

## 유성건 급속정중이개시 정중구개붕합부위의 조직학적 변화에 대한 연구

이 두 회<sup>1)</sup> · 정 규 립<sup>2)</sup>

정중구개붕합의 급속확장은 상악골의 악궁의 폭을 증가시키고, 전방이동을 용이하게하므로 전후방적인 악골의 부조화나 상악치열궁 협착 등을 치료하는데 널리 사용되고 있다. 이 연구는 정중구개붕합의 급속이개시 붕합부위에서 나타나는 골개조 과정 및 교원섬유의 변화를 관찰하고자 시행되었다. 생후 6-8개월 된 유성견 4마리를 실험동물로 사용하여 인상을 채득한 후 주조된 급속정중이개장치에 Hyrax screw를 납착하여 장착시키고 1회에 90°씩, 1일 2회전시켜 10일간 지속하였다. X-ray상에서 붕합의 이개를 확인한 후 이개직후, 15일, 30일 그리고 60일간의 보정기간을 거쳐 희생시키고 정중구개붕합부를 절취하여 붕합부위의 변화를 광학 및 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 정중구개붕합 확장 직후 양 붕합골단의 일부에서는 신생골 형성이 관찰되었으며, 양 골단 사이의 교원섬유속이 중앙에서 늘어나 골간거리가 확장되었다.
2. 정중구개붕합 확장 15일 후, 붕합면에서는 많은 파골세포를 가진 골흡수면이 증가되었고 양 골단 사이에서는 교원섬유속의 주행방향이 불규칙하고, 조섬유세포 수가 줄어든 반면 많은 염증세포가 침윤되어 있었다.
3. 정중구개붕합 확장 30일 후 양 붕합골단에서 많은 조골세포를 가진 신생골이 성장하여 해면골이 형성되었으며, 양골단 사이에서는 교원섬유속이 풍부해지고 조섬유세포 수가 증가되었다.
4. 정중구개붕합 확장 60일 후, 양붕합골단은 해면골이 치밀골로 대체되어 골간거리가 좁아졌지만 지속적인 골개조현상이 관찰되었고, 교원섬유속이 재생된 붕합면에 매입되었으며, 연결 중앙부에서는 서로 교차하고 있는 양상이 관찰되었다.

이상의 결과에 의하면 급속정중이개시 정중구개붕합 부위의 유주성 세포의 침윤상태가 유도되는 염증반응이 일어난 후 골개조현상이 일어났으며, 골개조 현상은 급속확장 2개월 후에도 계속 진행되고 있었다.

(주요단어 : 정중구개붕합 급속확장, 골개조현상)

### I. 서 론

교정력을 이용한 정중구개붕합의 급속확장은 골화되지 않은 붕합부위에 인장력을 가하여 구개골을 이개시키기 위하여 시행된다. 이 술식은 악골의 전후방

부조화 환자, 양측성·단측성 교차교합, 구개파열환자, 또는 비강이 매우 협소하여 호흡곤란을 느끼는 환자들에게 적용되고 있다.

급속정중이개술식의 사용에 대한 보고는 1859년 Westcott<sup>1)</sup>, 1860년 Angell<sup>2)</sup> 등에 의해 이루어졌으나 당시의 치과계에서 인정을 받지 못하였으며, Kemple 과 Stanton<sup>3)</sup> 은 급속정중이개술식에 의한 정중이개가 불가능하거나, 가능하다더라도 너무 위험하기 때문에 이러한 술식의 사용에는 반대한다고 하였다. 그

<sup>1)</sup>경희대학교 치과대학 교정학교실

<sup>2)</sup>경희대학교 치과대학 교정학교실 교수

러나 Coffin spring 으로 어린 아이의 상악골을 확장시킬 수 있다는 사실이 언급된 이후<sup>4)</sup>, Willis<sup>5)</sup> 는 급속정중이개술식을 이용해 변형된 코중격( nasal septum )과 콧구멍( nares )에 의한 호흡곤란 환자의 치료에 대한 증례보고를 하였고, Black<sup>6)</sup> 이 급속정중이개술식에 대하여 긍정적인 의견을 개진하였다. Dean<sup>7)</sup> 은 급속정중이개술식 전·후의 인상을 채득하여 실제 이개량을 계측한 후 비강이 넓어졌다고 하였고, Mesnard<sup>8)</sup> 는 급속정중이개술식을 통상적으로 이용하였다.

급속정중이개술식 후에는 상악골과 주변 봉합부위에서 많은 변화가 나타나는데, Wertz<sup>9)</sup>에 의하면 급속정중이개시 상악골은 전두비근봉합( fronto-nasal suture ) 부근을 축으로 축방으로 회전하며, 전방부에서의 이개량이 후방부보다 많다고 하였으나, Davis 와 Kronman<sup>10)</sup>은 견치부에서보다 구치부에서의 이개량이 더 많다고 하였다. Timms<sup>11)</sup> 는 급속정중이개술식 전후 접형골의 양측 날개갈고리( pterygoid hamuli ) 간 거리의 증가량을 구강내에서 직접 계측한 결과 그 양이 치궁 확장량의 약 반정도임을 밝히고, 급속정중이개술식시 상악골, 구개골, 날개돌기는 한 단위로 움직이며, 이때 날개돌기는 외측방으로 휘어진다고 하였다. 급속정중이개술식시의 변화에 대한 laser holography 를 이용한 연구에서 박과 양<sup>12)</sup>은 상악골 확장이 상악골 자체뿐만 아니라 인접골 및 봉합부위에 영향을 미친다고 하였으며, Chaconas 와 Caputo<sup>13)</sup> 는 광탄성물질을 이용한 연구 결과 정중구개 봉합이개장치에 의해 형성된 힘은 구개골의 수직편을 따라 심부구조로 전달된다고 하였다.

정중구개봉합의 이개에 관한 동물실험연구에서 주와 유<sup>14)</sup> 는 성견에 급속정중이개술을 시행하였을 때 정중구개봉합 뿐만 아니라 전두골간 봉합과 비골간 봉합 부위에서도 조직학적 변화가 나타난다고 하였으며, Ten Cate 등<sup>15)</sup> 은 백서를 이용한 실험에서 급속한 봉합부 이개시 초기에는 일시적인 염증반응이 나타나지만 곧 정상적인 뼈발생( osteogenesis )과 원섬유형성( fibrillogenesis )에 이은 골개조가 일어난다고 하였다. 원숭이를 이용한 실험을 보면, Cleall 등<sup>16)</sup> 은 정중구개봉합의 이개시 이 부분은 급속히 신생골로 찬다고 하였고 Gardner 와 Kronman<sup>17)</sup> 은 급속정중이개시 봉합부위의 골침착을 보고하면서 이때 상악골은 전하방으로 이동한다고 하였으며, Walters<sup>18)</sup> 는 비강 및 부비동( nasal sinus complex )의 증가에 의해 안면중앙부의 변화가 오고 정중구개봉합

부위에서의 골의 성장 및 하악 치궁의 확대와 같은 보상적 성장이 일어났다고 하였다.

최근 국내에서 상악골의 열성장을 동반한 3 급 부정교합 환자에서 급속정중이개술식의 사용이 크게 늘고 있으나, 이에대한 조직학적인 연구는 적은 편이다. 특히 일정한 보정기간을 거친 후 정중구개봉합부위에서 나타나는 교원섬유( collagen fiber )의 변화 및 조골세포와 파골세포의 출현에 관한 전자현미경적 관찰에 대한 연구는 국내외적으로 부족한 실정이다. 이에 저자는 급속정중이개술식 적용 후 일정기간의 보정기간을 거치는 동안 정중구개봉합 부위에서 일어나는 변화에 대한 기초적인 자료를 제공하고 성장중인 유성견 정중구개봉합의 확대 직후와 보정기간 사이에 봉합부위에서 일어나는 골과 교원섬유의 변화를 관찰하여 앞으로의 연구에 도움을 주고자 본 연구를 시도하였다.

## II. 연구재료 및 방법

실험동물로는 정상교합을 가진 생후 6 - 8개월 된 평균체중 12 kg 의 유성견 4 마리가 사용되었다. 사용된 개는 모두 암컷으로 아직 이차성징을 나타내지 않는 잡종이었다. 동물들은 경희의료원 동물실험실에서 독립적인 우리를 사용하여 사육되었다. 먹이는 잔반과 고단백 사료를 혼합하여 사용하였으며, 물과 함께 제한없이 제공되었다.

실험동물은 전신상태가 양호한 동물에 한해 내부기생충에 대한 구충( 드론탈 플러스, 한국바이엘화학 )과 예방접종( DHPPL 및 rabis, 중앙가축전염병연구소 )을 시행하였으며, 본 실험에 앞서 최소 1 주일 이상의 적응기간을 거쳤다. 일반혈액검사와 실험을 위한 마취유도는 10 mg/kg 의 펜토바비탈 나트륨( Entobar, 한림제약 )을 근주하여 시행하였으며, 전신마취는 21 gage 정맥내 유지침을 등쪽발허리정맥( dorsal metatarsal v. )에 삽입하여 25 mg/kg 의 펜토바비탈 나트륨을 서서히 정주하여 시행하였다. 마취중 심박동, 호흡, 직장체온은 주의깊게 관찰되었다. 실험후의 원활한 마취회복을 위하여 복합비타민제( MVH, 환인제약 )를 혼합한 하트만 수액 5 ml/hr/kg 을 유지수액으로 사용하였으며, 마취로 인한 신체저항력의 감소를 보강하기 위하여 항생제를 1일간( Penicillin G Sodium 120만 단위 / 24 hr., 근화제약 )투여하였다.

급속정중이개를 위한 장치의 제작을 위하여 파라

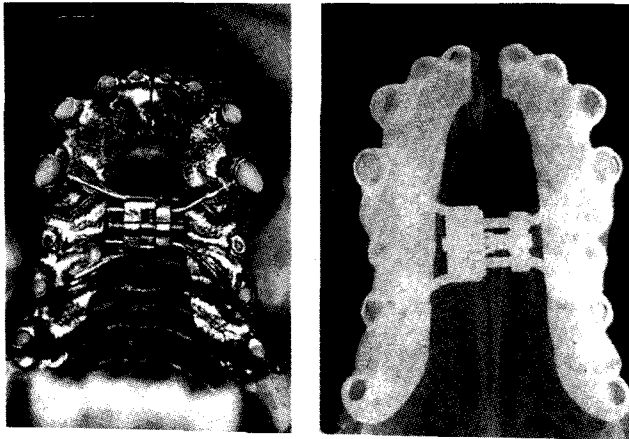


그림 1. Rapid maxillary expansion appliance used in this study.

그림 2. The separated space was diffusely filled with spiculous structures on the separated bone surface

핀 왁스 ( base plate wax ) 로 제작된 인상용 트레이가 사용되었으며, 알지네이트로 구강 내 상·하악 인상채득 후 교합면 방사선사진을 촬영하였다 ( 60kVp, 10mA, 10cm, 1.03sec. ). 경석고로 모형을 제작한 후 하악치아와의 조기접촉이 없도록 유의하여 급속확장장치를 주조하였으며, Hyrax screw ( Dentaurum 사 ) 는 제 1 소구치 부위의 정중상에 납착시켰다(그림 1). 성장중인 실험동물을 사용한 관계로 급속정중이개장치는 인상채득 1주일 이내에 제작되어 인산아연시멘트로 구강내에 장착하였으며, 장착시 마취에 의한 타액의 과도한 분비를 제어하기 위하여 아트로핀 1cc가 사전 투여되었다. 장착 후에는 교합면 방사선 사진을 채득하였다. Screw 의 회전시 동물의 협조에 큰 문제는 없었으며, 매일 오전에 90°, 오후에 90° 씩 10일간 지속시켜 총 1800° ( 5회전 ) 를 얻었으며 이개량은 5mm 였다. 실험동물은 이개 직후와 15일, 30일, 및 60일간의 보정기간을 각각 거친 후 과마취를 시행하여 희생되었으며, 상악골만을 적출한 후 상악교합면 방사선 사진을 채득하였다. 적출된 상악골은 즉시 10% 중성 포르말린용액 ( pH 7.0 ) 에 1차 고정된 후 조직표본제작을 위하여 약 1cm × 1cm 정도 크기의 절편으로 다시 제작되어 동일한 10% 중성 포르말린용액 ( pH 7.0 ) 에서 3일간 고정하였다.



Fig. 3. 0 day after expansion. The interdigitation of the sutural bony margin ( arrows ) was intense. Azan, X 40. P : Periosteum, CT : Collagenous tissue.

### 1) 광학현미경 관찰

조직을 수세한 후 정중구개융합부를 10% EDTA-phosphate buffer ( pH 7.3 ) 용액에 3주간 탈회하였다. 탈회 후 일련의 알코올로 탈수한 후 xylene 을 거쳐 파라핀에 포매하였으며, 조직절편기 2050 Supercut ( Reicher-Jung ) 로 4-6 $\mu$ m 의 정중구개융합 연속절편을 제작하여 Azan 염색 후 광학현미경으로 검경하였다.

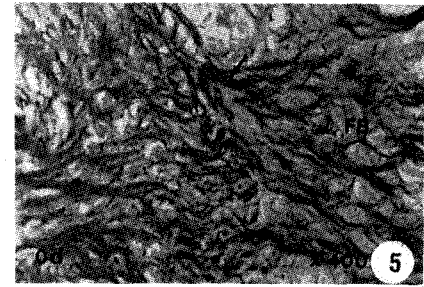
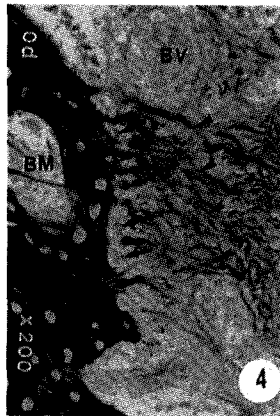
### 2) 주사전자현미경 관찰

정중구개융합부를 10% 중성 포르말린용액 ( pH 7.0 ) 으로 고정한 후 5% KOH in phosphate buffer ( pH 7.4 ) 용액에 침투시켜 골표면과 융합부의 유기성분을 용해, 제거하여 정중구개융합부위를 분리하여 융합면을 노출시켰다. 분리된 정중구개융합부위를 phosphate buffer ( pH 7.4 ) 용액으로 수세후 일련의 ethanol 로 탈수한 후 CO<sub>2</sub> 에 임계점건조기 HCP-2 ( Hitachi ) 로 건조시킨 후 급증착기 ( Ion coater IB-3, Eiko ) 로 급증착하여 주사전자현미경 ( Hitachi S-2300 ) 으로 관찰하였다.

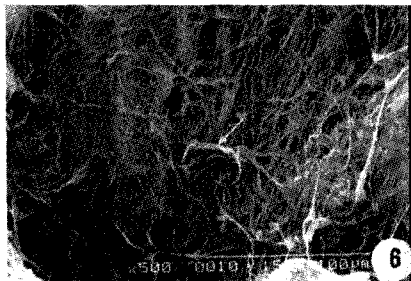
## III. 실험 성적

실험기간중 동물들은 체중이 평균 1 kg / 월 정도 증가하였으며, 구강내에 장착된 장치의 유지력은 매우 양호하였다. 조직표본을 제작하여 광학 및 주사전자현미경으로 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

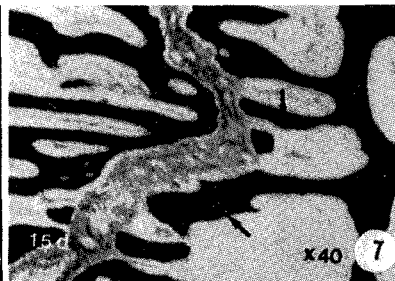
**Fig. 4.** 0 day after expansion. The fiber bundles ( arrow heads ) were oriented regularly. Within the bone matrix, a few osteocytes, each within a lacuna, were present. The bone was surrounded by a continuous layer of osteoblasts ( arrows ). Azan, X 200. BV : Blood vessel, BM : Bone marrow.



**Fig. 5.** 0 day after expansion. The fiber bundles ( arrows ) were complicated at the center of the suture. Azan, X 400. FB : Fibroblast.



**Fig. 6.** 0 day after expansion. Many fiber bundles ( arrow ) were embedded in the bony surface. SEM, X 500.



**Fig. 7.** 15 days after expansion. Note the stretch of the bony trabeculae ( arrows ) from both the sutural surface. Azan, X 40.



**Fig. 8.** 15 days after expansion. Much cellular infiltration ( arrows ) was observed in the suture. The orientation of the fiber bundles becomes obscured. Azan, X 100. BV : Blood vessel.

1. 확장 직후.

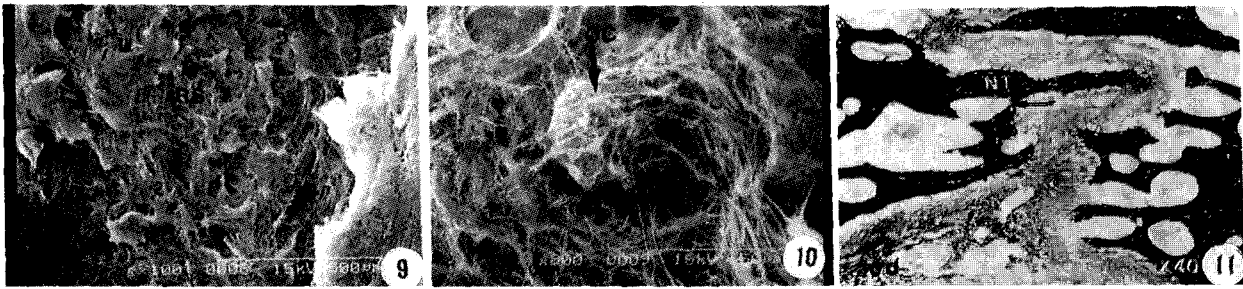
붕합골단들이 썩기모양으로 감입되어 있었고, 양붕합골단은 성숙된 치밀골로 구성되었으며, 일부 신생골 형성이 관찰되었다 (그림 3). 신생골의 세포성 골기질은 골세포로 차있었고, 골단 모서리는 조골세포가 일렬로 싸고 골형성층을 이루고 있었으며, 붕합사이의 간극은 섬유층으로 반대편의 것과 함께 연결층을 형성하고 교원섬유와 조섬유세포 및 혈관조직으로 구성되어 있었다 (그림 4). 좌우 골단을 연결하는 교원섬유는 연결 중앙에서는 섬유속이 서로 교차되어 있었다 (그림 5). 규칙적으로 주행하는 교원섬유는 많은 파괴섬유로 양 골단에 박혀 강한 결합을 이루고 있었다 (그림 6). 정중구개붕합 이개 직후의 교환면 X 선 사진에는 정중구개붕합 사이에 넓은 범위로 기존의 구개의 방사선 소견과는 다른 방사선투과상이 관찰되었다 (그림 6).

2. 확장 15일 후.

붕합골단면의 내면과 외면이 변화되어 불규칙해졌으며 (그림 7), 붕합면의 일부는 골흡수면이 보였고 (그림 9), 그 흡수면에는 많은 파골세포의 출현이 관찰되었다 (그림 10). 섬유성 결합조직은 교원섬유속의 주행방향이 불규칙해졌고, 조섬유세포가 변성 농축되어 피사되어 있었고, 대신 많은 유주성세포가 침윤되고, 신생혈관의 증가가 관찰되었다 (그림 8).

3. 확장 30일 후.

붕합골단면은 썩기모양의 신생골이 성장되어 서로 유착되어 골수가 풍부한 해면골이 형성되어 있었다 (그림 11). 이 해면골은 일부 일차골원을 볼 수 있었으며, 세포성분과 소성결합조직은 감소되고 있었다. 형성면에는 조골세포로 덮혀 왕성한 골형성을 보였다 (그림 12,13,14). 섬유성 결합조직은 교원섬유가 풍

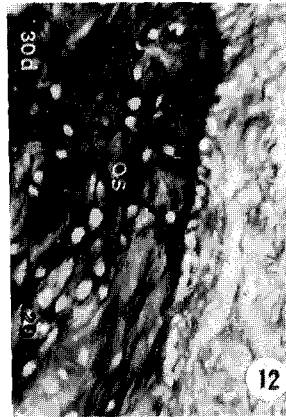


**Fig. 9.** 15 days after expansion. The sutural surface consisted almost of a resorbing surface. SEM, X 100. RS : Resorbing surface.

**Fig.10.** 15 days after expansion. The sutural surface consisted of the resorbing area with the osteoclast ( arrow ). SEM, X 800. OC Osteoclast.

**Fig.11.** 30 days after expansion. The spongy bones ( arrow ) were formed by the adhesion of the new trabeculae. Azan, X 40. NT : New trabecular

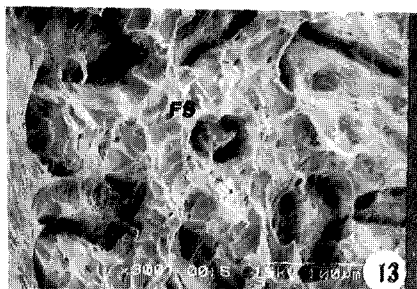
**Fig.12.** 30 days after expansion. Immature bone exhibited primary osteons ( arrow ), less bone cellularity and loose connective tissue. Azan, X 200. OS : Osteons.



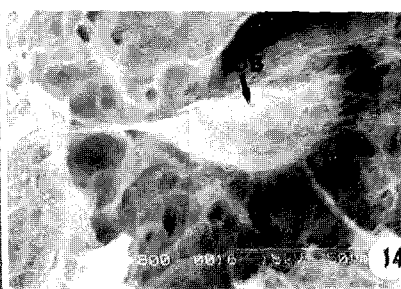
부해졌고, 조섬유세포의 수가 증가되었다 (그림 11,12). 교합면 X 선 사진을 보면 이개된 공간 내로 골단면에서 유래하는 침골의 양이 증가하는 것을 볼 수 있다 (그림 2).

4. 확장 60일 후.

융합골단은 해면골의 골수가 감소되고, 골이 치밀해지고, 골간거리도 좁아졌다 (그림 15). 융합면의 표면이 편평해지고, 많은 조골세포들이 부착되어 있어 빠른 골형성을 나타내고 있었다 (그림 16).



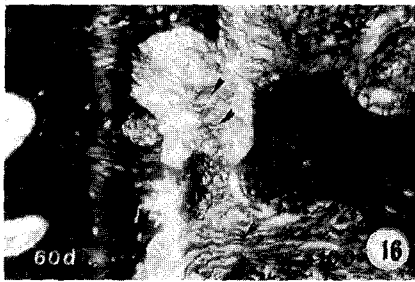
**Fig.13.** 30 days after expansion. The sutural surface consisted of the forming surface. SEM, X 300. FS : Forming surface.



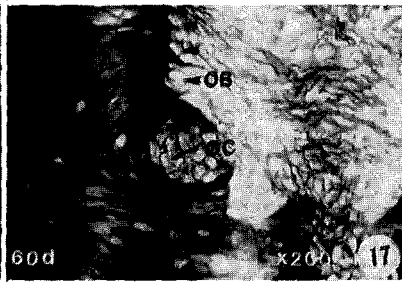
**Fig.14.** 30 days after expansion. The forming surface covered by osteoblasts ( arrow ). SEM, X 800. OB : Osteoblast.



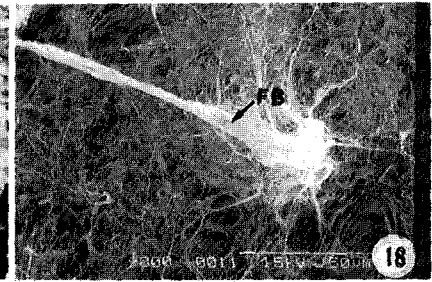
**Fig.15.** 60 days after expansion. The spongy bones were transformed into the compact bones. Azan, X 40. CB : Compaced bone.



**Fig. 16.** 60 days after expansion. The increase of the fibrous components (arrowheads) were seen between both the sutural surfaces. Azan, X 100.



**Fig. 17.** 60 days after expansion. The forming surface covered by osteoblasts (arrowheads), and a resorbing surface covered by osteoclasts (arrow). Azan, X 200. OB : Osteoblast, OC Osteoclast.



**Fig. 18.** 60 days after expansion. A few fiber bundles (arrow) were seen at the regenerated sutural surface. SEM, X 800. FB : Fibrous bundle.

일부에서는 약간의 파골세포도 출현되고 골흡수면도 관찰되어 새로 형성된 봉합면이 현저히 개조되고 있는 현상도 보였다 (그림 17). 섬유성 결합조직에서 교원섬유속이 더욱 증가되어 있었고, 그 사이에 위치한 조섬유세포의 수도 증가되었다 (그림 16,17). 좌우 골단을 연결하는 교원섬유는 연결 중앙부에서 섬유속이 서로 교차되고 있는 양상이 보였고, 골단에서는 신생골 속에 섬유속이 매입된 사피섬유를 관찰할 수 있었다 (그림 17,18). 교환면 X 선 사진을 보면 골화가 상당히 진척된 것을 알 수 있었다.

#### IV 총괄 및 고안

급속정중이개술식을 구의력과 함께 적용하여 앵글 2 급 환자를 치료한 증례는 Hass<sup>30)</sup>, Baumrind 와 Korn<sup>19)</sup>, Warren<sup>20)</sup>, 등에 의하여 보고되어 왔으나, 주로 상악골 열성장이 수반된 앵글 3 급 부정교합자에서 사용되어 왔다. Biederman<sup>21)</sup> 은 앵글 3 급 환자는 정중구개봉합의 급속 확대에 좋은 반응을 보인다고 하였으며, 탁과 유<sup>22)</sup> 는 급속정중이개술식 전후의 두부 방사선 계측학적인 연구에서 A 점은 전하방으로 이동하고, B 점은 후하방으로 전위된다고 하였으며, 이는 Davis 와 Kronman 이 보고한 내용과 일치한다. 이에 반해 본 실험은 급속정중이개 후 구개봉합부위의 관찰을 주 목적으로 하였기 때문에 상악골체의 전방이동 여부에 관한 관찰은 시행되지 않았다.

급속정중이개술식을 이용한 정중구개봉합의 이개

는 상악궁의 폭을 증가시키고, 전방이동시킬 수 있기 때문에 근래들어 협소한 상악치궁 혹은 상악골의 발육부전의 치료에 이용되고 있다. 이러한 정형력은 일반적으로 치아의 이동에 사용하는 교정력으로는 일어나지 않는다. 현재 앵글 3 급 환자의 치료에 사용되는 정형장치로는 헤드기어, 급속정중이개술식, 이모장치, 등이 있다. 정중구개봉합 이개 술식에는 급속정중이개술식과 저속정중이개술식이 있다. 정중구개봉합에 가해지는 강한 이개력은 상악골을 좌우로 분리시키며, 이때 정중구개봉합 부위에서는 골형성 작용이 활발히 일어난다. 급속정중이개술식은 짧은 기간에 강한 힘을 조직에 가하기 때문에 이러한 형태의 술식은 상악골에 큰 영향을 미치리라 생각되며, 때로는 염증반응을 유발시킬 수도 있다.

정중이개술식시 사용하는 힘이나 속도는 급속과 저속으로 구분된다. Yen 등<sup>23)</sup> 은 백서 두개관에 힘을 가했을때 약한 힘이 봉합부위에서 보다 생리적인 반응을 나타낸다고 하였고, Hicks<sup>24)</sup> 는 2 lb 정도의 지속적 힘으로 상악골의 분리가 일어나며 8 주 정도의 고정성 장치를 이용한 보정기간으로 충분한 유지가 된다고 하였으며, Cotton<sup>25)</sup> 도 저속정중이개시 나타나는 안정성을 지적하였다. 본 연구에서 정중구개봉합의 이개속도를 급속으로 선택한 이유는 대부분의 교정의에 의해 선호되어 오고 있기 때문에 이에 대한 조직학적 연구가 선행되어야 한다고 사료되어 시행되었으나, 본 연구 결과로서는 저속정중이개술식과의 비교가 이루어 질 수 없는 까닭에 앞으로는 저속정중

이개술식과 급속정중이개술식을 직접 비교하는 동물 실험이 이루어져야 한다고 생각된다.

정중구개융합의 급속정중이개를 위해서는 환자의 나이를 고려할 필요가 있다. Cleall<sup>16)</sup> 등은 급속정중이개술식은 성장기에 시행하는 것이 좋으며, Lines<sup>26)</sup> 는 성인에 급속정중이개술식을 시행할 때에는 외과적 방법을 함께 사용하는 것이 좋다고 하였다. Wertz<sup>27)</sup> 는 60명의 환자를 대상으로 한 임상적 연구에서 환자의 연령의 증가에 따라 정중구개융합 이개에 의한 정형효과가 떨어진다고 하였다. Brin<sup>28)</sup> 등은 고양이에 정중구개융합이개술식 적용 후 조골세포 내의 cAMP 및 cGMP 의 농도를 측정 한 결과 고령의 고양이의 조골세포는 어린 동물의 조골세포에 비해 인장력에 대한 반응력이 떨어진다고 하였다. Isaacson<sup>29)</sup> 은 성숙도와 나이의 증가에 따라 급속정중이개술식에 의한 이개력에 대한 안면골의 저항이 증가한다고 하였으며, Hass<sup>30,31)</sup> 는 장치의 설계, 급속정중이개술식의 시기 및 연령 등에 대하여 논하였으나 유지장치를 제거한 후의 안정성에 대한 논의는 부족하였다. 정중구개융합의 이개술식 시기에 대한 이상의 연구결과들을 총괄하면 급속정중이개술식의 성공률은 어린 연령의 환자에서 높게 나타난다. 본 연구에서 실험동물의 연령을 생후 6 - 8 개월로 제한한 것은 실험동물의 성장발육이 완전히 끝나지 않은 상태에서 연구치의 교환이 일어난 시기를 선택하여 실제 임상증례와 유사한 시기에 해당되는 성숙상태의 개를 사용하기 위함이었으며, 급속정중이개후의 골개조 현상 및 안정성에 대한 연구가 미흡하였기 때문에 이를 파악하고자 함이었다.

급속정중이개술식 후의 정중구개융합 부위의 광화에 대한 연구를 보면 Ekstrom<sup>32)</sup> 등은 동위원소를 이용한 임상적 실험에서 급속정중이개시 첫 한달간은 골단면부에서 무기물 함량이 급속히 떨어지지만, 약 3 개월후에는 급속정중이개 이전의 무기물 함량과 비슷해졌다고 하였다. 또한 Inoue<sup>33)</sup> 등은 방사선 사진을 이용하여 급속정중이개술식 전후의 이개량의 변화와 정중구개융합 부위의 치유과정을 논하였으며, 보고 내용 중 정중구개융합 이개 직후에 이미 골단면에서 침골이 관찰되며 확장후 60 일 대상에서는 이들이 골조직으로 대체되는 현상은 본 실험의 X-ray 소견과 일치함을 알 수 있었으나, 급속정중이개 3 개월 후에 대한 연구가 본 실험에서는 이루어지지 않아 Ekstrom<sup>32)</sup> 의 연구결과와의 정확한 비교는 할 수 없었다. 또한 확장후 60 일 대상에서도 골 개조현상이 지

속되고 있는 것으로 나타난 본 연구결과를 총괄할 때 급속 정중이개술식 후 보정기간은 최소 2 개월 이상은 시행되어야 함은 물론, 향후 보다 장기간 보정을 거친 실험이 지속되어야만 보정기간과 관련된 보다 정확한 정보를 얻을 수 있다고 사료된다.

정중구개융합에 대한 동물실험은 rhesus monkeys 에서 많이 이루어졌다. Starnbach<sup>34)</sup> 등은 전두비골융합선 등에서의 세포활성도의 증가를 관찰하였으며, 정중구개융합부위의 공간은 섬유성 결체조직으로 찬다고 보고하였다. Cleall<sup>16)</sup> 등은 정중구개융합의 이개시 이 부분은 급속히 신생골로 찬다고 하였고 Gardner와 Kronman<sup>17)</sup> 은 급속정중이개시 융합부위의 골침착을 보고하면서 이때 상악골은 전하방으로 이동한다고 하였다. Ten Cate<sup>15)</sup> 는 백서를 이용한 실험에서 급속한 융합부 이개시 초기에는 염증반응이 나타나지만 곧 정상적인 골신생 (osteogenesis) 과 섬유신생 (fibrillogenesis) 에 이은 골개조가 일어난다고 하였다. Walters<sup>18)</sup> 등은 원숭이에 급속정중이개술을 시행시 비강 및 부비동의 증가에 의해 중안면부의 변화가 왔으며, 정중구개융합부위에서의 골의 성장·하악 치궁의 확대 등의 보상적 성장이 일어났다고 하였다. 본 연구결과를 위의 연구 결과와 비교할 때 상이한점은 발견되지 않았으며, 실험동물에 따른 정중구개융합 이개술식에 대한 조직학적 특이성이 없음을 알 수 있었다.

조골세포는 외부자극이 없을 때에는 불활성 상태로 존재하지만, 교정력이 가해지면 특히 인장력이 가해지는 부위에서 활발한 활동성을 나타낸다. 본 실험 0일군에서 골형성층이 관찰되는데, 이는 조골세포가 활발한 활동상태에 있음을 뜻한다. 이개부위의 교원 섬유는 인장되어 있는 상태이지만, 규칙성을 유지하고 있으며, 골단면에 강하게 박혀있음을 전자현미경상으로 알 수 있었다. 15 일군에서는 골단면에서 골세포와 함께 파괴양상이 나타났다. 정중구개융합 이개 부위에서는 교원섬유의 주행성의 상실과 조섬유세포의 파괴가 만성염증소견과 함께 관찰되는데, 이에 대해 Proffit<sup>35)</sup> 은 급속정중이개술식이 조직에 손상이 심하고 염증반응이 일어나기 때문에 정중이개술식의 속도를 느리게 하는 것이 좋다고 하였다. 30 일 군에서는 조골세포의 활동성과 골신생이 관찰되는 시기이며, 정중구개융합 이개부위에는 조섬유세포의 수와 교원섬유의 양이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 60 일 군에서는 골개조현상에 의해 융합부위가 편평해지고 치밀골이 나타났으며, 교원섬유의 주행성이 관찰된

다. 사피섬유는 골단면에 단단히 박혀서 중앙부위에서 교차하는 양상을 보였다.

급속정중이개술식은 협소한 상악궁의 치료 외에도 비강용적의 증가, 전도성난청환자의 치료, 등에도 이용될 수 있다. Wertz<sup>9)</sup>는 급속정중이개술식이 비저항의 감소를 가져오는 것은 사실이지만, 이 술식은 상악 치열궁의 협착을 보이는 경우에 한해서 사용되어야 한다고 하였으며, Linder-aronson 과 Aschan<sup>36)</sup>은 교정 및 이비인후과적으로 급속정중이개술식을 필요로 하는 환자에게 급속정중이개술식을 적용한 후 비저항의 감소와 1년후의 안정성을 보고하였고, Hershey 등<sup>37)</sup>은 정중구개봉합의 이개가 비저항의 감소를 가져온다고 하였다. 백<sup>38)</sup> 등은 급속정중이개술식 시행 전후의 비강기도 저항의 변화와 안정성에 대한 연구에서 비저항의 감소와 1년후 관찰시의 안정성에 대하여 논하였다.

급속정중이개시 나타날 수 있는 위험에 대한 논의가 많았으나, 이때 일어나는 골개조현상은 두개저에는 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다. 급속정중이개술식의 적용에 의해 상악골은 둘로 나뉘며 분리된 상악골은 탄력적으로 변형되고, 이때 상악골체 내에 형성되는 응력은 골개조현상에 영향을 준다. Brossman<sup>39)</sup> 등은 급속정중이개술에 의한 상악골의 translatory and rotational movement는 치아관계, 비강의 면적, 등에 변화를 가져오지만, 두개저에는 변화가 없다고 하였다.

급속정중이개술식 후의 보정기간에 대해서 Wertz<sup>27)</sup>는 봉합과 비강의 확장 후에는 약 3개월간의 보정이 필요하다고 하였으며, Linder-Aronson<sup>40)</sup>은 급속정중이개시 유지장치 제거 5년 후에는 상악궁의 넓이가 치료당시의 45%로 줄어들며, 수평피개의 증가나 수직피개의 감소는 관찰되지 않는다고 하였다. 본 실험에서도 2개월 보정군에서 골개조활동이 관찰되었는데, 동물실험의 결과를 실제 임상에 그대로 적용할 수는 없지만, 보정기간의 설정에 참고할 수 있으리라고 생각된다.

현재까지의 연구를 보면 초기의 급속정중이개술식에 대한 찬반논쟁에서 장치의 제작, 임상에의 적용, 동물실험을 통한 조직학적 관찰, 등이 이루어졌으나, 아직 일정한 보정기간을 거친 후 정중구개봉합부위에서 나타나는 교원섬유의 변화, 조골세포 혹은 파골세포의 출현의 전자현미경적 관찰에 대한 연구는 부족한 실정이다. 또한 급속정중이개술식 적용 후 보정기간을 어느정도 해야 하는지에 대해서는 정설이 없

으며, 보정기간의 단축 가능성 및 치료후 두개골 주위 생태학의 변화에 따른 유지성을 증가시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 본 실험을 바탕으로 골조직의 대사에 영향을 끼칠 수 있는 미량원소 투여시의 골성장의 변화에 대한 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

## V. 결 론

유성견 정중구개봉합의 확대 후 봉합부위에서 일어나는 골신생, 교원섬유의 변화를 관찰하기 위하여 성장중인 개를 실험동물로 하여 상악에 급속정중이개장치를 장착한 후 1일 2회전(180°)시켜 정중이개시킨 후 0일, 15일, 30일, 60일째에 각각 희생시켜 정중구개봉합부를 절취하여 봉합부위의 변화를 광학 및 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 정중구개봉합 확장 직후 양 봉합골단의 일부에서는 신생골 형성이 관찰되었으며, 양 골단 사이의 교원섬유속이 중앙에서 늘어나 골간거리가 확장되었다.
2. 정중구개봉합 확장 15일 후, 봉합면에서는 많은 파골세포를 가진 골흡수면이 증가되었고 양 골단 사이에서는 교원섬유속의 주행방향이 불규칙하고, 조골세포 수가 줄어든 반면 많은 염증세포가 침윤되어 있었다.
3. 정중구개봉합 확장 30일 후 양 봉합골단에서 많은 조골세포를 가진 신생골이 성장하여 해면골이 형성되었으며, 양골단 사이에서는 교원섬유속이 풍부해지고 조골세포 수가 증가되었다.
4. 정중구개봉합 확장 60일 후, 양봉합골단은 해면골이 치밀골로 대체되어 골간거리가 좁아졌지만 계속적인 골개조현상이 관찰되었고, 교원섬유속이 재생된 봉합면에 매입되었으며, 연결 중앙부에서는 서로 교차되고 있는 양상이 관찰되었다.

이상의 결과에 의하면 급속정중이개시 정중구개봉합 부위의 유주성 세포의 침윤상태가 유도되는 염증반응이 일어난 후 골개조현상이 일어났으며, 골개조현상은 급속확장 2개월 후에도 계속 진행되고 있었다.



## REFERENCES

1. Westcott, A. : A case of irregularity, *Dent. Cos.*, 1: 60-68, 1859.
2. Angell, E.C. : Treatment of irregularities of permanent or adult teeth, *Dent. Cos.*, 1: 540-544, 599-601, 1860.
3. Kemple, F., Stanton, F.L. : Discussion, *Dent. Cos.*, 56, 215-222, 1914.
4. Coleman, A. : On some forms of irregularity of the teeth and their treatment, etc. *Trans. Odont. Soc. Gt. Brit.*, p227, 1865. Cited from *Rapid Maxillary Expansion* by Timms, D.J..
5. Willis, F.M. : Rapid separation of the superior maxillary bones to relieve deflected nasal septum and contracted nares, *Dent. Cos.*, 53:784-786, 1911.
6. Black, G.V. : *Dent. Rev.*, 7:218-224, 1893.
7. Dean, L.W. : The influence on the nose of widening the palatal arch, *J. Am. Med. Assoc.*, 52:941-943, 1909.
8. Mesnard, L. : Immediate separation of the maxilla as a treatment for nasal impermeability, *Dent. Rec.*, 49, 371-372, 1929.
9. Wertz, R.A. : Changes in nasal air flow incident to rapid maxillary expansion, *Angle Orthod.*, 38:1-9, 1968.
10. Davis, W.M., Kronman, J.H. : Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture, *Angle Orthod.*, 39 : 126-132, 1969.
11. Timms, D.J. : A study of basal movement with rapid maxillary expansion, *Am. J. Orthod.*, 77:500-507, 1980.
12. 박준상, 양원식 : 상악골 확장이 안면골에 미치는 영향에 관한 laser holography 연구, *대치교정지*, 16: 43-50, 1986.
13. Chaconas, S.J. and Caputo A.A. : Observation of orthopedic force distribution utilizing maxillary orthodontic appliances, *J. Dent. Res.(Sp. Iss. A)*, 54:45, 1975.
14. 주정신, 유영규 : 성견에 있어서의 정중구개융합선의 급속확장에 의한 상악골 주위 융합의 조직학적 변화에 관한 연구, *대치교정지*, 11, 161-169, 1981.
15. Ten Cate, A.R., Freeman, E., and Dickinson, J.B. : Sutural development : structure and its response to rapid expansion, *Am. J. Orthod.*, 71:622-636, 1977.
16. Cleall, J.F., Bayne, D.I., Posen, J.M., and Subtelny, J.D. : Expansion of the midpalatal suture in the monkey, *Angle Orthod.*, 35:23-35, 1965.
17. Gardner, G.E. and Kronman, J.H. : Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey, *Am. J. Orthod.*, 59:146-155, 1971.
18. Walters, R.D. : Facial changes in the macaca mulatta monkey by orthopedic opening of the midpalatal suture, *Angle Orthod.*, 45:169-179, 1975.
19. Baumrind, S. and Korn, E.L. : Patterns of change in mandibular and facial shape associated with the use of forces to retract the maxilla, *Am. J. Orthod.*, 80:31-47, 1981.
20. Warren, D.W. : Rapid class II correction with a headgear expander, *J. Clinical Orthod.*, XXVII:503- 507, 1993.
21. Biederman, W. : Rapid correction of class III malocclusion by midpalatal expansion, *Angle Orthod.*, 63:47-55, 1973.
22. 탁선근, 유영규 : 상악골 급속확장에 의한 앵글씨 제 III 급 부 정교합 환자의 안모형태 변화에 관한 두부방사선 계측학적 연구, *대치교정지*, 14:161-171, 1984.
23. Yen, E.H.K., Yue, C.S., Suga, D.M. : Effect of force level on synthesis of type III and type I collagen in mouse interparietal suture, *J. Dent. Res.*, 68:1746- 1751, 1989.
24. Hicks, E.P. : Slow maxillary expansion; A clinical study of the skeletal versus dental response to low -magnitude force, *Am. J. Orthod.*, 73:121-141, 1978.
25. Cotton, L.A. : low maxillary expansion: Skeletal versus dental response to low magnitude force in Macaca mulatta, *Am. J. Orthod.*, 73:1-23, 1978.
26. Lines, P.A. : Adult rapid maxillary expansion with corticotomy, *Am. J. Orthod.* 67:44-56, 1975.
27. Wertz, R.A. : Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening, *Am. J. Orthod.*, 58:41-66, 1970.
28. Brin, I., Hirshfeld, Z., Shanfeld, J.L., and Davidovitch, Z. : Rapid palatal expansion in cats : Effects of age on sutural cyclic nucleotides, *Am. J. Orthod.*, 79:162-175, 1981.
29. Isaacson, R.J., Murphy, T.D. : Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients, *Am. J. Orthod.*, 34:143-154, 1964.
30. Haas, A.J. : Palatal expansion; just the beginning of dento-facial orthopaedics, *Am. J. Orthod.*, 57:219- 255, 1970.
31. Hass, A.J. : The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture, *Angle Orthod.*, 35:200-217, 1965.
32. Ekström, C. : Mineralization in midpalatal suture after orthodontic expansion, *Am. J. Orthod.*, 71:449 -455, 1977.
33. Inoue, N., Ohyama, K., Ishiguro, K., Azuma, M., Ozaki T., and Kosugi, R. : Radiographic observation of rapid expansion of human maxilla, *Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.*, 17: 249-261, 1970.
34. Starnback, H.K., and Cleall, J.F. : The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding structures, *Am. J. Orthod.*, 50:923-924, 1964.
35. Proffit, W.R. Fields, H.W. *Contemporary orthodontics*. St. Louis: Mosby Year Book, 453-456, 1993.
36. Linder-Aronson, S. and Aschan, G. : Nasal resistance to breathing and palatal height before and after expansion of the median palatine suture, *Odont. Rev.* 14:254-270, 1963.
37. Hershey, H.G., Stewart, B.L., Warren, D.W. : Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion, *Am. J. Orthod.*, 69:274- 284, 1976.
38. 백형선, 고성휘, 이정권 : 상악골 급속 확장시 비강통기도 검사를 통한 비강기도 저항 변화에 관한 연구, *대치교정지*, 21 : 17-29, 1991.
39. Brossman, R.E. Bennett C.G. and Merow W.W. : Facioskeletal remodelling resulting from rapid palatal expansion in the monkey, *Archs. oral biol.*, 18 : 987-994, 1973.
40. Linder-Aronson, S. and Lindgren, J. : The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion, *Brit. J. Ortho.*, 6 : 25-29, 1979.

-ABSTRACT-

## A LIGHT AND ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF CHANGES IN INTERMAXILLARY SUTURE DURING THE RAPID MAXILLARY EXPANSION OF YOUNG ADULT DOGS.

Doo-Hee Lee, D.D.S., M.S.D., Kyu-Rhim Chung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyung Hee University.*

Rapid maxillary expansion is widely used for the correction of anteroposterior discrepancies, constriction of the maxillary arch, etc. This experiment was undertaken to examine the serial changes in the osteogenesis as well as the collagen fiber bundles in the intermaxillary suture during the rapid maxillary expansion treatment. Four young female dogs aged 6 to 8 months old and not showing menarche yet were used for the experiment. The maxillary impression of dogs were taken, expansion device cast and Hyrax screw soldered at the midline in the 1st premolar area. RME device was delivered to the dogs and the activation of 0.25 mm per quarter-turn was done 2 times per day for 10 days until 5 mm separation was made. Separation of the maxilla was confirmed by X-ray. The animals were sacrificed on 0, 15, 30, 60 days from the finish of maxillary separation and preparations for light microscopy and surface electron microscopy were made. The sutures were cut into frontal serial sections for examination of the histological reactions.

The following results were obtained and the conclusions made.

1. The edges of the two palatal plates bordering the midpalatal suture which at the beginning of the retention period were mainly composed of compact bone, underwent extensive resorption followed by new bone formation and gradually became spongy bone rich in bone marrow which in the 60 day retention animal became the compact bone with short intermaxillary suture space. During this transformation, newly formed trabecular bone tissues were added to the original margin.
2. Throughout the expansion period, the collagen fibers underwent successive changes such as stretching, loss of polarity, and finally fibrillogenesis. Towards the end of the expansion procedure, Sharpey's fiber formation in newly formed bones were observed.
3. Bony spicules were found in the initial stage of retention on occlusal topographic X-rays, which later were confirmed to have ossified.
4. Judging from the histological changes occurring during the experimental expansion, excessive expansion will cause an excessive bleeding, and retard the remodeling of intermaxillary suture.

According to the above results, the bone remodeling after rapid maxillary expansion was preceded by the migration of migratory cells into the intermaxillary suture area. The bone remodeling phenomena were on-going during the 2 months retention sample.

KOREA. J. ORTHOD. 1996 ; 26 : 153-162

※Key words : RAPID MAXILLARY EXPANSION, BONE REMODELING PHENOMENA