

Horseshoe Expander의 확장 효과에 관한 연구

정 규 립¹⁾ · 박 영 국²⁾ · 이 영 준³⁾ · 김 홍 석⁴⁾

이 연구는 Horseshoe Expander를 이용하여 확장 전과 후의 악구강계의 변화를 분석하고자 시행되었다. 상악궁 확장이 필요한 것으로 진단된 32명을 연구자료로 사용하였다. 완만 상악골 확장술(SME)을 적용한 19명을 대상으로 연구 대상자의 정모 및 측모 두부 방사선 사진과 모형을 확장 전과 후로 채득하였다. 또한, 급속 상악골 확장장치(RME)를 적용한 13명을 대상으로 확장 후의 치축각의 변화를 Horseshoe Expander군과 비교하였다. 이 자료를 계측, 통계 처리하여 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정모 두부 방사선 규격사진 분석에서 양측 상악 중절치의 치근 및 절단연의 중앙점 사이의 거리, 상악 폭경, 비강 폭경이 유의성있는 증가를 보였고, 상하악 폭경은 감소를 보여 결국 삼각형 모양의 확장 양상을 나타냈다.
2. 측모 두부 방사선 규격사진 분석에서 McNamara line에 대한 상악 중절치의 거리, 상악깊이, 상악 높이 항목이 증가를 나타냈다. 또한, FH평면에 대한 상악 중절치, 구개평면, 교합평면, 하악 평면의 각도가 증가를 나타냈으나, McNamara line에 대한 하악 중절치의 거리항목은 유의성이 없었다.
3. 모형 분석에서, 구개용적, 상악 견치와 제1대구치의 폭경 및 상악궁 길이 항목이 유의성 있게 증가하였고, 교합 접촉점의 감소가 유의성을 나타냈다.
4. 상악 제1대구치간 폭경변화(치성 변화)대 상악폭경변화(골격성 변화)가 약 2.2:1의 비율을 보였다.
5. Horseshoe Expander군과 급속 상악골 확장장치군(RME군)의 확장 전,후 치축각 비교에서는, Horseshoe Expander군이 급속 상악골 확장장치군(RME군)보다 상악 제2소구치, 제1대구치에서 더 큰 상관계수를 가짐으로써 협측 경사 이동이 적은 것으로 나타났다.

따라서, Horseshoe Expander는 치성 변화가 적고, 급속 상악골 확장장치(RME)에 비하여 협측 경사이동이 적으므로 상악궁 확장에 효과적인 장치로 사료된다.

(주요 단어 : Horseshoe Expander, 치아 혈측 경사, 원만 확장술)

1. 서 론

상악골 열성장이 수반되거나 상,하악 치열궁의 불일치 및 반대교합을 보이는 경우 상악궁의 확장이 치

료의 한 방법으로 사용되어져 왔다. 상악궁의 확장은 정중구개봉합의 이개로 악궁의 폭을 증가시킬 뿐만 아니라 전방 이동시켜서 협소한 상악 치궁 혹은 상악골 발육 부전의 개선에 이용된다. 또한, 비강이 협착되었거나, 비발치 치료를 위하여 치열궁의 확장이 요구될 경우에도 시행된다. 상악궁의 확장은 단순히 악궁의 폭을 증가시킬 뿐만 아니라 주위의 봉합부에 영향을 주며¹⁾ 비기도와 호흡반응에도 변화를 준다고 알려졌다. Hershey²⁾는 상악골 확장술은 상악궁의 확장

1) 경희대학교 치과대학 교정학교실, 교수.

2) 경희대학교 치과대학 교정학교실, 교수.

3) 경희대학교 치과대학 교정학교실, 조교수.

4) 경희대학교 치과대학 교정학교실, 임상연구원.

과 함께 구강정과 비강저, 비강 폭경을 넓힘으로써 기도용적을 증가시키는 결과를 가져오며 비기도의 저항을 줄인다고 하였다. 상악골의 확장술식은 크게 급속 상악골 확장술(Rapid Maxillary Expansion)과 완만 상악골 확장술(Slow Maxillary Expansion)로 대별된다. 급속 상악골 확장술(RME)의 이론은 확장 속도를 빠르게 하여 치아의 이동전에 정중붕합부를 이개한다는 것이다. 이에 반하여 완만 상악골 확장술(SME)은 조직 재생의 시간을 허용하므로써 생리적이며 안정한 확장을 달성하기 위한 술식이다. Storey³⁾는 급속 상악골 확장술에 비해서 완만 상악골 확장술이 재귀 경향이 적고 붕합부의 견고성이 유지된다고 하였다. Hicks⁴⁾는 완만 상악골 확장술의 경우 상악 치아의 경사이동은 확장 초기에 발생되었지만, 확장 말기에는 증가가 없었다고 하였다. Cotton⁵⁾도 확장 후 초기 골격안정은 완만 상악골 확장술의 술식을 사용한 결과라고 하였다. 그렇게 함으로써 확장 후의 유지와 보정기간⁶⁾도 단축된다고 하였다. 완만 상악골 확장술(SME)은 1주 확장량이 약 1.0mm로써 이 때 약 2-4 lb의 힘이 적용되며, 급속 상악골 확장술(RME)은 1일 확장량이 약 0.5-1.0mm로 약 10-20 lb의 힘이 적용된다. Proffit⁷⁾은 급속 상악골 확장술과 완만 상악골 확장술의 비교에서 확장 초기에 급속 상악골 확장술이 골격성 변화가 크지만, 약 10주의 기간 동안에 골격성 재발과 치아 이동의 비율이 증가하여 결국 급속 상악골 확장술과 완만 상악골 확장술의 확장 결과는 차이가 없다고 하였다. 완만 상악골 확장술은 치성 변화와 골격성 변화의 비율이 1:1이며 조직학적으로 파열이나 출혈이 최소화되어 더욱 생리적인 반응을 보인다고 하였다. 또한, Ohshima⁸⁾는 이개된 붕합부의 안정성과 더불어 확장 치아의 경사이동이 적으며 치근흡수의 경향도 적다고 하였다.

기존에 사용되어 왔던 급속 상악골 확장술(RME)은 많은 장점에도 불구하고 생물학적 지지와 근거를 확보하지 못하였다. 즉, 과도한 확장력으로 인한 잔류 응력이 축적되어⁹⁾ 정중구개붕합부의 조직재생과 유지에 도움을 주지 못하며, 성장기가 지난 대상에서는 조직학적인 다수의 미세파절을 보임으로써 바람직하지 않은 생체반응을 나타냈다¹⁰⁾. 여기에 고정성 장치가 갖는 구강 위생의 불량성¹¹⁾과 밴드할 치아 선택의 한계성 및 밴드된 치아의 경사와 정출¹⁾이 문제시 되었다. 구강내에 맹출되어 있는 치아의 수와 상태에 따라 밴드의 가능여부가 결정되고 밴드의 부적합도가 구강위생 및 확장 효과를 감소시키는 원인이 되었다.



Fig. 1. Horseshoe Expander.

구강내의 환경변화가 계속되는 혼합치열기 환자의 경우, 맹출중인 치아에 밴드를 할 수 없게 된다. 또한, 완만 상악골 확장술(SME)의 한 종류인 Quad-helix는 재귀 현상이 적은 확장 술식^{3,4,5)}을 사용하지만, 확장 후 치아의 협측 경사 이동이 현저하였다. 협측 경사 이동이 많을수록 치주조직, 구개조직, 근육에 의한 재귀 경향이 강하여 확장 효과가 감소된다.^{3,4,12)}

따라서, 위에서 열거한 단점을 해결하고자 Horseshoe Expander¹³⁾라는 장치를 고안하게 되었다(Fig. 1). 이 장치는 정중구개붕합의 이개속도를 늦추는 완만 상악골 확장술(SME)의 한 종류로서, 상악 전 치아 및 구개표면을 피복하는 좌,우측의 Acrylic상과 중앙부에 Skeleton type의 screw를 연결하여 상악궁의 확장을 얻기 위하여 설계되었다. Horseshoe Expander는 Schwarz에 의해 소개된 Horseshoe appliance¹⁴⁾를 응용한 장치로서, 이 장치의 특징은 Screw의 회전에 의한 확장력이 견고한 장치에 정확히 전달되며, 제작이 쉽다. 뿐만 아니라 장치 자체가 치열 전체를 Acrylic으로 덮어주기 때문에 개개 치아의 이동이나 정출을 허용하지 않으며, 치열 및 구개부의 피개로 확장력이 악궁 전체에 보다 균일하게 분포된다. 구강내 상태 즉, 존재하는 치아의 숫자 및 해당되는 치열기에 상관없이 확장장치의 제작이 용이하며, 필요시 Acrylic을 삭제함으로써 치아 맹출에 지장을 주지 않는다. 또한, 교합면에 Acrylic평면을 부여하여 교합 장애로 인한 하악골 운동 범위를 축소시키지 않는다. 그리고, 가철성이므로 양호한 구강위생 상태를 유지할 수 있다.

따라서, 본 연구는 완만 상악골 확장술의 한 종류인 Horseshoe Expander의 확장 효과에 따른 악구강계의 변화 양상을 분석하여 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

이 연구는 경희대학교 치과대학 부속병원 교정과에 내원한 환자중, 상악궁 확장이 필요한 것으로 진단된 32명(남 14명, 여 18명)을 대상으로 하였다. 이 대상은 Horseshoe Expander로 확장한 19명과 급속 상악골 확장장치(RME)로 확장한 13명으로 구성되었다. 연구대상의 연령범위는 7세 2개월에서 15세 9개월이었으며 평균연령은 12세 7개월이었다.

2. 연구방법

연구대상의 초진시 정모 및 측모 두부 방사선 규격 사진을 촬영하고, Alginate 인상 및 Wax bite를 채득하여 진단 모형을 제작하였다. 정모 및 측모 두부 방사선 규격사진은 Panex-EG(J. Morita Co.)를 사용하여 촬영하였다. 그 후, Horseshoe Expander를 장착하였다. 장치는, 구치부 교합면의 Acrylic 두께를 0.5mm로 일정하게 하였다.

환자 및 환자 보호자로 하여금 4일마다 Screw (Hyrax, Dentaurum Co.)의 90도 회전(1회전)을 지시하여 확장기간동안 평균 28회전이 되게 하였다. 일정기간(평균 107일)이 경과 후 확장이 완료되면, 같은 조건으로 정모 및 측모 두부 방사선 규격사진을 촬영하였고, Alginate 인상 및 Wax bite 채득 후 진단 모형을 제작하였다. 정모 및 측모 두부 방사선 규격사진은 두께가 0.003인 Acetate 투사지에 투사한 후 측정하였다. 확장 전,후의 정모 및 측모 두부 방사선 규격사진을 중첩하여 각 계측점에서의 거리 변화, 각도 변화를 계측하였다. 또한, 확장 전, 후의 모형을 비교하여 교합 접촉점의 변화와 구개용적의 변화, 치열궁의 변화, 치축각 변화를 계측하였다. 특히, 치축각 비교에서는 Horseshoe Expander로 확장한 12명의 전,후 상악모형과 급속 상악골 확장장치(RME)로 확장한 13명(평균 연령: 12세 8개월)의 전,후 상악모형을 비교하였다. Horseshoe Expander군의 총 표본수(19명)에서 상악의 제1소구치, 제2소구치, 제1대구치가 완전 맹출되지 않은 표본(7명)은 실험군에서 제외하였다.

확장에 따른 치아 이동 중 정출에 관련한 사항은, 실험군의 연령층에 자연 맹출로 인한 치관의 증가가 포함되므로 이에 대한 항목은 제외하였으며, 재귀의 정도를 예상하여 과확장하였다.

1) 계측점 및 계측선 설정

- S (Sella turcica) : 뇌하수체와의 중점
- N (Nasion) : 전두비골봉합의 최전방점
- Po (Porion) : 외이도의 최상방점
- Or (Orbitale) : 안와의 최하방점
- A point (Subspinale) : 상악기저골 전연 곡선상의 최심점
- Go (Gonion) : 하악우각부의 최후하방점
- Ba (Basion) : 정중시상면상의 대후두공전연의 최후하방점
- Is (Incision superius) : 최전방 상악 중절치의 절단점
- Ii (Incision inferius) : 최전방 하악 중절치의 절단점
- ANS (Anterior nasal spine) : 전비극
- PNS (Posterior nasal spine) : 후비극
- Me (Menton) : 턱끝의 하악결합
- Cf (Center of growth of the face, Center of Frankfurt) : FH와 PTV와의 교점
- Pt (Pterygomaxillary fissure) : 정원공(Foramen rotundum)의 익구개와 후벽으로의 출구 하연
- Ptv(Pterygoid Root Vertical) : Pt에서 FH에 내린 수선
- FH (Frankfurt horizontal plane) : True Po와 Or을 이은 선
- McNamara line : N에서 FH평면에 내린 수선
- Palatal plane : ANS와 PNS를 이은 선
- Occlusal plane : 하악 제1대구치 교두정과 하악 전치의 절단연을 연결한 선
- Mandibular plane : Go과 Gn을 연결한 선
- J point : 협융기(Jugal process)상의 점으로 상악골의 조면과 협골융기의 교점
- Frontal facial plane(Z-AG) : 협두전두봉합(ZL, ZR)과 하악각융기의 측방하연(AG,GA)을 이은 좌우의 선
- ZL-ZR plane : 좌우 협골궁의 기시점 중심부(ZL-ZR)를 이은 선
- TF : 제1대구치의 치근 분지부
- CP : 제1대구치의 치관 중심소와
- LO (Lateral Orbitale) : 안와의 내측 Cortex와 접형골의 대익이 만나는 교점

2) 정모 두부 방사선 사진 계측

기준선(LO-LO)과 6개의 거리 계측 항목, 1개의 각

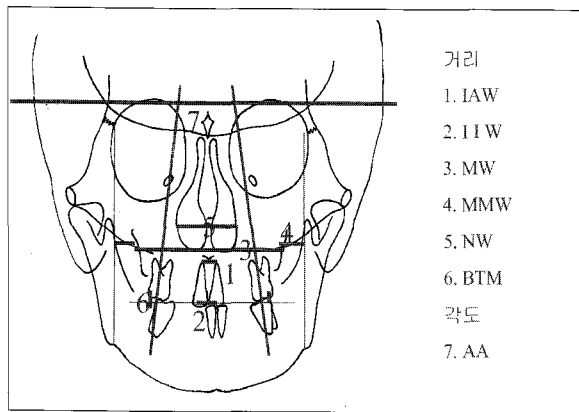


Fig. 2. Linear and angular measurements on frontal cephalometric headfilm.

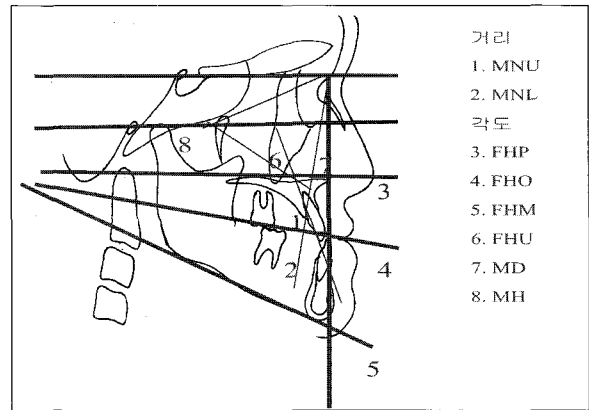


Fig. 3. Linear and angular measurements on lateral cephalometric headfilm.

도 계측 항목을 설정하였다(Fig 2).

거리 계측 항목(mm)

1. IAW : 상악 양측 중절치 치근단 사이의 거리
2. IIW : 상악 양측 중절치 절단연의 중앙점 사이의 거리
3. MW(상악 폭경) : 양측 J point 사이의 거리
4. MNW(상하악 폭경) : 양측의 J point와 Frontal facial plane사이의 거리 합
5. NW(비강 폭경) : 비강에서 가장 넓은 부분의 거리
6. BTM : 양측 제1 대구치의 설측교두정을 이은 수평선을 기준으로 하여 각 협측 교두정까지의 수직 거리 합

각도 계측 항목(degree)

7. AA : 기준선에 대한 양측 제1대구치 치축각의 합 (TF-CP to LO-LO)

3) 측모 두부 방사선 사진 계측

기준선(S-N)과 2개의 거리 계측 항목, 6개의 각도 계측 항목을 설정하였다(Fig. 3).

거리 계측 항목(mm)

1. MNU : McNamara 선에 대한 상악 중절치 절단연 사이의 거리
2. MNL : McNamara 선에 대한 하악 중절치 절단연 사이의 거리

각도 계측 항목(degree)

3. FHP : FH평면과 구개평면이 이루는 각도
4. FHO : FH평면과 교합평면이 이루는 각도
5. FHM : FH평면과 하악평면이 이루는 각도
6. FHU : FH평면과 상악 중절치가 이루는 각도
7. MD(상악 깊이) : FH평면과 Na-A point가 이루는 각도
8. MH(상악 높이) : Na-CF-A point가 이루는 각도

4) 모형 계측

모형의 제작은, 확장 전,후의 진단모형을 이용하였다. 모형은 구별을 용이하게 하기 위하여 전,후의 모형에 색을 달리 하였다.

1. 교합 접촉점의 변화 (SUM)

확장 전,후의 모형을 Bite를 물린 채로 각각 교합기에 Mouting한다. Bite를 제거한 상태에서 교합지(Hanel Co.)를 물리고 Hinge movement로 5회 Tapping한다. 모형상에 인기된 접촉점의 수를 상,하악으로 분류하고 그 합을 기록한다.

2. 구개 용적의 변화 (VOL)

확장 전, 후의 모형 중 상악모형만을 채득하여 기저평면이 교합평면과 수평이 되도록 제작한다. 최후방구치의 원심축 변연용선까지 Trimming하며, 이 때 기저평면과 수직이 되도록 한다. 구개 후방부를 wax로 폐쇄하여 기저면에 수직인 구개부 후방직벽을 형성한다. 모형의 양측 제1대구치 설측 치경부 2mm 하방까지 표시한 후, Mass cylinder에서 미리 정량된

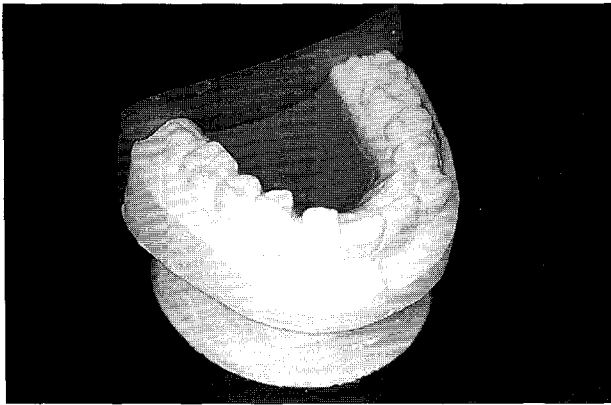


Fig. 4. Measurement on palatal volume.

물을 부어서 수평면을 유지한다. Spoid로 적은 양의 물을 첨가하며, 양측 표시점 중에서 먼저 수면과 접촉한 좌,우측을 기록하고 동일한 방법으로 확장 후 모형에 적용시킨다. 남아 있는 Mass cylinder의 물로써 그 부피(ml)를 측정한다. 물은 잉크를 용해하여, 색깔로써 구별을 용이하게 하였다(Fig. 4).

3. 치열궁의 변화

확장 전, 후의 모형을 채득하여 상,하악에서 다음과 같은 항목을 Caliper로 실측하였다. (Fig. 5)

UCW(상악 견치간 폭경)-상악 견치의 양측 교두정을 연결한 거리

UMW(상악 제1대구치간 폭경)-상악 제1대구치의 양측 근심 협측 교두정을 연결한 거리

UAL(상악궁 길이)-상악 제1대구치의 양측 근심면을 연결한 가상선에서 상악 중절치간 근심접촉점까지의 수직거리

LCW(하악 견치간 폭경)-하악 견치의 양측 교두정을 연결한 거리

LMW(하악 제1대구치간 폭경)-하악 제1대구치의 양측 근심 협측 교두정을 연결한 거리

LAL(하악궁 길이)-하악 제1대구치의 양측 근심면을 연결한 가상선에서 하악 중절치간 근심접촉점까지의 수직거리

4. Horseshoe Expander군과 급속 상악골 확장장치군(RME군)의 치측각 비교

Horseshoe Expander로 확장한 12명의 전,후 상악 모형과 급속 상악골 확장장치(RME)로 확장한 13명의 전,후 상악모형을 비교하였다. 확장에 따른 치아

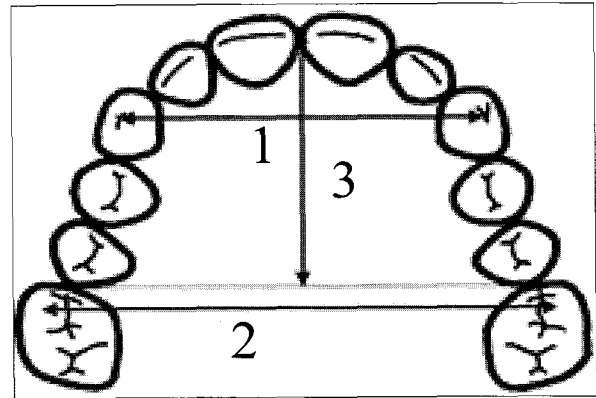


Fig. 5. Measurements on dental arch.

- 1 : Intercanine width
- 2 : Intermolar width
- 3 : Arch length



Fig. 6. Universal Bevel Protractor.

장축각의 변화를 알아보기 위하여 모형의 기저면을 교합평면과 수평을 이루게 하였고 Universal Bevel Protractor (Mitutoyo Co. Japan)를 이용하여 양측 상악의 제1소구치, 제2소구치, 제1대구치 협,설측 교두정이 이루는 내각을 계측하였다(Fig. 6). 협,설측 교두를 연결한연장선은 전후적으로도 각도를 갖기 때문에 오차를 줄이기 위해서 Universal Bevel Protractor를 양측 협측 교두정에 대고, 설측 교두정에서 최단거리의 변연용선 2곳을 표시하여 확장 전,후 모형에 동일하게 적용하였다. Universal Bevel Protractor는 2개의 측정 Blade가 동일선상에 있지 않고 약 2mm의 수평적 차이가 있게 설계되어 각 치아의 해부학적 형태에서 오는 측정오차를 줄이는데 도움이 되었다.

5) 통계

확장 전,후의 정모, 측모 두부 방사선 규격사진과 모형에서, 계측항목 각각의 평균 및 표준편차를 구하고, 이들의 유의성 검정을 위하여 5%의 유의수준에서 Paired sample T-test를 시행하였다. 성차의 검정에서 측정항목 중 유의한 차이가 인정되지 않아 남,녀를 구분하지 않고 통계처리 하였다. 또한, 확장에 따른 치아의 협측 경사이동량을 알아보기 위해 Horseshoe Expander군을 실험군(n=19)로 하고, 급속 상악골 확장술을 시행한 군(RME군)을 대조군(n=13)으로 하여 Pearson의 적률상관법을 적용시켰다. 이것으로 상관계수를 비교하여 검토하였다.

III. 연구성적

본 연구는 상악골 확장이 필요한 32명을 대상으로 확장 전,후의 정모 및 측모 두부 방사선 규격사진과 모형을 채득하였다. 이것을 이용하여 완만 상악골 확장술 전,후의 악안면, 악궁, 치열의 변화를 계측하였고, 특히 모형분석에서는 협측 경사이동 정도를 알아보기 위하여 급속 상악골 확장술을 시행한 군과의 비교 항목을 추가하였다. 각 항목을 계측, 분석하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1) 정모 두부 방사선 규격사진 분석(Table 1, Fig. 7)

1. 양측 상악 중절치의 치근 및 절단연의 중앙점 사이의 거리는 평균 0.78mm와 2.21mm의 증가가 보였다.
2. 상악 폭경, 비강 폭경은 평균 2.09mm, 1.81mm의 증가를 보였다. 상하악 폭경은 평균 2.25mm의 감소를 보였다.
3. 제1대구치의 설측교두에 대한 협측 교두의 수직거리는 평균 0.38mm의 증가를 나타냈다.
4. 제1대구치의 치축각의 변화는 0.78도의 증가를 보였다.

2) 측모 두부 방사선 규격사진 분석(Table 2, Fig. 8)

1. McNamara line에 대한 상악 중절치의 거리는 평균 1.78mm의 증가를 나타냈고, McNamara line에 대한 하악 중절치의 거리는 유의성이 없었다.
2. 상악 깊이, 상악 높이는 평균 0.25도, 0.31도의 증가를 나타냈다.

Table 1. Results from frontal cephalometric headfilm.

	Paired differences		Sig. (2-tailed)	P-value
	Mean	SD		
IAW-IAWP	-0.78	0.36	0.001	***
IIW-IIWP	-2.21	0.93	0.000	***
MW-MWP	-2.09	0.71	0.000	***
MMW-MMWP	2.25	0.93	0.000	***
NW-NWP	-1.81	0.79	0.000	***
BTM-BTMP	-0.38	0.38	0.001	***
AA-AAP	-0.78	0.63	0.001	***

***P<0.01 **P<0.05 *P<0.1

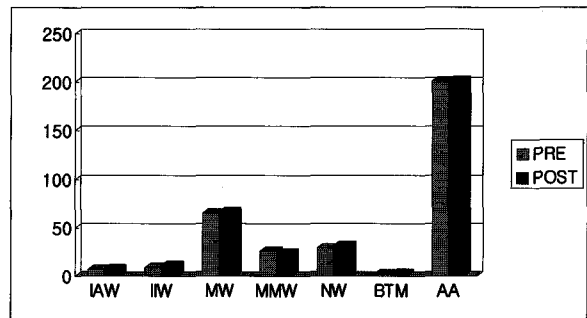


Fig. 7. Results from frontal cephalometric headfilm.

3. FH평면에 대한 구개평면, 교합평면, 하악 평면의 각도는 평균 0.5, 0.25, 0.58도의 증가가 관찰되었다. 또한, FH평면에 대한 상악 중절치의 각도는 평균 1.5도의 증가를 나타냈다.

3) 모형 분석(Table 3.4, Fig. 9)

1. 교합 접촉점의 감소가 유의성을 나타냈다.
2. 구개용적은 평균 1.84ml의 증가가 보였다.
3. 상악 견치와 제1대구치의 폭경 및 상악궁 길이 항목이 유의성 있게 증가하였고, 각각 평균 3.88mm, 4.44mm, 1.32mm의 증가를 나타냈다.
4. 하악 제1대구치 폭경에 대한 항목에서는 몇 증례가 증가를 보였으나, 통계학적 유의성이 없었다.
5. 하악 견치 폭경과 하악궁 길이 항목은 유의성을 나타내지 않았다.
6. Horseshoe Expander와 급속 상악골 확장장치의 치축각 비교에서는, 상악 제1소구치, 제2소구치, 제

Table 2. Results from lateral cephalometric headfilm.

	Paired differences		Sig. (2-tailed)	P-value
	Mean	SD		
MNU-MNUP	-1.78	0.68	0.000	***
MNL-MNLP	-9.38	0.27	0.188	*
FHP-FHPP	-0.50	0.85	0.034	**
FHO-FHOP	-0.25	0.23	0.024	**
FHM-FHMP	-0.58	0.31	0.014	**
FHU-FHUP	-1.50	0.60	0.000	***
MD-MDP	-0.25	0.31	0.006	***
MH-MHP	-0.31	0.35	0.003	***

***P<0.01 **P<0.05 *P>0.01

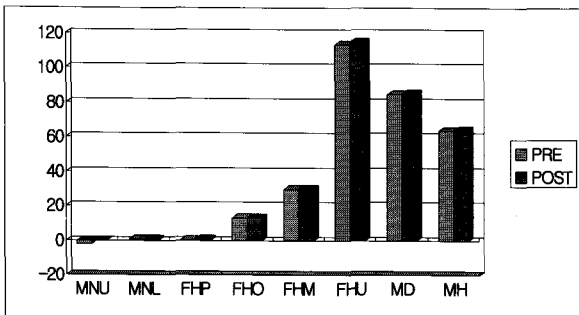


Fig. 8. Results from lateral cephalometric headfilm

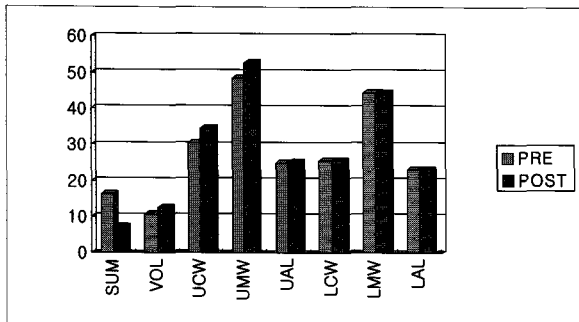


Fig 9. Results from dental casts

1대구치에서 상관 계수를 비교하였다. Horseshoe Expander군에서는 상관계수가 각각 0.907, 0.912, 0.981이었고, 급속 상악골 확장장치군(RME군)에서는 0.976, 0.903, 0.963 이었다. 따라서, Horseshoe Expander군이 RME군보다 제2소구치, 제1대구치에서 상관계수가 더 크게 나타났다.

Table 3. Results from dental casts.

	Paired differences		Sig. (2-tailed)	P-value
	Mean	SD		
SUM-SUMP	9.00	4.17	0.000	***
VOL-VOLP	-1.84	1.09	0.000	***
UCW-UCWP	-3.88	2.16	0.000	***
UMW-UMWP	-4.44	2.87	0.000	***
UAL-UALP	-1.32	0.15	0.000	***
LCW-LCWP	-2.50	5.77	0.104	*
LMW-LMWP	-1.25	3.41	0.164	*
LAL-LALP	-1.25	3.41	0.164	*

***P<0.01 **P<0.05 *P>0.1

Table 4. Correlation between pre-expansion and post-expansion in the P₁, P₂, M₁ of upper arch(R : RME H : Horseshoe Expander -- P : Post expansion).

	Mean	S.D.	Correlation coefficient
RP1	195.84	9.63	0.976
RP1P	192.69	10.28	
RP2	176.53	18.03	0.903
RP2P	166.69	17.38	
RM1	168.30	12.11	0.963
RM1P	164.00	13.47	
HP1	197.41	5.90	0.907
HP1P	193.75	7.00	
HP2	184.83	11.01	0.912
HP2P	178.75	14.75	
HM1	170.00	12.48	0.981
HM1P	166.41	11.93	

IV. 총괄 및 고안

상악의 성장결핍이 횡적으로 나타날 때, 주로 상악의 정중구개봉합부를 이개하여 협소한 상악궁을 해소하려는 노력이 시도되었다. 이러한 시도는 1800년대에 시작되었으나 효율성과 위험성 때문에 치과계

에서 인정받지 못하였다. 그 후 중단되었던 확장 술식이 1960년대에 이르러 다시 소개되면서 연구가 계속되고 있다.

확장에 의한 정중구개융합부의 변화를 간략히 살펴보면, Screw에 의해 힘이 치아 및 주위 골에 전달되어 먼저 정중구개융합부의 이개가 발생한다. 이개된 공간은 혈액과 조직액으로 채워진다. 그 후 새로운 골이 이개부를 완전히 채워 확장이 완료되게 된다.⁷⁾

확장시 급속 상악골 확장술과 완만 상악골 확장술의 술식 차이가 논란이 되고 있지만, Yen¹⁵⁾은 백서 두개관에 힘을 가할 때 작은 힘이 봉합부에서 더욱 생리적이라고 하였다. Epker¹⁶⁾는 수술을 동반한 상악골 확장에서는 급속 상악골 확장장치가 Tooth-borne type으로 더욱 선호된다고 하였으나, 급속 상악골 확장술은 밴드된 치아의 정출과 경사이동¹⁾의 우려가 있고, 잔류 응력의 축적⁹⁾이 유해한 생리적 반응¹⁰⁾을 나타냈다. 급속 확장 후의 초기 조직학적 소견은 부종과 출혈과 염증이 보였으며, 봉합부의 견고성이 저하되고 골의 미세파절을 보였다.^{5,10)} 이 결과는 각종 동물 실험을 토대로 이루어진 것이었다.^{3,5,17)} 따라서, 급속 상악골 확장장치에서 사용되는 Skeleton type의 Screw와 완만 상악골 확장 술식을 결합한 Horseshoe expander로 이상과 같은 단점을 보완하고자 하였다.

본 연구의 연구대상 연령은 평균 12세 7개월로 성장중에 있는 연령층이었다. 상악골의 확장술은 연령, 확장 정도, 술식, 보정^{18,19,20)} 등에 의해 크게 좌우된다. 이 중 확장하고자 하는 대상의 연령이 가장 중요한 변수로서 연령이 증가함에 따라 봉합부의 기계적 결합이 견고해지며 이에 따라 확장량이 감소된다. Hicks⁴⁾는 10-11세의 연령에서는 골격적 변화가 악궁 폭의 24-30% 정도로 증가하는 반면에 15세 연령에서는 16%의 증가가 있었다고 하여 연령 증가에 따라 확장 효과는 감소함을 보고하였다. 확장 술식은 완만 상악골 확장술식으로 Screw를 평균 28회전하였다. 재귀를 예상하여 2-3mm 정도 과확장시켰다.^{4,18,19,21)}

본 연구에서의 고찰된 사항은 다음과 같다.

첫째, 정모 두부 방사선 규격사진 분석에서 양측 상악 중절치의 치근단 및 절단연의 중앙점 사이의 거리는 평균 0.78mm와 2.21mm의 증가가 보였다. 상악 폭경, 비강 폭경은 평균 2.09mm, 1.81mm의 증가를 보였다. 상하악 폭경은 평균 2.25mm의 감소를 보였다. 확장 양상은 이미 여러 선학들이 지적한대로, 기저면이 절치의 절단연부이고 첨부가 비강부가 되는 삼각형 형태를 보였다.^{3,4,5)} 상악 중절치의 절단연과 치근

단에서의 거리 변화에서도 위의 삼각형의 확장 양상이 축소되어 나타났다. 중절치에서의 이러한 양상은 확장에 따른 치간 이개의 증거이며^{3,4)} 치주조직과 구개조직의 신장의 결과이다.^{3,12)} 따라서, 적절한 보정이 이루어지지 않는다면, 상악 중절치에서의 치간이개의 현상은 사라지며, 보다 직립될 것이다. Haas²²⁾은 이러한 현상의 주요인은 부착치은의 횡중격섬유 때문이라고 하였다.

제1대구치의 설측교두에 대한 협측 교두의 수직거리는 평균 0.38mm의 증가를 나타냈다. 제1대구치의 치축각의 변화는 평균 0.78도의 증가를 보였다. 위 두 항목은 제1대구치의 협측 경사 이동을 나타내는 항목이었다. 이러한 경사이동을 줄이기 위해서 Cotton⁵⁾은 확장력을 작게 적용하고 치료기간을 길게 하는 것이 도움이 된다고 하였다.

둘째, 측모 두부 방사선 규격사진 분석에서 McNamara line에 대한 상악 전치의 거리, 상악 깊이, 상악 높이 항목이 유의성있는 증가를 나타냈다. 상악 깊이와 상악 높이는 평균 0.25도, 0.31도의 증가로 각각 A point의 전방과 하방이동을 시사하였다. 또한, FH평면에 대한 상악 중절치 각도, 구개평면, 교합평면, 하악 평면의 각도가 유의한 증가를 나타냈으나, McNamara line에 대한 하악 전치의 거리 항목은 유의성이 없었다. McNamara line에 대한 상악 전치의 거리 변화와 FH평면에 대한 상악 중절치와 구개평면의 각도 변화는 확장에 따른 상악골의 전,하방 변위로 생각되며^{18,23)}, 이는 Davis²⁴⁾의 결과와도 일치한다. 즉, Davis는 측모 두부 방사선 규격사진분석에서 A point가 전하방 변위를 보였으며²³⁾, SN평면과 구개평면이 이루는 각도가 증가되었다고 하였다. 또한, 하악평면 각도 증가하여 약간의 개방교합이 보였다고^{3,23)} 하였으나, 몇 증례에서는 오히려 하악평면각이 감소하였다고 하였다. 본 연구에서는 FH평면에 대한 하악 평면각이 약 0.58도의 미약한 증가를 나타냈다. 그리고, FH평면에 대한 교합평면각의 증가는 확장에 의한 교합간섭과 구개평면각의 증가에 기인된 것이라고 생각된다.

셋째, 모형 분석에서, 구개용적, 상악 견치와 제1대구치의 폭경 및 상악궁 길이 항목이 유의성 있게 증가하였고, 교합 접촉점의 감소가 유의성을 나타냈다. 구개 용적 측정은 구강 용적 측정과 유사하게 시행되어 Wax로 폐쇄하여 물로 측정하였다.²⁵⁾ Haas²³⁾는 확장 후에 구개부가 낮아진다고 했으나, Davis²⁴⁾는 대체적으로 변화가 없다고 하였고, Ladner²⁶⁾는 구개부 깊이

가 증가²⁷⁾한다고 하였다. 본 연구에서는 확장 전, 후에 평균 1.84ml의 용적 증가가 관찰되었는데, 용적 증가의 원인은 정중구개봉합의 이개나 구개골의 Bony bending으로 추정되며 혹은 양자의 복합으로 나타날 수 있다고 사료된다. 교합 접촉점의 감소는 확장 중 혹은 후에 생기는 교합 간섭에 의한 것으로 고정식 교정장치로 이행되어 정교한 교두감합위가 달성되면 다시 접촉점의 증가가 예상된다. 하악 제1대구치 폭경에 대한 항목에서는 몇 증례가 증가를 보였으나, 통계학적 유의성이 없었다.²⁸⁾ 하악 대구치의 경우, 확장된 상악 대구치를 따라 대구치간 폭경이 증가한다는 연구²⁶⁾도 있었으나, 선행되어야 할 것은 하악 대구치의 직립 혹은 진정한 확장인지의 감별이 필요하다고 하겠다. 본 연구에서는 몇 증례에서 하악 제1대구치 폭경의 미약한 증가가 보였으나 통계학적인 유의성은 나타나지 않았다. 나머지 하악 견치 폭경과 하악궁 길이 항목은 유의성을 나타내지 않았다. 상악 제1대구치간 폭경은 평균 4.44mm의 증가를 나타내어 약 9%의 확장을 보였다. Frank²⁸⁾는 Quad-helix를 이용한 확장 전, 후의 정모 두부 방사선 사진 계측에서 상악 제1대구치간 폭경변화대 상악폭경변화가 약 6:1로써 이는 곧, 치성 변화대 골격성 변화의 양이라고 하였다. 이 때 Frank는 상악 제1대구치간 폭경을, 교합평면에 수직인 접선이 만나는 상악 제1대구치의 협면간의 거리라고 설정하여 본 연구보다는 치성 변화의 비율이 다소 크게 나타났다. 본 연구에서는 정모 방사선 사진에서 계측된 상악폭경과 모형에서 계측된 상악 제1대구치간 폭경의 비율은 2.2:1로 산출되었다. 상악 제1대구치간 폭경의 설정이 Frank와는 다른 점을 감안하더라도 이로써, Horseshoe Expander가 Quad-helix보다 치성 변화가 적음을 암시한다고 하겠다. 또한, 치성변화의 비율이 적을수록 협측 경사이동의 기회도 적을 것이라는 판단을 하게 될 것이다. 한편, Horseshoe Expander와 급속 상악골 확장장치의 치측각 비교에서는, 상악 제1소구치, 제2소구치, 제1대구치에서 확장 전, 후의 상관 계수를 비교하였다. 상관계수의 크기가 1에 가까울수록 치측각의 변화가 적고, 치측각의 변화가 적다는 것은 각 치아의 협측 경사도가 적다는 추론을 제시한 것이었다. Horseshoe Expander군에서는 상관계수가 각각 0.907, 0.912, 0.981이었고, 급속 상악골 확장장치군(RME군)에서는 0.976, 0.903, 0.963이었다. 조²⁹⁾는 유한 요소법적 분석에서 상악골 급속 확장시 치관부위에서 받는 응력의 크기 순서가 상악 제1소구치, 제1대구치, 제2소구치의

순이라고 하였다. 본 연구에서도 급속 상악골 확장장치의 상관계수는 상악 제1소구치, 제1대구치, 제2소구치의 순이었으나, 이는 응력 순서라기보다 상악 제2소구치는 설측에서만 힘이 가해지는 것이 협측 경사의 주원인이라고 생각된다. 또한, Horseshoe Expander군의 상관계수의 순서가 상악 제1대구치, 제2소구치, 제1소구치의 순으로 이는 Wertz¹⁸⁾가 제시한 정중구개봉합부가 부채꼴 모양으로 이개된다는 보고와 관련된 결과라고 추측된다. 확장시 상악의 후방부에 존재하는 골구조의 버팀벽 효과(Buttressing effect)에 의하여 전방부에서 이개량이 많으며, 확장시에 구개골의 회전이나 경사³⁰⁾, bony bending의 가능성을 제시해 준다. 이 밖에도, 치근의 발육상태, Skeleton type의 Screw를 구개부의 어느 곳에 위치시키는가, 연령에 따른 정중구개봉합부의 구조가 구치부 협측경사의 변수라고 할 수 있겠다.

Horseshoe Expander군이 급속 상악골 확장장치군(RME군)보다 상악 제2소구치, 제1대구치에서 상관계수가 더 크게 나타났다는 결과가 Horseshoe Expander의 장점으로 추론되나, 가철성 장치이므로 환자의 협조도가 장치의 효과에 영향을 미치게 될 것이다. 다만, 더욱 신뢰성 있는 자료를 확보하려면, 두 실험군과 대조군 표본의 수를 증가시켜야 할 것으로 사료되며, 경사이동과 관련된 유지와 보정에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

이 연구는 Horseshoe Expander를 이용하여 확장 전과 후의 악구강계의 변화를 분석하고자 시행되었다. 상악궁 확장이 필요한 것으로 진단된 32명을 연구 자료로 사용하였다. 완만 상악골 확장술(SME)을 적용한 19명을 대상으로 연구 대상자의 정모 및 측모 두부 방사선 사진과 모형을 확장 전과 후로 채득하였다. 또한, 급속 상악골 확장장치(RME)를 적용한 13명을 대상으로 확장 후의 치측각의 변화를 Horseshoe Expander군과 비교하였다. 이 자료를 계측, 통계 처리하여 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정모 두부 방사선 규격사진 분석에서 양측 상악 중절치의 치근 및 절단연의 중앙점 사이의 거리, 상악 폭경, 비강 폭경이 유의성있는 증가를 보였고, 상하악 폭경은 감소를 보여 결국 삼각형 모양의 확장 양상을 나타냈다.

2. 정모 두부 방사선 규격사진 분석에서 제1대구치의 설측교두에 대한 협측 교두의 수직거리와 제1대구치의 치축각은 미약한 증가를 보였다.
3. 측모 두부 방사선 규격사진 분석에서 McNamara line에 대한 상악 중절치의 거리, 상악 깊이, 상악 높이 항목이 증가를 나타냈다. 또한, FH평면에 대한 상악 중절치, 구개평면, 교합평면, 하악 평면의 각도가 증가를 나타냈으나, McNamara line에 대한 하악 중절치의 거리항목은 유의성이 없었다.
4. 모형 분석에서, 구개용적, 상악 견치와 제1대구치의 폭경 및 상악궁 길이 항목이 유의성 있게 증가하였고, 교합 접촉점의 감소가 유의성을 나타냈다. 하악 제1대구치 폭경에 대한 항목에서는 몇 증례가 증가를 보였으나, 통계학적 유의성이 없었다. 나머지 하악 견치 폭경과 하악궁 길이 항목은 유의성을 나타내지 않았다.
5. 상악 제1대구치간 폭경변화(치성 변화)대 상악폭경변화(골격성 변화)가 약 2.2:1의 비율을 보였다.
6. Horseshoe Expander군과 급속 상악골 확장장치군(RME군)의 확장 전, 후 치축각 비교에서는, Horseshoe Expander군이 급속 상악골 확장장치군(RME군)보다 상악 제2소구치, 제1대구치에서 더 큰 상관계수를 가짐으로써 협측 경사이동이 적은 것으로 나타났다.

따라서, Horseshoe Expander는 치성 변화가 적고, 급속 상악골 확장장치(RME)에 비하여 협측 경사이동이 적으므로 상악궁 확장에 효과적인 장치로 사료된다.

REFERENCES

1. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, and Subtelny JD. : Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1966 : 36 : 152-64.
2. Hershey HG, Stuart BL, and Warren DW. : Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion, *Am J Orthod* 1976 : 69 : 274-84.
3. Storey E. : Tissue response to the movement of bones, *Am J Orthod* 1973 : 64 : 229-247.
4. Hicks EP. : Slow maxillary expansion : A clinical study of the skeletal versus dental response to low magnitude force, *Am J Orthod* 1978 : 73 : 121-41.
5. Cotton LA. : Slow maxillary expansion : skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*, *Am J Orthod* 1978 : 73 : 1-23.
6. Bell RA. : A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age, *Am J Orthod* 1982 : 81 : 32-8.
7. Proffit WR. : *Contemporary orthodontics*. 2nd Edition, Mosby, 1993.
8. Ohshima O. : Effect of lateral expansion force on the maxillary suture in cynomolgus monkey, *J Osaka Dent Univ* 1972 : 6 : 11-50.
9. Isaacson RJ, and Ingram, A.H. : Forces produced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1964 : 34 : 258-70.
10. Melsen, B : A histologic study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children, *Trans. Eur Orthod Soc*, pp. 1972 : 499-507.
11. Greenbaum KR, and Zachrisson BU. : The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod* 1982 : 81 : 12-21.
12. Mugerza OE, and Shapiro PA. : Palatal mucoperiostomy - an attempt to reduce relapse after slow maxillary expansion, *Am J Orthod* 1980 : 78 : 548-58.
13. 정규림 : 임상치과 교정학. 2판, 명문출판사. 1998 : 172-5.
14. 정규림, 김수철, 조은수 : Horseshoe appliance에 의한 전치부 반대교합 치험예. *대치교정치*. 1984 : 14(2) : 273-85.
15. Yen EHK, Yue CS, and Suga DM. : Effect of force level on synthesis of type III and type I collagen in mouse interparietal suture, *J Dent Res* 1989 : 68 : 1746-51.
16. Epker BN, Stella JP, and Fish LC. : *Dentofacial deformities : Integrated orthodontics and surgical correction*. 2nd Edi. Mosby. 1998 : 1194-9.
17. Debbane EF. : A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat, *Am J Orthod* 1958 : 44 : 187-219.
18. Wertz RA. : Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening, *Am J Orthod* 1970 : 58 : 41-66.
19. Bell RA. : The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions, *Am J Orthod* 1981 : 79 : 152-61.
20. Thorne NAH. : Expansion of the maxilla spreading the midpalatal suture : widening of the apical base and the nasal cavity on serial roentgenograms(Abst.), *Angle Orthod* 1960 : 46 : 626.
21. Ekstrom C, et al : Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion, *Am J Orthod* 1977 : 71 : 449-55.
22. Haas AJ. : Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture, *Angle Orthod* 1961 : 31 : 73-90.
23. Haas AJ. : Palatal expansion : just the beginning of

- dentofacial orthopedics, Am J Orthod 1970 : 57 : 219-55.
24. Davis WM, and Kronman JH. : Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture, Angle Orthod 1969 : 39 : 126-31.
25. Takada K, Sakuda M, Yoshida K, and Kawamura Y. : Relations between tongue volume and capacity of the oral cavity proper, J Dent Res 59 : 2026-31, 1980
26. Ladner PT. and Muhl ZF. : Changes concurrent with orthodontic treatment when maxillary expansion is a primary goal. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995 : 108 : 184-93.
27. 박태서, 이진우, 차경석 : 상악궁 확장술을 통한 치료전, 후 및 보정후 상악 구치부 변화에 관한 연구. 대치교정지 27(1)1997 : 55-63.
28. Frank SW, and Engel GA. : The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontics patients. Am J Orthod 1982 : 81 : 378-89.
29. 조봉제, 손병화 : 상악골 급속 확장시 상악골의 응력 분산과 변위에 대한 유한요소법적 분석. 대치교정지 1985 : 15 : 43-54.
30. Baumrind S. and Korn EL. : Quantiation of maxillary remodeling. Am J Orthod Dentofac Orthop 91 : 29-41, 1987.
31. 백철호 역 : Bioprogressive 진단학. 번역 1판, 지성출판사 1994 : 1-59.
32. Rakosi T. : An atlas and manual of cephalometric radiography, Lea Febiger, Philadelphia, 1982 : 34-76.

- ABSTRACT -

Effects of Horseshoe Expander

Kyu-Rhim Chung, Young-Guk Park, Young-Jun Lee, Hong-Suk Kim

Department of Orthodontics, College of School, Kyung-hee University

Horseshoe Expander is one of Slow Maxillary Expansion(SME) which aims to accommodate the contra- lateral expansion and midpalatal suture expansion of the palate. The appliance consists of skeleton type screw embedded in split Horseshoe appliance. It is the objectives of the presentation to manifest the changes in dental & craniofacial components subsequent to the application of Horseshoe Expander. The subjects for this study consisted of 32 patients (mean age : 12.7). Frontal, lateral cephalometric headfilm were taken and study casts were fabricated before and after expansion. 24 items were measured, compared preexpansion with postexpansion. Especially, palatal volume was measured by means of "Hydro-measurement method". Tooth axis measurement on the dental casts were made with Universal bevel protractor, and Horseshoe Expander group were compared with RME group. This study of changes to maxillary expansion with Horseshoe Expander revealed the following significant results.

1. Triangular-shaped expansion pattern appeared in frontal cephalometric headfilm.
2. Palatal plane, occlusal plane, mandibular plane and upper incisor to FH increased in lateral cephalometric headfilm.
3. Palatal volume increased significantly. A slight bite opening, reduction of occlusal contact points showed in dental casts.
4. A 2.2 : 1 ratio of the amount of intermolar width in maxilla(orthodontic movement) to maxillary width (orthopedic movement) was determined.
5. Horseshoe Expander group has less buccal tipping tendency than RME group, by taking high correlation coefficients in the upper second premolar and first molar.

It was suggested that Horseshoe Expander showed less orthodontic changes, less buccal tipping tendency. In addition, it was effective in maxillary expansion.

KOREA. J. ORTHOD. 2000 : 30(5) : 553-63

※ **Key words** : Horseshoe Expander, buccal tipping, Slow Maxillary Expansion