



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](#)

골격성 III급 비대칭 환자의
선수술 후 교합 변화



연세대학교 대학원

치 의 학 과

문 지 훈

골격성 III급 비대칭 환자의
선수술 후 교합 변화

지도 유형 석 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2015년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

문 지 훈

문지훈의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 유형석 인

심사위원 백형선 인

심사위원 최윤정 인



연세대학교 대학원

2015년 6월 일

감사의 글

논문이 완성되기까지 항상 세심한 지도와 따뜻한 격려를 아끼지 않으신 유형석 지도 교수님께 진심으로 감사드리며, 귀중한 시간을 내주시어 부족한 논문을 살펴주신 백형선 교수님, 최윤정 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 교정학을 공부할 수 있도록 기회를 주시고 인도해주신 황충주 교수님, 김경호 교수님, 이기준 교수님, 차정열 교수님, 정주령 교수님, 최윤정 교수님께도 깊은 감사 드립니다.

교정과 수련 생활 중 큰 힘이 되었던 의국 동기(금병탁, 류제성, 안혜림, 임선영, 임현묵 선생님)와 의국 선배님, 후배님들에게 이 자리를 빌어 깊은 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 항상 변함없는 사랑으로 돌봐주시고 지원을 아끼지 않으시는 부모님께 감사드립니다.



2015년 6월 저자 씀

차 례

표 차례	iii
그림 차례	iv
국문 요약	v
I. 서론	1
II. 연구대상 및 방법	4
1. 연구대상	4
2. 연구방법	4
가. T-scan을 이용한 기록의 채득	4
나. 측정항목	5
(1) 상대적인 교합력 분포 비율	5
(2) 교합면적	6
(3) Occlusion time	6
(4) Delta (Maximum cumulative force – force of maximum intercuspal position)	6
다. 기록의 분석	6
라. 기록채득 시기	6
마. 반복성 검정	7
3. 통계 처리	7
III. 연구결과	8
1. 반복성 검정	8
2. 상대적인 교합력 분포 비율	8
가. 편위측, 비편위측 교합력 분포 비율 비교	8

(1) 실험군내 비교	8
(2) 실험군, 대조군 비교	8
(3) 시기별 비교	10
나. 위치별 교합력 분포 비율 비교	10
(1) 전치부, 소구치부, 대구치부	10
(2) 상악 제1대구치, 제2대구치	11
3. 교합면적	13
가. 총 교합면적의 비교	13
나. 편위측, 비편위측 교합면적의 비교	13
(1) 실험군내 비교	13
(2) 시기별 비교	13
다. 위치별 교합면적 비교	16
(1) 전치부, 소구치부, 대구치부	16
(2) 상악 제1대구치, 제2대구치	16
4. Occlusion time	18
5. Delta(Maximum cumulative force – force of maximum intercuspal position)	19
IV. 고찰	21
V. 결론	26
참고문헌	28
Abstract	30

표 차 례

Table 1. Changes of force distribution percentage of the deviated side and the non-deviated side from T0 to T4	9
Table 2. Comparison of force distribution percentage of anterior teeth, premolars, molars, first molars, and second molars from T0 to T4.....	12
Table 3. Changes of occlusal contact area and discrepancy index from T0 to T4.....	15
Table 4. Comparison of occlusal contact area of anterior teeth, premolars, molars, and second molars from T0 to T4	17
Table 5. Changes of occlusal time and delta from T0 to T4	20



그림 차례

Figure 1. Examples of computer displays from Tekscan® software	5
Figure 2. Force distribution percentage of the deviated and non-deviated side from T0 to T4.....	10
Figure 3. Force distribution percentage of anterior teeth, premolars, molar, first molars, and second molars from T0 to T4.....	12
Figure 4. Occlusal contact area of the deviated and the non-deviated side compared with control group.....	14
Figure 5. Occlusal contact area of anterior teeth, premolars, molars, first molars, and second molars from T0 to T4	17
Figure 6. Changes of occlusal time from T0 to T4	18
Figure 7. Changes of delta from T0 to T4	19

국 문 요 약

골격성 III 급 비대칭 환자의 선수술 후 교합 변화

골격성 III급 부정교합 환자들은 전치부 반대교합, dental compensation, III급 견치와 구치관계로 인해 저작 기능이 저하되어 있어 악교정수술을 동반한 교정치료를 통해 기능의 개선을 기대한다.

통상적인 수술교정치료는 수술 전 교정치료와 악교정수술, 수술 후 교정치료 과정을 거치는데 이 과정 중의 교합변화를 분석한 연구들에서의 악교정수술 후의 교합변화 결과는 모두 수술 전 교정치료에 의해 교합이 악화된 후의 추가적인 교합변화 결과이다. 이 경우 수술 후의 교합 변화는 수술 전 교정치료 과정 중의 교합 변화에 영향을 받은 것이기 때문에 온전히 악교정수술 자체에 의한 교합의 변화라고 볼 수 없다.

통상적인 수술교정치료 과정 중의 이러한 변화에 대한 연구는 기존에 많이 있었으나, 수술 전 교정치료 없이 악교정수술 자체에 의해 일어나는 교합 접촉 양상 변화에 대한 연구 보고는 없었다.

본 연구는 비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합 환자 24명(남자 12명, 여자 12명, 평균 21 ± 2.6 세)을 대상으로 수술을 시행하기 전, 수술 후 1개월, 수술 후 교정치료 시작 6개월 후, 수술 12개월 후, 수술 24개월 후에 컴퓨터 교합분석장치인 T-scan을 이용해 교합면적, 교합력 분포 비율 등 기능적인 교합 지표들을 측정하여, 교정치료를 받지 않은 대조군으로 정상교합자 20명을 동일 방법으로 측정, 분석, 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수술 전 비편위측에 비하여 편위측의 교합면적과 교합력 분포 비율이 유의하게 더 컸다($p < 0.05$). 대조군에서는 좌측과 우측의 교합력 분포 비율과 교합면적의 유의한 차이가 없었다.

2. 수술 1개월 후 편위측과 비편위측의 교합면적과 교합력 분포비율이 유의한 차이가 없었으며 수술 24개월후에도 양측의 교합면적과 교합력 분포비율은 유의한 차이가 없었다($p < 0.01$).
3. 수술 1개월 후 총 교합면적은 수술 전 총 교합면적에 비해 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 수술 24개월 후까지 총 교합면적이 다시 유의하게 증가하였으나 대조군의 총 교합면적보다 유의하게 작았다($p < 0.05$).
4. Occlusal time(초기 접촉 시기부터 최대 교두간 접촉위 시기까지 걸리는 시간)은 수술 전에서 대조군에 비해 유의하게 길었으며($p < 0.05$), 수술 후 교정치료가 진행되며 유의하게 짧아졌다($p < 0.01$). 수술 후 교정치료 시작 6개월 후에 수술 전에 비해 유의하게 짧아졌고($p < 0.05$), 수술 24개월 후까지 점차 감소하였으나 대조군에 비해서는 유의하게 더 길었다($p < 0.05$).
5. Delta(Maximum cumulative force - force of maximum intercuspal position)는 수술 후 교정치료를 진행하면서 유의하게 감소하였다($p < 0.01$). 수술 전과 수술 1개월 후 사이에는 유의할만한 차이가 없었으나, 수술 후 교정치료 시작 6개월 후에는 수술 1개월 후에 비해 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$) 수술 24개월까지 점진적으로 감소하였다.

이상의 연구 결과 비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합 환자들은 교합의 균형이 편위측으로 이동해 있었으며 대조군에 비해 전체 교합면적이 작고 교합간섭이 많았으나, 선수술 후 교합의 불균형과 교합 간섭이 개선되었으며 이는 수술 후 교정치료를 진행하면서 차츰 개선되는 양상을 보였다.

핵심 되는 말 : 비대칭, 선수술, T-scan, 교합력, 교합면적, 편위측, 비편위측, 골격성 III급 부정교합

골격성 III급 비대칭 환자의 선수술 후 교합 변화

<지도교수 : 유 형 석>

연세대학교 대학원 치의학과

문 지 훈

I. 서론

하악골이 전돌된 골격성 III급 부정교합 환자들은 전치부 반대교합, dental compensation, III급 견치와 구치관계로 인해 저작 기능이 저하되어 있는 경우가 흔하다. 골격성 III급 부정교합 집단에서는 비대칭이 동반되는 경우가 빈번하며 그 비율은 중국에서는 25%(Samman 등, 1992), 미국에서는 34%(Severt 등, 1997) 등으로 보고되어 있다. 골격적 비대칭을 가진 경우 정상인에 비해 교합력, 교합면적, 저작기능이 저하되어 있는데 특히 좌, 우측의 비대칭적인 교합양상이 관찰된다(Goto 등, 2008).

비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합 환자들은 악교정수술을 통해 악안면 기능의 개선을 기대한다. 이러한 악안면 기능 변화를 관찰하기 위해 다양한 방법(저작력, 하악의 운동범위, 저작근의 전기적 근활성도)으로 교합 분석이 시행되어 왔다(Ellis 등, 1996; Johnston 등, 1984; Kim 등, 1997; Proffit 등, 1989; Throckmorton 등, 1996). 교합력에 관한 이전의 대부분의 연구들이

custom bite force transducer장치를 사용하였다(Ellis 등, 1996; Throckmorton 등, 1996). 이 장치를 사용한 Throckmorton와 Ellis(1996)의 연구에 따르면 악교정 수술 후 교합력이 점진적으로 증가하여 2년에서 3년 사이에 정상값에 도달하였다.

통상적인 수술교정치료는 수술 전 교정치료, 악교정수술, 수술 후 교정치료의 세 단계를 거친다. 수술 전 교정치료의 목적은 치열의 decompensation과 배열, 치열궁의 형태 수정을 통해 수술 후 예측되는 새로운 골격 관계에 맞도록 치아를 이동시키는 것이다. (Proffit 등, 1995; Robb 등, 1998). 이 과정은 기존의 골격 관계에 저항하는 방향으로 이루어지므로 그 과정 동안 전치부 및 구치부 반대교합, 개방교합(Jacobs 등, 1983; Liao 등, 2010), 교합간섭 등이(Thomas 등, 1995) 더 심해진다

통상적인 수술교정치료 과정 중의 교합변화를 분석한 연구들에서의 악교정수술 후의 교합변화 결과는 모두 수술 전 교정치료에 의해 교합이 악화된 후의 추가적인 교합변화 결과이다. 통상적인 수술 후의 교합 변화는 수술 전 교정치료 과정 중의 교합 변화에 영향을 받은 것이기 때문에 악교정수술 자체에 의한 교합의 변화라고 볼 수 없다.

최근에 시도되고 있는 선수술 후 교정치료를 시행한 경우는 치아 이동이 일어나는 주위 골격 환경이 수술 전 교정치료를 시행할 때와는 다르므로 교합 변화가 기존의 통상적인 수술교정 치료와 다르게 일어날 것이라 예상할 수 있다.

Fuji Photo Film Co.에서 개발된 Prescale 교합장치는 pressure sensitive occlusal sheet와 분석장치를 이용해 교합압력과 절대적 교합력, 교합면적을 측정한다. 간편하게 정량적인 교합정보를 얻을 수 있다는 장점이 있지만, 치아가 초기 접촉되는 시점부터 치아가 모두 이개되는 시점까지 누적된 교합정보가 기록되어 특정 시점의 교합 정보를 얻을 수 없다는 한계가 존재한다(Harada 등, 2000).

근래에는 개발된 T-scan 장치는 실시간으로 교합 정보를 측정하므로 시간의 흐름에 따른 교합 변화 양상을 기록하여 특정 시점의 교합 정보를 분석할 수 있다(Maness, 1993). 또한 최대교합시점의 교합 접촉 부위와 각 치아들이 담당하는 상대적인 교합력의 분포 비율을 알 수 있고, 초기 접촉 위치, 교합간섭, 교합접촉 시간 등도 측정이 가능하다(Kerstein, 2004).

따라서 본 연구는 컴퓨터 교합 분석 장치인 T-scan을 이용하여 비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합 환자에서 수술 전 교합 양상을 분석하고 정상 교합자와 비교하였으며, 선수술을 시행한 후 교정치료를 시행했을 때 장기간의 교합 양상을 분석하였다.



II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

연세대학교 치과대학병원 교정과를 내원해 비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합으로 진단된 환자 중 선수술 후 교정치료를 진행한 24명(남자 12명, 여자 12명, 평균 21.0 ± 2.6 세)을 실험군으로 하였다. 비대칭은 정모 두부방사선 사진상에서 crista galli와 anterior nasal spine을 지나는 정중시상기준선에 대한 menton의 변위가 4mm 이상인 자로 선정하였다. 24명이 환자들은 상악은 LeFort I osteotomy, 하악은 bilateral intraoral vertical ramus osteotomy를 이용한 악교정수술을 받았으며, 수술 후 약 2달 (평균 71.4일 후)부터 수술 후 교정치료를 시행하였다. 모두 비발치로 치료되었으며 상하악 제3대구치가 존재할 경우 수술 전 발거되었다.

대조군은 연세대학교 치과대학 학생 중 이전에 교정치료를 받은 경험이 없고, 측모 두부방사선 사진, 정모 두부방사선 사진, 임상 검사 결과 양호한 안모와 정상교합을 가졌다고 평가된 20명(남자 10명, 여자 10명, 평균 25.8 ± 4.1 세)을 선정하였다.

2. 연구방법

가. T-scan을 이용한 기록의 채득(Fig. 1)

컴퓨터 교합 분석 장치인 T-scan III (Tekscan Inc., South Boston, MA, USA)를 이용해 교합면적과 교합력 분포비율을 측정하였다. 100 μ m 두께의 sensor foil은 플라스틱 핸들로 지지되어 구강 내 위치된다. Sensor foil에 힘이 가해지면 sensor foil 내의 전도성 경로가 차단되어 전압변화가 일어나며 이를 소프트웨어를 통해 분석한다. 환자는 직립된 unit chair에 등을 대고 앉아 머리를

곧게 편 직립된 자세에서 술자의 지시에 따라 sensor를 구강 내에 위치시키고 중심 교합위에서 최대저작력으로 교합 후 이개하였다. 기록 채득시 교합을 세 번 채득하였으며 그 수치의 평균값을 기록하였다.

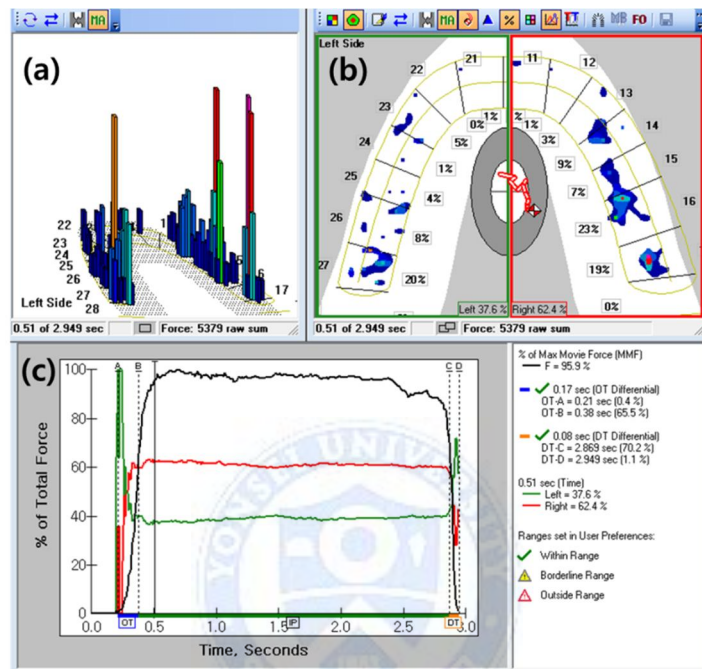


Fig. 1. Examples of computer displays from Tekscan® software. (a) 3-dimensional display of the relative loading in maximum intercuspal position. (b) 2-dimensional display of the relative loading and center of force. (c) graphic display of changes in percentage of load over time. Upper line(black color) shows total load and the lower two lines show load on the right(red color) and left(green color) sides.

나. 계측항목

(1) 상대적인 교합력 분포 비율

T-scan III 소프트웨어를 통해 최대 교두간 접촉위 시기에서 각 치아들이 담당하는 상대적인 교합력 분포 비율이 측정되었다.

(2) 교합면적

최대 교두간 접촉위 시기에 감지된 sensel의 수를 측정하고 각 sensel이 담당하는 면적(1.6129 mm²)을 곱해 교합면적을 계산하였다.

(3) Occlusion time

Occlusion time을 첫 번째 치아가 접촉하는 시점부터 최대 교두간 접촉위로 물릴 때까지 걸리는 시간으로 정의하여 소프트웨어를 통해 이를 측정하였다.

(4) Delta (Maximum cumulative force – force of maximum intercuspal position)

전체 교합시간 동안 각 치아 접촉부위에 가해진 축적된 힘의 총합과 최대 교두간 접촉위 시기의 힘의 총합의 차이를 통해 초기 접촉에는 물렸지만 최대 교합시에는 물리지 않는 sliding 혹은 조기 접촉, 간섭이 일어나는 정도를 관찰하였다.

다. 기록의 분석

각 치아별 기록을 측정 후 하악의 편위방향을 기준으로 편위측과 비편위측으로 나누어 각각 전치부부터 제2대구치까지의 자료의 합을 구해 양측의 교합력 분포 퍼센트, 교합면적을 비교하였다.

또한 상악 전치부, 소구치부, 대구치부, 그리고 제1대구치, 제2대구치로 그룹을 나누어 교합력 분포 퍼센트와 교합면적을 계산해 시기에 따른 변화를 비교 분석하였다. 대조군에서는 좌측과 우측의 차이가 유의하지 않았으므로 양측 기록의 평균치가 실험군의 편측 기록과 비교되었다.

라. 기록채득 시기

기록은 악교정수술 전(초진 시, T0), 악교정수술 1개월 후(악간 고정 중, T1), 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(수술 후 교정치료 중, T2, 평균 수술 8.4개월

후), 수술 12개월(T3, 평균 장치제거 2.2개월 후), 24개월 후 (T4, 평균 장치제거 13.7개월 후)에 채득하였다.

마. 반복성 검정

모든 환자는 각 시기별로 교합을 세 번씩 측정하였다. 세 번의 측정치간의 재현도를 알아보기 위해 반복성을 검정하였다(correlation coefficient)

3. 통계처리

기록된 정보들을 SPSS 21.0을 이용하여 통계분석을 시행하였다. 분석된 정보들이 정규 분포를 보였으므로 모든 시기에 대조군과 실험군의 자료를 independent t-test를 시행해 비교했으며, 편위측과 비편위측의 비교를 위해 paired t-test를 시행하였다. LMM(Linear Mixed Model)을 이용하여 T0, T1, T2, T3, T4 각시기에 시간(time)에 따른 변화를 검정하였다. 사후 분석을 위해 각각 LSD (Least Significant Difference) method를 시행하였다.

III. 연구결과

1. 반복성 검정

세 번의 교합 측정치의 반복성을 검정하기 위해 correlation coefficient를 시행한 결과 0.938에서 0.998의 신뢰도를 보여, 계측치의 신뢰성이 높은 것으로 나타났다.

2. 상대적인 교합력 분포 비율

가. 편위측, 비편위측 교합력 분포 비율 비교

(1) 실험군내 비교(Table 1, Fig. 2)

수술 전(T0)에 편위측에서 비편위측보다 유의하게 높은 교합력 분포 비율이 관찰되었다($p < 0.01$). 수술 1개월 후(T1)와 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2), 수술 12개월 후(T3), 수술 24개월 후(T4)에는 편위측과 비편위측간에 유의할 만한 차이가 없었다($p > 0.05$).

(2) 실험군, 대조군 비교(Table 1, Fig. 2)

대조군의 좌측 교합력 분포 비율은 편위측의 수술 전(T0) 교합력 분포 비율에 비해 유의하게 작았으나($p < 0.05$) 수술 1개월 후(T1)와 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2), 수술 12개월 후(T3), 수술 24개월 후(T4) 시기와는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

대조군의 우측 교합력 분포 비율은 비편위측의 수술 전(T0) 교합력 분포 비율에 비해 유의하게 컸으나($p < 0.05$) 수술 1개월 후(T1)와 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2), 수술 12개월 후(T3), 수술 24개월 후(T4) 시기와는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

Table 1. Changes of force distribution percentage of the deviated side and the non-deviated side from T0 to T4.

Force distribution (%)	Surgical					P-value [†]	Control
	T0	T1	T2	T3	T4		
Deviated	60.2±2.7*	51.4±2.1	52.2±1.9	52.3±1.8	50.5±1.5	0.080	50.5(L) ±0.9
	A	B	B	B	B		
Non-deviated	39.8±2.7*	48.6±2.1	47.8±1.9	47.7±1.8	49.5±1.5	0.077	49.5(R) ±0.9
	A	B	B	B	B		
Difference	20.4±5.5	2.8±3.5	4.3±3.7	4.6±3.3	0.9±2.8	0.065	0.9(L-R) ±1.9
P-value [‡]	<0.01	0.99	0.34	0.68	0.77		0.99

T0, Before surgery; T1, 1 month after surgery; T2, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment; T3 and T4 indicate 12 and 24 month after surgery respectively.

Difference = force distribution percentage of deviated side – force distribution percentage of non-deviated side.

[†]Comparison among the timing of different measurement using linear mixed model, The letters indicate the LSD (Least Significant Difference) post hoc results, with the different letters representing statistically significant differences (p<0.05)

[‡]Comparison between deviated side and non-deviated side using paired t-test

* p<0.05 compared with control group

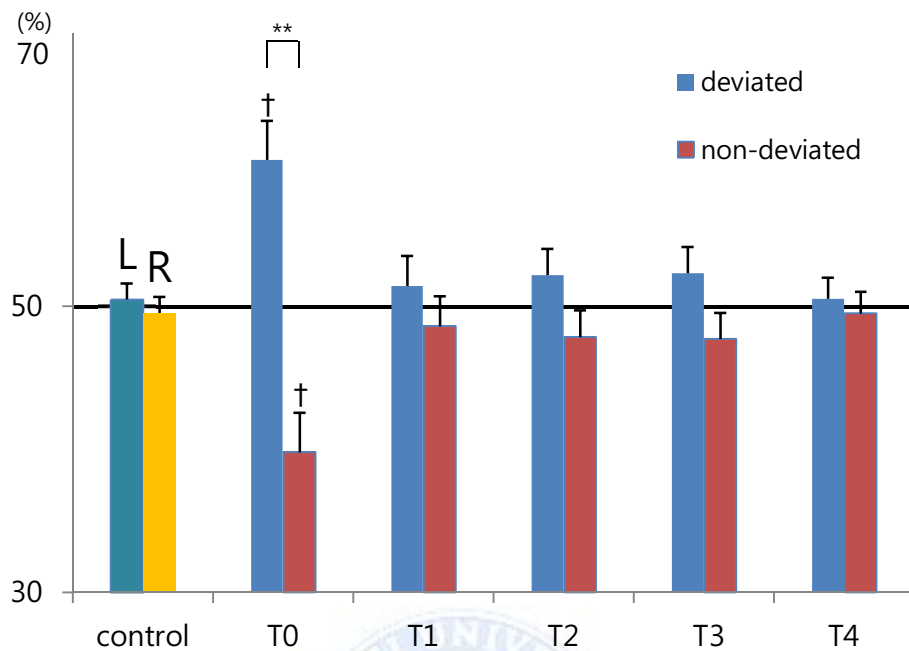


Fig. 2. Force distribution percentage of the deviated and non-deviated side.

† : significantly different from control group, ** : $p < 0.01$

(3) 시기별 비교 (Table 1, Fig. 2)

편위측의 교합력 분포 비율은 수술 전(T0)에 비해 수술 1개월 후(T1) 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 반면, 비편위측의 교합력 분포 비율은 수술 전(T0)에 비해 수술 1개월 후(T1) 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 이후 편위측과 비편위측의 교합력 분포 비율은 수술 1개월 후(T1)부터 수술 24개월 후(T4)까지 시간에 따라 유의한 변화가 없었다($p > 0.05$).

나. 위치별 교합력 분포 비율 비교

(1) 전치부, 소구치부, 대구치부 (Table 2, Fig. 3)

소구치부와 대구치부의 교합력 분포 비율은 시간에 따라 유의한 변화가 없었다($p > 0.05$),

전치부의 교합력 분포 비율은 수술 후 증가하였다가 점차 감소하여 수술 전(T0)보다 수술 24개월 후(T4) 유의하게 작았다($p < 0.05$). 대조군과 비교시 전치부에서의 교합력 분포 비율이 수술 1개월 후(T1)부터 수술 12개월 후(T3)까지 대조군의 전치부 교합력 분포 비율에 비해 유의하게($p > 0.05$) 큰 값이었으나, 수술 24개월 후(T4)에는 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$).

(2) 상악 제1대구치, 제2대구치(Table 2, Fig. 3)

제1대구치의 교합력 분포 비율은 수술 전(T0)에 비해 수술 1개월 후(T1) 유의하게($p < 0.05$) 감소한 후 수술 24개월 후(T4)까지 점차 증가하였다. 제1대구치의 교합력 분포 비율은 수술 1개월 후(T1)부터 수술 12개월 후(T3)까지는 대조군의 제1대구치 교합력 분포 비율보다 유의하게($p < 0.05$) 작았으나, 수술 24개월 후(T4)에는 대조군과 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$).

제2대구치의 교합력 분포 비율은 수술 전(T0) 대조군의 제2대구치 교합력 분포 비율에 비해 유의하게 작았으나($p < 0.05$), 수술 1개월 후(T1) 유의하게($p < 0.05$) 증가하여 대조군의 제2대구치 교합력과 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$). 이후 제2대구치의 교합력 분포 비율은 수술 1개월 후(T1)부터 수술 24개월 후(T4)까지 시간에 따라 유의한 변화가 없었다($p > 0.05$).

Table 2. Comparison of force distribution percentage of anterior teeth, premolars, molars, first molars, and second molars from T0 to T4

Force Distribution(%)	Surgical					P-value [†]	Control
	T0	T1	T2	T3	T4		
Anterior teeth	13.8±3.7	17.4±2.4*	15.6±2.7*	12.1±1.8*	7.5±1.5	<0.01	6.6±1.4
Premolars	20.8±3.2	20.5±3.1	23.1±3.1	23.7±2.8	25.3±3.2	0.82	22.6±1.9
Molars	64.3±4.2	60.0±3.6*	60.5±3.4*	66.0±3.3	69.0±3.6	0.43	71.7±2.4
First molars	45.8±4.7	25.3±3.3*	25.9±3.5*	30.4±1.4*	35.1±1.5	<0.01	36.9±1.6
Second molars	18.5±3.1*	34.7±3.2	34.6±3.0	34.3±3.3	32.1±3.4	<0.01	34.8±2.0

T0, Before surgery; T1, 1 month after surgery; T2, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment; T3 and T4 indicate 12 and 24 month after surgery respectively.

[†]Comparison among the timing of different measurement using linear mixed model,

* p<0.05 compared with control group

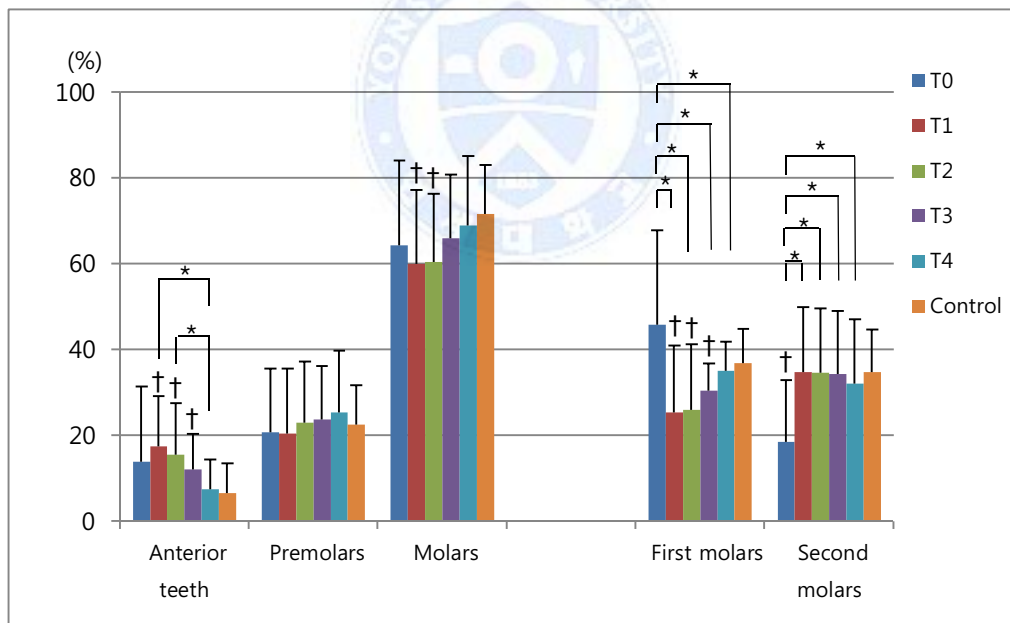


Fig. 3. Force distribution percentage of anterior teeth, premolars, molars, first molars and second molars from T0 to T4

† : significantly different from control group, * p<0.05

3. 교합면적

가. 총 교합면적의 비교 (Table 3, Fig. 4)

총 교합면적은 수술 전(T0)에 비해 수술 1개월 후(T1) 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이는 수술 1개월 후(T1) 부터 수술 24개월 후(T4)까지 점차 증가하였으나 수술 24개월 후에도 총 교합면적은 여전히 대조군의 총 교합면적에 비해 유의하게 작았다($p < 0.05$)

나. 편위측, 비편위측 교합면적의 비교 (Table 3, Fig. 4)

(1) 실험군내 비교

수술 전(T0) 편위측에서 비편위측보다 유의하게 교합면적이 컸다($p < 0.01$). 수술 1개월 후(T1), 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2), 수술 12개월 후(T3), 수술 24개월 후(T4)에서는 양측에 유의할만한 차이가 없었다($p > 0.05$).

(2) 시기별 비교 (Table 3, Fig. 4)

편위측의 교합면적은 수술 전(T0)에 비해 수술 1개월 후(T1) 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이는 수술 1개월 후(T1) 부터 수술 24개월 후(T4)까지 점차 증가하였으나 수술 24개월 후에도 편위측의 교합면적은 여전히 대조군의 좌측 교합면적에 비해 유의하게 작았다($p < 0.05$)

비편위측의 교합면적은 수술 전(T0)부터 수술 후 교정치료시작 6개월 후(T2)까지 유의한 변화가 없었다($p < 0.05$). 이후 수술 후 교정치료시작 6개월 후(T2)에 비해 수술 12개월 후(T3) 유의하게 증가하였고($p < 0.05$), 수술 24개월 후(T4)까지 점차 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았다($p < 0.05$). 수술 24개월 후에도 비편위측의 교합면적은 여전히 대조군의 교합면적에 비해 유의하게 작았다($p < 0.05$)

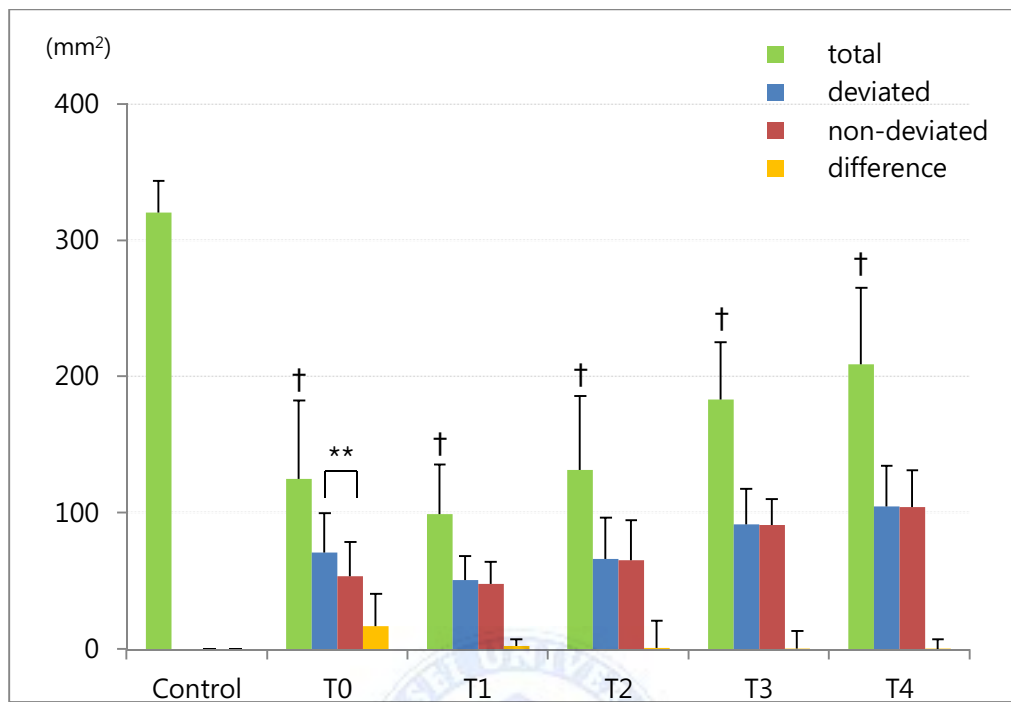


Fig. 4. Occlusal contact area of the deviated and the non-deviated side compared with normal group. Mean contact area of the left and the right side of the normal was graphed. Difference = occlusal contact area of deviated side – occlusal contact area of non-deviated side
 † : significantly different from control group

** : $p < 0.01$

Table 3. Changes of occlusal contact area of the deviated side and the non–deviated side from T0 to T4.

Contact area (mm ²)	Surgical					P-value [†]	Control
	T0	T1	T2	T3	T4		
Total	125.1±6.8*	99.1±9.0*	131.7±10.6*	183.4±9.4*	209.4±12.5*	<0.01	320.5±21.3
	A	B	A	C	C		
Deviated	71.2±4.1	50.9±4.1	66.4±5.0	91.9±5.8	104.7±6.6	<0.01	162.3(L)±10.4
	A	B	A	C	C		
Non-deviated	53.9±3.9	48.2±5.0	65.3±6.1	91.5±4.2	104.6±6.0.	<0.01	158.2(R)±11.8
	A	A	A	B	B		
Deviated - Non-deviated	17.2±5.0	2.7±1.0	1.1±4.2	0.4±2.9	0.1±1.6	<0.01	4.1(L-R)±7.8
P-value [‡]	<0.01	0.81	0.87	0.95	0.91		0.99

T0, Before surgery; T1, 1 month after surgery; T2, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment; T3 and T4 indicate 12 and 24 month after surgery respectively.

Difference = occlusal contact area of deviated side – occlusal contact area of non–deviated side.

[†]Comparison among the timing of different measurement using linear mixed model, The letters indicate the LSD(Least Significant Difference) post hoc results, with the different letters representing statistically significant differences (p<0.05)

[‡]Comparison between deviated side and non–deviated side using paired t–test

* p<0.05 compared with control group

다. 위치별 교합면적 비교 (Table 4, Fig. 5)

(1) 전치부, 소구치부, 대구치부

전치부의 교합면적은 시기에 따라 유의한 변화가 없었다($p=0.22$).

소구치부와 대구치부의 교합면적은 전체 시기 동안 유의하게 변했다($p<0.01$). 소구치부와 대구치부의 교합면적 모두 수술 1개월 후(T1)에는 수술 전(T0)보다 감소했으나 통계적으로 유의하지 않았고, 수술 1개월 후(T1)부터 수술 24개월 후(T4)까지 통계적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 그러나 수술 24개월 후(T4)에도 소구치부와 대구치부의 교합면적 모두 대조군에 비해 유의하게 작았다($p<0.05$).

(2) 상악 제1대구치, 제2대구치 (Table 4, Fig. 5)

제1대구치의 교합면적은 수술 1개월 후(T1) 수술 전(T0)에 비해 유의하게 감소했다가($p<0.05$) 수술 24개월 후(T4)까지 점차 증가하여 수술 24개월 후(T4)에는 수술 전(T0)에 비해 유의하게 커졌으나($p<0.05$) 대조군의 제1대구치 교합면적에 비해서는 여전히 유의하게 작았다($p<0.05$).

제2대구치의 교합면적은 전체 시기 동안 유의하게 변했다($p<0.01$). 제2대구치의 교합면적은 수술 전(T0)부터 수술 24개월 후(T4)까지 점차 증가하였으나, 수술 24개월 후(T4)에도 대조군의 제2대구치 교합면적에 비해서는 여전히 유의하게 작았다($p<0.05$).

Table 4. Comparison of contact area of anterior teeth, premolars, molars, first molars, and second molars from T0 to T4

Contact area(mm ²)	Surgical					P-value [†]	Control
	T0	T1	T2	T3	T4		
Anterior teeth	21.0±4.1*	24.7±3.8	28.7±6.2	28.9±3.7	29.3±3.3	0.22	37.0±7.7
Premolars	32.0±5.6*	24.3±3.8*	32.1±6.6*	41.4±3.9*	48.8±7.1*	<0.01	91.2±8.5
Molars	82.5±7.1*	59.1±5.7*	72.8±9.8*	113.1±4.6*	131.3±5.4*	<0.01	177.5±9.2
First molars	59.2±6.0*	22.9±3.4*	34.5±5.9*	59.8±2.8*	70.5±4.5*	<0.01	101.3±5.8
Second molars	23.2±4.1*	36.3±3.7*	38.3±6.4*	53.3±2.6*	60.8±2.7*	<0.01	76.2±4.5

T0, Before surgery; T1, 1 month after surgery; T2, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment; T3 and T4 indicate 12 and 24 month after surgery respectively

[†] Comparison among the timing of different measurement using linear mixed model

*p<0.05 compared with control group

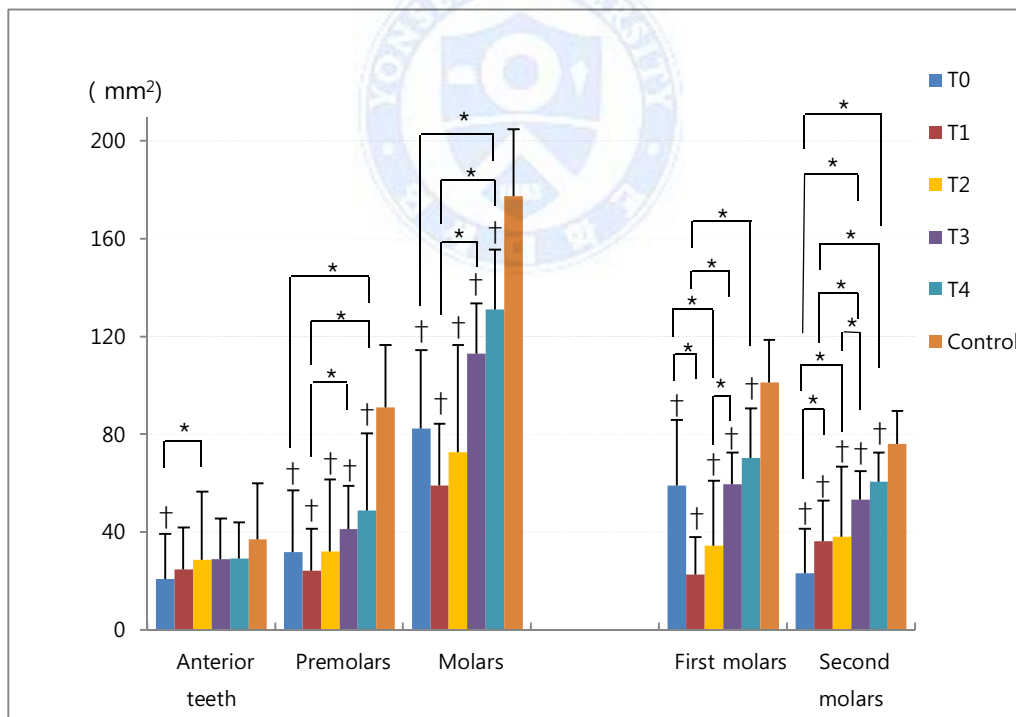


Fig. 5. Contact area of anterior teeth, premolars, molars, first molars, and second molars from T0 to T4.

† : significantly different from control group, * p<0.05

4. Occlusion time (Table 5, Fig. 6)

Occlusal time은 수술 전(T0) 대조군에 비해 유의하게 더 길었고($p < 0.05$), 시기에 따라 유의하게 짧아졌다($p = 0.002$). 수술 전(T0)과 수술 1개월 후(T1) 사이에는 유의할만한 차이가 없었으나, 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2)에 수술 1개월 후(T1)에 비해 유의하게 짧아졌다($p = 0.006$). 이후 수술 12개월, 24개월에 걸쳐 점진적으로 짧아졌으나 그 변화량은 통계적으로 유의하지는 않았고 전체 시기 모두에서 대조군에 비해서는 유의하게 길었다.

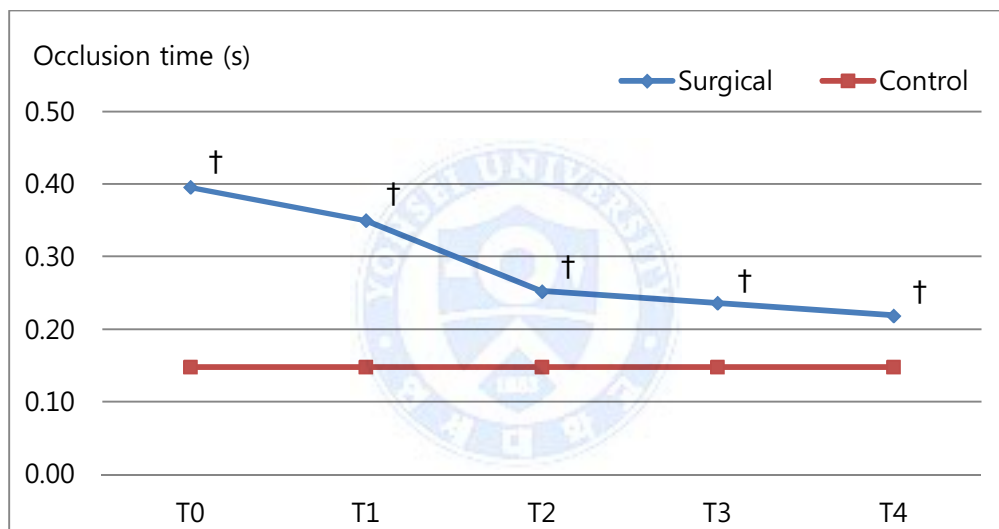


Fig. 6. Occlusal time of surgical group from T0 to T4 and control group
† : significantly different from control group

5. Delta (Maximum cumulative force – force of maximum intercuspal position) (Table 5, Fig. 7)

Delta는 시기에 따라 유의하게 감소하였다($p < 0.01$). 수술 전(T0)과 수술 1개월 후(T1) 사이에는 유의할만한 차이가 없었으나, 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2)에는 수술 1개월 후(T1)에 비해 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$) 수술 전(T0)과 비교 시에도 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 수술 전(T0)과 수술 1개월 후(T1)는 대조군과 유의할만한 차이가 없었으나 수술 후 교정치료 시작 6개월 후(T2)에는 대조군 보다 유의하게 작았다($p < 0.05$). 수술 12개월 후 (T3), 24개월 후 (T4)에도 대조군 보다 유의하게 작은 값을 유지하며 점진적으로 감소하였고 그 변화량은 통계적으로 유의하지 않았다.

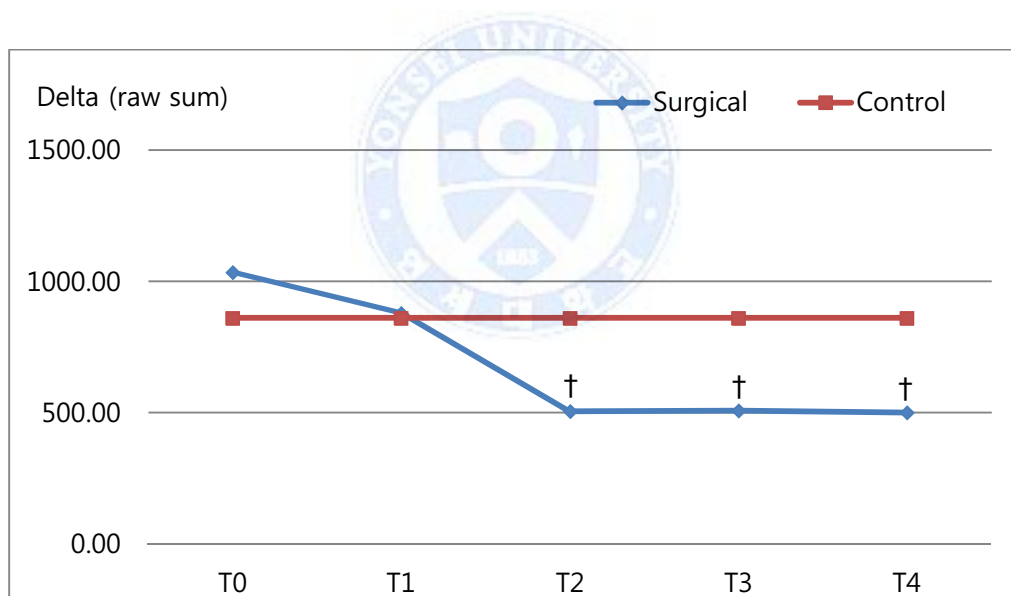


Fig. 7. Delta of surgical group from T0 to T4 and control group

† : significantly different from control group

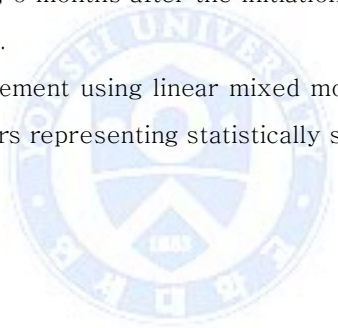
Table 5. Changes of occlusal time and delta from T0 to T4.

Measure	Surgical					P-value [†]	Control
	T0	T1	T2	T3	T4		
Occlusal time (s)	0.40±0.06	0.35±0.03*	0.25±0.02*	0.24±0.01*	0.22±0.03*	<0.01	0.15±0.01
	A	A	B	B	B		
Delta (raw sum)	1036.6±141.9	880.3±114.3	505.9±33.8*	508.6±51.1*	501.5±37.0*	<0.01	861.8±110.9
	A	A	B	B	B		

T0, Before surgery; T1, 1 month after surgery; T2, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment; T3 and T4 indicate 12 and 24 month after surgery respectively.

[†]Comparison among the timing of different measurement using linear mixed model, The letters indicate the LSD(Least Significant Difference) post hoc results, with the different letters representing statistically significant differences (p<0.05)

* p<0.05 compared with control group



IV. 고찰

이번 연구에서 대조군에서는 좌측과 우측에 균형적인 교합면적과 교합력 분포를 보여준 반면, 수술 전(T0) 실험군에서는 편위측에서 비편위측보다 더 큰 교합면적을 가지고 높은 교합력 분포 비율을 가지고 있었다. 이 결과는 Prescale (Fuji Photo Film Co.)을 사용하여 비대칭 환자군에서 편위측과 비편위측을 비교한 Goto(2008)의 연구 결과와 일치했다. 교합균형이 편위측으로 변위된 이유를 양측 저작근의 불균형 때문으로 의심할 수 있다. 비대칭 환자의 양측의 저작근의 크기가 다르다면 양측의 저작력의 세기도 다를 것이다.(Sasaki 등, 1989) 비대칭 환자를 대상으로 양측의 저작근을 비교한 연구들에서 Goto 등(2006)의 연구에서 편위측과 비편위측의 교근 크기의 유의한 차이가 있다고 보고하였으며 Sasaki 등(1989)의 연구에서는 편위측 교근의 크기가 비편위측보다 더 크다고 보고하였다. 이러한 연구 결과들로 보아 양측 교합의 불균형은 저작근 차이 때문임을 추측할 수 있다.

교합균형은 치아와 교합상태에도 영향을 받을 것으로 생각된다. 골격적 부조화가 있는 경우 치아가 compensation 되어 보상적으로 이동하게 된다. (Sabri, 2006; Tompach 등, 1995). 특히 골격적으로 비대칭이 존재하는 경우 하악골이 편위된 측에서 상악 구치의 협측 경사, 하악 구치의 설측 경사가 나타나며 비편위측에서는 반대로 상악 구치의 구개측 경사와 하악 구치의 협측 경사가 나타난다(Kusayama 등, 2003). 이러한 compensation 으로 인해 교합시 상악 설측교두의 협측면과 하악 협측 교두의 설측면이 기능적 접촉면으로 작용하고, 저작력이 전달되는 방향은 편위측 하방에서 비편위측 상방 방향이다. 이 방향은 편위측의 경우 기능적 접촉면에 대해 수직으로, 비편위측의 기능적 접촉면에 대해서는 비스듬한 방향으로 향하게 된다. 기능적 접촉면의 경사도는 교합력을 견디고 분산시키는데 중요한 역할을 하기 때문에(Wang 등, 2013) 편위측에서 교합력이 더 센 것을 설명할 수 있다. 또한 골격적 비대칭 환자에서 보상적 치아 이동에 의해 편위측에서 비편위측보다 작은 측면 수평외개가 나타나는데(Kusayama 등, 2003) 이로 인해 비편위측에서 편위측보다 기능적

접촉면이 더 좁아지게 되고 이것으로 편위측에서 교합면적이 더 넓은 것을 설명할 수 있다.

이러한 수술 전 편위측과 비편위측의 불균형은 악교정수술 후 해소되었다. 악교정수술 자체에 의해 양측의 불균형이 개선되며 수술 후 교정치료를 진행하면서 이것이 유지되었다. 이는 수술 전 교정치료를 진행하고 악교정수술을 시행 시 좌우측의 교합력의 차이가 감소한 Nakata 등(2007)의 연구 결과와 유사하며 수술 전 교정치료 과정이 없어 수술 전 decompensation 이 일어나지 않더라도 수술 후 치아 이동을 예상하여 원하는 상태로 교합을 잡아 줄 경우 수술 직후부터 개선된 악골 관계로 인해 좌우 불균형이 해소되어 교합 기능이 개선되는 것을 의미한다.

과거 골격성 III급 부정교합 환자의 교합력, 교합면적에 대한 대부분의 연구는 수술 전 교정치료를 진행하고 악교정수술을 시행한 환자를 대상으로 이루어졌다. Iwase 등(1998, 2006)의 연구에 따르면 수술 전 교정치료 과정 중 교합력, 교합면적은 초진시보다 감소하고 수술 직후에는 수술 전보다 교합 기능이 더 악화되었으며 Ohkur a 등(2001)의 연구에서도 수술 1개월 후에 교합력과 교합면적이 수술 전 보다 더 감소했다. 수술 전 교정치료를 시행했음에도 수술 후에 감소된 교합력은 수술 전 교정치료 여부와 상관없이 수술 후 저하된 근육 기능에 의한 것임을 추측할 수 있다. 반면 교합면적에 대해서는 연구 결과가 다양했는데 Ohkura 등(2001)의 연구에서는 수술 2주 후 교합면적이 감소한 반면 Iwase 등(2006)의 연구에서는 수술 6주 후 교합면적이 증가했다. 이번 연구에서는 수술 1개월 후 총 교합면적이 수술 전보다 감소했는데, 통상적인 수술교정치료 과정에서는 수술 전 교정치료 동안 수술 후 이상적인 교합관계를 위한 치아 이동이 일어나는 반면 선수술을 시행한 경우 치아의 이동 없이 골격관계의 개선만 이루어지게 되므로 기존에 주어진 환경에서 보상적으로 이동하여 최대한으로 물리던 치아들이 새로운 골격관계에서는 덜 물리게 되는 것으로 이해할 수 있다.

이번 연구에서 수술 후 감소되었던 교합 면적은 수술 1 달 후 수술 전보다 감소되었던 교합면적이 수술 후 교정치료 시작 6 개월 후 다시 증가하기 시작하여 수술 전 수준으로 회복되었으며 수술 24 개월까지 계속 증가하였으나 여전히

대조군에 비해서는 작은 수준이었다. 이는 수술 2 년후에도 교합기능이 대조군 수준으로 회복되지 않음을 의미하며 수술 후 6 개월째가 되어서야 교합력과 교합면적이 수술 전 수준으로 개선되었고, 2 년이 지나도 대조군 수준까지는 회복되지 못한 Iwase 등(2006)의 연구의 결과와 일치한다. 이는 다른 연구들에서도 비슷하게 나타난다. Shiratsuch 등(1991)에 의하면 수술 후 교합력, 교합면적 등 교합 기능은 점진적으로 개선되나 수술 후 12 개월이 지나도 대조군에 미치지 못했고 Nakata 등(2007)의 연구에서는 교정치료 완료 2 년 후에도 대조군에 미치지 못하였으며 Ohkura 등(2001)의 연구에서는 수술 후 3 년이 지나도 대조군에 미치지 못했다.

수술 후의 기능적 교합의 개선은 다른 지표를 통해서도 관찰된다. Occlusion time은 초기 치아 접촉이 일어나는 시점부터 최대 교두간 접촉이 일어나는 시점까지의 시간을 의미하며 이 시간이 짧을수록 교합이 안정됨을 의미한다. 이 시간은 악교정수술 직후 통계적으로 유의하지는 않았으나 감소되었고 수술 후 교정치료 시작 6개월 후에는 수술 전에 비해 유의하게 짧아졌고, 수술 후 24개월까지 점차 감소하였다. 비록 이때에도 대조군에 비해서는 길었으나 악교정수술 자체에 의해 교합이 안정화되는 방향으로 이동하며 수술 후 교정치료 과정을 거치며 교합이 더욱 안정되는 것을 의미한다.

전체 교합시간 동안 치아 접촉부위에 축적된 힘의 총합과 최대 교두간 접촉위 시기의 힘의 총합의 차이인 delta는 교합과정 중의 sliding이나 잠재적인 교합간섭을 보여주는 간접적인 지표가 될 수 있다. 선수술을 시행한 본 연구에서 이 수치는 수술 전에 비해 수술, 수술 후 교정치료를 거치며 유의하게 감소하였다. 이는 기존의 방법으로 수술 교정치료를 시행 시 수술 전 교정치료 중 decompensation이 일어나며 교합간섭이 증가할 수 있지만(Thomas 등, 1995) 수술 전 교정치료를 시행하지 않을 경우 악교정 수술 직후부터 수술 자체에 의해 교합이 안정되는 방향으로 이동하며 수술 후 교정치료 중에도 이러한 경향이 지속되는 것을 의미한다.

치아들을 전치부, 소구치부, 대구치부로 분류할 경우 시기에 따른 교합면적과, 교합력 분포 비율의 변화는 전체 교합면적과 교합력 분포 비율의 변화와 크게

다르지 않았다. 그러나 대구치를 제1대구치와 제2대구치로 나누어 비교할 경우 다른 결과가 나타났다. 수술 전 제2대구치는 교합력 분포 비율과 교합면적이 작았지만 수술 후 수치가 증가하여 제1대구치보다 더 넓게 접촉하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 제2대구치가 수술 전에는 하악이 전돌되어 대합치가 없어 교합이 되지 않는 경우가 많고 따라서 정출되어 있던 상태에서 수술 후 교합이 되면서 상대적으로 과도한 접촉이 일어나는 것으로 생각할 수 있다. 이 경향은 수술 후 교정치료 중 개선되어 수술 24개월 후에는 정상교합자와 마찬가지로 제1대구치의 교합력 분포비율과 교합면적이 제2대구치보다 커졌다.

교합력과 교합면적은 저작근의 근활성과 관련이 있는 것으로 보인다. Raustia 등(1994)의 연구에서는 하악의 SSRO 수술을 시행한 환자에서 최대 교합상태에서의 교근과 전방 측두근의 전기적 근활성도가 술 후 3개월에 수술 전 값에 도달하였고, 1년 후에는 술전값을 확연히 넘어서서 정체된 값을 유지하였다. Ingervall 등(1979)의 연구에 의하면 하악골이 전돌된 환자를 수술적으로 치료한 후 교근과 측두근의 근활성이 수술 후 8개월이 지나서야 정상값에 도달한다고 하였다. 이들의 연구를 종합하자면 최대 교합 상태에서의 교근과 측두근의 근활성은 악교정 수술 후 약 1년후에 정상 값에 도달한다고 할 수 있다(Ingervall 등, 1979; Raustia 등, 1994). 그러나 이번 연구에서는 pressure-sensitive sheet를 사용하여 교합면적을 측정하였을 때 수술 후 2년이 지난 후에도 정상 교합자보다 작은 값을 보였다. 수술 후 교합력과 교합면적의 증가는 수술 후 저작근육들의 근활성 증가에 영향을 받는 것으로 보인다. 하지만 pressure-sensitive sheet를 사용하여 교합력과 교합면적을 측정할 때는 최대 감합 상태에서 측정하기 때문에 저작근의 활성화에만 영향을 받는 것이 아니라 치아와 교합 상태에도 영향을 받게된다. 그러므로 수술 후 교합력과 교합면적의 증가는 수술 후 저작근의 근활성 증가와 정확히 비례하여 증가하지는 않는 것으로 생각된다.

이번 연구 결과 수술 전 교정치료를 시행하지 않고 악교정수술 후 교정치료를 시행할 경우 악교정수술 자체에 의해 교합이 개선되며 수술 후 교정치료 과정에서 교합이 더욱 개선되는 것을 알 수 있었다. decompensation 과정을 통해

더 불안정한 교합으로 수술 전 교정치료를 진행했던 치료법에 비해, 선수술을 이용한 수술교정치료시 교합의 개선이 좀 더 용이하게 일어난다고 볼 수 있으므로 선수술의 적응증에 해당되는 악교정수술 환자의 경우 좀 더 빠르고 불편감을 줄이는 치료법으로 고려해 볼 만 하다.

그러나 본 연구에서는 통상적인 수술교정치료 과정의 기능적 교합의 변화를 측정하지 않아 이 차이를 비교, 분석하는데 한계가 있었다. 추후 통상적인 수술교정치료를 시행한 환자의 교합 양상의 시간에 따른 변화와 수술 전 교정치료 없이 수술 후 교정치료를 진행한 환자의 교합 양상의 시간에 따른 변화를 비교하는 추가적인 연구가 시행된다면 교합의 관점에서 수술 전 교정치료의 유무에 따른 치료의 효율성을 평가할 수 있을 것이다.



V. 결론

비대칭을 동반한 골격성 III급 부정교합 환자 24명(남자 12명, 여자 12명, 평균 21 ± 2.6 세)을 대상으로 수술 전, 수술 후 1개월, 수술 후 교정치료 시작 6개월 후, 수술 12개월 후, 수술 24개월 후에 컴퓨터 교합분석장치를 이용해 기능적인 교합 지표들을 측정하고 대조군으로 정상교합자와 분석, 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수술 전 비편위측에 비하여 편위측의 교합면적과 교합력 분포 비율이 유의하게 더 컸다($p < 0.05$). 대조군에서는 좌측과 우측의 교합력 분포 비율과 교합면적의 유의한 차이가 없었다.
2. 수술 1개월 후 편위측과 비편위측의 교합면적과 교합력 분포비율이 유의한 차이가 없었으며 수술 24개월후에도 양측의 교합면적과 교합력 분포비율은 유의한 차이가 없었다($p < 0.01$).
3. 수술 1개월 후 총 교합면적은 수술 전 총 교합면적에 비해 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 수술 24개월 후까지 총 교합면적이 다시 유의하게 증가하였으나 대조군의 총 교합면적보다 유의하게 작았다($p < 0.05$).
4. Occlusal time(초기 접촉 시기부터 최대 교두간 접촉위 시기까지 걸리는 시간)은 수술 전에서 대조군에 비해 유의하게 길었으며($p < 0.05$), 수술 후 교정치료가 진행되며 유의하게 짧아졌다($p < 0.01$). 수술 후 교정치료 시작 6개월 후에 수술 전에 비해 유의하게 짧아졌고($p < 0.05$), 수술 24개월 후까지 점차 감소하였으나 대조군에 비해서는 유의하게 더 길었다($p < 0.05$).
5. Delta(Maximum cumulative force - force of maximum intercuspal position)는 수술 후 교정치료를 진행하면서 유의하게 감소하였다($p < 0.01$).

수술 전과 수술 1개월 후 사이에는 유의할만한 차이가 없었으나, 수술 후 교정치료 시작 6개월 후에는 수술 1개월 후에 비해 유의하게 감소하였으며($p<0.05$) 수술 24개월까지 점진적으로 감소하였다.

이상의 연구 결과 비대칭을 동반한 골격성 III 급 부정교합 환자들은 교합의 균형이 편위측으로 이동해 있었으며 대조군에 비해 전체 교합면적이 작고 교합간섭이 많았으나, 전수술 후 교합의 불균형과 교합 간섭이 개선되었으며 이는 수술 후 교정치료를 진행하면서 차츰 개선되는 양상을 보였다.



참고문헌

- Ellis E, 3rd, Throckmorton GS, Sinn DP: Bite forces before and after surgical correction of mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 54(2): 176-181, 1996.
- Goto TK, Yamada T, Yoshiura K: Occlusal pressure, contact area, force and the correlation with the morphology of the jaw-closing muscles in patients with skeletal mandibular asymmetry. *J Oral Rehabil* 35(8): 594-603, 2008.
- Harada K, Watanabe M, Ohkura K, Enomoto S: Measure of bite force and occlusal contact area before and after bilateral sagittal split ramus osteotomy of the mandible using a new pressure-sensitive device: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 58(4): 370-373; discussion 373-374, 2000.
- Ingervall B, Ridell A, Thilander B: Changes in activity of the temporal, masseter and lip muscles after surgical correction of mandibular prognathism. *Int J Oral Surg* 8(4): 290-300, 1979.
- Jacobs JD, Sinclair PM: Principles of orthodontic mechanics in orthognathic surgery cases. *Am J Orthod* 84(5): 399-407, 1983.
- Johnston CP, Throckmorton GS, Bell WH: Changes in electromyographic activity following superior repositioning of the maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 42(10): 656-664, 1984.
- Kerstein RB: Combining technologies: a computerized occlusal analysis system synchronized with a computerized electromyography system. *Cranio* 22(2): 96-109, 2004.
- Kim YG, Oh SH: Effect of mandibular setback surgery on occlusal force. *J Oral Maxillofac Surg* 55(2): 121-126; discussion 126-128, 1997.
- Kusayama M, Motohashi N, Kuroda T: Relationship between transverse dental anomalies and skeletal asymmetry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123(3): 329-337, 2003.
- Liao YF, Chiu YT, Huang CS, Ko EW, Chen YR: Presurgical orthodontics versus no presurgical orthodontics: treatment outcome of surgical-orthodontic correction for skeletal class III open bite. *Plast Reconstr Surg* 126(6): 2074-2083, 2010.

- Maness WL: Computerized occlusal analysis. *J Can Dent Assoc* 59(8): 701-702, 1993.
- Proffit WR, Miguel JA: The duration and sequencing of surgical-orthodontic treatment. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 10(1): 35-42, 1995.
- Proffit WR, Turvey TA, Fields HW, Phillips C: The effect of orthognathic surgery on occlusal force. *J Oral Maxillofac Surg* 47(5): 457-463, 1989.
- Raustia AM, Oikarinen KS: Changes in electric activity of masseter and temporal muscles after mandibular sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 23(3): 180-184, 1994.
- Robb SI, Sadowsky C, Schneider BJ, BeGole EA: Effectiveness and duration of orthodontic treatment in adults and adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114(4): 383-386, 1998.
- Sabri R: Orthodontic objectives in orthognathic surgery: state of the art today. *World J Orthod* 7(2): 177-191, 2006.
- Samman N, Tong AC, Cheung DL, Tideman H: Analysis of 300 dentofacial deformities in Hong Kong. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 7(3): 181-185, 1992.
- Sasaki K, Hannam AG, Wood WW: Relationships between the size, position, and angulation of human jaw muscles and unilateral first molar bite force. *J Dent Res* 68(3): 499-503, 1989.
- Severt TR, Proffit WR: The prevalence of facial asymmetry in the dentofacial deformities population at the University of North Carolina. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 12(3): 171-176, 1997.
- Thomas GP, Throckmorton GS, Ellis E, 3rd, Sinn DP: The effects of orthodontic treatment on isometric bite forces and mandibular motion in patients before orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 53(6): 673-678; discussion 678-679, 1995.
- Throckmorton GS, Buschang PH, Ellis E, 3rd: Improvement of maximum occlusal forces after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 54(9): 1080-1086, 1996.
- Tompach PC, Wheeler JJ, Fridrich KL: Orthodontic considerations in orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 10(2): 97-107, 1995.
- Wang M, Mehta N: A possible biomechanical role of occlusal cusp-fossa contact relationships. *J Oral Rehabil* 40(1): 69-79, 2013.

Abstract

Changes in occlusion after pre-orthodontic orthognathic surgery (POGS) in skeletal Class III asymmetry patients

Jee-Hoon Moon

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor **Hyung-Seog Yu**, D.D.S., M.S., Ph.D.)

Skeletal Class III malocclusions patients commonly show anterior crossbite, dental compensation, and Class III canine and molar relationships, with difficulties in mastication. These patients expects the improvement of functions through the orthognathic surgery .

Most studies have focused on the occlusal contact area and occlusal force changes during three stages of conventional surgical orthodontic treatment, including preoperative orthodontic treatment, orthognathic surgery, and postoperative orthodontic treatment. There have been no reports concerning the changes in occlusal contact pattern due to orthognathic surgery alone, without the influence of preoperative orthodontic treatment.

In this study, functional occlusal indicators were observed using a computerized occlusal analysis device, T-scan, in patients with skeletal Class III malocclusions with asymmetry (12 males, 12 females) before surgery, 1 month after surgery, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment, 12 months after surgery and 24 months after surgery.

Identical analyses were carried out in 20 subjects with normal occlusions who did not receive orthodontic treatment and were compared with the experimental group. The results were as follows:

1. The occlusal contact area and force distribution ratio on the deviated side were significantly larger when compared with the non-deviated side ($p < 0.05$). There were no significant differences between the right and left sides in the control group.
2. One month after surgery, there were no significant differences in the occlusal contact area and occlusal force distribution ratio between the deviated and non-deviated sides. This trend was maintained 24 months after surgery.
3. Total occlusal contact area 1 month after surgery was significantly smaller than before surgery ($p < 0.05$). Furthermore, total occlusal contact area significantly increased until 24 months after surgery ($p < 0.05$) still significantly smaller than that of the control group ($p < 0.05$).
4. Occlusal time before surgery was significantly longer in the experimental group than in the control group ($p < 0.05$). Occlusal time has been significantly shortened surgery and orthodontic treatment in progress ($p < 0.01$). Furthermore, 24 months after surgery, occlusal time remained significantly longer in the experimental group than in the control group ($p < 0.05$).
5. Delta was significantly reduced with the progress of postoperative orthodontic treatment ($p < 0.01$). There were no significant differences between delta before surgery and delta 1 month after surgery.

However, 6 months after the initiation of postoperative orthodontic treatment, delta was reduced significantly when compared to 1 month after surgery and gradually reduced until 24 months after surgery. ($p < 0.05$).

The results indicate that patients with skeletal Class III malocclusions with asymmetry exhibit occlusal balance displacement to the deviated side. Also, occlusal contact area was smaller and there were more occlusal interferences when compared with the control group. Occlusal imbalance and interferences were improved with orthognathic surgery alone without the influence of preoperative orthodontic treatment and further improvement was observed with the progression of postoperative orthodontic treatment.



Key word: Asymmetry, T-scan, Occlusal force, occlusal contact area, deviated side, non-deviated side, skeletal Class III malocclusion, Orthognathic surgery