

성인에서 미니스크류 보강형  
비수술적 구개 확장 장치 치료의 안정성

연세대학교 대학원

치 의 학 과

시 경 근

성인에서 미니스크류 보강형  
비수술적 구개 확장 장치 치료의 안정성

지도 이 기 준 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2011년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

시 경 근

# 시경근의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

연세대학교 대학원

2011년 6월 일

## 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 김철순, 최성환, 최혜영, 최윤희 선생, 그리고 바쁜 와중에서도 많은 도움을 주었던 의국 후배들, 특히 이희선, 장지성 선생에게 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 언제나 변함없이 사랑으로 지켜봐 주시고 격려하여 주시는 부모님과 듬직한 모습으로 많은 도움을 주는 형, 그리고 항상 옆에서 힘이 되어 주는 은영이와 이 작고 소중한 기쁨을 함께 나누고자 합니다.

2011년 6 월 저자 씀

# 차 례

표 차례	iii
그림 차례	iv
국문요약	v
I. 서론	1
II. 연구대상 및 방법	4
1. 연구대상	4
2. 연구방법	5
(1) 미니스크류 보강형 구개 확장 장치의 임상 적용	5
(2) 자료의 수집	6
(3) 측정점 및 측정치	7
(4) 측정치의 분석 및 통계 처리	10
III. 연구결과	11
1. 조사자내 오차 검정	11
2. 확장 치료군, 비확장 치료군, 비치료군간 연령, 치료 기간, 치료 후 유지 기간 및 관찰 기간에 대한 유의차 검정	11
3. 성별에 따른 치아 치조성 및 골격성 측정치에 대한 유의차 검정	12
4. 치료 전, 확장 치료군과 비확장 치료군간의 측정치 차이에 대한 유의차 검정	14
5. 확장 치료군에서 치료 전, 후 변화량에 대한 유의차 검정	15
6. 확장 치료군에서 치료 후 유지 기간동안 변화량에 대한 유의차 검정	16
7. 치료 후 유지 기간에서 확장 치료군과 비확장 치료군간의 측정치 차이에 대한 유의차 검정	18
8. 확장 치료군에서 성별, 연령 및 확장량에 따른 치료 후 재발량에 대한 상관 관계 분석	19
9. 성별에 따른 임상 치관 길이 변화량에 대한 유의차 검정	20

10. 그룹간 임상 치관 길이 변화량 차이에 대한 유의차 검정 .....	22
11. 확장 치료군에서 연령 및 확장량에 따른 임상 치관 길이 변화량과 치아 경사량에 대한 상관 관계 분석 .....	24
IV. 고찰 .....	25
V. 결론 .....	33
참고문헌 .....	34
영문요약 .....	40

## 표 차례

Table 1. Comparison of mean age and age range for expansion, non-expansion and non-treatment groups at different observation times, and mean duration of observation intervals .....	11
Table 2. Comparison of dentoalveolar and skeletal measurements between male and female .....	12
Table 3. Comparison between expansion group and non-expansion group at T1 .....	14
Table 4. Comparison between T1 and T2 in expansion group .....	15
Table 5. Comparison between T2 and T3 in expansion group .....	16
Table 6. Comparison between expansion group and non-expansion group at T3 .....	18
Table 7. Correlations between the independent variables (age, sex, amount of expansion) and post-treatment decrease (T2-T3) .....	19
Table 8. Comparison of changes in clinical crown height between male and female .....	21
Table 9. Comparison of changes in clinical crown height in expansion, non-expansion and non-treatment groups .....	22
Table 10. Correlations between the independent variables (age, amount of expansion, initial clinical crown height) and the treatment-related parameters (the changes of clinical crown height, tipping) .....	24

## 그림 차례

Figure 1. Miniscrew assisted rapid palatal expander (MARPE) .....	5
Figure 2. Standardization of head position .....	6
Figure 3. Landmarks and linear measurements representing dimensions of postero-anterior cephalogram .....	7
Figure 4. Landmarks and linear measurements representing dimensions of study cast .....	8
Figure 5. Angular measurement representing dimensions of study cast .....	9
Figure 6. The diagram of dentoalveolar and skeletal expansion in expansion group .....	15
Figure 7. Dentoalveolar and skeletal changes in expansion and non- expansion groups .....	17
Figure 8. The changes of clinical crown height in expansion, non-expansion and non-treatment groups .....	23



## 국문요약

### 성인에서 미니스크류 보강형 비수술적 구개 확장 장치 치료의 안정성

본 연구에서는 악골의 횡적 부조화를 보이는 성인에서 비수술적 상악 확장 치료를 위해 고안된 미니스크류 보강형 RPE(Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expansion, MARPE)에 대한 치료 후(적어도 1년 이상) 안정성을 분석, 평가하여 그 임상적 효용성에 대하여 알아보고자 하였다.

횡적 부조화를 지닌 사춘기 최대 성장기를 지난 성인 교정 환자 13명을 확장 치료군(expansion, E)으로, 횡적 부조화가 없는 사춘기 최대 성장기를 지난 성인 교정 환자 13명을 비확장 치료군(non-expansion, NE)으로, 성인 정상 교합자 13명을 비치료군(non-treatment, NT)으로 하여 MARPE 확장을 동반한 교정 치료 전(T1), 치료 후(T2) 및 치료 후 유지기간(T3)에서의 치아 치조성, 골격성 변화 및 임상 치관 길이 변화를 정모 두부 방사선 사진과 진단모형을 이용하여 후향적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치료 후(T2), 모든 치아 치조성 및 골격성 계측치에서 유의성 있는 증가가 관찰되었다( $P < 0.001$ ).
2. 치료 후 유지기간(T2-T3)동안 치아 치조성 변화는 유의성 있게 감소하였으나 ( $P < 0.05$ ), 골격성 변화는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 유의성 있는 치아 치조성 재발에도 불구하고, 임상적으로 구치부 반대교합의 재발은 관찰되지 않았다.
3. 치료 후 유지기간(T2-T3)동안 연령, 성별 및 확장량과 재발량간에 유의성 있는 상관 관계를 보이지 않았다.
4. 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE) 모두에서 협측 임상 치관 길이가 다소 증가하였지만, 두 그룹간 유의할 만한 차이는 없었다.

5. 확장 치료군(E)의 협측 임상 치관 길이 변화를 비치료군(NE, 정상교합자)의 생리적인 임상 치관 길이 변화와 비교시, 견치와 제 1대구치에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았고, 제 1소구치에서는 유의할 만한 차이를 보였지만( $P < 0.05$ ), 그 차이는 0.54mm( $E > NE$ )로 임상적으로 받아들일만 하였다.
6. 악궁 확장량에 따른 협측 임상 치관 길이 변화량은 유의할 만한 상관 관계를 보이지 않았다.

위의 결과를 통해 악골의 횡적 부조화를 보이는 성인에서 MARPE를 이용한 확장 치료는 치료 후에도 구치부 반대교합의 재발과 치은 퇴축과 관련된 치주적 문제 없이 치료 결과가 유지된다는 것을 확인할 수 있었다. 향후 MARPE를 이용한 확장 치료의 3차원적 평가(CT) 및 보다 장기적인 안정성에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

---

핵심 되는 말 : 상악골 횡적 부조화, 성인, 미니스크류, RPE, 정중 구개 봉합,  
안정성, 치은 퇴축

# 성인에서 미니스크류 보강형 비수술적 구개 확장 장치 치료의 안정성

(지도교수 : 이기준)

연세대학교 대학원 치의학과

시 경 근

## I. 서론

교정 치료 시 상악궁 또는 상악골의 횡적 결핍을 해소하기 위해 급속 구개 확장 장치(Rapid Palatal Expander: RPE)가 사용될 수 있다(da Silva Filho, Montes 등, 1995). 성장기 환자에서는 RPE를 통해 정중 구개 봉합의 분리가 용이하게 이루어질 수 있으며, 이를 통해 횡적 부조화의 개선이 가능하다(Haas, 1961, 1970). 그러나 연령이 증가함에 따라 정중 구개 봉합과 상악골 주위 구조물에 의해 저항이 증가되어 확장이 제한될 수 있다(Melsen, 1975, Persson과 Thilander, 1977). 이러한 구조적 제한이 가해질 때, 성인에서 통상적인 RPE 사용은 통증, 치아의 정출, 측방 경사 이동과 골 결손 및 치은 퇴축과 관련된 치주 문제 등을 일으킬 수 있다(Wertz, 1970, Timms과 Moss, 1971).

이와 같은 문제에 대한 우려로 인해 성인에서 수술을 동반한 급속 확장(Surgically assisted rapid palatal expansion, SARPE)이 통용되어 왔다(Bell과 Epker 등, 1976). 수술을 통한 구조적 저항의 감소는 치아 치조성 경사보다 기저골의 악정형적 확장을 용이하게 하고, 이에 따라 치은 퇴축, 골 결손 등과 같은 치주적 문제를 줄이며 구치부의 적절한 교합 형성을 가능하게 한다(Thilander와 Nyman 등, 1983). 그러나 SARPE는 수술적 방법에 의한 술 후 출혈, 통증, 수술에 따른 위험 부담, 경제적 문제 등의 한계를 지닌다(Alpern과 Yurosko,

1987, Bays와 Greco, 1992). 수술에 대한 위험 및 비용 감수의 필요성이 환자 및 술자에게 충분히 공감되지 않을 수도 있으며, 많은 환자에서 수술에 대한 부담감 때문에 비수술적 치료에 대한 요구가 증가하고 있다.

이에 대해 젊은 성인에서 정중 구개 봉합의 유합이 드물다는 방사선학적, 조직학적 연구(Wehrbein와 Yildizhan, 2001, Knaup와 Yildizhan 등, 2004)와 안면부 봉합 유합 시기에 관한 연구(Miroue와 Rosenberg, 1975, Kokich, 1976, Brandt와 Shapiro 등, 1979, Jackson과 Kokich 등, 1979)를 바탕으로 비수술적 상악 확장 치료의 가능성을 확인하였고, 이미 여러 연구에서 젊은 성인 환자를 대상으로 수술 없이 RPE를 이용하여 치료한 사례가 보고되었다(Alpern과 Yurosko, 1987, Capelozza Filho와 Cardoso Neto 등, 1996). 비록 성인에서 비수술적인 방법으로 정중 구개 봉합의 이개 가능성을 확인하였으나, 골 결손 및 치은 퇴축과 같은 치주적 문제를 예방하고 적절한 구치부 교합을 얻기 위해서는 치아 치조성 경사보다 기저골의 악정형적 확장이 필요하다(Thilander와 Nyman 등, 1983). 이러한 면에서 골격성 확장 효과를 최대화 할 수 있는 장치가 디자인되어야 한다.

근래에 성인에서 골격성 확장 효과를 최대화하기 위해 골 고정원을 이용하여 상악 확장을 성공적으로 시행한 증례가 소개되었다(Gerlach과 Zahl, 2003, Ramieri와 Spada 등, 2005). 정중 구개 봉합과 상악골 주위 구조물의 저항을 줄여주기 위해 수술적 방법이 동반되기는 하였으나, 이는 성인에서 골격성 확장을 얻기 위해 골내 고정원을 구개부에 식립하여 고정원을 보강하는 방식이 성인에서 통상적인 RPE를 이용한 상악 확장의 한계에 대한 대안이 될 수 있음을 시사하였다.

미니스크류를 동반한 급속 구개 확장 장치(miniscrew assisted rapid palatal expansion, MARPE)는 미니스크류를 통해 직접적으로 기저골에 확장력을 적용하기 위해 디자인된 장치로 비수술적인 방법으로 성인에서 골격적 확장을 얻을 수 있다. 성인 환자에서 MARPE를 통한 확장 시 성장기 환자에서 RPE를 사용하였을 때와 유사한 골격성 확장 효과를 보인다고 보고된 바 있으며(박, 2006, Lee와 Park 등, 2010), 정중 구개 봉합 이개 후에도 확장력이 고정원 치아와 미니스크류를 통해 효과적이고 지속적으로 봉합부에 부여됨으로써 그 효과가 장기 안정성에 도움이 될 것으로 예측된다.

성장기 환자에서 RPE 사용시 50%의 골격적 확장을 얻을 수 있으며(Krebs, 1964, Lagravere와 Major 등, 2005), 전체 확장량 중 약 1/3이 재발된다고 보고되었다(Baccetti와 Franchi 등, 2001, Handelman과 Wang 등, 2000). 따라서 확장 후 재발을 최소화하기 위해 유지기간을 늘리거나, 과확장하는 방법이 추천 되어진다(Jacobs와 Bell 등, 1980). SARPE를 이용한 확장도 이와 유사하거나 보다 낮은 재발율이 보고되었으나(Kraut, 1984, Berger와 Pangrazio-Kulbersh 등, 1998), MARPE의 안정성에 관한 연구는 보고되지 않았다.

그러므로 본 연구에서는 성인에서 비수술적 방법으로 상악 확장 효과를 얻기 위해 사용된 MARPE의 안정성을 분석하여, 임상적 효용성에 대해 알아보고자 한다. 이를 위해 악골의 횡적 부조화를 보이는 사춘기 성장이 지난 환자에서 치료 전(T1), 치료 후(T2), 치료 후 유지기간(T3)시 진단 모형과 정모 두부 방사선사진을 채득하여 MARPE를 이용한 상악 확장 치료의 안정성을 평가하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

2004년에서 2007년 사이에 연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 환자들 중 교정 진단 및 치료 계획 결과, 양측성 또는 편측성 구치부 반대교합을 보이는 성인 교정 치료 환자를 확장 치료군(expansion, E)으로 선정하였다. 이 중 MARPE 확장 후, 정중 구개 봉합 이개가 일어난 대상자 중, 비발치 교정 치료 후 적어도 1년 이상 경과한 환자 13명을 선별하였다. 이 환자들의 치료 시작 시 평균 나이는 21세였다(표준편차 SD 2.65, 범위 19-28세).

MARPE에 대한 안정성 및 치주 조직 변화를 평가하는데 있어서, 교정 치료 변수에 대한 영향을 배제하기 위해 비확장 치료군(non-expansion, NE)으로 상악 확장 치료가 필요하지 않은 성인 교정 치료 환자 13명을 선별하였다. 이 환자들은 상악 확장, 발치 등 상악 구치부의 폭경 변화를 요하는 치료를 제외한 통상적인 교정치료를 받았다. 치료 시작 시 평균 나이는 19.4세였다(표준편차 SD 2.33, 범위 17-24세).

상악 확장 시 부작용으로 발생할 수 있는 치은 퇴축을 연령에 따른 생리적 치은 퇴축과 비교, 평가하기 위해 상악 확장 및 어떠한 교정 치료도 받지 않은 성인 13명을 비치료군(non-treatment, NT)으로 선별하였다. 연세대학교 치과대학 학생의 준중단 자료(진단 모형) 중 I급 견치 및 구치 관계를 보이는 정상 교합자를 대상으로 하였다. 관찰 시작 시 평균 나이는 19.5세였다(표준편차 SD 0.97, 범위 18-22세)(Table 1).

## 2. 연구방법

### (1) 미니스크류 보강형 구개 확장 장치의 임상 적용

기존의 hyrax type RPE의 스크류 부위에 0.8mm stainless steel wire hook 4개를 용접하여 hook 부분에 미니스크류가 삽입될 수 있게 하였다. 4개의 hook이 연결되어 있는 hyrax type RPE를 환자에 장착한 후 국소마취 하에 4개의 미니스크류를 구개골에 수직이 되도록 위치시킨 후, 충분한 양의 골 폭경을 얻을 수 있는 parasagittal area(Kim과 Yun 등, 2006)에 식립하였다. 식립 후, 미니스크류 head와 hook을 광중합형 레진(Transbond™, 3M Unitec, USA)으로 하나의 단위로 연결하여 미니스크류와 RPE 장치 사이에 간격이 없도록 하였다. (Fig 1.)

1일에 1회(1/4바퀴)의 잭 스크류를 회전시키는 준 급속 확장을 시행하였고 치아 반교두 폭경만큼 과확장하였다. 확장 완료 후, MARPE를 유지 장치로 3개월간 스크류 회전 없이 유지하였고, 이후 고정식 교정 장치를 이용한 치료가 진행되었다. 고정식 교정 치료 완료 후, 상악 6전치부에 고정식 유지 장치를 부착하였다. 고정식 유지 장치와 함께 circumferential retainer를 6개월간 밤낮으로 착용하였고, 이후에는 밤에만 착용하도록 하였다.

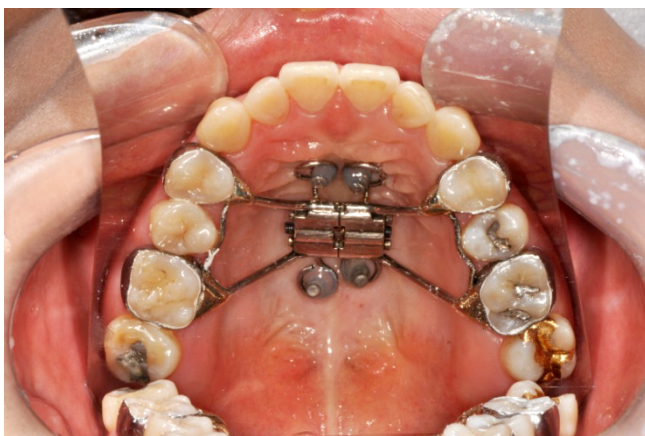


Fig 1. Miniscrew assisted rapid palatal expander (MARPE)

## (2) 자료의 수집

확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE) 모두 치료 전(T1), 치료 후(T2), 치료 후 유지기간(T3: 치료 후 1년 이상)에서 진단 모형과 정모 두부 방사선 사진을 채득하여 치아 치조성 및 골격성 변화를 평가하였다.

정모 두부 방사선 사진은 연세대학교 치과대학병원 방사선과에서 Carnex3+ (Soredex, Helsinki, Finland)를 이용하여 두부를 natural head position으로 위치시키고, 두부의 횡축을 중심으로 한 회전에 의한 변화를 최소화하기 위해 김(2005)이 제안한 외안각 지시법을 응용하여 X-ray기기의 ear rod의 정중점과 환자의 외안각과의 수직 거리를 T1, T2, T3에서 동일하게 설정하여 채득하였다. (Fig 2.)

확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE) 모두 진단 모형을 알지네이트 인상재를 이용하여 채득한 후, 초경석고를 이용하여 진단 모형을 제작하였다.

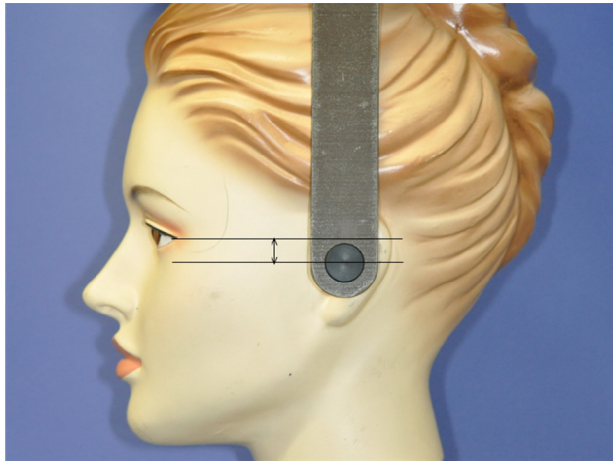


Fig 2. Standardization of head position



### (3) 계측점 및 계측치

Cameron과 Franchi 등(2002), Baccetti와 Franchi 등(2001), Chamberland와 Proffit(2008) 및 Handelman과 Wang 등(2000)의 분석법을 토대로 계측점과 계측치 등을 선정하였다. (Fig 3-5.)

#### ① 정모 두부 방사선 사진

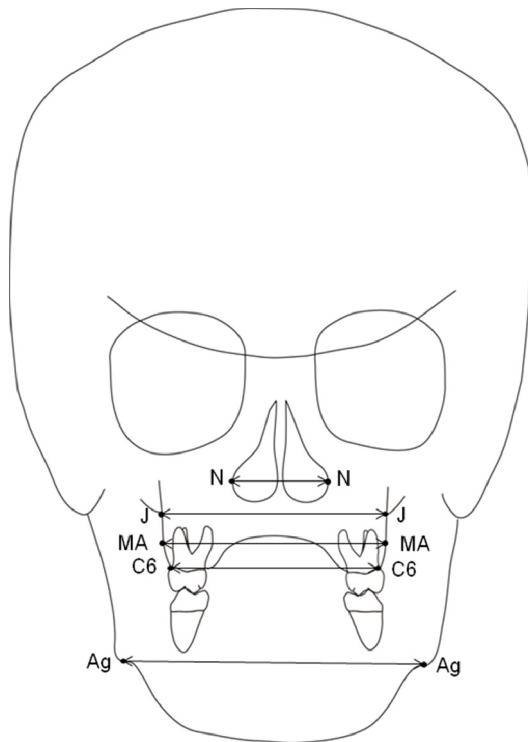


Fig 3. Landmarks and linear measurements representing dimensions of postero-anterior cephalogram

Most lateral wall of the nasal cavity(N)

J point(J)

Middle alveolus(MA)

Cervical point of maxillary 1st molar(C6)

Antegonial notch(Ag)

- a) N-N : nasal cavity 최대 폭경 (nasal width)
- b) J-J : J point간 최대 길이 (maxillary width)
- c) MA-MA : J와 C간 거리 중앙점에서의 상악 협측 치조골간 최대 길이 (middle alveolus width)
- d) C6-C6 : 상악 제 1대구치 법랑-백아 경계간 최대 길이 (cervical width)
- e) Ag-Ag : antegonial notch간 수평 길이 (mandibular width)

② 진단 모형

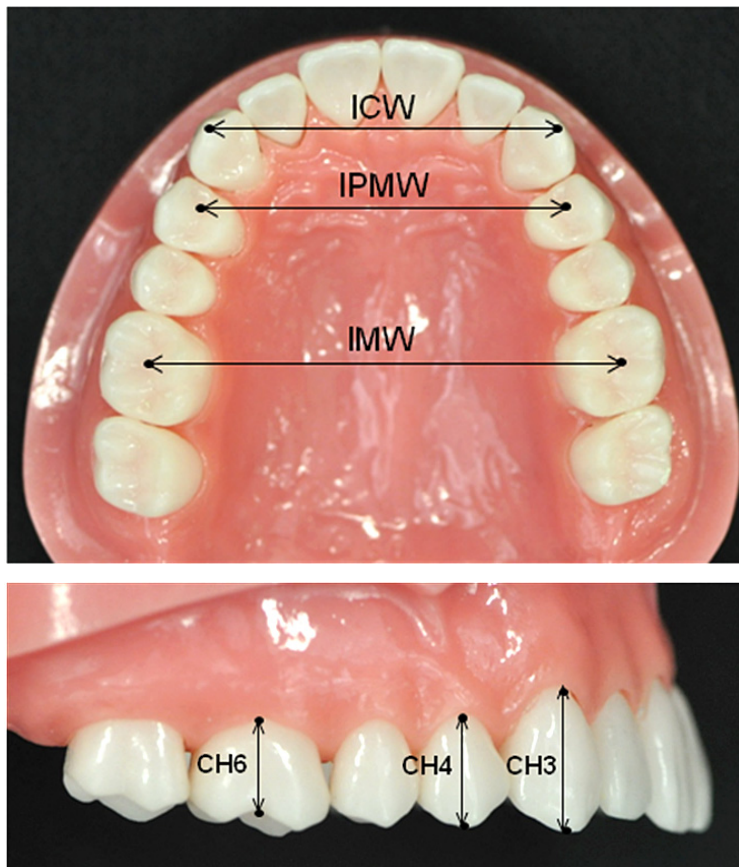


Fig 4. Landmarks and linear measurements representing dimensions of study cast

Cervical point of maxillary canine (C3)

Cervical point of maxillary 1st premolar (C4)

Cervical point of maxillary 1st molar (C6)

- a) ICW : 상악 견치 폭경 (intercanine width : cusp tip-cusp tip)
- b) IPMW: 상악 제 1소구치 폭경 (interpremolar width : mesial fossa-mesial fossa)
- c) IMW: 상악 제 1대구치 폭경 (intermolar width : central fossa-central fossa)
- d) CH3: 상악 견치 협측 임상 치관 길이  
(clinical crown height of maxillary canine : C3-cusp tip)
- e) CH4: 상악 제 1소구치 협측 임상 치관 길이  
(clinical crown height of maxillary 1st premolar : C4-buccal cusp tip)
- f) CH6: 상악 제 1대구치 협측 임상 치관 길이  
(clinical crown height of maxillary 1st molar : C6-buccal groove)

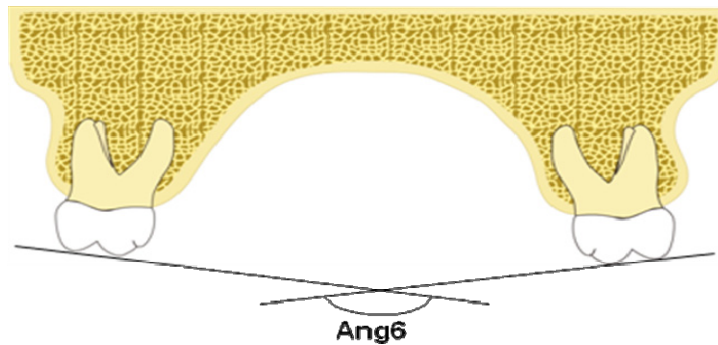


Fig 5. Angular measurement representing dimensions of study cast

- a) Maxillary 1st molar axial angulation (Ang6)

#### (4) 계측치의 분석 및 통계처리

정모 두부 방사선 사진 및 진단 모형의 계측 및 분석은 동일한 조사자에 의해 이루어졌으며 조사자내 오차를 확인하기 위해 1/100mm단위까지 2회 반복하여 계측되었다. 계측된 자료들을 SPSS 15.0 프로그램(SPSS Inc., Illinois, USA)을 이용하여 통계처리 하였다.

- ① 조사자내 오차 검정(Paired T test)
- ② 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE), 비치료군(NT)의 연령, 치료 기간, 치료 후 유지기간 및 관찰기간의 유의차 검정(One-Way ANOVA: Tukey's-b)
- ③ 성별에 따른 치아 치조성 및 골격성 계측치에 대한 유의차 검정(Independent T test)
- ④ 치료 전, 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)간의 계측치 차이에 대한 유의차 검정(Independent T test)
- ⑤ 확장 치료군(E)에서 치료 전, 후 변화량에 대한 유의차 검정(Paired T test)
- ⑥ 확장 치료군(E)에서 치료 후 유지기간 동안 변화량에 대한 유의차 검정(Paired T test)
- ⑦ 치료 후 유지기간에서 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)간의 계측치 차이에 대한 유의차 검정(Independent T test)
- ⑧ 확장 치료군(E)에서 성별, 연령 및 확장량에 따른 치료 후 재발량에 대한 상관 관계 분석(Pearson's Correlation analysis)
- ⑨ 성별에 따른 임상 치관 길이 변화량에 대한 유의차 검정(Independent T test)
- ⑩ 그룹간 임상 치관 길이 변화량 차이에 대한 유의차 검정(One-Way ANOVA: Tukey's-b)
- ⑪ 확장 치료군(E)에서 연령 및 확장량에 따른 임상 치관 길이 변화량과 치아 경사량에 대한 상관 관계 분석(Pearson's Correlation analysis)

### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 조사자내 오차 검증

확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE) 및 비치료군(NT)의 모든 계측치를 1개월 간격으로 재측정 하였을 때, T test 결과 유의한 차이가 없었다.

#### 2. 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE), 비치료군(NT)간 연령, 치료기간, 치료 후 유지기간 및 관찰기간의 유의차 검증

확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE)의 치료 시작, 치료 완료, 치료 후 유지 시기 및 기간과 비치료군(NT, 정상 교합자)의 관찰 시기 및 기간을 평가하였다(Table 1). 그룹간 평균 연령, 치료 기간(T1-T2), 치료 후 유지 기간(T2-T3) 및 관찰 기간(T1-T3)에서 유의할 만한 차이가 관찰 되지 않았다.

Table 1. Comparison of mean age and age range for expansion, non-expansion and non-treatment groups at different observation times, and mean duration of observation intervals.

	1-Expansion(n=13)			2-Non-expansion(n=13)			3-Non-treatment(n=13)			P		
	Mean	SD	Min-max	Mean	SD	Min-max	Mean	SD	Min-max	1-2	2-3	1-3
T1	21.00	2.65	19y-28y	19.39	2.33	17y-24y	19.46	0.97	18y-22y	NS	NS	NS
T2	22.96	2.76	20.5y-29.4y	22.31	2.81	18.3y-27.9y	21.43	0.97	19.9y-23.9y	NS	NS	NS
T3	25.53	3.29	21.7y-32.5y	23.33	2.68	20.5y-29.4y	23.49	0.97	23y-26y	NS	NS	NS
T1-T2	1.95	0.65	1.4y-3.5y	2.00	0.77	1.3y-3.9y	1.97	0.08	1.9y-2.1y	NS	NS	NS
T2-T3	2.57	1.12	1.1y-4.0y	2.03	0.33	1.5y-2.5y	2.06	0.04	2y-2.1	NS	NS	NS
T1-T3	4.52	1.21	2.7y-6.7y	4.03	0.67	3.2y-5.4y	4.03	0.05	4y-4.1y	NS	NS	NS

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance  
T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

### 3. 성별에 따른 치아 치조성 및 골격성 계측치에 대한 유의차 검정

성별에 따른 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE)의 치아 치조성 및 골격성 계측치에 대한 유의차를 확인하였다. 확장 치료군, 비확장 치료군 모두 성별에 따른 치료 기간(T1-T2), 치료 후 유지 기간(T2-T3) 및 관찰 기간(T1-T3)동안 치아 치조성 및 골격성 계측치에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 따라서 치아 치조성 및 골격성 계측치는 성별에 대한 구분없이 계측되었다.

Table 2. Comparison of dentoalveolar and skeletal measurements between male and female

Group	Variables		Male			Female			P
			n	Mean	SD	n	Mean	SD	
Expansion	ICW	T1	8	34.15	1.10	5	33.68	2.33	NS
		T2	8	36.61	1.44	5	35.92	1.83	NS
		T3	8	36.55	1.44	5	35.79	1.83	NS
	IPMW	T1	8	34.75	1.06	5	35.53	1.23	NS
		T2	8	39.25	0.94	5	39.15	1.65	NS
		T3	8	38.90	1.00	5	38.70	1.18	NS
	IMW	T1	8	46.35	3.36	5	45.27	3.60	NS
		T2	8	51.09	1.98	5	49.20	2.97	NS
		T3	8	50.73	2.35	5	48.68	2.85	NS
	N-N	T1	8	33.71	3.32	5	30.86	1.55	NS
		T2	8	35.26	3.37	5	32.73	1.87	NS
		T3	8	35.22	3.33	5	32.64	1.90	NS
	J-J	T1	8	70.25	4.95	5	64.96	5.17	NS
		T2	8	71.96	5.00	5	66.70	5.09	NS
		T3	8	71.89	5.03	5	66.63	5.09	NS
MA-MA	T1	8	69.42	4.63	5	63.53	4.25	NS	
	T2	8	72.04	4.69	5	66.05	4.58	NS	
	T3	8	71.74	4.79	5	66.04	4.64	NS	

	C6-C6	T1	8	56.33	3.15	5	53.56	3.64	NS
		T2	8	60.69	2.22	5	57.60	3.25	NS
		T3	8	60.33	2.62	5	57.13	3.13	NS
	Ag-Ag	T1	8	99.07	6.37	5	94.48	1.80	NS
		T2	8	99.08	6.41	5	94.49	1.83	NS
		T3	8	99.08	6.43	5	94.49	1.79	NS
Non-expansion	ICW	T1	10	35.27	2.15	3	34.85	2.04	NS
		T2	10	36.67	2.29	3	36.48	0.46	NS
		T3	10	36.78	2.17	3	36.62	0.78	NS
	IPMW	T1	10	36.83	2.01	3	36.18	2.73	NS
		T2	10	38.21	1.70	3	39.23	2.46	NS
		T3	10	38.30	1.57	3	39.61	2.47	NS
	IMW	T1	10	50.35	3.04	3	47.39	2.66	NS
		T2	10	49.42	3.07	3	48.04	3.36	NS
		T3	10	49.60	3.04	3	48.49	3.02	NS
	N-N	T1	10	35.78	2.45	3	33.02	1.69	NS
		T2	10	35.78	2.46	3	33.30	2.29	NS
		T3	10	35.80	2.48	3	33.56	2.13	NS
	J-J	T1	10	73.04	3.88	3	69.41	1.45	NS
		T2	10	72.92	4.12	3	69.78	1.32	NS
		T3	10	72.95	4.16	3	69.84	1.13	NS
	MA-MA	T1	10	71.99	4.10	3	69.62	1.06	NS
		T2	10	71.84	4.36	3	69.53	1.03	NS
		T3	10	71.89	4.43	3	69.73	0.89	NS
	C6-C6	T1	10	59.40	3.35	3	56.36	2.78	NS
		T2	10	58.12	3.91	3	57.35	3.73	NS
		T3	10	58.24	4.00	3	57.72	3.44	NS
Ag-Ag	T1	10	100.34	6.32	3	98.77	0.84	NS	
	T2	10	100.30	6.40	3	98.75	0.85	NS	
	T3	10	100.37	6.48	3	98.84	0.91	NS	

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

ICW: intercanine width, IPMW: interpremolar width, IMW: intermolar width

N-N: nasal width, J-J: maxillary width, MA-MA: middle alveolus width

C6-C6: cervical width, Ag-Ag: mandibular width

#### 4. 치료 전, 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)간의 계측치 차이에 대한 유의차 검정

치료 전(T1), 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)에서 견치 폭경, antegonial notch사이 거리를 제외한 계측치에서 유의할 만한 차이를 보였다(Table 3). 비확장 치료군(NE)의 치성 계측치는 비치료군(NT, 정상 교합자)의 치성 계측치와 통계적으로 유의할 만한 차이를 보이지 않아서 정상 교합자의 계측치로 간주할 만 하였다.

Table 3. Comparison between expansion group and non-expansion group at T1

Variables	Expansion(E, n=13)		Non-expansion(NE, n=13)		P
	Mean	SD	Mean	SD	
ICW mm	33.97	1.60	35.17	2.05	NS
IPMW mm	35.05	1.14	36.68	2.09	*
IMW mm	45.94	3.35	49.67	3.13	*
N-N mm	32.61	3.05	35.14	2.54	*
J-J mm	68.21	5.51	72.19	3.77	*
MA-MA mm	67.16	5.24	71.44	3.72	*
C6-C6 mm	55.27	3.49	58.70	3.39	*
Ag-Ag mm	97.28	6.34	99.98	6.13	NS
J-J/ Ag-Ag %	70.17	4.37	72.22	2.28	*

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

ICW: intercanine width, IPMW: interpremolar width, IMW: intermolar width

N-N: nasal width, J-J: maxillary width, MA-MA: middle alveolus width

C6-C6: cervical width, Ag-Ag: mandibular width



## 5. 확장 치료군(E)에서 치료 전, 후 변화량에 대한 유의차 검정

확장 치료군(E)에서 평균 치료기간은 1.95년이었으며, 치료 전, 후(T1-T2) antegonial notch사이 거리를 제외한 계측치 변화량에서 모두 유의할 만한 변화를 보였다(Table 4). 즉, 확장 치료를 통해 상악에서 치아 치조성, 골격성 확장 효과가 있었음을 확인할 수 있었다.

Table 4. Comparison between T1 and T2 in expansion group

Variables	Expansion(E, n=13)				P
	T1(mean)	SD	T2(mean)	SD	
ICW mm	33.97	1.60	36.35	1.57	***
IPMW mm	35.05	1.14	39.21	1.19	***
IMW mm	45.94	3.35	50.36	2.48	***
N-N mm	32.61	3.05	34.01	3.06	***
J-J mm	68.21	5.51	69.94	5.51	***
MA-MA mm	67.16	5.24	69.74	5.39	***
C6-C6 mm	55.27	3.49	59.50	2.97	***
Ag-Ag mm	97.28	6.34	97.31	6.41	NS
J-J/ Ag-Ag %	70.17	4.37	71.77	4.39	**

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

ICW: intercanine width, IPMW: interpremolar width, IMW: intermolar width

N-N: nasal width, J-J: maxillary width, MA-MA: middle alveolus width

C6-C6: cervical width, Ag-Ag: mandibular width

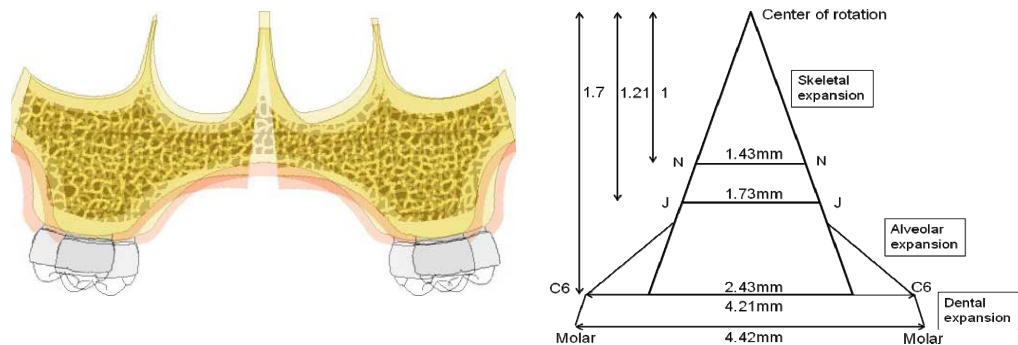


Fig 6. The diagram of dentoalveolar and skeletal expansion in expansion group

## 6. 확장 치료군(E)에서 치료 후 유지 기간동안 변화량에 대한 유의차 검정

확장 치료군(E)에서 치료 후 유지 기간(T2-T3)은 평균 2.57년이었으며, 제 1소구치 폭경, 제 1대구치 폭경, cervical width에서 유의할 만한 차이를 보였다. 그러나 견치 폭경과 골격성 변화에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

Table 5. Comparison between T2 and T3 in expansion group

Variables	Expansion(E, n=13)				P	Relapse(%)
	T2(mean)	SD	T3(mean)	SD		
ICW mm	36.35	1.57	36.26	1.57	NS	3.69
IPMW mm	39.21	1.19	38.82	1.04	*	9.39
IMW mm	50.36	2.48	49.95	2.65	**	9.45
N-N mm	34.01	3.06	33.95	3.05	NS	4.29
J-J mm	69.94	5.51	69.87	5.52	NS	4.05
MA-MA mm	69.74	5.39	69.49	5.37	NS	7.38
C6-C6 mm	59.50	2.97	59.10	3.15	**	9.45
Ag-Ag mm	97.31	6.41	97.21	6.37	NS	
J-J/ Ag-Ag %	71.77	4.39	71.77	4.41	NS	

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

ICW: intercanine width, IPMW: interpremolar width, IMW: intermolar width

N-N: nasal width, J-J: maxillary width, MA-MA: middle alveolus width

C6-C6: cervical width, Ag-Ag: mandibular width

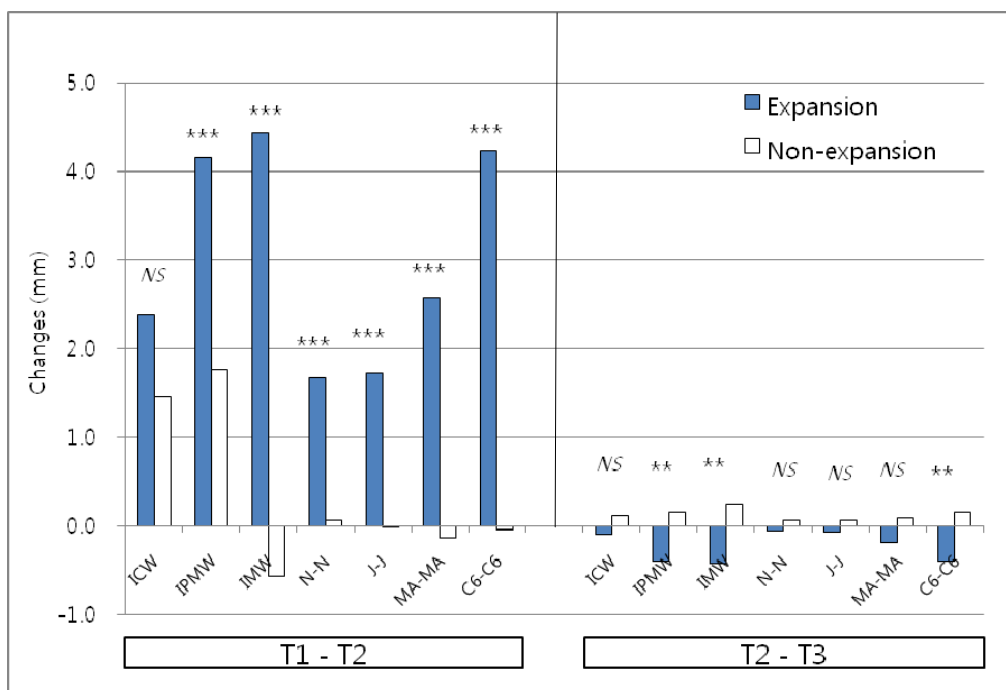


Fig 7. Dentoalveolar and skeletal changes in expansion and non-expansion groups

## 7. 치료 후 유지 기간에서 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)간의 계측치 차이에 대한 유의차 검정

치료 후 유지 기간(T3)에서 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)의 치아 치조성 및 골격성 변화를 나타내는 계측치에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았다(Table 6). 확장 치료군(E)에서 확장이 치료 효과가 효과적으로 시행 및 유지되었음을 확인 할 수 있었다.

Table 6. Comparison between expansion group and non-expansion group at T3

Variables		Expansion(E, n=13)		Non-expansion(NE, n=13)		P
		Mean	SD	Mean	SD	
ICW	mm	36.26	1.57	36.75	1.91	NS
IPMW	mm	38.82	1.04	38.60	1.79	NS
IMW	mm	49.95	2.65	49.34	2.95	NS
N-N	mm	33.95	3.05	35.28	2.51	NS
J-J	mm	69.87	5.52	72.23	3.86	NS
MA-MA	mm	69.49	5.37	71.39	3.97	NS
C6-C6	mm	59.10	3.15	58.12	3.75	NS
Ag-Ag	mm	97.21	6.37	99.87	5.97	NS
J-J/ Ag-Ag	%	71.77	4.41	72.35	3.50	NS

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

ICW: intercanine width, IPMW: interpremolar width, IMW: intermolar width

N-N: nasal width, J-J: maxillary width, MA-MA: middle alveolus width

C6-C6: cervical width, Ag-Ag: mandibular width

## 8. 확장 치료군(E)에서 성별, 연령 및 확장량에 따른 치료 후 재발량에 대한 상관 관계 분석

성별, 연령 및 치료 전, 후(T1-T2) 계측치 변화량에 따른 치아 치조성 및 골격성 재발량(T2-T3)에 대한 계측치간의 상관 관계를 확인하였다(Table 7).

확장 치료군(E)에서 연령, 성별 차이 및 치료 전, 후 계측치 변화량과 이에 따른 재발량과의 상관관계를 평가해 본 결과, 모든 계측치에서 유의성 있는 상관 관계를 보이지 않았다.

Table 7. Correlations between the independent variables (age, sex, amount of expansion) and post-treatment decrease (T2-T3)

Variables	Age		Sex		Amount of expansion	
	Expansion(n=13)		Male(n=8)	Female(n=5)	Expansion(n=13)	
	r	P	r	P	r	P
∠ ICW	0.02	NS	-0.12	NS	0.01	NS
∠ IPMW	-0.07	NS	-0.11	NS	-0.12	NS
∠ IMW	0.04	NS	-0.20	NS	-0.12	NS
∠ N-N	-0.21	NS	-0.26	NS	0.24	NS
∠ J-J	-0.42	NS	0.05	NS	-0.21	NS
∠ MA-MA	-0.04	NS	0.28	NS	0.29	NS
∠ C6-C6	-0.23	NS	-0.12	NS	-0.31	NS

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

r : Pearson's Correlation Coefficient

ICW: intercanine width, IPMW: interpremolar width, IMW: intermolar width

N-N: nasal width, J-J: maxillary width, MA-MA: middle alveolus width

C6-C6: cervical width, Ag-Ag: mandibular width

## 9. 성별에 따른 임상 치관 길이 변화량에 대한 유의차 검정

견치, 제 1소구치, 제 1대구치에서 성별에 따른 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE) 및 비대조군(NT)의 협측 임상 치관 길이 변화에 대한 유의차를 확인하였다(Table 8).

확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE), 비대조군(NT) 모두 성별에 따른 치료 기간(T1-T2), 치료 후 유지 기간(T2-T3) 및 관찰 기간(T1-T3)동안 협측 임상 치관 길이 변화에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 따라서, 임상 치관 길이 변화는 성별에 대한 구분없이 계측되었다.

Table 8. Comparison of changes in clinical crown height between male and female

Group	Variables	Male			Female			<i>P</i>	
		n	Mean	SD	n	Mean	SD		
Expansion (E)	ΔCH3	T1-T2	8	0.27	0.22	5	0.40	0.52	NS
		T2-T3	8	0.27	0.25	5	0.21	0.31	NS
		T1-T3	8	0.54	0.36	5	0.61	0.51	NS
	ΔCH4	T1-T2	8	0.55	0.48	5	0.46	0.71	NS
		T2-T3	8	0.34	0.45	5	0.35	0.21	NS
		T1-T3	8	0.89	0.43	5	0.82	0.83	NS
	ΔCH6	T1-T2	7	0.34	0.53	5	0.03	0.18	NS
		T2-T3	7	0.42	0.47	5	0.55	0.57	NS
		T1-T3	7	0.76	0.58	5	0.58	0.65	NS
Non-expansion (NE)	ΔCH3	T1-T2	10	0.37	0.40	3	0.35	0.17	NS
		T2-T3	10	0.16	0.17	3	0.12	0.18	NS
		T1-T3	10	0.53	0.45	3	0.47	0.34	NS
	ΔCH4	T1-T2	10	0.39	0.71	3	0.39	0.11	NS
		T2-T3	10	0.31	0.34	3	0.24	0.28	NS
		T1-T3	10	0.70	0.66	3	0.62	0.26	NS
	ΔCH6	T1-T2	10	0.05	0.49	3	0.18	0.16	NS
		T2-T3	10	0.36	0.26	3	0.64	0.40	NS
		T1-T3	10	0.41	0.51	3	0.81	0.52	NS
Non-treatment (NT)	ΔCH3	T1-T2	7	0.12	0.18	6	0.23	0.23	NS
		T2-T3	7	0.14	0.26	6	0.13	0.07	NS
		T1-T3	7	0.26	0.25	6	0.36	0.28	NS
	ΔCH4	T1-T2	7	0.17	0.27	6	0.18	0.14	NS
		T2-T3	7	0.18	0.19	6	0.10	0.23	NS
		T1-T3	7	0.35	0.34	6	0.28	0.26	NS
	ΔCH6	T1-T2	7	0.02	0.42	6	0.18	0.39	NS
		T2-T3	7	0.19	0.31	6	0.14	0.43	NS
		T1-T3	7	0.21	0.19	6	0.32	0.26	NS

\* *P*<0.05, \*\**P*<0.01, \*\*\**P*<0.001, NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

CH3: clinical crown height of Mx. canine, CH4: clinical crown height of Mx. 1st premolar

CH6: clinical crown height of Mx. 1st molar

## 10. 그룹간 임상 치관 길이 변화량 차이에 대한 유의차 검정

확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE) 및 비대조군(NT)에서 협측 임상 치관 길이 변화량에 대한 유의차를 확인하였다(Table 9).

확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE) 및 비치료군(NT)간 협측 임상 치관 길이의 변화량은 확장 치료군, 비확장 치료군 및 비치료군 순으로 작게 나타났지만, 관찰 기간(T1-T3)동안 제 1소구치 부위를 제외하고 모든 기간에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 제 1소구치 부위에서 관찰 기간(T1-T3)동안 협측 임상 치관 길이 변화량의 유의할 만한 차이를 보였으며, 사후 검정에서 확장 치료군(E)과 비치료군(NT)간에 유의성 있는 차이를 나타냈다.

Table 9. Comparison of changes in clinical crown height in expansion, non-expansion and non-treatment groups

Variables		1-Expansion		2-Non-expansion		3-Non-treatment		P		
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	1-2	2-3	1-3
∠CH3	T1-T2	0.32	0.35	0.37	0.35	0.17	0.20	NS	NS	NS
	T2-T3	0.25	0.26	0.15	0.17	0.13	0.19	NS	NS	NS
	T1-T3	0.57	0.40	0.52	0.41	0.30	0.26	NS	NS	NS
∠CH4	T1-T2	0.52	0.55	0.39	0.61	0.18	0.21	NS	NS	NS
	T2-T3	0.34	0.36	0.29	0.32	0.14	0.21	NS	NS	NS
	T1-T3	0.86	0.58	0.68	0.58	0.32	0.30	NS	NS	*
∠CH6	T1-T2	0.21	0.43	0.08	0.43	0.09	0.40	NS	NS	NS
	T2-T3	0.47	0.49	0.42	0.30	0.17	0.35	NS	NS	NS
	T1-T3	0.69	0.59	0.50	0.52	0.26	0.22	NS	NS	NS

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

CH3: clinical crown height of Mx. canine, CH4: clinical crown height of Mx. 1st premolar

CH6: clinical crown height of Mx. 1st molar



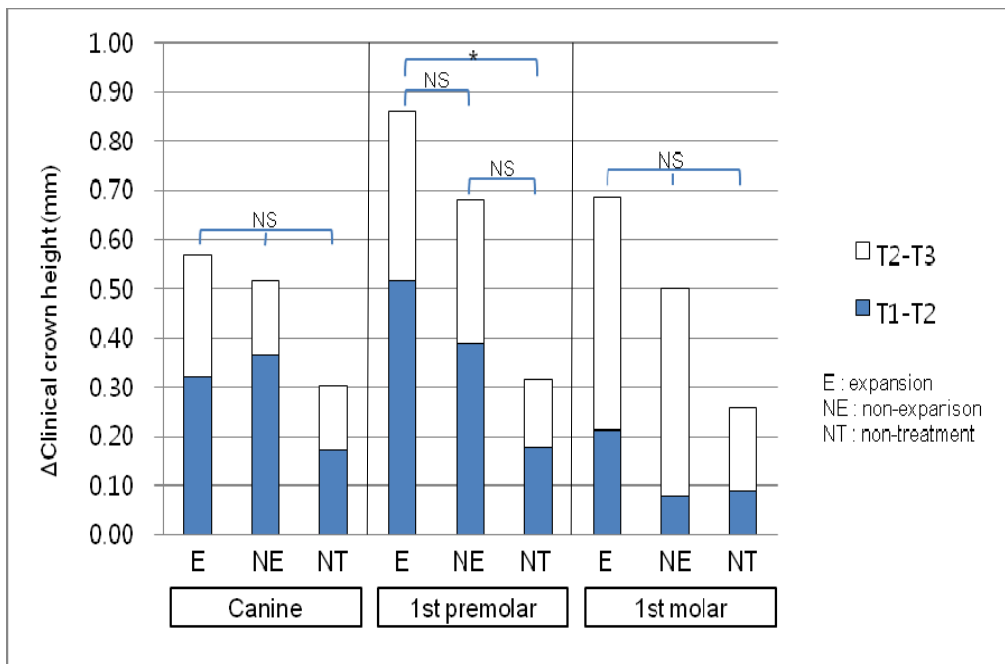


Fig 8. The changes of clinical crown height in expansion, non-expansion and non-treatment groups

## 11. 확장 치료군(E)에서 연령 및 확장량에 따른 임상 치관 길이 변화량과 치아 경사량에 대한 상관 관계 분석

확장 치료군(E)에서 연령 및 상악 제 1대구치 확장량에 따른 치료 기간(T1-T2), 치료 후 유지 기간(T2-T3), 관찰 기간(T1-T3)동안 협측 임상 치관 길이 변화량과 치아 경사량에 대한 계측치간의 상관 관계를 확인하였다(Table 10).

치료 기간, 치료 후 유지 기간, 관찰 기간 동안 치료 시작(T1)시 연령 및 임상 치관 길이에 따른 협측 임상 치관 길이 변화량과 치아 경사 변화량은 모두 유의성 있는 상관 관계를 나타내지 않았다.

치료 기간, 치료 후 유지 기간 및 관찰 기간동안 상악 제 1대구치 폭경 변화에 따른 협측 임상 치관 길이 변화량은 유의성 있는 상관 관계를 나타내지 않았다. 반면, 상악 제 1대구치 폭경 변화에 따른 치아 경사 변화량은 치료 기간 및 관찰 기간동안 유의성 있는 상관 관계를 보였지만, 치료 후 유지 기간에서는 유의성 있는 상관 관계를 나타내지 않았다.

Table 10. Correlations between the independent variables(age, amount of expansion, initial crown height) and the treatment-related parameters(the change of clinical crown height, tipping)

Variables	Expansion(n=12)								
		Mean	SD	Age		Amount of expansion		Initial clinical crown height	
				r	P	r	P	r	P
ΔCH6 (mm)	T1-T2	0.21	0.43	0.06	NS	0.19	NS	-0.07	NS
	T2-T3	0.47	0.49	0.32	NS	-0.27	NS	0.04	NS
	T1-T3	0.69	0.59	0.31	NS	-0.08	NS	-0.02	NS
ΔAng6 (tipping, °)	T1-T2	-2.28	10.70	-0.37	NS	-0.62	*	0.57	NS
	T2-T3	1.66	3.31	-0.01	NS	0.04	NS	-0.31	NS
	T1-T3	-0.62	9.51	-0.42	NS	-0.68	*	0.54	NS

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ , NS., not significance

T1: pre-treatment, T2: post-treatment, T3: follow-up

r: Pearson's Correlation Coefficient

CH6: clinical crown height of maxillary 1st molar

Ang6: maxillary 1st molar axial angulation

## IV. 고찰

본 연구의 목적은 성인에서 미니스크류 보강형 구개 확장 장치(Miniscrew Assisted Rapid Palatal Expander: MARPE)의 안정성을 분석, 평가하여 MARPE를 이용한 구개 확장의 임상적 효용성에 대해 알아보고자 하는 것이다. 이전 연구를 통해 성인에서 MARPE를 사용하였을 때 성장기 환자에서 RPE를 사용하였을 때와 유사한 골격성 확장 효과가 보고된 바 있으며(박, 2006, Lee와 Park 등, 2010), 이에 대한 치아 치조성 및 골격성 확장 효과의 안정성을 평가하는 것이 요구된다.

확장 치료의 안정성을 평가하기 위해 본 연구에서는 치료 전(T1), 치료 후(T2), 치료 후 유지 기간(T3: 치료 후 1년 이상)에서 채득한 정모 두부 방사선 사진과 진단 모형을 이용하였다. 정모 두부 방사선 사진은 MARPE에 의한 치아 치조성 및 골격성 변화를 정량화하여 비교, 분석하는데 보다 유용한 자료로 이용되었다(da Silva Filho와 Montes 등, 1995).

본 연구의 확장 치료군(연대연령  $21 \pm 2.65$ ), 비확장 치료군(연대연령  $19.4 \pm 2.33$ 세), 비치료군( $19.5 \pm 0.97$ 세)은 모두 최대 성장기를 지난 젊은 성인으로 선정하였다. MARPE 확장 치료의 안정성 및 치은 퇴축을 평가하기 위해 확장 치료군(E)군은 MARPE 확장 후 고정식 교정 치료를 시행한 환자를 대상으로 하였고, 비확장 치료군(NE)은 교정 치료 변수를 배제하기 위해 상악 구치부의 폭경 변화를 요하지 않는 통상적인 고정식 교정치료만을 시행한 환자를 대상으로 하였다. 비치료군(NT)은 성인에서 RPE 사용과 관련된 치은 퇴축을 평가하는데 있어서, 연령에 따른 생리적 치은 퇴축을 감별하기 위하여 정상 교합자를 대상으로 선정하였다.

상악 확장 치료의 안정적인 결과를 위해 확장 치료군(E)에서 MARPE 확장 시 치아 반교두 폭경만큼 과확장하였고, 3개월간 MARPE를 제거하지 않은 상태로 유지 기간을 가졌다. 과확장의 개념은 고정원으로 사용된 치아의 협축 경사와 관련 있으며(Wertz, 1970), RPE 확장 치료 후, 초기 확장량의 1/3정도가 재발된다고 보고된 바 있다(Baccetti와 Franchi 등, 2001, Handelman과 Wang 등, 2000). 이와 같은 일정 비율의 재발은 확장 후, 고정식 교정 장치 치료 시

협측 경사된 고정원 치아의 직립을 가능하게 하여 적절한 구치부 교합을 형성하도록 한다(Magnusson과 Bjerklin 등, 2009). 본 연구에서는 치료 후(T2)의 기록을 채득하여 평가하였고, 이 자료는 과확장 후 고정식 교정 치료 과정동안 구치부가 구개측으로 보상 경사된 상태를 나타낸다. MARPE 확장 후, 3개월간 유지기간을 갖는 것은 이개된 정중 구개 봉합의 방사선학적, 조직학적 소견이 정상적으로 회복하는데 3개월이 필요하다는 Starnbach 와 Bayne 등(1966)의 연구 결과에 근거를 두었다.

치료 전(T1), 비확장 치료군(NE)의 치성 계측치는 비치료군(NT, 정상 교합자)의 치성 계측치와 유의할 만한 차이를 보이지 않았고, 이는 비확장 치료군(NE)의 계측치가 정상 계측치에 근접하다고 볼 수 있다. 따라서 치료 전, 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)에서 견치 폭경 및 antegonial notch사이 거리를 제외한 계측치에서 유의할 만한 차이를 보인 것은 확장 치료군(E)에서 하악골의 횡적 폭경이 정상 범주인 반면 상악골의 횡적 폭경이 작아 상하악간 횡적 부조화가 있음을 나타낸다. 견치 폭경은 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE) 사이에 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 치료 전, 확장 치료군(E)에서 치아 총생으로 견치가 협측 경사나 변위를 보였기 때문이다. 확장 치료군(E)의 치료 전, 후(T1-T2) 변화량에서 제 1대구치 확장량에 비해 견치 확장량이 작게 나타났는데, 치료 전 견치의 협측 경사 및 변위가 확장 후 정상 위치로 수정되었고, 확장 시 제 1대구치 부위보다 소구치, 견치 부위에서 치아 치조성 확장이 작게 일어났기(Garrett과 Caruso 등, 2008) 때문이라 생각된다.

확장 치료군(E)에서 치료 전, 후(T1-T2), antegonial notch사이 거리를 제외한 모든 횡적 계측치 변화량에서 유의할 만한 변화를 보였다. Handelman과 Wang 등(2000)은 RPE를 이용한 확장시 연령이 증가함에 따라 확장 양상이 골격성에서 치아 치조성으로 변화된다고 보고하였고. Baccetti과 Franchi 등(2001)은 최대 성장 가속기 전 아동에서 3mm, 최대 성장 가속기가 지난 성인에서 0.9mm의 골격성 확장을 보고하였지만, 본 연구의 확장 치료군(E)에서는 구개부에 식립한 4개의 미니스크류 고정원으로 기저골의 확장을 용이하게 하며, 고착(consolidation) 기간동안 기저골을 이개된 상태로 유지함으로써 보다 많은 골격적 확장을 확인할 수 있었다. 그러나 MARPE에 의한 확장 효과도 통상적인 hyrax type RPE의 변형으로 치아-골 지지 장치이기

때문에 골격성 확장과 치아 치조성 확장 효과의 조합으로 볼 수 있다. SARPE를 이용한 확장에서도 상당량의 치아 치조성 확장이 일어나며 (Chung과 Goldman, 2003), 기저골의 확장량이 치아 치조성 확장만큼 크지 않다고 보고되었다 (Altug Atac과 Karasu 등, 2006). 상악골에서의 구조적인 제한과 장치 디자인 때문에 기저골의 확장보다 치아 치조성 확장이 더 크게 나타나는 확장 양상은 수술을 통한 확장이나 비수술을 통한 확장 모두에서 피할 수 없는 결과로 생각된다. 또한 RPE 확장 시, 비전두 봉합 근처를 회전 중심으로 삼각형 모양의 봉합 이개가 보고되었으며 (Haas 1961, da Silva Filho, 1995), 본 연구에서도 nasal width와 maxillary width의 확장량을 근거로 삼각형 모양의 골격성 확장을 확인 할 수 있었다. 따라서 비교적 작은 양의 골격적 확장이라도 치조정 부분에서는 더 많은 골격성 확장 효과를 보일 것으로 판단된다.

확장 치료군(E)에서 치료 후(T2), molar width 및 maxillary width와 antegonial notch사이 거리 비(J-J width/ag-ag width)는 비확장 치료군(NE)의 치료 전 측정값과 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 이는 치아 치조성 및 골격성 횡적 부조화가 치료 후 개선되었음을 나타낸다.

치료 후 유지 기간(T2-T3)동안 확장 치료군(E)은 소구치 폭경, 대구치 폭경, cervical width에서 유의할 만한 감소를 보였고, nasal width, maxillary width, middle alveolar width 및 견치 폭경에서는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 구치부에서 평균 재발율은 9.39-9.45%(소구치-대구치)로 치아 치조성 변화는 치료 후 유지 기간(T2-T3)동안 유의할 만한 재발이 관찰되었으나 골격성 변화는 치료 후 유의할 만한 변화없이 유지됨을 확인 할 수 있었다. 견치 폭경은 치료 전, 후(T1-T2) 치아 치조성 확장량의 변화가 작기 때문에 치료 후 유지 기간동안 유의할 만한 폭경 변화를 보이지 않은 것으로 생각된다. 치료 후 유지 기간동안 구치부에서 유의할 만한 폭경 감소가 관찰됨에도 불구하고 모든 환자에서 구치부 반대교합의 재발 없이 치료 결과가 유지되었다.

확장 치료군(E)에서 치료 후 유지 기간(T2-T3)동안 재발에 영향을 주는 요소를 평가하기 위해 성별, 연령 및 치료 전, 후 확장량을 변수로 상관관계를 분석한 결과, 모두에서 유의성 있는 상관관계를 발견할 수 없었는데, 이는 SAPRE에서 재발에 대한 상관관계를 분석한 결과와 동일하였다 (Magnusson과 Bjerklin 등, 2009). 이전 연구에서 치아 치조성 확장량이 많을수록, 치아

경사량이 클수록 높은 재발 가능성이 보고된 바 있으며(Handelman과 Wang 등, 2000, Magnusson과 Bjerklin 등, 2009), 본 연구에서는 젊은 성인의 제한된 연령 범위와 골격성 확장, 과확장 후 적절한 치아 경사를 이룬 점이 영향을 주었을 것이라고 생각된다.

RPE 확장 시 치주적 영향을 평가하기 위해 사춘기 전 아동에서 CT를 이용하여 평가한 결과, 특히 고정원으로 사용된 치아에서 협측 골 두께 및 높이의 감소가 보고된 바 있다(Garib와 Henriques 등, 2006). 이는 성인에서 RPE 사용 시 치주적 평가가 반드시 고려되어야 함을 시사하며, 본 연구에서는 MARPE 확장 시 치주적 평가를 위해 협측 임상 치관 길이를 측정하여 치은 퇴축을 조사하였다. 협측 임상 치관 길이 변화를 측정하는 것은 협측 부착 소실의 간접적인 측정 방법이지만 부정확할 수 있다. 이 방법은 치아의 교모나 치은 과증식에 영향을 받을 수 있으며, 치주낭 깊이나 골 결손 등을 고려하지 못한다(Karring과 Nyman 등, 1982). 그럼에도 불구하고 임상 치관 길이 변화를 측정하는 간접적 방법이 본 연구와 다른 연구들(Vanarsdall과 Herberger, 1987, Northway와 Meade, 1997, Handelman과 Wang 등, 2000)에서 사용되었다. 직접 구강 내에서 부착 높이, 치은 및 치주낭 깊이, 부착치은 폭경, 치조골 높이를 포함한 4가지 치주 평가 요소가 측정되기도 하였지만(Greenbaum과 Zachrisson 등, 1982), 실제 환자의 임상 검사가 필요하기 때문에 후향적인 연구에서는 시행이 어렵다.

확장 치료군(E)에서 치료 기간(T1-T2)동안 협측 임상 치관 길이 변화량을 측정한 결과 비확장 치료군(NE)과 비치료군(NT)에 비해 더 많은 증가량을 보였지만 유의할 만한 차이는 보이지 않았다. 교정 치료 완료 시 장치 제거 후 바로 진단모형을 채득하는 것은 치료 동안 구강위생 관리의 어려움으로 치은 염증이나 부종이 관찰될 수 있기 때문에 치주적 평가 요소 측정에 영향을 줄 수 있으며(Tersin, 1978), 본 연구에서도 이에 대한 영향이 있었을 것이라 판단된다. 치료 후 유지 기간(T2-T3)동안 제 1대구치의 협측 임상 치관 길이 변화는 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE) 모두 치료 기간 동안 변화량보다 유의성 있게 큰 값을 보였지만, 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE)간에는 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다. 교정 치료 동안 구강위생 관리의 어려움으로 생긴 염증과 부종이 장치 제거 후 완화되면서 치료 기간(T1-T2)동안의 임상 치관 길이 증가량보다 더 많은 변화를 보인 것으로 생각된다.

연령에 따른 치은 조직의 생리적 변화에 대한 이전 연구에서, 나이든 사람뿐 아니라 젊은 사람에서도 상악 소구치 및 대구치에서 종종 협측 치은 퇴축이 발생함이 보고되었고(O'Leary와 Drake 등, 1971, Ainamo와 Paloheimo 등, 1986, Loe와 Anerud 등, 1992), 성인에서 연령이 증가함에 따라 협측 치은 부착 소실이 일어난다고 하였다(Gorman, 1967, Sangnes와 Gjermo, 1976, Serino와 Wennstrom 등, 1994). RPE 사용이 자연적으로 발생하는 치은 퇴축을 촉진시키는지 알아보기 위해, 성인에서 RPE를 이용한 치료 후 치은 퇴축량을 SARPE를 시행한 군과 통상적인 교정 치료만을 받은 군과 비교하였을 때 RPE를 사용한 군에서 유의할 만하게 치은 퇴축이 더 많이 일어났음이 보고되었다(Northway와 Meade, 1997).

본 연구에서는 시간에 따른 생리적 치은 퇴축과 MARPE 사용에 따른 치은 퇴축을 평가하기 위해 치료 기간(T1-T2), 치료 후 유지 기간(T2-T3) 및 관찰기간(T1-T3)동안 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE)의 협측 임상 치관 길이 변화를 비치료군(NT, 정상 교합자)의 협측 임상 치관 길이 변화와 비교한 결과, 세 그룹 모두 유의성 있는 증가를 보였으나, 관찰 기간(T1-T3)동안 제 1소구치 부위를 제외하고 그룹간 유의할 만한 차이는 관찰되지 않았다. 제 1소구치를 제외한 부위의 임상 치관 길이 증가량 차이는 0.5mm미만이며, 0.5mm 미만의 임상 치관 길이 변화량 차이는 임상적으로 크게 중요시 되지 않는다고 하였다(Bassarelli와 Dalstra 등, 2005). 관찰 기간(T1-T3)동안 제 1소구치 부위에서 확장 치료군(E)과 비치료군(NT)사이에 유의할 만한 차이가 관찰되었으나, 임상 치관 길이 증가량 차이는 0.54mm로 Bassarelli와 Dalstra 등(2005)이 제안한 0.5mm 보다 미소하게 컸지만 여전히 임상적으로 받아들일만 하였다. 따라서 성인에서 상악 확장 시 MARPE의 사용은 치주적 관점에서 보다 안정적이라 볼 수 있다.

상악 확장 치료 시 치은 퇴축은 다양한 요인과 관계되어 있다. Muller와 Eger(1997, 2002)은 gingival biotype에 대한 개념을 소개하고, 치은 조직의 두께를 기록하는 것이 필수적이라고 하였는데, 이는 외상이나 수술, 염증 손상 이후에 두께가 얇은 치은에서 더 영향을 받기 쉽기 때문이다. 상악 확장 동안 고정원으로 사용된 치아를 발거한 후 관찰한 조직학적 연구에서 강한 염증 반응이 있음이 나타났고, 따라서 치은 조직과 biotype의 평가는 상악 확장 시

압력에 견딜 수 있는 조직 저항력을 결정하는데 필수적이다. 치은 염증의 존재는 치은 퇴축의 발생 또는 증가와 유의하게 관계가 있다고 보고되었고(Melsen과 Allais, 2005), 기존에 치은 퇴축이 존재하는 성인에서 비수술적 상악 확장은 시간이 경과함에 따라 새로운 치은 퇴축을 발생시키거나 기존의 치은 퇴축이 더 진행시키는 경향이 있다고 보고된 바 있다(Loe와 Anerud 등, 1992, Serino와 Wennstrom 등, 1994). 그러나 본 연구의 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE), 비치료군(NT) 사이에 치료 전(T1) 협측 임상 치관 길이에서 유의할 만한 차이는 관찰되지 않았다.

하악 전치의 전방경사와 치은 퇴축에 관한 이전 연구에서 하악 전치의 전방 경사를 동반한 교정 치료 시 치료 전, 후(T1-T2)에 있어서 치은 퇴축 관련 치아 수 및 양의 증가가 유의성 있게 관찰됨이 보고되었으며(Pearson, 1968, Artun과 Krogstad, 1987), 치조골을 벗어난 전치의 과도한 이동을 동반한 교정 치료는 치은 퇴축의 위험을 가질 가능성이 있다고 하였다(Joss-Vassalli와 Grebenstein 등, 2010). 그러나 본 연구에서는 상악 확장 치료 시 고정원으로 사용되었음에도 불구하고 제 1대구치의 협측 치은 퇴축량에서 확장 치료군(E), 비확장 치료군(NE), 비치료군(NT)간 유의한 차이가 발견되지 않았는데, 구치부에서 치아를 감싸는 치조골 및 치은 조직의 두께가 두껍고, 골내 고정원을 구개부에 식립함으로써 보다 많은 골격성 확장 효과로 고정원 치아의 협측 경사짐을 줄일 수 있었기 때문이라고 생각된다. 반면 제 1소구치 부위는 치아를 감싸는 치조골 및 치은 조직은 두께가 제 1대구치 부위에 비해 얇고(Garib와 Henriques 등, 2006, Muller와 Kononen, 2005), 확장 치료 시 고정원 치아로 사용되며, 견치 부위보다 많은 치아 치조성 확장(Garrett과 Caruso 등, 2008)으로 확장 치료군(E)과 비치료군(NT)간의 치은 퇴축량에서 유의한 차이를 보였다고 생각된다.

확장량에 따른 치아 경사 변화량은 치료 기간(T1-T2)와 관찰 기간(T1-T3)에서 유의할 만한 상관 관계를 보였고, 치료 후 유지 기간(T2-T3)에서는 유의할 만한 상관 관계를 보이지 않았다. 이는 MARPE를 이용한 확장 치료 시 치아 치조성 확장이 유의하게 동반됨을 나타내며, 치료 후 재발량과는 상관 관계가 없음을 보여준다. 성인에서 악궁 폭경 증가에 따른 치아 경사량의 변화에 대한 유의성 있는 상관관계는 Bassarelli와 Dalstra 등(2005)의 연구 결과와 부합한다.



성인에서 MARPE를 통한 상악 확장이 임상적으로 구치부 반대교합 재발 및 치은 퇴축과 관련된 치주적 문제없이 성공적인 결과를 얻음으로써 SARPE를 통한 확장 치료에 대해 재고를 요하게 되며, 이에 SARPE의 확장 효과 및 안정성에 대한 이전 연구와 비교해 볼 필요가 있다. Northway 와 Meade(1997)은 SARPE를 통한 확장 시 더 적은 치아 경사 이동 및 더 큰 악정형적 확장을 얻을 수 있으며, 이러한 이유로 치은 퇴축에 민감한 환자에서 SARPE가 적응증이 된다고 하였다. Chung과 Goldman(2003)은 Lefort I 골절단 및 정중 구개 골절단으로 SARPE를 시행한 직후, 편측 제 1대구치가  $7.04 \pm 4.58$ 도 협측 경사됨을 보고하였고(양측: 평균 14도), Northway와 Meade(1997)는 협측 골 절단 및 정중 구개 절단으로 SARPE 확장을 시행하고 고정식 교정치료가 완료된 후, 양측 제 1대구치의 치아 경사 변화를 측정한 결과, SARPE 확장에 의한 협측 치아 경사가 고정식 교정 치료로 감소되어 오히려 설측으로 3도의 치아 경사량 변화를 보였다고 하였다. MARPE의 경우, 확장 직후 양측 제 1대구치의 협측 치아 경사 변화는 아동에서 RPE를 사용하였을 경우와 유사한 정도로 평균  $9.64 \pm 9.64$ 도를 보였으며(박, 2006), 이는 SARPE에 비해 적은 협측 치아 경사 변화량이다. 본 연구에서 MARPE를 통한 확장과 고정식 교정 치료 완료 후 양측 제 1대구치의 치아 경사량 변화는 협측으로 2.28도로 SARPE를 사용하였을 때의 변화와 같이 협측 치아 경사가 고정식 교정 치료로 감소된 양상을 보였다. 이와 같이, MARPE 확장 치료 후, 확장된 치조골 내에서 치아의 설측 경사 이동은 치조정 부위에 골 결손 및 부착 소실을 일으킬 가능성을 줄이며, 장기적으로 건강한 치주 조직 상태를 유지하는데 도움이 될 것이라 생각된다.

Northway와 Meade 등(1997)은 성인에서 SARPE 확장 시 견치, 제 1소구치, 제 1대구치에서의 치은 퇴축량을 0.42, 0.51, 0.54mm로 보고하였고, 본 연구의 MARPE 군에서 치은 퇴축량(0.57, 0.87, 0.69mm)과 비교하였을 때 중요한 차이를 보이지 않는다. 치료 전(T1)부터 치료 후 유지 기간(T3)까지의 관찰 기간(SARPE 군: 4.3년, MARPE 군: 4.5년)에서 큰 차이가 없는 점은 치은 퇴축량 비교가 더 의미가 있음을 보여준다.

이번 연구 결과는 성인에서 MARPE를 통한 확장 치료 시, 치료 후에도 임상적으로 구치부 반대교합의 재발 및 치은 퇴축과 관련된 치주적 문제 없이

치료 결과를 유지할 만한 안정성을 보여주었고, 따라서 수술에 대한 부담감과 위험을 갖고 있는 SARPE의 임상적 대안이 될 수 있음을 나타냈다. 그러나 나이든 환자에서 정중 구개 봉합이 이미 유합되거나 상악골 주위의 봉합 등 구조물의 또 다른 저항으로 MARPE를 통한 확장을 기대하기 어려운 경우나 치주적 평가가 좋지 않을 경우 SARPE가 불가피할 수 있다(Shetty와 Caridad 등, 1994). 따라서 정중 구개 봉합 및 안면부 봉합에 관한 이전 연구를 바탕으로(Miroue와 Rosenberg, 1975, Wehrbein과 Yildizhan, 2001), 20대 중반까지 정상적 치주 건강을 보이는 젊은 성인에 있어서 MARPE를 이용한 성공적인 상악 확장이 가능할 것이라 생각된다.

본 연구는 성인에서 MARPE를 이용한 악정형적 확장 치료의 안정성을 알아보기 위한 것이었다. MARPE의 경우, 상악골 주변 구조물들의 저항에 대해 4개의 미니스크류 고정원을 추가적으로 이용하여 보다 많은 골격적 확장과 더 적은 협측 치아 경사 이동으로 장기적으로 나타날 수 있는 치주적 문제를 줄이고자 하였고, 정중 구개 봉합이 이개된 후에도 식립된 미니스크류를 통해 골격성 확장이 유지될 수 있도록 하였다. MARPE 확장을 동반한 교정 치료 후 1년 이상 경과된 환자에서 안정성을 살펴본 이번 연구 결과는 이를 뒷받침 한다. 그러나 SARPE의 경우, 교정 치료 후 3년 동안 재발이 가장 두드러진다고 보고된 바를 참고하여(Magnusson과 Bjerklin 등, 2009), 추후 지속적으로 MARPE의 장기적 안정성에 대한 추가적인 연구 및 CT를 이용한 3차원적 평가가 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결론

횡적 부조화를 지닌 성인 교정 환자 13명을 확장 치료군(expansion, E)으로, 횡적 부조화가 없는 성인 교정 환자 13명을 비확장 치료군(non-expansion, NE)으로, 성인 정상 교합자 13명을 비치료군(non-treatment, NT)으로 하여 MARPE 확장을 동반한 교정 치료 전, 후 및 치료 후 유지기간에서의 골격성, 치아 치조성 변화 및 임상 치관 길이 변화를 정모 두부 방사선 사진과 진단모형을 이용하여 후향적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치료 후(T2), 모든 치아 치조성 및 골격성 계측치에서 유의성 있는 증가가 관찰되었다( $P<0.001$ ).
2. 치료 후 유지기간(T2-T3)동안 치아 치조성 변화는 유의성 있게 감소하였으나 ( $P<0.05$ ), 골격성 변화는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 유의성 있는 치아 치조성 재발에도 불구하고, 임상적으로 구치부 반대교합의 재발은 관찰되지 않았다.
3. 치료 후 유지기간(T2-T3)동안 연령, 성별 및 확장량과 재발량간에 유의성 있는 상관 관계를 보이지 않았다.
4. 확장 치료군(E)과 비확장 치료군(NE) 모두에서 협측 임상 치관 길이가 다소 증가하였지만, 두 그룹간 유의할 만한 차이는 없었다.
5. 확장 치료군(E)의 협측 임상 치관 길이 변화를 비치료군(NE, 정상교합자)의 생리적인 임상 치관 길이 변화와 비교시, 견치와 제 1대구치에서 유의할 만한 차이를 보이지 않았고, 제 1소구치에서는 유의할 만한 차이를 보였지만( $P<0.05$ ), 그 차이는 0.54mm( $E>NE$ )로 임상적으로 받아들일만 하였다.
6. 악궁 확장량에 따른 협측 임상 치관 길이 변화량은 유의할 만한 상관 관계를 보이지 않았다.

본 연구 결과를 통해 악골의 횡적 부조화를 보이는 성인에서 MARPE를 이용한 확장 치료는 치료 후에도 임상적으로 구치부 반대교합의 재발과 치은 퇴축과 관련된 치주적 문제 없이 치료 결과가 유지된다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 성인에서 비수술적인 방법인 MARPE를 이용한 상악 확장은 효과적인 치료 방법 중 하나라고 생각된다.

## 참고문헌

김 영재. 측모 및 정모 광학사진의 규격화를 위한 제안. 석사 학위 논문, 연세대학교 대학원, 서울, 2005.

박 주영. 성인에서 미니스크류 보강형 구개 확장 장치의 치료 효과. 석사 학위 논문, 연세대학교 대학원, 서울, 2006.

Ainamo J, Paloheimo L, Nordblad A, Murtomaa H. Gingival recession in schoolchildren at 7, 12 and 17 years of age in Espoo, Finland. *Community Dent Oral Epidemiol* 1986;14:283-6.

Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod* 1987;57:245-63.

Altug Atac AT, Karasu HA, Aytac D. Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2006;76:353-9.

Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:225-32.

Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA, Jr. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2001;71:343-50.

Bassarelli T, Dalstra M, Melsen B. Changes in clinical crown height as a result of transverse expansion of the maxilla in adults. *Eur J Orthod* 2005;27:121-8.

Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *J Oral Maxillofac Surg* 1992;50:110-3; discussion 4-5.

Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod* 1976;70:517-28.

Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Borgula T, Kaczynski R. Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:638-45.

Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;10:75-96.

Brandt HC, Shapiro PA, Kokich VG. Experimental and postexperimental effects of posteriorly directed extraoral traction in adult *Macaca fascicularis*. *Am J Orthod* 1979;75:301-17.

Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara JA, Jr. Long-term effects of rapid maxillary expansion: a posteroanterior cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:129-35; quiz 93.

Capelozza Filho L, Cardoso Neto J, da Silva Filho OG, Ursi WJ. Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1996;11:57-66; discussion 7-70.

Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:1895-900.

Chung CH, Goldman AM. Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod* 2003;25:353-8.

da Silva Filho OG, Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:268-75.

Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:749-58.

Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:8-9.

Gerlach KL, Zahl C. Transversal palatal expansion using a palatal distractor. *J Orofac Orthop* 2003;64:443–9.

Gorman WJ. Prevalence and etiology of gingival recession. *J Periodontol* 1967;38:316–22.

Greenbaum KR, Zachrisson BU. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod* 1982;81:12–21.

Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1961;31:73–90.

Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970;57:219–55.

Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 2000;70:129–44.

Jackson GW, Kokich VG, Shapiro PA. Experimental and postexperimental response to anteriorly directed extraoral force in young *Macaca nemestrina*. *Am J Orthod* 1979;75:318–33.

Jacobs JD, Bell WH, Williams CE, Kennedy JW, 3rd. Control of the transverse dimension with surgery and orthodontics. *Am J Orthod* 1980;77:284–306.

Joss–Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2010;13:127–41.

Kallestal C, Matsson L. Periodontal conditions in a group of Swedish adolescents. (II). Analysis of data. *J Clin Periodontol* 1990;17:609–12.

Karring T, Nyman S, Thilander B, Magnusson I. Bone regeneration in orthodontically produced alveolar bone dehiscences. *J Periodontal Res* 1982;17:309–15.

Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:177-82.

Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *J Orofac Orthop* 2004;65:467-74.

Kokich VG. Age changes in the human frontozygomatic suture from 20 to 95 years. *Am J Orthod* 1976;69:411-30.

Korn EL, Baumrind S. Transverse development of the human jaws between the ages of 8.5 and 15.5 years, studied longitudinally with use of implants. *J Dent Res* 1990;69:1298-306.

Kraut RA. Surgically assisted rapid maxillary expansion by opening the midpalatal suture. *J Oral Maxillofac Surg* 1984;42:651-5.

Krebs A. Midpalatal Suture Expansion Studies by the Implant Method over a Seven-Year Period. *Rep Congr Eur Orthod Soc* 1964;40:131-42.

Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod* 2005;75:1046-52.

Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:830-9.

Loe H, Anerud A, Boysen H. The natural history of periodontal disease in man: prevalence, severity, and extent of gingival recession. *J Periodontol* 1992;63:489-95.

Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Marcusson A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: long-term stability. *Eur J Orthod* 2009;31:142-9.

Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod* 1975;68:42-54.

Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective

study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:552–61; quiz 625.

Miroue M, Rosenberg L. The human facial sutures: a morphologic and histologic study of age changes from 20 to 95 years. Thesis, University of Washington, Seattle, 1975.

Muller HP, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *J Clin Periodontol* 1997;24:65–71.

Muller HP, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: a review. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:172–83.

Muller HP, Kononen E. Variance components of gingival thickness. *J Periodontal Res* 2005;40:239–44.

Northway WM, Meade JB, Jr. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod* 1997;67:309–20.

O'Leary TJ, Drake RB, Crump PP, Allen MF. The incidence of recession in young males: a further study. *J Periodontol* 1971;42:264–7.

Pearson LE. Gingival height of lower central incisors, orthodontically treated and untreated. *Angle Orthod* 1968;38:337–9.

Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod* 1977;72:42–52.

Ramieri GA, Spada MC, Austa M, Bianchi SD, Berrone S. Transverse maxillary distraction with a bone-anchored appliance: dento-periodontal effects and clinical and radiological results. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34:357–63.

Sangnes G, Gjermo P. Prevalence of oral soft and hard tissue lesions related to mechanical toothcleansing procedures. *Community Dent Oral Epidemiol* 1976;4:77–83.

Serino G, Wennstrom JL, Lindhe J, Eneroth L. The prevalence and distribution of gingival recession in subjects with a high standard of oral hygiene. *J Clin Periodontol* 1994;21:57–63.



Shetty V, Caridad JM, Caputo AA, Chaconas SJ. Biomechanical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *J Oral Maxillofac Surg* 1994;52:742-9; discussion 50-1.

Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1966;36:152-64.

Tersin J. Studies of gingival conditions in relation to orthodontic treatment. IV. The effect of oral hygiene measures on gingival exudation during the course of orthodontic treatment. *Swed Dent J* 1978;2:131-6.

Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *Eur J Orthod* 1983;5:105-14.

Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc* 1971:263-71.

Vanarsdall R, L., Herberger T, A., Rapid palatal expansion: long term stability and periodontal implications. Thesis, University of Pennsylvania, 1987.

Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod* 2001;23:105-14.

Wennstrom JL. Lack of association between width of attached gingiva and development of soft tissue recession. A 5-year longitudinal study. *J Clin Periodontol* 1987;14:181-4.

Wennstrom JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod* 1996;2:46-54.

Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970;58:41-66.

Abstract

**Stability of miniscrew assisted  
non-surgical palatal expansion in adults**

**Kyong-Keun Shi**

Department of Dental Science

Graduate School, Yonsei University.

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

The purpose of this study was to evaluate the stability of miniscrew assisted RPE(MARPE) in adult after at least 1 year post-treatment and to elucidate the clinical effects of MARPE.

The subjects of the study were divided into three groups. Expansion group was composed of 13 adult orthodontic patients with maxillary transverse deficiency and treated with MARPE. Non-expansion group was comprised of 13 adult orthodontic patients and received orthodontic treatment only. Non-treatment group was consisted of 13 untreated subjects(adults) with normal occlusion. The postero-anterior(PA) cephalograms and dental casts were taken for measuring changes of dentoalveolar, skeletal transverse dimension and clinical crown height at pre-treatment(T1), post-treatment(T2) and at least 1 year after treatment(T3).

1. After treatment(T2), all dentoalveolar and skeletal changes were stastically significant in expansion group( $P<0.001$ )

2. During the maintenance period(T2–T3), significant decreases were observed for dentoalveolar measurements( $P<0.05$ ), but no skeletal changes were statically significant in expansion group.
3. During the maintenance period(T2–T3), there were no significant correlations between age, sex or the amount of expansion and the decrease in transverse dimension.
4. Clinical crown heights of the expansion and non–expansion groups were increased, but no significant increase of clinical crown height could be identified.
5. Comparing with expansion and non–expansion groups, there were no significant differences in terms of increases in clinical crown height of canine and 1st molar. The difference of changes in clinical crown height of 1st premolar was statically significant, but the difference was 0.54mm and thus not clinically relevant.
6. There were no significant correlations between change in clinical crown height and the amount of expansion.

The results indicate that MARPE normalizes the transverse discrepancies and is clinically stable without any problem of recurrence of posterior crossbite and gingival recession after at least 1 year post–treatment. Therefore, non–surgical method of maxillary expansion using MARPE is thought to be one of effective treatment in adults. Further study about 3D evaluation and long–term stability of the expansion treatment using MARPE should be followed.

---

Key word : Maxillary transverse discrepancy, Adults, Miniscrew, RPE, Midpalatal suture, Stability, Gingival recession