 느꼈습니까? (*'아니요'를 체크하셨다면 설문종료하셔도 됩니다.)	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
7-1. 현재도 저작시 불편감을 느낍니까?	예 <input type="checkbox"/>	아니요 <input type="checkbox"/>
7-2. 저작시 불편감이 몇일 동안 지속되었습니까?	_____ 일	
설문에 참여해 주셔서 감사합니다.		

Fig. 3. Questionnaires about discomfort after placement of preformed metal crown.

3. 통계 분석

얻어진 자료들은 Excel 2016 (Microsoft, RedMond, Washington, USA)와 SPSS (Version 26.0, IBM, Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 분석을 시행하였다. T-Scan III로 측정된 교합 분포값, 수직피개, 정중선 변화, 설문 조사에 관한 자료 중 정량 변수는 평균 및 표준편차로 질적 변수는 빈도로 표현하였다. 악궁에서 수복, 수복하지 않은 쪽의 교합력 분포는 Paired t test, 제1대구치의 교합력 분포는 Friedman's test 그리고 수직피개는 Repeated measures ANOVA를 사용하여 분석하였다.

III. 연구 결과

이번 연구는 총 24명의 대상자 중 남아 7명(29.2%), 여아 17명(70.8%)이었으며 연령에 따른 분포는 Table 1과 같다.

Table 1. Distribution of subjects according to age and sex

		Male	Female	Total
		n(%)	n(%)	n(%)
Age	7Y	0(0.0)	2(8.3)	2(8.3)
	8Y	2(8.3)	2(8.3)	4(16.6)
	9Y	0(0.0)	2(8.3)	2(8.3)
	10Y	1(4.1)	6(25.0)	7(29.1)
	11Y	1(4.1)	1(4.1)	2(8.3)
	12Y	2(8.3)	3(12.5)	5(20.8)
	13Y	1(4.2)	0(0.0)	1(4.2)
	14Y	0(0.0)	1(4.2)	1(4.2)
	Total	7(29.2)	17(70.8)	24(100)

1. 교합력 분포

T-scan III software의 인터페이스(Fig. 4)에 나타난 값들 중에 정중선을 기준으로 악궁에서 제1대구치에 기성금속관을 수복, 수복하지 않은 쪽 그리고 기성금속관으로 수복한 제1대구치, 수복하지 않은 제1대구치의 교합력 분포에 관한 값을 선택하고 분석하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

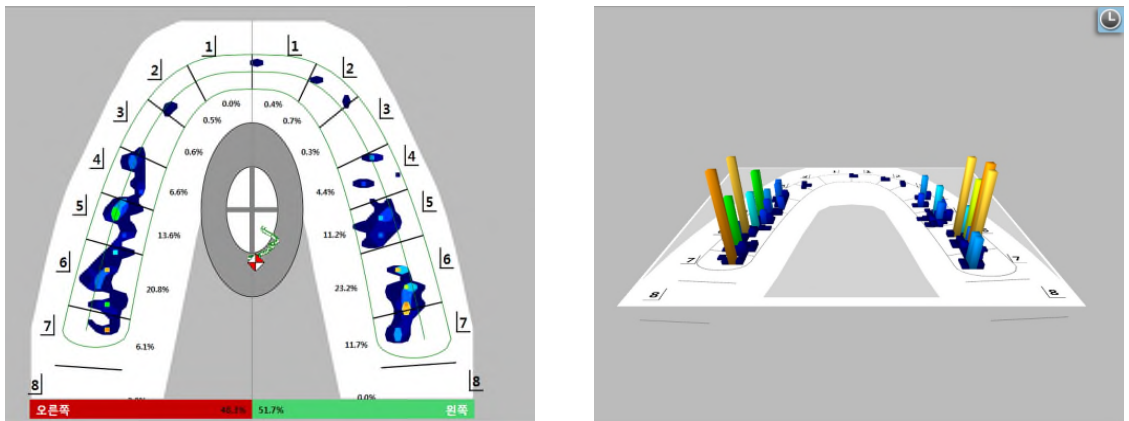


Fig. 4. 2D, 3D graphics of T-scan III software screen.

1) 악궁의 좌, 우측 교합력 분포 비교

악궁에서 제1대구치를 수복한 쪽과 수복하지 않은 쪽의 교합력 분포를 비교하면, 치료 전 평균값은 수복한 쪽이 38.70%, 수복하지 않은 쪽이 61.34%로 나타났으며 치료 직후 평균값은 58.97%, 40.61%로 치료 전에는 악궁에서 수복하지 않은 쪽이, 치료 직후에는 악궁에서 수복한 쪽의 교합력 분포가 크게 나타났다($p < 0.05$). 그러나 4주 후, 8주 후 조사에서는 양측에 차이가 없어 교합력 분포가 평형을 이루는 것으로 나타났다(Table 2, Fig. 5).

Table 2. Comparison of bite force distribution on the restored and non-restored side of the arch (n=24)

Time	Arch side	Bite Force distribution (Mean ± SD, %)	<i>p</i> value
Before	Restored	38.70 ± 9.01	0.000
	Non-restored	61.34 ± 8.99	
Immediately after	Restored	58.97 ± 12.25	0.002
	Non-restored	40.61 ± 12.81	
4 weeks	Restored	48.76 ± 8.01	0.457
	Non-restored	51.23 ± 8.01	
8 weeks	Restored	50.31 ± 2.13	0.451
	Non-restored	49.64 ± 2.16	

p value from paired t test

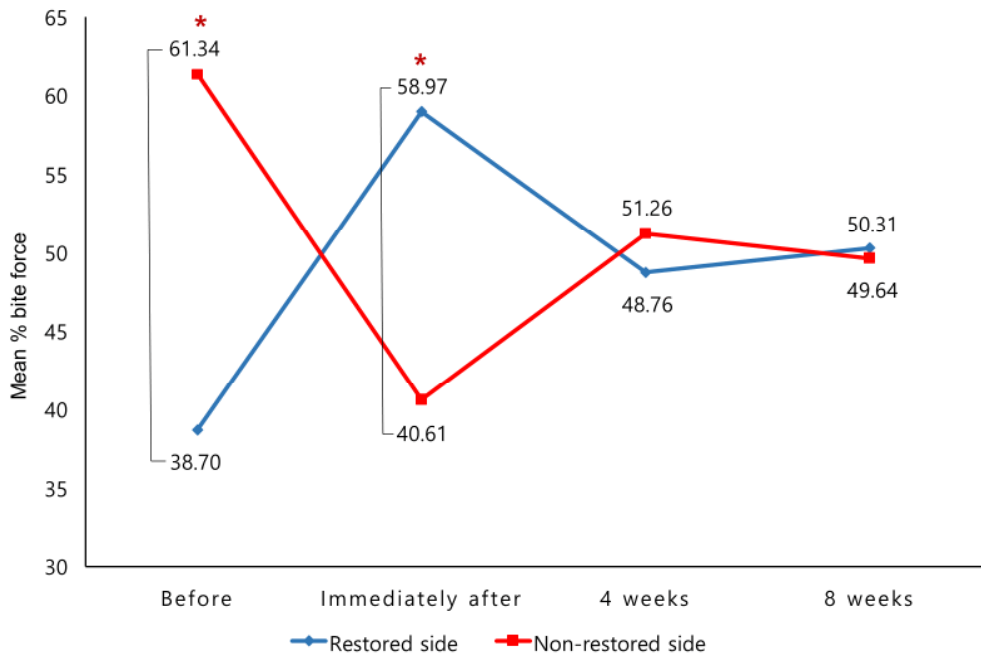


Fig. 5. Mean bite force percentage on the restored and non-restored side of the arch between different time.

p value from paired t test (*: $p < 0.05$)

2) 전체 교합력 중에서 제1대구치의 교합력 분포 비교

전체 교합력 중에서 수복한 제1대구치의 치료 전 교합력 분포의 평균값은 17.48%이었으나 치료 직후 평균값이 36.29%로 급격하게 상승하였다($p < 0.05$). 그러나 4주 및 8주 후에는 각각 28.34%, 26.58%로 다시 감소하였으며 치료 전, 치료 직후와 유의한 차이가 있었다.

반면 전체 교합력 중에서 수복하지 않은 제1대구치의 치료 전 교합력 분포의 평균값은 29.08%였으나 치료 직후 17.13%로 감소하였다($p < 0.05$). 그러나 4주 및 8주 후의 평균값은 각각 26.02%, 26.20%로 다시 증가하였으며 치료 직후와 비교하여 유의한 차이를 보였고 치료 전과는 차이가 없었다(Table 3).

Table 3. Comparison of bite force distribution on the restored permanent first molar and non-restored permanent first molar at different time (n=24)

Time	Bite force distribution (Mean \pm SD, %)	
	Restored permanent first molar	Non-restored permanent first molar
Before	17.48 \pm 8.03 ^a	29.08 \pm 8.89 ^a
Immediately after	36.29 \pm 10.12 ^b	17.13 \pm 9.58 ^b
4 weeks	28.34 \pm 6.27 ^c	26.02 \pm 6.42 ^{ac}
8 weeks	26.58 \pm 4.53 ^c	26.20 \pm 4.98 ^{ac}
<i>p</i> value	0.000	0.000

p value from Friedman's test

a,b,c : Same superscript letters in the each column indicate non-significantly different by the Wilcoxon signed-ranked test

2. 수직피개의 변화

치료 전 수직피개의 평균은 3.22 mm이었으며 치료 직후는 2.79 mm로 감소되었는데($p < 0.05$), 이는 제1대구치 수복에 따른 수직고경의 증가를 의미한다. 또한 치료 직후 수직피개의 변화량은 평균 0.43 mm이었고 최대값은 1.78 mm, 최소값은 0.02 mm 였다. 8주 후에는 3.27 mm로 다시 증가하여 치료 직후와 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 치료 전과는 차이를 보이지 않았다. 이는 수직피개 역시 시간이 경과함에 따라 치료 전 상태로 회복되는 것으로 나타났다(Table 4).

Table 4. Comparison of overbite at different time (n=24)

Time	Overbite (Mean \pm SD, mm)	<i>p</i> value
Before	3.22 \pm 1.84 ^a	0.040
Immediately after	2.79 \pm 2.02 ^b	
4 weeks	3.19 \pm 1.71 ^{abc}	
8 weeks	3.27 \pm 1.68 ^{ac}	

p value from repeated measures of ANOVA

a,b,c : Same superscript letters in the column indicates non-significantly different by the Bonferroni's test

3. 정중선의 변화

치료 직후 정중선이 변화한 환자는 6명으로 전체 환자의 25%이었으나 치료 4주 후에는 4명(16.7%)에서 정중선의 변화를 보여 2명의 환자에서 정중선이 회복되었음을 확인하였다. 치료 8주 후에는 1명의 환자가 추가적으로 회복되어 시간 경과에 따라 정중선이 점차적으로 회복되는 경향을 보였다(Fig. 6).

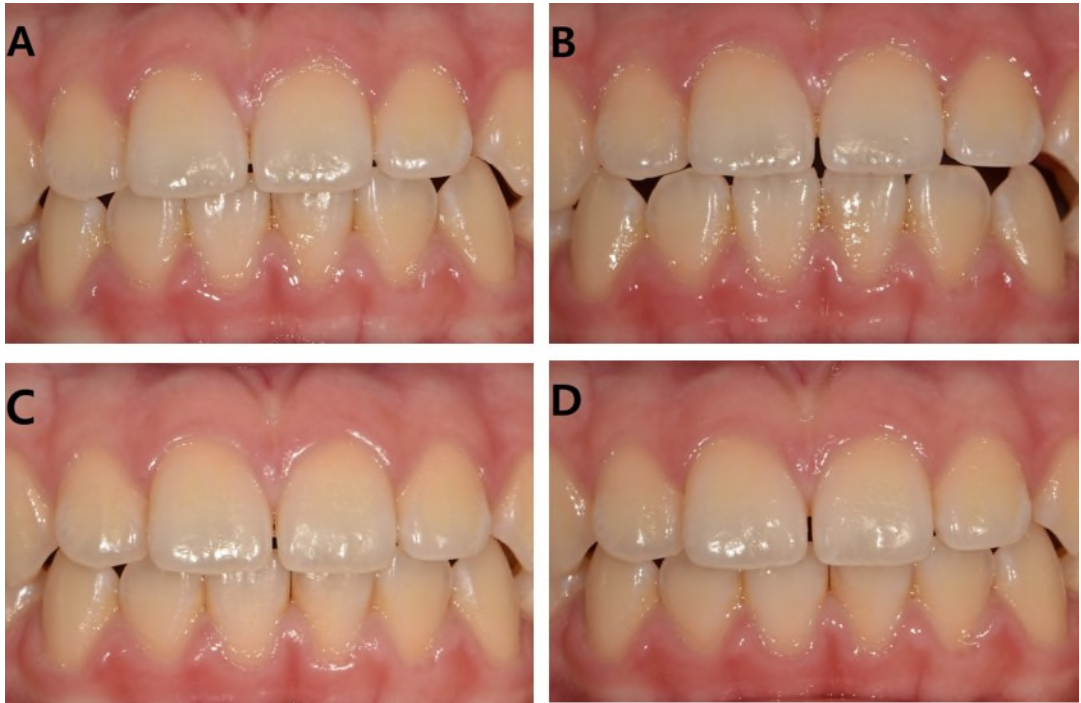


Fig. 6. Change in dental midline over time. (A) Before. (B) Immediately after. (C) After 4 weeks. (D) After 8 weeks.

4. 설문 조사

치료 후 저작 및 악관절의 불편감 여부를 확인하기 위한 설문 조사에서 가장 주된 불편감은 저작 시 불편감으로 15명(62.5%), 그 다음은 턱관절 통증으로 2명(8.3%)이 응답하였으며 턱관절 소리(clicking, clenching), 두통에 관한 응답자는 없었다(Table 5). 치료 8주 후 모든 환자에서 치료 후 발생했던 불편감은 사라졌으며 저작 시 불편감이 해소되는데 평균 2.13일이 소요되었다.

Table 5. Discomfortable factors after treatment

	n							
	TMJ pain		TMJ sound		Headache		Masticatory discomfort	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
	2	22	0	24	0	24	15	9
Total	24		24		24		24	

IV. 총괄 및 고찰

구치부의 건강도는 구강위생, 교합력, 악안면 형태, 치아의 부정교합 등 다양한 요소들에 영향을 미친다[20]. Linjawi[21]는 제1대구치의 건강도는 교합의 수직적, 전후방적, 횡적 성장에 영향을 미치며 수직적 관계 및 교합력과 직접적인 상관관계가 있다고 하였다. 그러나 제1대구치는 다른 영구치에 비해 발생 시기가 빠르고 또한 이른 시기에 맹출 하기 때문에 저광화증의 빈도가 높고 우식에 취약하다[22,23]. 따라서 제1대구치는 조기에 적절한 진단과 치료가 이루어지지 않으면 광범위한 치질의 파괴는 물론 조기 발치될 수 있다. 제1대구치의 조기 발치는 편측 저작을 유발하고 장기간 지속되면 저작근의 비대칭과 저작기능의 감소로 이어질 수 있다 [24]. 특히 성장하는 소아청소년 환자에서는 악골의 발달에 영향을 주어 안면 비대칭 및 턱관절 문제가 발생할 수 있어 광범위하게 치질이 파괴된 제1대구치의 조기 발치를 피하고 보존하기 위해 다양한 치료방법이 고려되고 있다[25]. 몇몇 학자들은 소아청소년 환자에게 주조관(cast crown)을 적용하여 긍정적인 결과를 얻었다고 보고하였지만 현재 지침은 술자 민감성과 긴 진료시간, 짧은 임상치관, 미성숙한 넓은 치수, 많은 치아 삭제량, 협조도 문제, 치조골 성장으로 인한 치관 변연의 노출 위험성 등을 이유로 성인이 될 때까지 보철치료를 미룰 것을 권고하고 있다 [26,27]. 이러한 이유로 제1대구치 수복에 영구치용 기성금속관이 많이 사용되고 있으나 수복 후 교합평형이나 수직고경 변화 등의 문제를 일으킬 수 있다. 하지만 영구치용 기성금속관 시적 후 교합변화에 대한 연구는 거의 없고 대부분은 유치용 기성금속관을 대상으로 하고 있다. 따라서 이번 연구는 소아청소년을 환자를 대상으로 영구치용 기성금속관 수복 후 T-Scan III을 사용하여 자발적으로 교합평형이 이뤄지는 과정을 관찰해보고자 하였다.

치아 교합은 최대교두감합위를 형성할 때 상, 하악 치아 사이의 접촉으로 정의할

수 있다[28]. 또한 동적 교합(dynamic occlusion)은 하악이 움직이는 동안 치아 접촉을 의미한다[29]. 치아의 수, 접촉 부위, 위치가 다양하여 생각해 볼 수 있는 교합의 종류가 매우 많기 때문에 치아 교합을 연구할 때는 주로 상, 하악 치아의 시상축 관계로 구분한 Angle의 분류를 주로 사용한다. 교합과 Angle의 분류 사이의 연구들을 살펴보면 여러 연구에서 최대교합력과 좌우 교합력은 Angle의 분류와 상관관계가 없다고 하였다[30,31]. 따라서 이번 연구에서는 Angle의 분류를 사용하여 엄격하게 군을 나누지 않고 제1대구치의 관계가 Angle의 분류상 Class I에 해당하는 환자만을 대상으로 하였다.

치아 접촉 수나 강도는 교합 특성에 영향을 주고 이러한 특성은 교합력의 분산 정도와 관련이 있다[32]. 하지만 치아 접촉이나 교합력을 측정하는 도구는 종종 신뢰할 수 없고 교합을 측정할 때 주로 가격이 저렴하거나 조작성이 쉬운 것들이 선호되었다. 이러한 종류에는 교합지, 교합실크, 교합필름, 금속 심스탁 필름 그리고 high spot indicator 등이 있다[33]. 앞선 측정 도구들은 교합평가 시 임상가의 주관적인 평가가 개입될 수 있으며 일련의 교합과정 그리고 접촉시 수치화된 하중을 확인할 수 없고, 검사자의 두께, 타액이 존재할 때 평가가 달라질 수 있다[34].

최근 여러 논문들에서 정적, 동적 교합을 객관적으로 평가하기 위해서 T-Scan III이 사용되고 있다. 이 도구는 임상가의 주관적인 평가를 배제할 수 있는 디지털화된 분석이 가능하며 타액이 존재하여도 결과에 영향을 미치지 않는다[32,35]. 또한 T-Scan III은 실시간으로 교합균형에 대한 값을 제공해주면서 악골에 의해 발생한 총 교합력을 악궁에 상대적인 분포 값으로 표시해 준다[35]. Ayuso-Montero 등[36]은 T-scan III이 교합면 접촉부위를 측정하는 데 있어 3D 구강스캐너에 비해 높은 신뢰도와 타당도를 보고하였고 *in vitro* 연구로 T-scan III의 교합력의 신뢰도와 타당도를 측정한 Cerna 등[37]은 신뢰도에서 일치상관계수(Lin's CCC)와 급내계수(ICC)가 상당한(substantial) 수준과 좋은(good) 수준을 얻었으나 타당도에서는 일치상관계수와 급내계수가 낮은(poor)과 보통(moderate)한 결과를 얻었다고 하였다.

현재 T-Scan III을 이용한 연구가 활발하게 진행되는 분야는 성인을 대상으로 한 치과보철학과 치과교정학 분야이다. 최근에 소아청소년을 대상으로 한 T-Scan III 연구가 이뤄지고 있으나 문헌의 수가 상대적으로 적고 여러 가지 이유에서 활용에 대한 의문이 존재한다. 그 중 가장 큰 요인은 소아청소년 환자가 일관성 있는 최대교두감합위를 형성할 수 있는가이다. Kisling[38]의 연구에서 어린이는 일관성 있는 최대교두감합위를 형성하는 능력이 좋지 못하다고 보고하였으나 Gallagher 등[39]은 어린이를 대상으로 T-Scan III을 이용하여 측정하였을 때 재현성 있는 값이 관찰되었고 교합력 분포에서 임상적으로 유의미한 결과가 있다고 하였다. 추가로 6세 정도의 어린이들에서 국소마취의 여부는 일관된 최대교두감합위를 형성하는데 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.

이번 연구 결과에서 T-Scan III 값을 살펴보면 제1대구치가 소아청소년의 교합력의 대략 절반 정도를 차지하는 것을 알 수 있었다. 제1대구치 치질의 광범위한 상실로 인해 악궁의 좌, 우측에 교합 불균형이 관찰되었고 기성금속관 수복 직후에는 악궁에서 수복한 쪽과 수복한 치아의 값이 극적으로 상승하였으며 대부분의 환자들에서 수복한 쪽의 교합력 분포가 역전되는 현상이 관찰되었다. 이후 치아치조골의 보상작용으로 많은 환자에서 4주 후에 교합평형이 관찰되었으나 일부 환자의 경우 8주 후에 평형이 이루어졌으며 전체 교합력에서 수복, 수복하지 않은 제1대구치 간 교합력도 비슷한 분포가 이루어졌다. 이는 유구치에서 Hall technique를 사용한 Nair 등[16]의 연구 결과와 비슷하였다. 또한 치료 전, 직후 수직피개의 변화량은 평균 0.43 mm이었으며 최대값은 1.78 mm이었다. Kindelan 등[40]은 기성금속관 수복 시 수직고정 변화량이 1.0 mm 이하일 경우 몇 주 안에 치아치조골의 보상작용으로 회복되며 변화량이 1.5 mm 이상일 경우 환자에게 문제를 일으킬 수 있으므로 피해야 한다 보고하였다. 이번 연구에서 이 결과에 부합하지 못하는 경우가 2명 있었지만 치료 후 특이사항은 없었으며 치료 전과 비슷한 상태로 회복되었다. 수직고정이 변화하는 과정은 Dahl과 Krogstad[41]의 연구를 통해 추론할 수 있는

데 그들은 치아의 상대적인 움직임을 관찰하기 위해 탄탈럼(Tantalum, Ta) 임플란트를 사용하였으며 치아 이동에서 치아의 함입이 40%, 치아의 정출이 60%를 차지한다고 하였다. 특히 소아청소년의 정출량은 평균 4.7 mm로 성인의 1.3 mm보다 커서 정출 할 수 있는 능력이 높음을 보고하였다. 따라서 영구치용 기성금속관으로 수복한 치아는 함입되고 반대편 치아는 정출되면서 치료 전 수직고경을 회복한다는 것을 추론할 수 있다.

설문 조사에서 치료 직후 발생한 문제점 중에 저작 시 불편감이 가장 많았으며 그 다음은 턱관절 통증 순이었다. 턱관절 통증으로 인한 두통이나 턱관절 소리(clicking, clenching)에 대한 불편감이 있는 경우는 없었다. 기성금속관 수복 후 조기접촉이 형성되었고 이는 수직고경의 상승 및 교합 불안정이 저작계의 부하를 일으켰을 것이다. 교합 불안정은 2명의 환자들에게 턱관절 통증을 일으키기도 하였다. 소아청소년 환자에서 턱관절 장애를 연구한 Thilander 등[42]에 따르면 대부분 구치부 반대교합, 전치부 개방교합, Class III 부정교합, 큰 상악 수평피개를 가진 환자에서 턱관절 장애가 발생한다고 보고하였는데 이번 연구에서는 이러한 부정교합을 가진 대상이 없어 턱관절 통증이 오래 지속된 경우는 없었으며 8주 후 검진 시에는 사라진 상태였다. 또한 조기접촉의 감소와 저작근의 보상작용[40,43]으로 인해 저작 시 불편감은 평균 2.13일 후 사라졌으며 1주일 이상 지속되지 않았다. 하지만 정상교합에 비해 교합 안정성이 낮아 턱관절 조직 및 저적근의 손상이 일어날 가능성이 높은 심한 부정교합을 가진 환자[44]에서 기성금속관을 수복할 때 발생한 조기접촉으로 인하여 교합 불안정성이 악화되어 턱관절 통증, 저작 시 불편감이 더 오랫동안 지속되고 만성화될 수 있으므로 실제 임상에서는 더욱 신중한 접근이 필요할 것이다.

이번 연구를 수행하면서 연구 대상자의 수가 부족한 점, 검진 기간이 짧았다는 점이 한계점이었다. 또한 MIH Class III나 심각한 우식으로 인해 치관의 높이가 낮아진 경우에 조기접촉으로 인한 악궁에서 교합력 분포, 수직피개 및 정중선 변화의

차이가 더 많이 관찰되었다. 이러한 점을 미루어 볼 때 앞으로 더 많은 수의 환자를 대상으로 하여 저광화나 우식의 정도에 따른 차이를 관찰하는 연구가 필요할 것으로 보이며 추가로 Angle 분류에 따른 차이 및 좌, 우측 저작근의 근전도를 측정하여 비교하는 연구도 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

소아청소년 환자를 대상으로 제1대구치에 기성금속관 수복을 시행한 후 교합력의 분포, 수직피개 및 정중선의 변화를 평가, 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

교합력 분포는 악궁에서 제1대구치에 기성금속관 수복을 시행한 쪽과 시행하지 않은 쪽을 비교하였을 때 치료 전과 치료 직후에서는 차이가 있었으나($p < 0.05$) 치료 4주 후부터는 차이가 없었다. 제1대구치의 교합력 분포는 수복한 제1대구치 경우 치료 직후를 급격하게 상승하였으며($p < 0.05$) 치료 4주 후와 8주 후에는 감소하여 치료 전과 유의한 차이가 있었다. 수복하지 않은 제1대구치는 이와 반대로 치료 직후 급격하게 감소하였으며($p < 0.05$) 치료 4주 후 증가하여 치료 전과 비슷한 수준으로 회복되었다. 치료 8주 후에는 수복한 제1대구치와 수복하지 않은 제1대구치가 비슷한 교합력 분포값을 보였다.

수직피개는 치료 직후 평균 0.43 mm 변화하였으나($p < 0.05$) 8주 후에는 치료 전과 비슷한 수준으로 회복되었다. 정중선의 경우 치료 직후 6명의 환자에서 변화하였으나 이후 시간이 경과됨에 따라 3명으로 감소하였다. 기성금속관 수복 후 환자가 가장 불편해했던 부분은 저작 시 불편감이었고 이는 평균 2.13일 후 사라졌으며 일주일 이상 지속된 경우는 없었다.

이를 종합해 보면 소아청소년 환자에서 제1대구치를 기성금속관으로 수복한 경우 치료 직후에는 교합력 분포, 수직피개, 정중선 등 교합의 변화를 보였지만 시간이 경과하면서 교합의 평형이 이루어짐을 확인하였다.

References

1. Subramaniam P, Kondae S, Gupta KK : Retentive strength of luting cements for stainless steel crowns: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*, 34:309 - 312, 2010.
2. Rezvi FB, Mathew MG, Gurunathan D : Crowns in Pediatric Dentistry - A Review. *Ann Rom Soc cell Biol*, 25:2530-2539, 2021.
3. Humphery WP : Uses of chrome-steel crown in children dentistry. *Dent Surv*, 26:945 - 949, 1950.
4. Mink JR, Bennett IC : The stainless steel crown. *J Ont Dent Assoc*, 45:420-430, 1968.
5. Radcliffe RM, Cullen CL : Preservation of future options: restorative procedures on first permanent molars in children. *ASDC J Dent Child*, 58:104-108, 1991.
6. Doykos JD, Valachovic RW : Precementation radiographic assessment for permanent posterior stainless steel crowns. *J Pedod*, 3:216-220, 1979.
7. Gordon PD : An early clinical assessment of a preformed permanent molar crown. *Dent Update*, 6:135-138, 1979.
8. Lee SH, Ju HJ, Lee HS, *et al.* : Dental health capacity of the first permanent molars among children and adolescents in Korea for the year 2010. *J Korean Acad Oral Health*, 37:103-109, 2013.
9. Shin JH, Lee GL, Kim S, *et al.* : Prevalence and Clinical Features of Molar-Incisor Hypomineralization in Adolescents in Yangsan. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 44:210-219, 2017.
10. de Farias AL, Rojas-Gualdrón DF, Restrepo M, *et al.* : Survival of

- stainless-steel crowns and composite resin restorations in molars affected by molar-incisor hypomineralization (MIH). *Int J Paediatr Dent*, 00:1-11, 2021.
11. Seale NS : The use of stainless steel crowns. *Pediatr Dent*, 24:501-505, 2002.
 12. Drummond BK, Kilpatrick N : Planning and Care for Children and Adolescents with Dental Enamel Defects, 1st ed. Springer, Berlin, 139 - 155, 2014.
 13. Joseph RM, Rao AP, Nayak AP, *et al.* : Evaluation of Changes in the Occlusion and Occlusal Vertical Dimension in Children Following the Placement of Preformed Metal Crowns Using the Hall Technique. *J Clin Pediatr Dent*, 44:130-134, 2020.
 14. Owais AI, Al Battah AH, Abu Alhaija ES : Changes in occlusal bite force following placement of preformed metal crowns on primary molars in 4-6 years old children: a 6 month's follow-up pilot study. *Eur Arch Paediatr Dent*, 20:9-14, 2019.
 15. Fallahzade F, Fallahzade F, Hasanpour R : Dental caries - associated clinical parametrs in first permanent molars of children between 7-11 years old. *J Qazvin Univ Med Sci*, 13:75-80, 2009.
 16. Nair K, Chikkanarasaiah N, Poovani S, Thumati P : Digital occlusal analysis of vertical dimension and maximum intercuspal position after placement of stainless steel crown using hall technique in children. *Int J Paediatr Dent*, 30:805-815, 2020.
 17. Onat H, Tosun G : Molar incisor hypomineralization. *J Pediatr Dent*, 1: 53 - 57, 2013.
 18. Croll TP, Castaldi CR : The preformed stainless steel crown for restoration

- of permanent posterior teeth in special cases. *J Am Dent Assoc*, 97:644-649, 1978.
19. Draker HL : Handicapping labio-lingual deviations proposed for public health purposes. *Am J Orthod*, 46:295-305, 1960.
 20. Feldens CA, Dos Santos Dullius AI, Vargas-Ferreira F, *et al.* : Impact of malocclusion and dentofacial anomalies on the prevalence and severity of dental caries among adolescents. *Angle Orthod*, 85:1027 - 1034, 2015.
 21. Linjawi AI : First molar health status in different craniofacial relationships. *Clin Cosmet Investig Dent*, 8:89-94, 2016.
 22. Tanzer JM, Livingston J, Thompson AM : The microbiology of primary dental caries in humans. *J Dent Educ*, 65:1028-1037, 2001.
 23. Jälevik B, Klingberg G, Barregård L, Norén JG : The prevalence of demarcated opacities in permanent first molars in a group of Swedish children. *Acta Odontol Scand*, 59:255-260, 2001.
 24. Zou J, Meng M, Zhou X, *et al.* : Common dental diseases in children and malocclusion. *Int J Oral Sci*, 10:1-7, 2018.
 25. Telli AE, Aytan S : Changes in the dental arch due to obligatory early extraction of first permanent molars. *Turk Orthodonti Derg*, 2:138-143, 1989.
 26. McDonald S, Arkutu N, McKaig S, *et al.* : Managing the paediatric patient with amelogenesis imperfecta. *Br Dent J*, 212:425 - 428, 2012.
 27. William V, Messer LB, Burrow MF : Molar incisor hypomineralisation: review and recommendations for clinical management. *Pediatr Dent*, 28:224-232, 2006.
 28. Davies S, Gray RM : What is occlusion?. *Br Dent J*, 191:235 - 245, 2001.
 29. Panek H, Brzozowska T, Mankiewicz M, *et al.* : Dynamic occlusions in

- natural permanent dentition. *Quintessence Int*, 39:337 - 342, 2008.
30. Sonnesen L, Bakke M : Molar bite force in relation to occlusion, craniofacial dimensions, and head posture in pre-orthodontic children. *Eur J Orthod*, 27:58 - 63, 2005.
 31. Araujo SCCS, Vieira MM, Gasparotto CA, Bommarito S : Bite force analysis in different types of angle malocclusions. *Rev CEFAC*, 16:1567 - 1578, 2014.
 32. Al-Rayes NZ, Hajeer MY : Evaluation of occlusal contacts among different groups of malocclusion using 3D digital models. *J Contemp Dent Pract*, 15:46 - 55, 2014.
 33. Forrester SE, Presswood RG, Toy AC, Pain MT : Occlusal measurement method can affect SEMG activity during occlusion. *J Oral Rehabil*, 38:655 - 660, 2011.
 34. Kerstein RB : Articulating paper mark misconceptions and computerized occlusal analysis technology. *Dent Implantol Update*, 19:41 - 46, 2008.
 35. Afrashtehfar KI, Qadeer S : Computerized occlusal analysis as an alternative occlusal indicator. *Cranio*, 34:52 - 57, 2016.
 36. Ayuso-Montero R, Mariano-Hernandez Y, Martinez-Gomis J, *et al.* : Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. *J Prosthodont*, 29:19-25, 2020.
 37. Cerna M, Ferreira R, Sandoval P, *et al.* : Validity and reliability of the T-Scan[®] III for measuring force under laboratory conditions. *J Oral Rehabil*, 42:544-551, 2015.
 38. Kisling E : Occlusal interferences in the primary dentition. *ASDC J Dent Child*, 48:181 - 191, 1981.

39. Gallagher S, O'Connell BC, O'Connell AC : Assessment of occlusion after placement of stainless steel crowns in children - a pilot study. *J Oral Rehabil*, 41:730-736, 2014.
40. Kindelan SA, Day P, Fayle SA, *et al.* : UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry stainless steel preformed crowns for primary molars. *Int J Paediatr Dent*, 18:20 - 28, 2008.
41. Dahl BL, Krogstad O : The effect of a partial bite raising splint on the occlusal face height : An x-ray cephalometric study in human adults. *Acta Odontol Scand*, 40:17 - 24, 1982.
42. Thilander B, Rubio G, Pena L, de Mayorga C : Prevalence of temporomandibular dysfunction and its association with malocclusion in children and adolescents: an epidemiologic study related to specified stages of dental development. *Angle Orthod*, 72:146-154, 2002.
43. Abu Serdaneh S, AlHalabi M, Hussein I, *et al.* : Hall technique crowns and children's masseter muscle activity: A surface electromyography pilot study. *Int J Paediatr Dent*, 30:303-313, 2020.
44. Wadhwa L, Utreja A, Tewari A : A study of clinical signs and symptoms of temporomandibular dysfunction in subjects with normal occlusion, untreated, and treated malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 103:54-61, 1993.