

성인에서 미니스크류를 이용한
상악 치열 원심이동의 안정성

연세대학교 대학원

치의학과

이 희 선

성인에서 미니스크류를 이용한 상악 치열 원심 이동의 안정성

지도 이 기 준 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2012 년 6 월

연세대학교 대학원

치의학과

이 희 선

이희선의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

연세대학교 대학원

2012년 6월

감사의 글

논문이 완성되기까지 항상 아낌없는 지도와 격려로 이끌어주신 이기준 지도 교수님께 진심으로 감사드리며, 귀중한 시간을 내주시어 부족한 논문을 세심하게 살펴주신 박영철 교수님, 차정열 교수님께 깊이 감사드립니다. 또한 저에게 교정학을 공부할 수 있도록 기회를 주시고 많은 조언과 가르침을 주신 백형선 교수님, 황충주 교수님, 김경호 교수님, 유형석 교수님, 정주령 교수님, 최윤정 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

이 논문이 나오기까지 격려해주고 조언해주며, 수련 생활의 큰 힘이 되어준 의국 동기 강다영, 김성진, 손광일, 유성훈, 이다혜 선생, 그리고 바쁜 와중에서도 많은 도움을 주었던 의국 후배들, 특히 장지성, 구운진 선생에게 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 언제나 변함없이 사랑으로 지켜봐 주시고 격려하여 주시는 가족들과 이 작고 소중한 기쁨을 함께 나누고자 합니다.

2012년 6월 저자 씀

차 례

표 차례	ii
그림 차례	iii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	3
1. 연구대상	3
2. 연구방법	4
(1) 치료과정	4
(2) 자료의 수집	6
(3) 계측점 및 계측치	6
(4) 계측치의 분석 및 통계처리	12
III. 연구결과	13
1. 치료 전, 치료 후, 유지기간에서의 계측치	13
2. 치료 전과 후, 치료 후와 유지기간, 치료 전과 유지기간 사이의 변화량에 대한 유의차 검정	15
3. 골격적 특성, 유지기간의 길이, 치료동안의 변화와 유지기간에서의 변화 간의 상관 관계 분석	18
IV. 고찰	19
V. 결론	25
참고문헌	26
영문요약	29

표 차 례

Table 1. Sample characteristics	3
Table 2. Third molar management and miniscrew placement	5
Table 3. Cephalometric measurements before treatment (T0), after treatment (T1), and at retention period (T2)	13
Table 4. Cast measurements before treatment (T0), after treatment (T1), and at retention period (T2)	14
Table 5. Cephalometric changes between before treatment and after treatment (T1-T0), after treatment and retention period (T2-T1), before treatment and retention period (T2-T0)	16
Table 6. Changes in cast measurements between before treatment and after treatment (T1-T0), after treatment and retention period (T2-T1), before treatment and retention period (T2-T0)	17
Table 7. Correlation between skeletal pattern (T0), retention period, treatment changes (T1-T0) and post-treatment changes (T2-T1)	18

그림 차례

Fig 1. Intraoral photographs with miniscrews	4
Fig 2. Cephalometric landmarks and planes	7
Fig 3. Skeletal measurements	8
Fig 4. Dental measurements (linear)	9
Fig 5. Dental measurements (angular)	10
Fig 6. Arch width measurements	11
Fig 7. Measurements for molar rotation	11
Fig 8. Measurements for buccolingual inclination of molars	12

국문요약

성인에서 미니스크류를 이용한 상악 치열 원심 이동의 안정성

미니스크류를 이용한 치아의 원심이동은 비발치 증례에서 총생을 해소하고 제Ⅱ급 구치관계를 개선하기 위해 널리 사용되는 치료 방법이다. 본 연구에서는 측모 두부 방사선 사진과 진단모형을 이용하여 미니스크류를 이용한 상악 전체 치열의 원심 이동 시 나타나는 치아 이동 양상과 치료 결과의 안정성을 분석하고자 하였다. 협측 interradicular area 에 식립된 미니스크류를 이용하여 상악 치열의 원심 이동을 시행한 성인 환자 13 명을 대상으로 치료 전, 치료 후, 치료 종료 후 유지기간 (평균 37.6 ± 22.8 개월)에서의 측모 두부 방사선 사진과 진단모형을 채득하여, 전치와 구치의 수직, 수평적 움직임과 악궁 폭경의 변화, 대구치의 회전양상 및 협설측 경사 변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상악 협측 interradicular 부위에 미니스크류를 식립하여 상악 전치열에 원심으로의 힘을 가했을 때 중절치 ($1.94 \pm 1.13\text{mm}$)와 제1, 2 대구치 (각각 $1.94 \pm 0.65\text{mm}$, $2.06 \pm 0.78\text{mm}$)에서 유의할만한 원심이동이 관찰되었다 ($p < 0.001$).
2. 치료 후 유지기간 동안 상악 중절치 ($0.32 \pm 0.36\text{mm}$, $p < 0.05$)와 제1, 2대구치 (각각 $0.38 \pm 0.26\text{mm}$, $p < 0.001$; $0.59 \pm 0.41\text{mm}$, $p < 0.01$)에서 유의할만한 근심이동이 관찰되었다.

3. 치료 기간 중 상악 제1, 2 대구치의 유의할만한 함입 (각각 $0.63\pm 0.45\text{mm}$, $0.59\pm 0.52\text{mm}$) ($p<0.01$)이 관찰되었으며, 유지기간 중에는 비교적 안정적으로 유지되었다.
4. 치료 기간 중 상악의 견치 ($2.50\pm 1.45\text{mm}$, $p<0.05$) 및 제1대구치 폭경 ($2.07\pm 0.38\text{mm}$ $p<0.001$)이 유의하게 증가하였다. 총생의 일부가 악궁 폭경 증가에 의해 해소된 것으로 보이며, 유지기간 중 악궁 폭경은 유의한 변화 없이 비교적 안정적으로 유지되었다.
5. 치료 기간 중 구치부의 distal-in rotation 및 buccal tipping 경향이 관찰되었으며, 유지기간 중에는 유의할만한 변화가 관찰되지 않았다.

본 연구 결과를 통해 성인에서 미니스크류를 이용한 상악 전체 치열의 원심 이동이 일관성있게 일어나며, 치료 결과가 비교적 안정적으로 유지됨을 확인할 수 있었다.

핵심 되는 말: 미니스크류, 상악 치열 원심이동, 성인, 안정성

성인에서 미니스크류를 이용한 상악 치열 원심 이동의 안정성

(지도교수 : 이 기 준)

연세대학교 대학원 치의학과

이 희 선

I. 서론

교정치료 시 발치 없이 제Ⅱ급 교합관계나 전치부 총생을 해결하기 위해서는 상악 구치부의 원심이동이 필요하다. 이러한 필요성에 따라 치아의 원심이동을 위한 다양한 종류의 장치들이 제안되었다. 구외장치로는 헤드기어가 있으며, pendulum (Hilgers, 1992), distal jet (Carano 와 Testa, 1996), Jone's jig (Jones 와 White, 1992), repelling magnet (Gianelly 등, 1988), NiTi coil spring (Gianelly 등, 1991)과 같은 여러가지 구내장치들이 구치의 원심이동을 위해서 시도되었다.

헤드기어는 그 효과가 환자의 협조도에 전적으로 의존하며, 구외장치이기 때문에 성인에서 사용하기에 부적합하다. 환자의 협조도가 필요하지 않은, 구내장치를 이용한 원심이동에서는 구개와 전치부가 구치의 원심이동을 위한 고정원의 역할을 한다. 그러나 이들은 절대적 고정원의 역할을 하지 못하기 때문에 구치를 원심이동 시키는 동안 전치부의 전방 경사가 초래되며 (Antonarakis 와 Kiliaridis, 2008; Ghosh 와 Nanda, 1996; Kinzinger 등, 2008), 전치부를 다시 후방으로 견인하는 동안 원심이동시킨 구치가 다시 전방으로 이동하는 것을 방지하는 것이 쉽지 않다(Ngantung 등, 2001).

근래에는 미니플레이트 또는 미니스크류 등의 골성 고정원을 이용하여 고정원을 보강하거나, 직접 고정원으로 사용하여, 원치않는 치아의 이동을 최소화하고 환자의 협조도와 관계없이 치아를 원심이동 시키는 것이 가능해졌다 (Fudalej 와

Antoszewska, 2011). Gianelly (1998)는 제 2 대구치가 맹출하지 않은 후기 혼합치열기가 상악 구치의 원심이동을 통한 제Ⅱ급 부정교합 치료의 가장 적절한 시기라고 하였으며, Armstrong (1971)은 헤드기어를 이용한 원심이동 시 영구치열기에서는 제Ⅱ급 부정교합의 개선이 매우 어렵다고 언급한 바 있다. 이에 따라 이전의 원심이동 장치들이 주로 성장기 아동에 제한적으로 사용되었던 것에 반해, 골성고정원을 사용한 원심이동은 성인에서도 성공적으로 시행되고 있다. (Choi 등, 2011; Cornelis 와 De Clerck, 2007; De Clerck 와 Cornelis, 2006; Jeon 등, 2006; Kyung 등, 2009; Park 등, 2004; Sugawara 등, 2006)

미니스크류를 이용하지 않은, 기존 방법을 이용한 원심이동의 경우, 성장기 아동을 대상으로 시행되었기 때문에 성장에 의한 영향을 배제하고 원심이동된 치아의 안정성을 평가하는 것이 쉽지 않았다. 미니스크류를 이용한 원심이동의 경우, 그 치료 효과에 대한 보고는 다수 존재하나, 치료의 안정성에 관한 연구는 거의 없다. Sugawara 등 (2004)이 미니플레이트를 이용한 하악 대구치의 원심이동 후 1 년이 경과되었을 때의 안정성을 보고한 것이 유일하다.

따라서 본 연구에서는 성인에서 미니스크류를 이용한 상악 치열의 원심이동을 시행한 증례들을 대상으로 치아의 이동양상을 살펴보고, 유지기간에 나타나는 변화양상과 재발정도를 측정하여 치료결과의 안정성에 대해 살펴보고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 환자들 중 13 명 (남자 1 명, 여자 12 명)을 연구대상으로 선정하였다. 선정된 환자들은 다음의 조건을 만족하였다. : 1) 성장이 완료된 환자, 2) 골격성 I 급 또는 경미한 골격성 II급의 비발치 증례, 3) 경미한 전치부 총생, 제II급 구치관계, 또는 구순 돌출감의 해소를 목적으로 미니스크류를 사용한 상악 치열의 원심이동을 시행한 환자, 4) 치료 종료 후 최소 1년 이상 경과한 환자.

치료 시작 시 환자의 평균 나이는 26.0 ± 7.7 세였고, 평균 치료 기간은 19.0 ± 9.6 개월이었다. 원심이동을 시행한 기간은 평균 11.4 ± 7.3 개월이었으며, 평균 유지기간은 37.6 ± 22.8 개월이었다 (Table 1).

Table 1. Sample characteristics

Patient	Sex	Age	Anteroposterior jaw relationship	Duration of distalization (month)	Duration of treatment (month)	Duration of retention (month)
1	F	26	Class II	8	14	50
2	F	22	Class II	7	22	52
3	F	20	Class II	6	12	21
4	F	41	Class II	10	23	20
5	F	21	Class II	12	30	39
6	F	28	Class I	12	23	17
7	M	20	Class II	8	10	93
8	F	34	Class I	6	11	67
9	F	17	Class II	32	41	35
10	F	35	Class II	20	25	25
11	F	24	Class II	7	10	31
12	F	17	Class II	7	8	14
13	F	33	Class II	13	20	25

2. 연구방법

(1) 치료 과정

모든 환자에서 0.018 inch 슬롯의 preadjusted edgewise appliance 를 사용하였다. 상악 제 3 대구치가 존재하는 환자에서는 발치가 쉽지 않은 경우를 제외하고는 모두 발치를 시행하였으며, 편측당 하나 또는 두 개의 미니스크류 (직경 1.8mm, 길이 7.0mm, Orlus No 18107; Ortholution, Seoul, Korea)를 상악 협측 interradicular area 에 식립하였다 (Table 2). 총생이 거의 없는 환자에서는 상악 전체 치열의 배열을 곧바로 시행하였다. 총생이 존재하는 경우에는 소구치 또는 견치에 약 200g 의 원심방향의 힘을 가해지도록 elastomeric chain 을 미니스크류와 연결하여 구치부의 원심이동을 먼저 시행하였다. 구치분절의 원심이동으로 전치 배열 공간을 확보한 이후에 전치부를 배열하였다. 전체 치열의 배열 후 0.016×0.022 inch 의 강철 각형 호선을 위치시키고 호선에 연결한 crimpable hook 에 elastomeric chain 을 연결하여 상악 전치열에 약 200g 의 원심방향의 힘을 가하였다 (Fig 1). 상악전치열의 원심이동은 제 I 급 구치관계를 달성하고, 구순 돌출감이 목표한대로 개선될 때까지 이루어졌다.

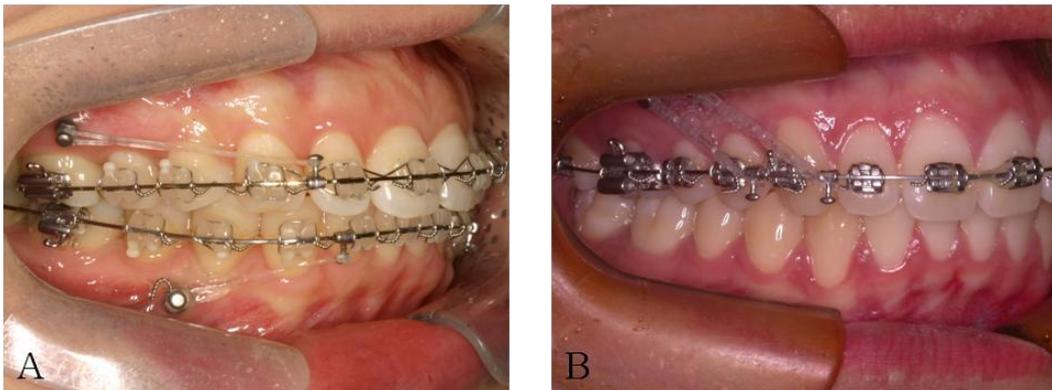


Fig 1. Intraoral photographs with miniscrews : **A**, Distalization with one miniscrew on each side; **B**, distalization with two miniscrew on each side

미니스크류를 이용한 원심이동을 시행하는 도중 미니스크류와 치근과의 접촉이 의심되는 경우 치근단방사선사진을 촬영하여 이를 확인하였으며, 미니스크류를 interradicular area 에서 좀 더 원심으로 재식립하였다. 치료 도중 미니스크류의 실패가 발생하는 경우에는 인접 interradicular area 에 미니스크류를 재식립하였다 (Table 2).

치료 종료 후에는 통상적인 circumferential retainer 와 0.0175 inch multistranded wire 로 제작한 lingual bonded retainer 로 유지를 하였다.

Table 2. Third molar management and miniscrew placement

Patient	Third molar (Rt/Lt)	Location of miniscrew	Failure of miniscrew	Replacement of miniscrew*
1	R/R	#14-15-16, #24-25-26	N	N
2	R/R	#15-16, #25-26	N	N
3	Ext/Ext	#15-16-17, #25-26-27	N	N
4	Ext/M	#16-17, #26-27	N	N
5	Ext/Ext	#15-16-17, #25-26-27	N	N
6	M/M	#15-16, #25-26	N	Y
7	M/Ext	#15-16-17, #25-26-27	N	N
8	Ext/Ext	#16-17, #26-27	Y	N
9	M/M	#14-15-16, #24-25-26	N	Y
10	M/M	#15-16, #25-26	N	Y
11	M/M	#14-15-16, #24-25-26	N	N
12	R/M	#14-15-16, #24-25-26	Y	N
13	Ext/M	#14-15-16, #25-26	Y	Y

R: remaining, M: missing, Ext: extraction, Y: yes, N: no

* Replacement due to miniscrew-root proximity

(2) 자료의 수집

연구 대상의 치료 전 (T0), 치료 후 (T1), 치료 후 유지기간 (T3)의 측모 두부 방사선 사진과 진단 모형을 채득하여 변화를 평가하였다. 측모 두부 방사선 사진은 연세대학교 치과대학병원 방사선과에서 Cranex3+ (Soredex, Helsinki, Finland)를 이용하여 촬영하였으며, 진단 모형은 알지네이트 인상재를 이용하여 인상을 채득한 후, 초경석고로 제작하였다.

(3) 계측점 및 계측치

① 측모 두부 방사선 사진

측모 두부 방사선 사진에서는 치료 전 방사선 사진 (T0)에서의 교합 평면을 ANS 를 통과하게 평행이동 시킨 후 수평기준선 (OP')으로 삼았으며, 이것에 수직이고 sella 를 지나는 선을 수직기준선 (SV)으로 삼았다 (Fig 2). 치료 후 및 치료 후 유지기간의 측모 두부 방사선 사진을 치료 전 방사선 사진과 중첩하여 기준선을 옮긴 후 계측을 시행하였다. 계측점과 계측치는 Lee 등(2011)과 Yamada 등(2009)의 분석법을 토대로 선정하였다.

A. 계측점 및 계측평면

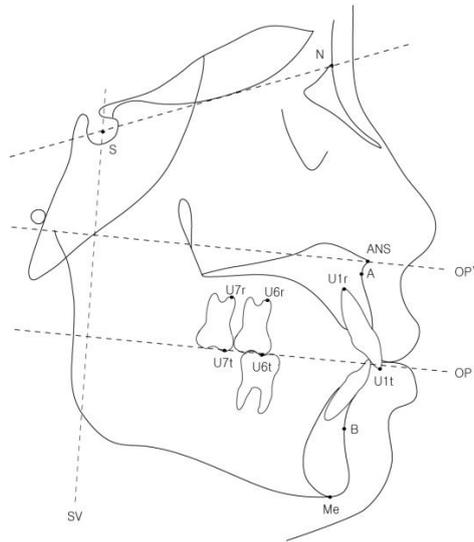


Fig 2. Cephalometric landmarks and planes

S : Sella

N : Nasion

ANS : Anterior nasal spine

A : Point A

B : Point B

Me: Menton

U1t : Incisor tip of maxillary central incisor

U1r : Root apex of maxillary central incisor

U6t : Mesial cusp tip of maxillary first molar

U6r : Mesial root apex of maxillary first molar

U7t : Mesial cusp tip of maxillary second molar

U7r : Mesial root apex of maxillary second molar

OP : Occlusal plane

OP' : Horizontal reference line. Pass through ANS and parallel to OP

SV : Vertical reference line. Pass through S point and perpendicular to OP'

B. 골격적 계측 항목

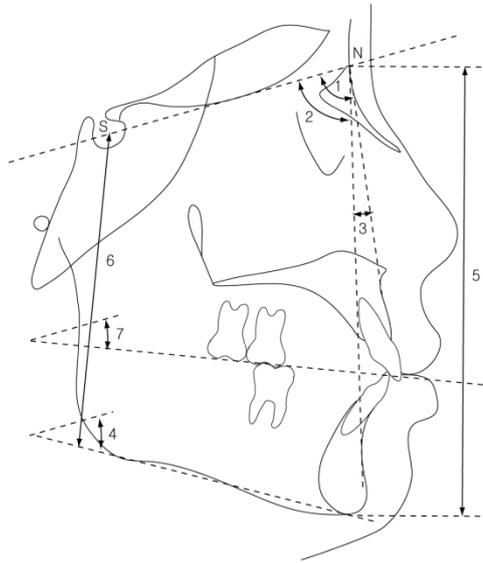


Fig 3. Skeletal measurements

- 1: SNA
- 2: SNB
- 3: ANB
- 4: Mandibular plane angle
- 5: N to Me, anterior facial height
- 6: S to Go, posterior facial height
- 7: OP to SN, occlusal plane angle

C. 치성 계측 항목 (선계측)

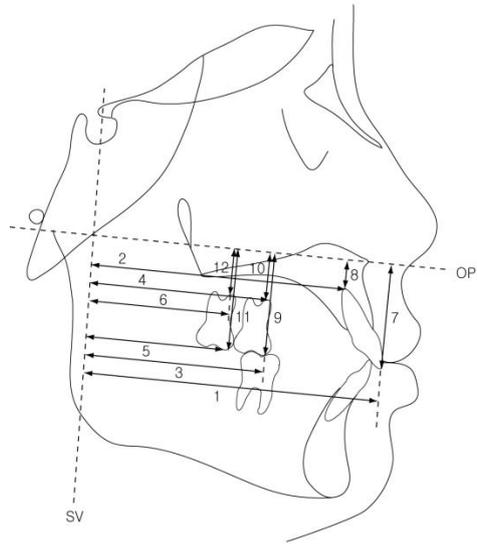


Fig 4. Dental measurements (linear)

- 1: U1t-SV, Horizontal position of U1t
- 2: U1r-SV, Horizontal position of U1r
- 3: U6t-SV, Horizontal position of U6t
- 4: U6r-SV, Horizontal position of U6r
- 5: U7t-SV, Horizontal position of U7t
- 6: U7r-SV, Horizontal position of U7r
- 7: U1t-OP', Vertical position of U1t
- 8: U1r-OP', Vertical position of U1r
- 9: U6t-OP', Vertical position of U6t
- 10 : U6r-OP', Vertical position of U6r
- 11 : U7t-OP', Vertical position of U7t
- 12 : U7r-OP', Vertical position of U7r

D. 치성 계측 항목 (각도계측)

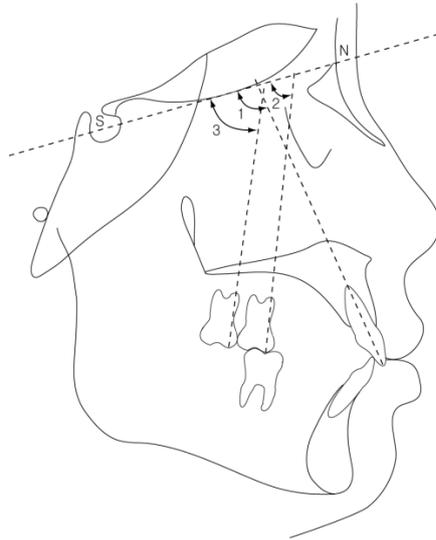


Fig 5. Dental measurements (angular)

- 1 : U1 to SN
- 2 : U6 to SN
- 3 : U7 to SN

② 진단모형

진단모형에서는 치료 전·후 및 유지기간에서의 악궁 폭경 (Fig 6)과 치열궁 공간 부조화 (arch length discrepancy)를 디지털 캘리퍼로 측정하였다. 그리고 교합면상에서 제 1, 2 대구치의 회전 양상 보기 위해 양측 대구치의 central groove 에 수직인 선이 서로 이루는 각도를 계측하였으며 (Fig 7), 제 1, 2 대구치의 협설측 경사 변화 양상을 보기 위해 양측 대구치의 교합면에서 연장된 선이 이루는 각도를 계측하였다 (Fig 8).

A. 악궁 폭경 측정

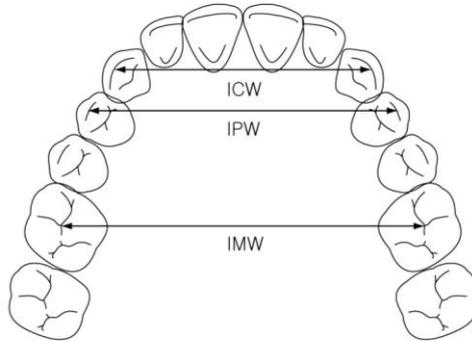


Fig 6. Arch width measurements

ICW : Intercanine width (cusp tip-cusp tip)

IPW : Interpremolar width (buccal cusp tip-buccal cusp tip)

IMW : Intermolar width (central fossa-central fossa)

B. 대구치 회전의 측정

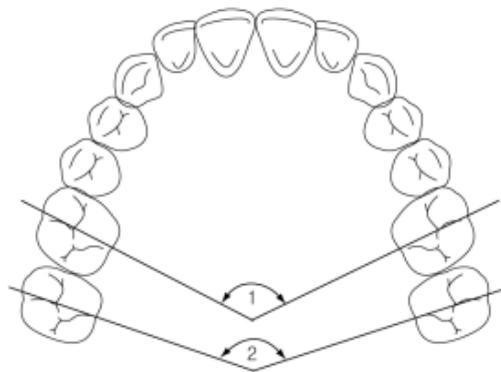


Fig 7. Measurements for molar rotation

1 : U6rot. Rotation of maxillary first molar

2 : U7rot. Rotation of maxillary second molar

C. 대구치의 협설측 경사

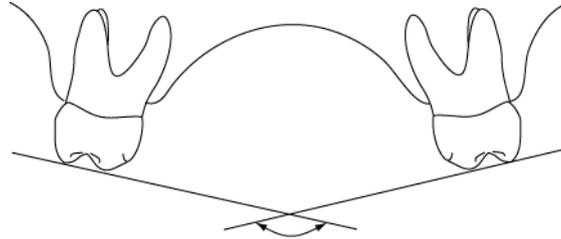


Fig 8. Measurements for buccolingual inclination of molars

U6tq : Buccolingual inclination of maxillary first molar

U7tq : Buccolingual inclination of maxillary second molar

(4) 계측치의 분석 및 통계처리

측모 두부 방사선 사진 및 진단 모형의 계측 및 분석은 동일한 조사자에 의해 이루어졌다. 조사자 내 오차를 확인하기 위해 2 회 반복 계측하여 paired t-test 를 시행한 결과 유의한 차이가 없었다. 계측된 자료들은 SPSS 18.0 프로그램 (SPSS Inc., Illinois, USA)을 이용하여 통계처리 하였다.

- ① 치료 전, 후 및 유지기간에서의 계측치의 기술통계량 산출
- ② 치료 전과 후, 치료 후와 유지기간, 치료 전과 유지기간 사이의 변화량에 대한 유의차 검정 (Repeated measured ANOVA)
- ③ 골격적 특성, 유지기간의 길이, 치료동안의 변화와 유지기간에서의 변화 간의 상관관계분석 (Pearson's correlation analysis)

III. 연구결과

1. 치료 전, 치료 후, 유지기간에서의 계측치

① 측모 두부 방사선 사진 분석

Table 3. Cephalometric measurements before treatment (T0), after treatment (T1), and at retention period (T2)

Variables	T0		T1		T2	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Skeletal						
SNA(°)	79.99	2.81	79.94	2.89	79.96	2.85
SNB(°)	74.59	2.93	74.40	2.65	74.32	2.66
ANB(°)	5.41	2.17	5.53	2.05	5.64	2.07
Mn.plane(°)	37.70	6.76	37.72	6.80	37.67	7.11
AFH(mm)	119.13	3.51	119.10	3.54	119.28	3.79
PFH(mm)	76.32	6.35	76.33	6.68	76.58	7.43
FH ratio(%)	64.05	5.53	64.11	5.64	64.19	6.02
Occ. plane(°)	21.72	3.12	22.36	2.95	22.65	2.97
Dental						
Linear (mm)						
U1t-SV	81.36	4.26	79.42	3.85	79.73	3.91
U1r-SV	68.77	4.31	66.97	4.17	67.39	4.28
U6t-SV	51.07	3.23	49.13	3.40	49.52	3.47
U6r-SV	50.24	3.59	48.52	3.43	48.80	3.48
U7t-SV	40.88	3.47	38.82	3.28	39.41	3.30
U7r-SV	42.23	3.84	40.15	4.10	40.57	4.12
U1t-OP'	29.22	1.96	28.88	2.02	29.24	2.05
U1r-OP'	10.33	2.14	9.85	1.95	10.12	2.12
U6t-OP'	28.66	2.31	28.03	2.16	28.17	2.14
U6r-OP'	12.66	2.02	12.04	1.83	12.19	1.86
U7t-OP'	27.75	2.25	27.16	2.08	27.39	2.05
U7r-OP'	13.45	4.68	13.05	5.01	13.23	5.00

Angular (°)						
U1-SN	102.42	5.05	101.77	4.10	101.41	3.73
U6-SN	70.96	4.61	69.65	3.10	69.86	3.62
U7-SN	62.08	4.34	61.97	6.43	62.47	5.61

AFH : anterior facial height, PFH : posterior facial height, FH ratio : Facial height ratio

② 진단모형 분석

Table 4. Cast measurements before treatment (T0), after treatment (T1), and at retention period (T2)

Variables	T0		T1		T2	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Arch width (mm)						
ICW	34.02	0.65	36.52	1.46	36.35	1.37
IPW	41.18	2.52	44.26	1.46	44.19	1.50
IMW	45.26	2.14	47.33	2.20	47.25	2.29
ALD (mm)	3.22	1.53	0.00	0.00	-0.03	0.08
Molar rotation (°)						
U6rot	134.90	8.74	143.98	12.90	141.67	10.39
U7rot	141.79	5.40	157.22	14.12	154.18	16.62
Buccolingual inclination (°)						
U6tq	166.10	16.46	160.46	12.80	163.10	14.33
U7tq	154.58	18.47	145.00	21.21	143.75	15.51

ALD : arch length discrepancy

2. 치료 전과 후, 치료 후와 유지기간, 치료 전과 유지기간 사이의 변화량에 대한 유의차 검정

① 측모 두부 방사선 사진 분석 (Table 5)

측모 두부 방사선 사진 분석 결과 골격적으로는 유의한 변화가 관찰되지 않았다. 치성 계측치에서는 치료 기간 동안 유의한 변화가 나타난 것을 확인할 수 있었다. 상악 중절치와 제 1, 2 대구치 모두 유의하게 원심이동되었으며, 수직적으로는 제 1 대구치 치관과 치근, 제 2 대구치 치관에서 통계적으로 유의한 수준의 압하가 나타났다. 또한 제 1 대구치에서 유의한 수준의 원심경사가 관찰되었다.

유지기간 동안에는 중절치와 제 1, 2 대구치의 전방이동 및 정출 양상을 관찰할 수 있었으나, 중절치, 제 1 대구치의 치관, 그리고 제 2 대구치 치관 및 치근의 수평이동량에서만 유의성이 존재하였다.

Table 5. Cephalometric changes between before treatment and after treatment(T1-T0), after treatment and retention period (T2-T1), before treatment and retention period (T2-T0)

Variables	T1-T0			T2-T1			T2-T0			Relapse (%)
	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig	
Skeletal										
ΔSNA(°)	-0.06	0.35	NS	0.02	0.14	NS	-0.03	0.32	NS	-
ΔSNB(°)	-0.18	0.47	NS	-0.09	0.26	NS	-0.62	0.46	NS	-
ΔANB(°)	0.12	0.70	NS	0.11	0.30	NS	0.23	0.64	NS	-
ΔMn.plane(°)	0.02	0.92	NS	-0.04	0.90	NS	-0.02	1.10	NS	-
ΔAFH(mm)	-0.03	1.00	NS	0.18	0.71	NS	0.15	1.08	NS	-
ΔPFH(mm)	0.01	0.51	NS	0.25	0.99	NS	0.26	1.27	NS	-
ΔFH ratio(%)	0.07	0.69	NS	0.07	0.79	NS	0.14	0.90	NS	-
ΔOcc. plane(°)	0.65	1.34	NS	0.29	0.29	NS	0.94	1.48	NS	-
Dental										
Linear(mm)										
ΔU1t-SV	-1.94	1.13	***	0.32	0.36	*	-1.62	0.95	***	14.27
ΔU1r-SV	-1.81	1.34	**	0.43	0.56	NS	-1.38	1.02	**	23.71
ΔU6t-SV	-1.94	0.65	***	0.38	0.26	***	-1.56	0.66	***	18.31
ΔU6r-SV	-1.71	0.83	***	0.27	0.36	NS	-1.57	0.78	**	11.71
ΔU7t-SV	-2.06	0.78	***	0.59	0.41	**	-1.47	0.73	***	28.64
ΔU7r-SV	-2.08	1.24	***	0.42	0.51	**	-1.66	1.12	**	20.19
ΔU1t-OP'	-0.34	1.16	NS	0.36	0.27	NS	0.02	0.99	NS	-
ΔU1r-OP'	-0.48	1.11	NS	0.28	0.34	NS	-0.21	0.95	NS	-
ΔU6t-OP'	-0.63	0.45	**	0.15	0.21	NS	-0.48	0.35	**	19.96
ΔU6r-OP'	-0.62	0.48	**	0.15	0.26	NS	-0.47	0.36	**	24.38
ΔU7t-OP'	-0.59	0.52	**	0.23	0.33	NS	-0.36	0.48	*	38.98
ΔU7r-OP'	-0.40	0.77	NS	0.19	0.29	NS	-0.22	0.69	NS	-
Angular (°)										
ΔU1-SN	-0.65	5.83	NS	-0.36	1.25	NS	-1.00	4.87	NS	-
ΔU6-SN	-1.71	1.70	*	0.41	0.76	NS	-1.30	1.15	**	23.98
ΔU7-SN	-0.12	4.01	NS	0.50	1.49	NS	0.39	3.33	NS	-

* p<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, NS, not significant

Relapse : (T2-T1)×100 / (T1-T0)

② 진단모형

진단모형분석에서도 유의한 변화가 관찰되었다. 치료 기간동안 악궁 폭경이 증가한 것으로 나타났으며, 견치 간 폭경 (ICW) ($p<0.05$)과 제 1 대구치간 폭경 (IMW) ($p<0.001$)의 변화에서 유의성이 존재하였다. 유지기간에는 악궁 폭경이 감소하는 경향을 보였으나 유의성은 존재하지 않았다. 치료로 인해 치열궁 공간 부족화가 모두 해소되었고, 유지기간 동안에 유의할만한 변화가 나타나지 않은 것을 확인할 수 있었다. 또한 치료기간동안 제 1, 2 대구치의 distal-in rotation 경향이 관찰되었으나 유의성은 존재하지 않았고, 유지기간 동안에도 유의할만한 변화는 관찰되지 않았다. 협설측으로는 제 1, 2 대구치의 협측경사가 관찰되었고, 제 2 대구치에서 유의성이 존재하였다. 유지기간 동안에는 유의할 만한 변화가 관찰되지 않았다.

Table 6. Changes in cast measurements between before treatment and after treatment (T1-T0), after treatment and retention period (T2-T1), before treatment and retention period (T2-T0)

Variables	T1-T0			T2-T1			T2-T0			Relapse (%)
	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig	Mean	SD	Sig	
Arch width(mm)										
ΔICW	2.50	1.45	*	-0.17	0.37	NS	2.33	1.27	*	6.81
ΔIPW	3.08	2.67	NS	-0.06	0.50	NS	3.02	2.22	NS	-
ΔIMW	2.07	0.38	***	-0.08	0.19	NS	1.99	0.51	**	3.77
ALD (mm)										
ALD (mm)	-3.22	1.53	*	-0.03	0.08	NS	-3.25	1.58	*	1.03
Molar rotation(°)										
ΔU6rot	9.08	8.64	NS	-2.31	5.77	NS	6.77	6.73	NS	-
ΔU7rot	15.44	12.01	NS	3.05	7.22	NS	12.39	13.61	NS	-
Buccolingual inclination(°)										
ΔU6tq	-5.67	4.29	NS	2.64	3.25	NS	-3.03	4.43	NS	-
ΔU7tq	-9.58	3.97	**	-1.25	6.46	NS	-10.83	4.68	**	13.05

* $p<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$, NS, not significant

Relapse = $(T2-T1) \times 100 / (T1-T0)$

3. 골격적 특성, 유지기간의 길이, 치료동안의 변화와 유지기간에서의 변화 간의 상관관계분석

치료 전의 ANB, mandibular plane angle, facial height ratio 와 유지기간에서의 변화 간에는 유의할만한 상관관계가 관찰되지 않았다. 유지기간과 제 1 대구치의 치축 경사 간에는 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다 ($r=0.78$, $p<0.01$). 치료기간 동안의 변화와 유지기간의 변화 간에 상관관계분석을 한 결과 $\Delta U1t-SV(T1-T0)-\Delta U1t-SV(T2-T1)$, $\Delta U6-SN(T1-T0)-\Delta U7t-SV(T2-T1)$, $\Delta U6-SN(T1-T0)-\Delta U6-SN(T2-T1)$ 간에 유의한 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다.

Table 7. Correlation between skeletal pattern (T0), retention period, treatment changes (T1-T0) and post-treatment changes (T2-T1)

T2-T1	$\Delta U1t-SV(mm)$		$\Delta U6t-SV(mm)$		$\Delta U7t-SV(mm)$		$\Delta U6-SN(^{\circ})$	
	r	sig	r	sig	r	sig	r	sig
Skeletal pattern (T0)								
ANB($^{\circ}$)	0.22	NS	0.21	NS	-0.14	NS	-0.44	NS
Mn.plane($^{\circ}$)	0.08	NS	-0.37	NS	-0.31	NS	0.08	NS
FH ratio	-0.07	NS	0.35	NS	0.28	NS	-0.16	NS
Retention period	0.23	NS	0.46	NS	-0.24	NS	0.78	**
Treatment changes (T1-T0)								
$\Delta U1t-SV(mm)$	-0.62	**	-0.17	NS	-0.27	NS	-0.21	NS
$\Delta U6t-SV(mm)$	-0.06	NS	-0.16	NS	0.04	NS	-0.13	NS
$\Delta U7t-SV(mm)$	-0.16	NS	-0.31	NS	-0.38	NS	0.37	NS
$\Delta U6-SN(^{\circ})$	-0.09	NS	0.07	NS	0.66	*	-0.83	***
$\Delta U6rot(^{\circ})$	-0.39	NS	-0.23	NS	0.16	NS	-0.81	NS
$\Delta U7rot(^{\circ})$	-0.60	NS	0.22	NS	0.65	NS	-0.70	NS

IV. 고찰

본 연구의 목적은 성인에서 미니스크류를 이용하여 상악 치열을 한 단위로 원심이동 시켰을 때의 안정성을 분석, 평가하여 상악 치열 원심이동의 임상적 효용성에 대해 알아보고자 하는 것이다. 이전 연구에서 미니플레이트를 이용하여 하악 구치부를 원심이동 시켰을 때 그 결과가 치료 종료 1년 후에도 안정적으로 유지되는 것으로 보고된 바 있으나 (Sugawara 등, 2004), 골성 고정원을 이용한 상악 치열 원심이동의 안정성에 대해서는 아직 보고된 바가 없다.

상악 치열 원심이동의 안정성을 평가하기 위해 본 연구에서는 치료 전(T0), 치료 후 (T1), 치료 후 유지기간 (T2)에 채득한 측모두부방사선사진과 진단모형을 이용하였다. 측모두부방사선사진과 함께 진단모형을 분석에 사용함으로써 치아의 전후방적인 움직임뿐 아니라 측방으로의 변화까지 평가할 수 있었다.

상악 치아의 원심이동에 관한 이전의 많은 연구들이 구개평면을 수평기준선으로 삼고 있다. 대부분의 경우 교합평면이 구개평면과 경사를 이루고 있으므로, 구개평면을 기준선으로 할 경우, 교합평면을 따라 원심이동한 경우에도 압하가 된 것으로 해석될 여지가 있다. 따라서 본 연구에서는 치료 시작 전 교합평면에 평행하고 ANS를 지나는 선을 수평기준선으로 삼았다 (Lee 등, 2011).

본 연구에서는 협측 interradicular area 에 식립된 미니스크류를 이용하여 전치와 구치를 포함한 상악 전체 치열을 한 단위로 원심이동시킨 환자들을 연구 대상으로 하였다. 치료 후 중절치와 제 1, 2 대구치에서 모두 통계적으로 유의한 원심이동이 일어난 것을 확인할 수 있었다. 제 1, 2 대구치 치관에서 각각 평균 1.94, 2.06mm 의 원심이동이 관찰되었으며, 이것은 본 연구와 동일한 방법으로 상악 치열의 원심이동을 시행한 Yamada 등 (2009)의 연구보다는 적고, Oh 등 (2011)의 결과와는 유사한 값이었다. 이러한 차이는 치아 총생의 양, 개선해야될 II급 구치 관계의 정도 등에 따라 치료 목표가 다르기 때문에 나타나는 것으로 생각된다.

유지기간 동안 모든 치아에서 근심이동경향을 관찰할 수 있었으며, 중절치 치관과 제 1 대구치 치관, 그리고 제 2 대구치의 치관과 치근에서 유의성 있는 근심이동이 존재하였다. 중절치는 0.32mm, 제 1 대구치 치관은 0.38mm, 제 2 대구치의 치관과 치근은 각각 0.59mm, 0.42mm 근심이동한 것으로 나타났다. Sugawara 등 (2004) 은 미니플레이트를 이용한 하악 대구치의 원심이동 후 1년이 경과했을 때,

하악 대구치의 근심이동양이 평균 0.3mm (범위 0.0~1.0mm)인 것으로 보고하였다. Akgul 과 Toygar (2002)는 교정치료를 받지 않은 성인을 대상으로, 장기간 동안 치아의 움직임 관찰한 결과 유의하지는 않으나 상악 대구치의 근심 이동 경향이 있으며, 여성에서는 0.42mm, 남성에서는 0.26mm 의 근심이동이 나타났다고 보고하였다. 중절치의 경우에는 여성에서 0.07mm, 남성에서 0.39mm 의 근심이동이 나타난 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 본 연구에서 나타난 근심이동양과 유사한 수준으로, 치아의 원심이동 후 나타나는 근심이동경향이 치료를 받지 않은 성인에서 나타나는 근심이동 경향을 능가하지는 않는 것으로 생각된다.

발치 치료를 옹호하는 주장 중에 하나가 상악 구치는 원심으로 치체이동시킬 수 없으며, 특히 제 2 대구치가 맹출한 경우에는 더욱 불가능하다는 것이다 (Cetlin 등, 2005). 그러나 구내장치를 이용한 상악 대구치의 원심이동 시 제 1 대구치의 원심경사가 평균 5.4°로써 치체이동에 가까운 원심이동이 가능한 것으로 나타났으며 (Antonarakis 와 Kiliaridis, 2008), 골성고정원을 이용한 원심이동 시에도 치체이동에 가까운 원심이동이 가능한 것으로 보고되었다. Oh 등 (2011)은 미니스크류를 이용한 상악 치열의 원심 이동 시 제 1 대구치에서 3.47°의 원심경사가 나타나며, 제 2 대구치에서는 오히려 0.96°의 근심경사가 나타남을 보고하였고, Park (2005) 등의 연구에서는 제 1, 2 대구치가 각각 0.31°, 2.06° 원심경사되는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 제 1, 2 대구치의 원심경사가 각각 1.71°, 0.12°로써 치체이동에 가까운 움직임이 관찰되었다. Oh 등(2011)은 치아를 하나하나씩 원심이동시키는 방식에서는 힘이 치아의 저항중심을 지나지 않을 때 치아의 회전이나 경사이동이 발생할 수 있는데 반해서, 전체 치열에 원심이동력을 가하는 경우 단단한 주호선이 들어간 상태에서 치아가 이동하므로 이러한 부작용을 줄일 수 있다고 하였다. 반면 Fudalej 와 Antoszewska (2011) 미니스크류를 이용한 구치부 원심이동 시 치아를 고정원으로 하는 원심이동에 비해 더 많은 원심 경사가 일어날 수 있음을 지적한 바 있다. 그는 치아를 고정원으로 하는 원심이동장치에서는 전치부 고정원의 전방이동에 의해 후방으로의 힘이 감소되는 것에 반해서, 미니스크류를 이용한 경우 고정원이 안정적이므로 지속적으로 큰 힘이 구치부에 가해지는 것이 원인이라고 설명하였다.

제 2 대구치의 원심경사가 제 1 대구치보다 적게 나타난 것은 제 2 대구치의 경우 치료 이전에 원심경사된 상태로 존재하는 경우가 많으며, 치아를 레벨링하는 과정에서 근심경사되기 때문이라고 생각된다. 개개인에서 제 2 대구치의 움직임을

살펴보았을 때 13 명 중 6 명의 환자에서 치료 전에 비해 치료 이후에 제 2 대구치가 근심경사된 것으로 나타났다.

Ghosh 와 Nanda 등 (1996)은 distal jet 을 이용한 원심이동 시에 제 1 대구치와 제 2 대구치에서 각각 8.36°와 11.99°의 원심경사가 발생함을 보고하면서, 원심경사에 의해 구치관계는 개선되었으나 그 안정성이 의심된다고 언급한 바 있다. Oh 등 (2011)은 미니스크류를 이용한 상악 전체 치열의 원심 이동 시에 치체이동에 가까운 구치부의 이동이 나타났으므로 치료의 안정성이 높을 것이라 예상하였다. 이처럼 구치부의 경사이동 정도는 치료 결과의 안정성과 상관관계가 존재할 것이라 생각되어왔다. 본 연구에서 치료 동안에 나타난 대구치의 치축 변화 정도와 유지기간의 변화에 대한 상관 분석을 시행한 결과 치료 동안의 제 1 대구치의 원심경사정도와 유지기간 동안 나타난 제 1 대구치의 근심경사 간에 상관관계 ($r=-0.83$, $p<0.001$)가 존재하는 것으로 나타났다. 즉, 치료기간동안 원심경사가 많이 될수록 유지기간 동안 더 많은 근심 경사를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 보았을 때 보다 안정적인 치료 결과를 위해서는 치아의 원심이동 시 구치부의 치체이동이 발생하도록 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

치료 후 구치의 원심이동과 함께 전치의 원심이동 또한 유의하게 관찰되었는데, 이것은 미니스크류를 이용하여 상악 전체 치열을 원심이동 시키는 방식이 pendulum 이나 distal jet 과 같은 원심이동장치를 사용했을 때 나타나는 전치부 고정원 상실의 부작용없이 구치의 원심이동이 가능함을 시사한다. 총생이 존재하는 경우에도 협측분절의 원심이동을 통해 전치부 배열 공간을 확보하여 전치를 배열한 이후에 전체 치열의 원심이동을 시행하기 때문에 전치부를 전방경사시키는 힘이 작용하지 않으며, round tripping 을 방지하는 것이 가능했다. 또한 구치를 먼저 원심이동시킨 이후에 전치부를 후방견인하는 방법에 비해 본 연구에서 사용한 방법은 전치와 구치의 후방이동을 동시에 시행하므로 보다 효율적인 치료가 가능할 것이라 생각된다. Oh 등(2011)은 전체 치열을 한 번에 이동시킬 때의 치료기간이 구내장치를 이용해 원심이동을 시행했을 때보다 짧다고 보고하였다. 전체 치열을 한 단위로 원심이동시킬 때 개별 치아의 이동속도는 더 느릴 수 있으나, 모든 치아를 한번에 움직임으로써 치료시간이 단축될 수 있다고 설명하였다. 본 연구에서의 치료 기간 또한 19.0 ± 9.6 개월로 Oh 등이 보고한 20.0 ± 4.9 개월과 유사한 것으로 나타났다.

본 연구와 동일한 방식으로 상악 치열의 원심이동을 시행한 Yamada 등 (2009)의 연구에서는 구치부의 압하와 전치부의 정출이 관찰되었다. 이에 반해 본 연구에서는 전치와 구치 모두 압하된 것으로 나타났다. 상악 중절치는 평균 0.34mm, 제 1 대구치와 제 2 대구치는 각각 0.63, 0.59 mm 압하되었으며 유의성은 제 1, 2 대구치에서만 존재하였다. Yamada 등의 연구에서는 양쪽 상악 제 2 소구치와 제 1 대구치 사이에 미니스크류를 하나씩 식립했던 것에 반해, 본 연구에서는 편측당 미니스크류를 2 개씩 식립한 환자들이 다수 포함된 것이 원인으로 생각된다. 유한요소분석에서 상악 치열의 저항 중심은 소구치 치근의 중심 부근에 위치하는 것으로 보고되었으며 (Jeong 등, 2009), 따라서 2 개의 미니스크류를 이용하여 상악 치열에 힘을 가할 경우 전체 치열의 합입이 가능할 것으로 생각된다. 또한 구치부의 합입으로 인해 치료 후에도 하악각이 증가하지 않고 안정적으로 유지된 것으로 생각된다.

유지기간 동안 모든 치아에서 정출 경향 (중절치 0.36mm, 제 1 대구치 0.15mm, 제 2 대구치 0.23mm)이 관찰되었으나 유의한 수준은 아니었다. Akgul 과 Toygar (2002) 는 교정치료를 받지 않은 성인 남성에서 장기간 동안에, 본 연구에서 관찰된 것과 유사하거나 오히려 더 많은 치아의 정출 경향 (중절치 0.33mm, 대구치 0.63mm) 이 존재함을 보고하였다. Baek 등(2010) 은 미니스크류를 이용한 상악 구치부의 압하를 통해 개방교합을 치료한 경우에 압하된 제 1 대구치의 재발율이 22.88%, 평균 0.45mm 임을 보고하였다. 이러한 결과를 보았을 때 유지기간 동안 치아의 정출이 어느 정도 발생할 것으로 생각되며, 구치부의 수직적 변화가 치료 결과를 유지하는 데 있어서 중요한 증례의 경우 구치의 수직적 위치를 유지하기 위한 별도의 보정 방법이 필요할 것으로 생각된다.

진단모형을 분석한 결과 치료기간 동안 치열궁 폭경이 증가한 것으로 나타났으며, 견치간 폭경과 제 1 대구치 폭경에서 유의성이 존재하였다. Oh 등 (2011)은 상악 전체 치열의 원심 이동 시에 소구치 폭경과 대구치 폭경이 모두 유의하게 증가함을 보고한 바 있다. 협측에 식립된 미니스크류를 이용하여 소구치 부위에 원심으로의 힘을 적용했을 때 협측방향으로의 힘 벡터가 존재하여 소구치부 폭경이 증가하며, 대구치간 폭경의 증가는 구치의 협측 브라켓에 압하력이 가해짐으로써 구치의 협측경사가 일어나 발생한 것이라 설명하였다. 본 연구에서 유의하지는 않으나 제 1, 2 대구치의 협측 경사 경향이 관찰되어 이러한 설명을 일부 뒷받침한다고 생각한다. 기저골의 형태가 후방으로 갈수록 넓어지는 형태를 띠는 것

또한 치열의 원심 이동 시 악궁 폭경이 넓어지는 원인 중에 하나로 생각된다. 치료 전 총생이 존재했음에도 불구하고 전치와 구치의 원심이동양이 거의 유사하게 나타난 것은 악궁의 확장에 의해 총생이 일부 해소되었기 때문에 가능한 것으로 생각된다.

유지기간 동안에는 모든 계측 부위에서 악궁 폭경이 감소하는 것으로 나타났으나 (ICW 0.17mm, IPW 0.06mm, IMW 0.08mm) 유의할만한 수준은 아니었다. Park 등 (2010)은 비발치 및 발치 치료를 시행한 성인을 대상으로 한 연구에서 교정 치료가 완료된 지 약 16 년이 경과한 이후에도 악궁 폭경이 안정적으로 유지된다고 보고한 바 있다. 이에 반해 Miyazaki 등 (1998) 발치 치료를 시행한 성인에서 치료 기간동안 상악 견치간 폭경이 평균 0.99mm 증가하였으며, 유지기간 동안에는 평균 0.39mm 감소하였다고 보고한 바 있다.

치료 후 상악 제 1, 2 대구치는 distal-in rotation 과 협측 경사 경향을 보였으며, 유의성은 제 2 대구치의 협측 경사에서만 존재하였다. 유의성은 존재하지 않았으나, 제 1 대구치는 유지기간 동안 이러한 움직임의 재발 경향이 관찰된 것에 반해 제 2 대구치는 오히려 distal-in rotation 과 협측경사가 심화되는 경향이 관찰되었다. 제 2 대구치의 경우 최후방 치아로써 위치적 불안정성이 존재하는 것으로 추측되며 이에 대해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 생각된다.

골격의 수직적 양상은 치료 결과의 안정성에 영향을 미치는 한 요소로 생각되어져왔다 (Downs, 1948). 그러나 본 연구에서 치료 전의 하악각, facial height ratio 와 유지기간 동안의 치아 움직임 간의 상관분석을 시행하였을 때 유의성이 없는 것으로 나타났다. Zaher 등 (1994) 또한 골격의 수직적 양상이 교정 치료 결과의 안정성에 유의할만한 영향을 미치지 않는다고 보고한 바 있다.

치료 중 치아의 이동양과 유지기간 중 치아의 이동양간에 상관관계분석을 한 결과, 치료기간 중 중절치의 원심이동양이 많을수록 유지기간 중 중절치의 근심이동이 많은 것으로 나타났다. 그러나 치료기간 중 제 1 대구치의 원심경사정도와 유지기간 중 제 2 대구치 치관의 원심이동양 등에서도 양의 상관관계가 존재하는 것으로 나타나 재발과 관련된 요인에 대한 연구 및 검증이 좀 더 필요할 것으로 생각된다.

재발율을 살펴보면 수평적으로 상악 제 1, 2 대구치 치관에서는 각각 평균 18.3%, 28.6%, 전치 치관에서는 평균 14.3%의 재발이 관찰되었다. 그러나 환자 개개인간에 편차가 큰 것으로 나타났다. 예를 들어 제 1 대구치의 재발율은

0.79~43.84%, 근심이동양은 0.02~0.87mm 의 범위로 나타났다. 따라서 이러한 개개인의 편차가 어디서 비롯되는 것인지 그리고 이와 관련있는 지표가 무엇인지를 찾기 위한 노력이 계속되어야 할 것으로 생각되며, 이러한 지표가 밝혀진다면 이를 참고하여 필요한 경우 환자에 따라 과수정을 하거나 재발을 줄이기 위한 보정 방법을 생각해볼 수 있을 것이다.

교정치료의 안정성에 대한 이전의 연구들은 대부분 성장기 환자를 대상으로 하고 있고, 진단 모형만을 이용하며, peer assessment rating index 나 Little irregularity index 등을 이용해서 안정성을 평가하였다. 따라서 본 연구와 직접적으로 비교할 수 있는 연구는 찾아볼 수 없었으며, 진단모형과 index 를 사용하는 방법으로는 상하악 치아의 상대적인 움직임만을 확인할 수 있으며, 재발이 어느 곳에서 발생한 것인지 식별할 수 없다는 문제점이 존재한다. 따라서 성인을 대상으로 하여 진단모형과 함께 측모두부방사선사진을 이용하여 안정성을 평가한 본 연구가 의미 있다고 생각된다.

그러나 연구 대상의 수가 적으며, 양측 치아의 중간점을 잡아 계측하였다는 점에서 정확성에 한계가 존재한다. 폐구 상태에서 촬영한 방사선 사진을 사용했기 때문에 하악 치아와의 영상 중첩이 존재한다는 점 역시 한계로 작용한다. Sugawara 등 (2006)은 측모두부방사선사진을 개구 상태에서 촬영하여 치아의 식별이 보다 용이하도록 한 바 있다. 따라서 앞으로 좀 더 많은 수를 대상으로 한 전향적 연구들이 계속 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결론

미니스크류를 이용한 상악 치열의 원심 이동을 시행한 환자 13명을 대상으로 측모 두부 방사선 사진과 진단모형을 이용하여 치료기간과 유지기간 동안의 변화에 대한 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상악 협측 interradicular 부위에 미니스크류를 식립하여 상악 전치열에 원심으로의 힘을 가했을 때 중절치 ($1.94 \pm 1.13\text{mm}$)와 제1, 2 대구치 (각각 $1.94 \pm 0.65\text{mm}$, $2.06 \pm 0.78\text{mm}$)에서 유의할만한 원심이동이 관찰되었다 ($p < 0.001$).
2. 치료 후 유지기간 동안 상악 중절치 ($0.32 \pm 0.36\text{mm}$, $p < 0.05$)와 제1, 2대구치 (각각 $0.38 \pm 0.26\text{mm}$, $p < 0.001$; $0.59 \pm 0.41\text{mm}$, $p < 0.01$)에서 유의할만한 근심이동이 관찰되었다.
3. 치료 기간 중 상악 제1, 2 대구치의 유의할만한 함입 (각각 $0.63 \pm 0.45\text{mm}$, $0.59 \pm 0.52\text{mm}$) ($p < 0.01$)이 관찰되었으며, 유지기간 중에는 비교적 안정적으로 유지되었다.
4. 치료 기간 중 상악의 견치 ($2.50 \pm 1.45\text{mm}$, $p < 0.05$) 및 제1대구치 폭경($2.07 \pm 0.38\text{mm}$ $p < 0.001$)이 유의하게 증가하였다. 총생의 일부가 악궁 폭경 증가에 의해 해소된 것으로 보이며, 유지기간 중 악궁 폭경은 유의한 변화없이 비교적 안정적으로 유지되었다.
5. 치료 기간 중 구치부의 distal-in rotation 및 buccal tipping 경향이 관찰되었으며, 유지기간 중에는 유의할만한 변화가 관찰되지 않았다.

본 연구 결과를 통해 성인에서 미니스크류를 이용한 상악 전체 치열의 원심 이동이 일관성있게 일어나며, 치료 결과가 비교적 안정적으로 유지됨을 확인할 수 있었다.

참고문헌

Akgul AA, Toygar TU. Natural craniofacial changes in the third decade of life: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 122(5): 512-522, 2002.

Antonarakis GS, Kiliaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod* 78(6): 1133-1140, 2008.

Armstrong MM. Controlling the magnitude, direction, and duration of extraoral force. *Am J Orthod* 59(3): 217-243, 1971.

Baek MS, Choi YJ, Yu HS, Lee KJ, Kwak J, Park YC. Long-term stability of anterior open-bite treatment by intrusion of maxillary posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 138(4): 396 e391-399; discussion 396-398, 2010.

Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod* 30(7): 374-380, 1996.

Cetlin N, Spina R, Vanarsdall R. Nonextraction treatment. In *Orthodontics : current principles & techniques* Graber, T., Vanarsdall, R. (Eds.), 2005, Mosby.

Choi YJ, Lee JS, Cha JY, Park YC. Total distalization of the maxillary arch in a patient with skeletal Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139(6): 823-833, 2011.

Cornelis MA, De Clerck HJ. Maxillary molar distalization with miniplates assessed on digital models: a prospective clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132(3): 373-377, 2007.

De Clerck HJ, Cornelis MA. Biomechanics of skeletal anchorage. Part 2: Class II nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 40(5): 290-298; quiz 307, 2006.

Downs WB. Variations in facial relationships; their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod* 34(10): 812-840, 1948.

Fudalej P, Antoszewska J. Are orthodontic distalizers reinforced with the temporary skeletal anchorage devices effective? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139(6): 722-729, 2011.

Ghosh J, Nanda RS. Evaluation of an intraoral maxillary molar distalization technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 110(6): 639-646, 1996.

Gianelly AA. A strategy for nonextraction Class II treatment. *Semin Orthod* 4(1): 26-32, 1998.

- Gianelly AA, Bednar J, Dietz VS. Japanese NiTi coils used to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 99(6): 564-566, 1991.
- Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM, Berger DG. Distalization of molars with repelling magnets. *J Clin Orthod* 22(1): 40-44, 1988.
- Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 26(11): 706-714, 1992.
- Jeon JM, Yu HS, Baik HS, Lee JS. En-masse distalization with miniscrew anchorage in Class II nonextraction treatment. *J Clin Orthod* 40(8): 472-476, 2006.
- Jeong GM, Sung SJ, Lee KJ, S. CY, Mo SS. Finite-element investigation of the center of resistance of the maxillary dentition. *Kor J Orthod* 39(2): 12, 2009.
- Jones RD, White JM. Rapid Class II molar correction with an open-coil jig. *J Clin Orthod* 26(10): 661-664, 1992.
- Kinzinger GS, Eren M, Diedrich PR. Treatment effects of intraoral appliances with conventional anchorage designs for non-compliance maxillary molar distalization: a literature review. *Eur J Orthod* 30(6): 558-571, 2008.
- Kyung SH, Lee JY, Shin JW, Hong C, Dietz V, Gianelly AA. Distalization of the entire maxillary arch in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135(4 Suppl): S123-132, 2009.
- Lee KJ, Park YC, Hwang CJ, Kim YJ, Choi TH, Yoo HM, Kyung SH. Displacement pattern of the maxillary arch depending on miniscrew position in sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140(2): 224-232, 2011.
- Miyazaki H, Motegi E, Yatabe K, Isshiki Y. Occlusal stability after extraction orthodontic therapy in adult and adolescent patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 114(5): 530-537, 1998.
- Ngantung V, Nanda RS, Bowman SJ. Posttreatment evaluation of the distal jet appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120(2): 178-185, 2001.
- Oh YH, Park HS, Kwon TG. Treatment effects of microimplant-aided sliding mechanics on distal retraction of posterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139(4): 470-481, 2011.
- Park H, Boley JC, Alexander RA, Buschang PH. Age-related long-term posttreatment occlusal and arch changes. *Angle Orthod* 80(2): 247-253, 2010.
- Park HS, Kwon TG, Sung JH. Nonextraction treatment with microscrew implants. *Angle Orthod* 74(4): 539-549, 2004.

Park HS, Lee SK, Kwon OW. Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. *Angle Orthod* 75(4): 602-609, 2005.

Sugawara J, Daimaruya T, Umemori M, Nagasaka H, Takahashi I, Kawamura H, Mitani H. Distal movement of mandibular molars in adult patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 125(2): 130-138, 2004.

Sugawara J, Kanzaki R, Takahashi I, Nagasaka H, Nanda R. Distal movement of maxillary molars in nongrowing patients with the skeletal anchorage system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129(6): 723-733, 2006.

Yamada K, Kuroda S, Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Yamashiro T. Distal movement of maxillary molars using miniscrew anchorage in the buccal interradicular region. *Angle Orthod* 79(1): 78-84, 2009.

Zaher AR, Bishara SE, Jakobsen JR. Posttreatment changes in different facial types. *Angle Orthod* 64(6): 425-436, 1994.

Abstract

Stability of maxillary arch distalization with orthodontic miniscrews in adults

Hi Sun Lee

Department of Dentistry

Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor **Kee-Joon Lee**, D.D.S., Ph.D.)

Distalization with miniscrew is commonly used to resolve crowding and to correct class II relationship in non-extraction cases. The purpose of this study was to evaluate the tooth movement pattern and stability of maxillary arch distalization with miniscrews in adults and thereby elucidate the clinical effect of this treatment modality.

The subjects of the study were 13 adult orthodontic patients treated with distalization of maxillary arch with miniscrews on buccal interradicular area. Lateral cephalograms and dental casts were taken at pre-treatment (T0), post-treatment (T1), and at retention period (T2, 37.6 ± 22.8 months) to evaluate the vertical and horizontal movement of teeth, changes of arch width, molar rotation and buccolingual inclination.

1. The maxillary incisor (1.94 ± 1.13 mm), first molar (1.94 ± 0.65 mm), and second molar (2.06 ± 0.78 mm) were significantly distalized after treatment ($p < 0.001$).

2. Mesial movement of maxillary incisor ($0.32\pm 0.36\text{mm}$, $p<0.05$), first molar ($0.38\pm 0.26\text{mm}$, $p<0.001$) and second molar ($0.59\pm 0.41\text{mm}$, $p<0.01$) were observed during the retention period (37.6 ± 22.8 months).
3. Intrusion of the maxillary first ($0.63\pm 0.45\text{mm}$) and second molars ($0.59\pm 0.52\text{mm}$) were observed after the treatment ($p<0.01$), and this result was maintained relatively stable during the retention period.
4. The intercanine width ($2.50\pm 1.45\text{mm}$, $p<0.05$) and intermolar width ($2.07\pm 0.38\text{mm}$, $p<0.001$) increased significantly after the treatment. The crowding is thought to be partially resolved by the expansion of arch, and the arch width was relatively stable without significant changes during the retention period.
5. Distal-in rotation and buccal tipping of the molars were observed after the treatment and there were no significant changes during the retention period.

The results indicate that the distalization of maxillary arch with miniscrews effectively distalizes the entire maxillary dentition, and the results are maintained relatively stable.

Key words: miniscrew, distalization, maxillary arch, adults, stability