

## 半剛性 및 剛性固定이 頭蓋顔面骨의 成長에 미치는 影響에 관한 研究

慶熙大學校 歯科大學 口腔顎面外科學教室

李相喆 · 金麗甲

### THE COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECT OF THE SEMI RIGID AND RIGID FIXATIONS OF THE GROWTH OF THE CRANIOFACIAL SKELETON

Sang - Chull Lee, D.D.S., Ph.D.  
Yeo - Gab Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

\*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Kyung Hee University.

To prove the effect of semi-rigid fixation which utilize wire and rigid fixation which utilizes miniplate toward cranio-facial growth and development of growing children for teenagers, 28 rabbits - 6 weeks, about 1.5kg-were experimented.

They were classified three groups the semi-rigid group was 12 rabbits which were fixed with 26 gauge stainless steel wire to cross a fronto-nasal suture, the rigid group was the other 12 rabbits which were fixed with miniplate and screw, the control group was 4 rabbits which were get rid of only periosteum.

The sample of fronto-nasal of rabbits which were sacrificed after 2 weeks, 4 weeks, 8 weeks, and 12 weeks of the operation were investigated and made a comparative study with the light microscops.

1. At the control group, the central part of bony suture was connected with collagen bundle, the osteoblastic layer was investigated at the bony ending, new bone which covered the inside and outside faces of the bone suture was formed between periosteum.
2. Two weeks later from the experiment, ran slightly irregularly the collagen bundle which connects both bony endings of the rigid group.
3. Four weeks later from the experiment, collagen bundle of bone surface were arranged parally a little and comparing to the semi-rigid group, newly formed woven bone of surface of the adjacent bone was made obviously a little.
4. Eight weeks later from the experiment, collagen bundle which is located between both bony ending become close. Both the semi-rigid group and the rigid group showed significant formation of new bone at the periosteum and the bone surface.

12 weeks later from the experiment, both the semi-rigid group and the rigid group showed the regular running in the collagen bundle and smooth, dense periosteum. Then they assumed a similar aspect of

---

※본 논문은 1992년도 고황의학 연구비로 이루어 졌음.

*the control group.*

*I think that it does not give the influence to the cranio-facial growth of children or teenager to utilize a rigid fixation for a short period. Because as the time goes on, the surface of the bone suture was recovered and adjacent bone surface of the miniplate fixation showed compensatory growth, although both the semi-rigid group which utilized wire and rigid group which utilized a miniplate brought about the change of the area of the bone suture at the early period.*

## I. 緒論

顎顔面畸形患者의 顎矯正術時나 頭蓋顔面骨의 骨折時 治療를 위하여 切斷된 또는 骨折된 骨片을 固定하기 위하여 鋼線을 이용한 半剛性固定과 小型金屬板을 이용한 剛性固定등이 시행되고 있다.<sup>10,12,38)</sup>

小型金屬板을 이용한 剛性固定은 해당되는 頭蓋顔面骨을 보다 안전하게 固定하는 역할을 하므로 成長이 끝난 성인에서는 보다 견고하게 고정되어야 하지만 成長中인 어린이나 청소년에서 발생될 수 있는 국소적인 成長障礙에 대하여 많은 논란이 일어나고 있다.

頭蓋顔面骨의 成長은 軟骨內 骨化 및 骨化性骨化로 이루어진다.<sup>40)</sup> 이 중 골과 골사이의 제한적 운동을 하는 繼維性 關節로 이뤄져 있는 骨縫合은 成長期에 눈이나 뇌와 같은 内臟機關들의 成長과 보조를 맞추어 수동적으로 頭蓋骨과 顔面骨이 成長된다고 하며 頭蓋骨 成長의 1차적 부위로서 골단의 중심으로 작용한다고 한다.<sup>23,31,48)</sup>

Moss<sup>25)</sup>는 白鼠에서 成長이 완성한 시기에도 骨縫合의 膨脹力은 보이지 않았으며 骨縫合部를 절제한 후에도 頭蓋骨의 용적의 감소를 보이지 않는 수동적 역할을 보고하였다. 반면 Watzek<sup>44)</sup>등은 家兔에서 頭蓋骨 縫合部에 여러 종류의 자극을 가했을 때 早期骨癒合으로 頭蓋骨의 成長을 지연시켰다고 했다.

骨縫合中 頭蓋顔面骨縫合은 口蓋骨과 顔面骨의 成長 및 發育으로 形態를 이루는데 중요한 위치에 있다. Oudhof와 Markens<sup>30)</sup>는 쥐의 冠狀縫合 및 矢狀縫合의 成長에 대한 研究에서 形態的으로 骨端이 窩에 嵌入된 다수의 釘 모양으로 결합되는 楔狀縫合이었으며, 骨縫合의 내측은 완만하며 외측은 굽곡이 심하였다고 하였다. 頭蓋顔面骨縫合은 組織學的으로 3層 또는 5層으로 구성되었는데, Prichark<sup>31)</sup>등은 兩

側 骨端의 骨形成層, 被膜層 그리고 中間層으로 구성되어 있으며 骨縫合은 내외측은 結合層에 의해 연결되어 있다고 하였다. 이에 頭蓋顔面骨縫合中 頭蓋顔面部의 成長에 중요한 역할을 하는 前頭鼻骨縫合을 택하여 實驗하였다.

頭蓋顔面骨의 固定方法中 剛性固定은 견고한 整復과 固定을 얻을 수 있으며 1차성 骨癒合을 유도하고 頸間固定이 필요없으며 患者에게 조기의 기능을 가능케하여 효과적인 임상적 결과를 얻을 수 있다. 그러나 최근 어린이나 청소년기에 수술을 요하는 경우가 증가되고 있어 剛性固定이 안정된 결과를 보여 주고 있지만 현재까지 이용되어 왔던 鋼線을 이용한 半剛性固定에 비하여 成長抑制作用의 초래 여부에 대한 많은 논란이 되어오고 있다.<sup>10,12) Lin 등<sup>20)</sup>은 成長中인 고양이의 頭蓋骨 骨折斷術後 鋼線 및 小形金屬板으로 固定後 骨成長 變化를 比較하여 剛性固定群에서 半剛性固定群에서는 보이지 않던 成長抑制와 補償性 成長간의 동적인 상호작용을 의미하는 인접부의 過成長이 補償性으로 나타났다고 하였으며, Wong 등<sup>47)</sup>은 成長中의 家兔에서 冠狀縫合部位에 剛性 固定群과 骨縫合部와 관계없이 前頭骨 자체를 固定한 群 및 단순히 骨膜만을 거상시킨 群을 比較하여 骨縫合部位와 前頭骨 자체를 固定한 群이 骨膜만을 거상시켰던 群보다 현저한 成長抑制자 있었다고 보고하였다. 이로 볼때 骨縫合部에서의 剛性固定이 頭蓋顔面骨 成長에 影響을 주는 것으로 생각되나 縫合 자체의 變化가 이같은 成長抑制를 초래하였는지는 논란의 여지가 많으며 成長中인 어린이나 청소년에서 剛性固定시 수술 직후에는 양호한 결과를 보였으나 장기간 관찰시에 미치는 影響에 대해서는 확실히 규명되지 못하고 있다.</sup>

이에 저자는 成長중인 家兔에서 鋼線을 이용한 半剛性固定과 小形金屬板으로 고정한 剛性固定이

頭蓋顔面骨 縫合部에 미치는 影響을 比較 研究하기 위하여 生後 6週의 成長中인 家兔를 이용하여 前頭 鼻骨 縫合과 交叉시켜 鋼線 및 小型金屬板으로 각각 固定시킨 實驗群과 骨膜만을 거상시킨 對照群으로 나누어 周期의으로 그 變化를 光學顯微鏡으로 관찰하여 다소의 知見를 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1. 實驗材料

實驗動物은 동일 조건하에서 사육된 生後 6週된 體重 1.5kg내외의 雄性 家兔 28頭를 사용하여 前頭 鼻骨 縫合부를 小型金屬板으로 剛性 固定한 12頭와 26 gauge 鋼線을 이용한 半剛性固定群 12頭를 實驗群으로 하고 骨膜만을 거상시킨 4頭를 對照群으로 나누었다. 實驗動物은 2週, 4週, 8週 및 12週에 각 實驗群 3頭씩과 對照群 1頭씩을 배정하였다. 剛性 固定에는 Leibinger사(독일) 小型金屬板(Mini boneplate®, 길이 23mm, 두께 1.0mm)과 나사(Titanium bone screw®, 직경 2.0mm, 길이 4.0mm)를 사용하였으며, 半剛性固定에는 26 gauge stainless steel으로 固定하였다.

### 2. 實驗方法

實驗動物에 體重 1kg當 Pentobarbital sodium(한림제약 Entobar®, 한국 250mg)을 耳邊緣靜脈에 주사하여 全身麻醉後 통상적으로 前頭骨과 鼻骨部位를 除毛 및 消毒하였다. No.15 수술도를 이용하여 약 3.0cm정도 전후방으로 前頭鼻骨 縫合부를 交叉하여 皮膚과 骨膜을 절개하고 우측 前頭鼻骨 縫合부를 노출시키고 剌性固定群은 小型金屬板을 縫合線에 交叉되도록 접합시켰고 半剛性固定群은 鋼線을 縫合線에 交叉되도록 결찰시켰으며 각각 시술중 생리식 염수로 관류하여 과열되는 것을 예방하였다. 對照群은 동일한 方法으로 절개 후 骨膜만을 박리한 후 원위치시켰다.

수술부위를 생리식 염수로 충분히 세척하고 骨膜은 4-0 Vicryl로 皮膚는 4-0 Black silk로 縫合하였다. 術後 2週, 4週, 8週 및 12週 경과후 實驗群 3頭씩과 對照群 1頭씩을 각각 다량의 Pentobarbital sodium을 주사하여 회생시키고 각각 前頭鼻骨 縫合부를 절취하였다.

절취한 前頭鼻骨 縫合부를 3일간 10% 중성 포르말린에 固定한 후 5% 硝酸銀에 약 한달간 脫灰를 하였다. 50%, 70%, 90% 및 100% 酪蛋白에 순차적으로 脱水시키고 파라핀에 包埋하여 5μm내외의 連續切片을 얻어 Hematoxylin-eosin染色, Cason's Mallory-heidenhain trichrome染色을 시행하여 光學顯微鏡으로 관찰하였다.

## III. 實驗成績

### 1. 對照群

光學顯微鏡像에서 骨縫合의 중앙부는 규칙적으로 주행하는 膜原纖維束으로 骨形成細胞로 骨形成層이 관찰되었으며 骨縫合面의 내외면은 骨膜으로 덮여 있었고 骨膜과 骨縫合面에서는 新生骨의 形成을 보였다.

### 2. 實驗群

#### ● 實驗 2週

半剛性固定群：兩側 骨端部를 연결하는 膜原纖維束의 주행이 불규칙하고 일부 結合組織이 과열되고 縫合部 結合組織에는 血球 및 炎症細胞의 浸潤이 관찰되었다.

剛性固定群：膜原纖維束의 주행이 다소 불규칙해졌으며 섬유속 사이에 血液 및 淋巴球등의 炎症細胞의 浸潤이 보였다. 兩側 骨端의 新生骨 形成으로 兩側 骨端間의 간격이 감소되었다.

#### ● 實驗 4週

半剛性固定群：兩側骨을 덮고 있는 骨膜의 膜原纖維束은 두텁고 골에 比較적 평행하게 배열되어 있었다. 縫合部의 結合組織내에는 炎症細胞의 浸潤이 관찰되었고 주행이 일정하지 않았으며 직경이 가는 膜原纖維의 종식으로 兩側 骨端사이의 거리가 증가되어 있었으며 膜原纖維의 재배열이 활발하게 일어나고 있었다.

兩側 骨端部에서는 骨의 連續成長이 관찰되었고 縫合部 結合組織내에서 骨小柱의 形成이 뚜렷하였다.

剛性固定群：骨端部 骨表面에서 破骨細胞가 나타났으며 膜原纖維의 배열이 평행하게 배열되었으며 炎症反應이 관찰되었다. 또한 小型金屬板이 접합된 부위의 인접 骨表面에서 新生 未成熟骨의 形成을 볼 수 있었다.

### ● 實驗 8週

半剛性固定群：兩側 骨端사이에 膠原纖維가 치밀하게 증식되어 있었고 膠原纖維束은 兩骨端을 향하여 일정한 배열을 보였다. 그러나 兩側 骨端에서는 骨端部의 골의 증식과 膠原纖維束의 증식으로 인하여 骨端부와 膠原纖維의 濕潤과 骨小柱의 形成을 관찰되지 않았다.

剛性固定群：造骨細胞로 둘러싸인 新生 骨小柱의 形成과 骨髓腔이 관찰되었다. 骨의 표면은 거의 흡수되었고 新生骨의 形成은 주로 骨膜과 骨表面사이에서 볼 수 있었다.

### ● 實驗 12週

半剛性固定群：骨膜의 肥厚가 뚜렷하고 兩側 骨端部는 對照群에서와 같이 근접되어 있었다. 縫合부의 結合組織내에는 풍부한 혈관이 증식되어 있었으며 膠原纖維束은 6週群에 비하여 성글었다. 兩骨端表面은 전 시기에 비하여 평활해지고 가는 膠原纖維들이 骨膜내로 매입되어 있었다.

剛性固定群：肥厚된 膠原纖維束은 규칙적으로 주행하여 새로 形成되고 있는 骨表面에 부착되어 있었다. 骨面은 평활해지고 비교적 매입되었으며 두꺼운 膠原纖維들은 縫合의 중앙부에 交叉됨을 볼 수 있었다.

## IV. 總括 및 考案

顎骨 骨折 患者的 整復 및 固定을 위하여 頭蓋顎面畸形患者에서의 顎矯正術時 절단된 골편을 원하는 위치에서 적절한 剛度를 가지고 안정되게 유지하기 위한 목적으로 鋼線 및 小型金屬板을 이용한 骨内 固定方法이 이용되고 있다. 이중 小型金屬板을 이용한 剛性固定은 1972년 처음으로 Wassmund가 下顎顆頭突起 顎部의 骨折시 사용하여 좋은 효과를 얻는 이래 Momma도 顆頭突起 顎部의 骨折예에서 양호한 결과를 얻었다고 하였으며<sup>33)</sup> 鋼線固定과 比較하여 小型金屬板의 適應症 및 長·短點에 대한研究가 많이 되어 왔다.

Rittersma<sup>33)</sup>는 小型金屬板을 이용한 剛性固定의 適應症을 다음과 같이 說明하였다.

1. 顎矯正術時 상하악 동시 수술하는 경우
2. 無齒顎 患者的 증례
3. 이미 수술을 받았던 口唇 및 口蓋骨의 破裂등을

수반한 심한 재발이 예상되는 경우

4. 술 후 顎間固定이 전신적으로 심한 惡影響을 미칠 수 있는 경우 등을 생각할 수 있다.  
한편 剛性 固定의 長點<sup>4)</sup>으로
  1. 骨内 固定의 堅固性을 유지하여 安定性을 높이며
  2. 鋼線固定에 비하여 骨斷片 사이의 간격을 좁게하여 新生骨의 形成을 유도하여 治癒를促進시키며
  3. 顎間固定時間은 줄여주므로서 조기에 患者가 顎骨運動機能이 가능 할 수 있도록 하여 開口障礙, 咀嚼障礙 및 語言障碍를 예방해주며 口腔清潔維持가 용이하므로 구강내 질환을 예방할 수 있다. 또한 筋肉의 弹力性 및 容積의 減少를 막아준다.
  4. 이로서 患者에게 편안감을 주며
  5. 入院期間을 줄여줄 수 있다.
- 반면 剛性固定의 短點으로<sup>10)</sup>
  1. 矢狀分割骨折斷術後 사용시 顆頭突起의 位置變化를 줄 수 있으며
  2. 이로 인한 顎關節의 機能障碍가 나타날 수 있으며
  3. 때로 鋼線固定에 비하여 壓迫을 가함으로써 下顎神經의 損傷이 나타날 수 있으며
  4. 金屬板 및 나사의 腐蝕등이 초래될 수 있으며 또한 이를 이유로 제거해야 할 필요도 있으며
  5. 鋼線固定에 비하여 다소 施術이 어려운 경우가 있다.

이에 비하여 骨内 鋼線固定은 술후 顎間固定이 요구됨으로 呼吸困難으로 患者が 당황하는 경우가 있으며 患者が 鼻出血이나 嘔吐시 窒息등의 심각한 합병증이 우려되기도 하지만 施術이 널리 보편화되어 施術이 간편하고 쉬우며, 술후 誤差가 있더라도 容易하게 調整할 수 있다는 長점이 있다.<sup>10)</sup>

이와같이 長短點을 比較해볼 때 生物學的 및 機能學的으로 長點을 가지는 剛性固定이 최근 성인에서 뿐만 아니라 성장중인 어린이와 청소년에서도 많이 사용되고 있는데 전고한 金屬板과 나사를 사용하므로 성장에 미칠 수 있는 영향에 대한 논란이 발생하였다.

이에 鋼線을 이용한 半剛性固定과 小型金屬板으로 고정한 剛性固定이 頭蓋顎面骨의 成長 및 發育에 미치는 影響을 紛明하기 위하여 著者は 成長中의 家

兔의 頭蓋顏面骨成長의 중요한 역할을 하는 前頭鼻骨縫合部를 두가지 方法으로 固定한 후 일정기간별로 病理組織學的 所見을 研究하기로 하였다.

頭蓋顏面骨의 成長은 軟骨이 骨로 대치되는 軟骨內骨化, 骨膜으로부터의 添加性 成長으로 이루어지는 膜性 骨化 및 縫合性 骨화의 세가지 方法으로 발생된다.<sup>41)</sup>

骨縫合은 骨과 骨사이에 있는 纖維性 關節로서 形態學的研究에서 Pritchard 등<sup>30)</sup>은 사람, 羊, 家兔, 고양이, 家兔 및 白鼠등의 표본연구에서 骨縫合은 兩側 骨端의 骨形成層, 破膜層 및 中間層으로 구성되며 骨縫合의 内외측은 結合層이 얇아지며 分化 및 增殖된 여려 層의 骨形成細胞層을 보이다가 骨面과 평편한 單層細胞로 된다. 초기의 활성화된 骨形成層의 造骨細胞사이를 주행하는 骨形成原性 纖維束을 점차 강한 Sharpey's 纖維로 변하여 한쪽 골단에서 반대측 골단으로 주행한다. 破膜層은 점차 치밀해져 骨縫合의 대부분을 차지하며 中間層의 혈류도 증가된다. 骨의 表層은 다수의 Haversian 구조를 포함하는 원주형의 얕은 層板으로 성된다. 시간이 지남에 따라 骨端은 평활해지고 骨形成層이 不活性化된다.<sup>5,6,9,15-</sup>

18)

Scott<sup>39)</sup>는 成長中 内외적 요인에 따른 骨縫合 形態의 變化에 대하여 斜線縫合은 新生骨 形成過程에서 骨縫合의 位置가 变하지만 衝頭縫合은 变하지 않았다고 하였다. Oudhof<sup>29)</sup>와 Oudhof 및 Markens 등<sup>30)</sup>은 猪의 冠狀縫合 및 矢狀縫合으로 成長에 관한 研究에서 骨端이 窩에 嵌入된 다수의 釘 모양으로 결합되는 横狀縫合으로 骨縫合의 맞물림 정도는 内측에서는 緩慢하고 外측에서는 屈曲이 심하였다고 하였다.

Herring 등<sup>14)</sup>은 骨縫合 嵌入의 정도를 直線型, 弱嵌入型, 嵌入型 및 深嵌入型으로 분류하였으며, 頭蓋骨에서 前頭鼻骨縫合이 嵌入狀態가 가장 명확하여 鼻骨의 하방에 前頭骨이 미흡된 형태로 骨縫合部位에서 前頭骨로 항하여 鼻骨이 전위되는 것을 막아 준다고 하였다. 斜線縫合은 衝頭縫合보다 외력을 흡수하는 능력이나 脫嵌入에 低抵抗力이 크며 대부분의 嵌入縫合은 모든 방향의 힘에 모든 방향의 힘에 抵抗할 수 있는 복잡한 針狀 骨片의 形態를 보인다.

本 研究에서도 骨縫合의 鼻骨側 骨端이 前頭骨側 骨端을 덮고 있는 斜線縫合을 이루고 있었으며 半

剛性固定 및 剛性固定後 시간경과에 따라 骨端面이 흡수되었다가 骨形成이 일어나는 것을 볼 때 骨縫合의 骨端面이 정도의 차이는 있으나 骨縫合의 再生이 일어나는 것으로 사료된다. 前頭鼻骨縫合을 이용한 이유는 이 縫合이 길이 成長에 있어서 중요한 부위로 頭蓋 및 顏面部를 연결하는 縫合으로 빠른 成長率을 가지고 있기 때문이다.

骨縫合이 頭蓋顏面骨의 成長에 미치는 影響에 관하여 頭蓋骨 成長의 1차 부위로써 骨端의 중심으로 작용하는 能動的 機能과 頭蓋骨內 臟器가 成長함에 따라 相對的으로 膨脹되는 受動的 機能을 가진다.<sup>25)</sup>

Massler와 Schour<sup>23)</sup>는 白鼠에서 Alizarine 赤色 S生體染色素를 이용한 태생직후부터 생후 300일까지의 頭蓋骨 成長에 관한 研究에서 骨縫合間 骨成長은 骨形成層이 骨小柱 形態로 축적되고 대응하는 骨端은 纖維性 結締織으로 강하게 연결되며 빠르게 成長하는 腦는 頭蓋骨에 내압의 증가로 骨縫合部의 연조직에 긴장을 유도하고 이 긴장에 대한 직접적인 反應으로 骨成長이 이루어진다고 하였다. 특히 Moss<sup>25)</sup>는 白鼠에서 實驗的으로 정상 頭蓋骨 形態는 骨膜의 骨形成 能力에 따르며 成長이 왕성한 시기에도 骨縫合의 膨脹力이 입증되지 않았으며 骨縫合部를 切除한 경우에도 頭蓋骨의 폭과 길이의 減少는 나타나지 않는 것으로 보아 受動的 役割을 한다고 하였다. Scott<sup>39)</sup>도 腦膨脹은 물론 頭蓋底의 軟骨部 즉 鼻中隔과 Meckel's 軟骨과 冠狀突起의 2次 軟骨部가 포함된 下頸骨이 骨縫合部 骨成長을 지배하는 조정자로 역할한다고 하였다. Gergis와 Pritchard<sup>11)</sup>는 白鼠에서 胎中 및 胎生直後 頭蓋骨의 骨縫合部 骨端주위를 소작했을 때 損傷받은 骨의 發育停止와 인접부의 過成長이 骨縫合의 發育狀態와 관계없이 발생된다고 하였다. 반면 Watzek<sup>14)</sup>는 家兔의 頭蓋骨의 骨縫合에 여러가지의 刺激을 줄 때 早期 骨癒合이 발생되어 頭蓋骨의 成長에 影響을 주었다고 보고하였으며 실제로 骨縫合部에서 成長이 일어난다는데 대하여서도 많은 研究가 되고 있다.

Smith와 McKeown<sup>41)</sup>은 56頭의 白鼠를 이용하여 骨縫合部 骨膜을 切除 및 切開등의 損傷을 가한 후 骨縫合부위 組織變化를 生體染色 및 定量分析등으로 研究하여 腦實質의 成長으로 骨의 分리에 따른 反應으로 骨成長이 현저히 발생된다고 하였으며, 骨縫合부의 外科的 施術시 骨縫合部 癒合의 遲延, 斜

端의增加, 嵌入의增加 및 骨縫合의 遍位등이 나타날 수 있다고 하였다. 정상적으로 성숙된 骨縫合에는 軟骨이 존재하지 않으나 빠른 성장과 관련된 일시적인 虛血狀態로 軟骨形成이 보일 수 있다. 이는 頭蓋骨折時 정상적인 회복상태보다 血液供給이 감소되며 軟骨이增加되는 것과 연관지어 생각될 수 있다. 骨縫合의 폐쇄와 인접골의 骨癒合은 成長이 완료된 후 나타날 수 있는데 骨縫合의 종류와 實驗動物에 따라 달라질 수 있다.<sup>34-37)</sup>

本研究에서도 剛性固定 2週後 강한 외력이 작용하여 骨間에서 膠原纖維의 주행이 불규칙해지고 骨面의吸收가 일어났으며 4週後 半剛性固定群에서 정도의 차이는 있으나 兩群에서 膠原纖維束이 두꺼워지며 比較的骨에 평행하게 되었으며 兩側骨端部에서 骨의連續成長이 관찰되었으며 縫合部結合組織내에서 骨小柱의 形成이 뚜렷하였다.

이는 壓迫外力を 받는 소견을 보였지만 점차 新生骨의 形成으로 骨端이 평활해지는 것으로 보아 인접부에서 補償性成長내지는 骨縫合部의 재생을 생각할 수 있다.

Sarnat<sup>36)</sup>도 前頭鼻骨縫合部位를 切除한 後 관찰하여 頭蓋骨의 成長은 정상과 큰 차이가 없었으며 骨縫合은 1次性成長部位라기보다는 어떤 요인으로 補償性成長을 하는 2次의 成長部라고 하여 本研究와 유사한 결과를 보였다.

Engdah<sup>17)</sup>등은 成長中인 實驗動物의 骨縫合部의 缺損部에 新生骨이 形成되면 骨形成과 引張力간에 원래의 均衡이 回復되고 새로운 骨縫合이 形成된다고 하였다. Sarnat<sup>34-36)</sup> 및 Wexler와 Sarnat<sup>35,36)</sup>은 實驗動物의 年齡이 減少될수록 骨膜切除後 家兔 頭蓋骨에서 骨縫合裂隔이 계속 남아 있었으나 骨膜은 원상태로 회복되었고 頭蓋骨의 非對稱도 없었다고 하였는데, 반하여 Moss<sup>27)</sup>는 국소적인 骨膜切除後骨縫合의 骨化를 보고한 바 있다. 本研究에서는 半剛性固定群과 剛性固定群에서 手術 2週後 骨縫合間隔이 減少되었으며 이는 초기 단계의 외부 壓迫外力이 增加된 것을 의미하여 手術 4週에 外部刺戟으로 炎症細胞의 浸潤이 增加되었음을 볼 수 있었다. 手術 8週後 成長抑制에 대한 補償性成長이 半剛性固定群에 비하여 剛性固定群에 뚜렷이 나타났으며 手術 12週後 外力에 대한 補償性成長이 兩群에서 즈인되면서 骨縫合이 정상으로再生됨을 관

찰할 수 있었다. 특히 剛性固定群의 수술 8週後에 骨膜과 骨縫合面 사이에서 新生骨이 초기에 形成되는 것을 볼 때 단단한 固定이 骨縫合部의 骨膜에서의 再形成能力을 다소 促進시키는 것으로 사려된다. 최근 Lin<sup>20)</sup>과 Wong<sup>47)</sup>은 頭蓋骨의 骨縫合部에 剛性固定後 頭部放射線計測學의 分析에 의하여 成長의 制限 및 補償性成長에 관한 研究에서, Wong<sup>47)</sup>은 冠狀封合部位의 小型金屬板 剛性固定時 局所의 成長抑制와 隣接部成長의 增進을 보아 成長發育中 정상적인 頭蓋容積을 維持하기 위한 補償作用으로 損傷 隣接部位의 成長이 促進되었다고 하였으며, Lin<sup>20)</sup>은 人為의으로 成長中인 實驗動物의 頭蓋顏面骨에서 前頭骨과 眼窩骨을 切除한 後 鋼線 및 小型金屬板으로 固定하였을 때 小型金屬板을 固定한 群에서 鋼線固定時에는 보이지 않던 補償性成長이 관찰되었으며 이는 小型金屬板 固定時成長制限과 補償性成長사이에 動的의相互成長을 意味한다고 하였다.

本研究에서도 半剛性固定群에 비하여 剛性固定群에서 手術 4週後 骨端의吸收를 보이며 金屬板을 接合시킨 部位의 隣接骨表面에 新生未成熟骨의 形成이 觀察되었으며 手術 8週後 既存骨의 表面은 거의吸收되고 骨膜과 骨表面 사이에 주로 新生骨 手術 12週後 骨面은 평활해지며 海線骨이 形成되었고 膠原纖維束이 骨端에 迷入되어 堅固한 固定에 대하여 骨縫合部組織들이 適應되는 現像을 생각된다. 또한 隣接부만이 아니라 外力에 의하여 比較的廣範圍하게 補償性成長이 觀察되어 Lin<sup>20)</sup>과 비슷한 所見을 보였다.

이와 같은 研究는 實驗에 사용되는 動物의 種類 및 年齡에 따라 變化될 수 있으며 手術中 頭蓋骨縫合 주위의 筋肉 및 骨膜등의 損傷으로 인한 血管系의破壞程度에 따라 成長에 影響을 미칠 수 있으며 특히 骨縫合部自體등의 刺戟등으로 研究에 많은 變化를 줄 수 있기 때문에 이에 대한 考慮가 필요할 것으로 생각된다.

최근 顎顏面畸形患者나 骨折患者등에서 鋼線固定과 함께 小型金屬板을 이용한 切斷 또는 骨折된 骨片의 固定이 成人에서도 물론 成長中인 어린이 및 청소년에서 많이 이용되고 있으므로 이 固定方法들이 頭蓋 및 顏面骨의 成長에 미치는 影響을 紛明하기 위해서 보다 進化된 實驗動物의 사용과 手術方法을

보다規格화하여 變數를 줄여 測定할 수 있는 結果를 가지고 比較研究하여 이들 固定方法의 을바른 사용을 위한 有用한 資料를 만들 수 있어야 할 것으로 생각된다.

## V. 結論

최근 많이 사용되고 있는 鋼線을 이용한 半剛性固定법과 小型金屬板으로 고정한 剛性固定法이 成長중인 어린이나 청소년의 頭蓋顔面骨成長 및 發育에 미치는 影響을 斜明하기 위하여 生後 6週된 體重 1.5kg內外의 成長中인 家兔 28頭를 實驗動物로 하여 前頭鼻骨縫合部에 交叉되도록 26 gauge stainless steel 鋼線으로 固定한 半剛性固定群(12頭)과 小型金屬板 및 나사로 固定한 剛性固定群(12頭)으로 나누고, 骨膜만을 거상시킨 對照群(4頭)으로 分類하여 手術施行 2週, 4週, 8週 및 12週 經過後 實驗動物을 繕性시키고 前頭鼻骨縫合部를 切取하여 通常의 方法으로 標本을 製作하여 光學顯微鏡으로 각각 觀察하여 比較研究하였다.

1. 對照群에서 骨縫合의 中央部는 膠原纖維束으로 連結되어 있고 骨端部에서는 骨形成層이 觀察되었으며 骨縫合面의 内外面을 덮고 있는 骨膜과 骨縫合面사이에 新生骨이 形成되었다.
2. 實驗 2週後 兩側 骨端部를 연결하는 膠原纖維束의 行走이 다소 불규칙하였으나 半剛性固定群에 비하여 剛性固定群에서 兩側 骨端部에서 新生骨形成이 관찰되었다.
3. 實驗 4週後 骨端部 骨表面의 膠原纖維의 配列이 比較的 規則의 으로 平行하게 配列되었으며 半剛性固定群에 비해 剛性固定群에서 隣接骨 表面에 新生 未成熟骨의 形成이 다소 뚜렷하였다.
4. 實驗 8週後 兩側 骨端간에 膠原纖維가 細密하였으며 兩群 모두 骨膜과 骨表面에서 新生骨의 形成이 顯著하였으며 實驗 12週後 兩群에서 膠原纖維束이 規則의 으로 行走하며 骨面은 평활하고 細密해져 對照群과 비슷한 樣相을 보였다.

위의 결과에서 鋼線을 이용한 半剛性固定群과 小型金屬板을 이용한 剛性 固定群 모두에서 初期 骨縫合部의 變形을 초래하였으나 시간이 경과됨에 따라 骨縫合部의 回復 및 固定된 隣接部에서는 補償性成長을 보임으로써 成長期에 있는 어린이나 청소년

에서 剛性固定을 短時間 사용하는 것은 頭蓋顔面骨의 成長에 큰 障碍를 주지 않는 것으로 사료된다.

## 參考文獻

1. 金曉鍾, 金麗甲 : 剛性 固定이 成長중인 家兔의 前頭鼻骨縫合에 미치는 影響에 관한 연구 경희치대논문집, 14(2) : 331-334, 1992.
2. 申齊元, 朴炫 : 마우스 頭蓋矢狀縫合의 形成 과정에 대한 研究. 경희치대 논문집, 13(2) : 540-560, 1991.
3. Ajmani, M. L., Mittal, R. K., and Jain, S. P. : Incidence of the metopic suture in adult nigerian skulls. J. Anat. 137 : 177-183, 1983.
4. Anderson, L. D. : Compression plate fixation and the effect of different types of internal fixation on fracture healing. J. Bone Joint Surg. 47A : 191-208, 1965.
5. Beals, S. P., Munro, I. R., and Chir, B. : The use of miniplates in craniomaxillofacial surgery. Plast. Reconstr. Surg. 79(1) : 33-38, 1987.
6. Drommer, R., and Luhr, H. : The stabilization of osteotomized maxillary segments with Luhr miniplates in secondary cleft surgery. J. Maxillofac. Surg. 9 : 166-169, 1981.
7. Engdahl, E., Ritsila, V., and Uddstromer, L. : Growth potential of cranial suture bone autograft. I. An experimental microscopic investigation in young rabbits. Scand. J. Plast Reconstr. Surg. 12 : 125-129, 1978.
8. Enlow, D. H., and Hunter, W. S. : A differential analysis of sutural and remodeling growth in the human face. Am. J. Orthod. 52(11) : 823-830, 1966.
9. Ewers, R., and Harle, F. : Experimental and clinical results of new advances in the treatment of facial trauma. Plast. Reconstr. Surg. 75(1) : 25-31, 1985.
10. Gingrass, D. J., and Messer, E. J. : Rigid non-compressive pin fixation of the mandibular sa-

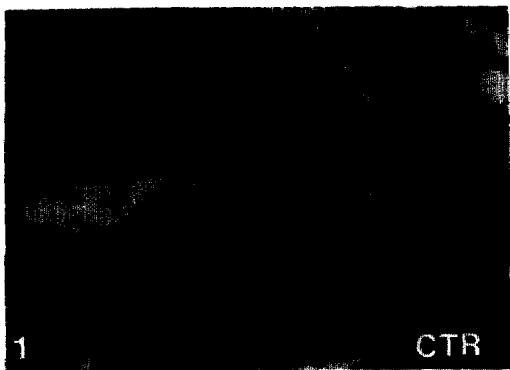
- gittal split osteotomy. *J. Maxillofac. Surg.* 44 : 413–416, 1986.
11. Girgis, F. G., and Pritchard, J. J. : Effect of skull damage on the development of sutural pattern in the rat. *J. Anat.* 92 : 39–51, 1985.
  12. Harsha, B., and Terry, B. : Stabilization of Le Fort I osteotomies utilizing small bone plates. *Int. J. Adult Orthod. Orthognath. Surg.* 1 : 69–77, 1986.
  13. Herring, S. W. : Sutures : A tool in functional cranial analysis. *Acta Anat.* 83 : 222–247, 1972.
  14. Herring, S. W. : A biometric study of suture fusion and skull growth in peccaries. *Anat. Embryol.* 146 : 169–180, 1974.
  15. Horster, W. : Experience with functionally stable plate osteosynthesis after forward displacement of the upper jaw. *J. Maxillofac. Surg.* 8 : 176–181, 1980.
  16. Jackson, I. T., and Adham, M. N. : Metallic plate stabilization of bone grafts in craniofacial surgery. *Brit. J. Plast. Surg.* 39 : 341–344, 1986.
  17. Jackson, I. T., Somers, P. C., and Kjar, J. G. : The use of champy miniplates for osteosynthesis in the craniofacial deformities and trauma. *Plast. Reconstr.* 77(5) : 729–736, 1986.
  18. Jenkins, R., Wales, F., and Hodgson, A. : Stimulation of bone growth by periosteal stripping. *J. Bone Joint Surg.* 57 : 482–484, 1975.
  19. Kokich, V. G., Moffett, B. C., and Cohen, M. M. : The clover leaf skull anomaly : An anatomic and histologic study of two specimens. *Cleft Palate J.* 19 : 89–99, 1982.
  20. Lin, K. Y., Bartlett, S. P., Yaremchuk, M. J., Grissman, R. F., Udupa, J. K., and Whitaker, L. A. : An experimental study on the effect of rigid fixation in the developing craniofacial skeleton. *Plast. Reconstr. Surg.* 87(2) : 229–235, 1991.
  21. Mabbutt, L. W., and Kokich, V. G. : Calvarial and sutural redevelopment following craniectomy in the neonatal rabbit. *J. Anat.* 129 : 413–422, 1979.
  22. Markens, I. S., and Oudhof, H. A. J. : Morphological changes in the coronal suture after replantation. *Acta Anat.* 107 : 289–296, 1980.
  23. Massler, M. and Schour, I. : The growth pattern of the cranial vault in the albino rat as measured by vital staining with alizarine red "S". *Anat. Rec.* 110 : 83–101, 1951.
  24. McCarthy, J. G., Epstein, F., Sadove, M., Grayson, B., and Zide, B. : Early surgery for craniofacial synostosis : An 8-year experience. *Plast. Reconstr. Surg.* 73(4) : 542–53, 1984.
  25. Moss, M. L. : Growth of the calvaria in the rat. *Am. J. Anat.* 94 : 333–361, 1954.
  26. Moss, M. L. : Fusion of the frontal suture in the rat. *Am. J. Anat.* 102 : 141–165, 1958.
  27. Moss, M. L. : Inhibition and stimulation of sutural fusion in the rat calvari. *Anat. Rec.* 136 : 457–467, 1960.
  28. Mossaz, C. F., and Kokich, V. G. : Redevelopment of the calvaria after partial craniectomy in growing rabbits : The effect of altering dural continuity. *Acta Anat.* 109 : 321–331, 1981.
  29. Oudhof, H. A. J. : Sutural growth. *Acta Anat.* 112 : 58–68, 1981.
  30. Oudhof, H. A. J. and Markens, I. S. : Transplantation of the interfrontal suture in the wistar rat. *Acta Anat.* 113 : 39–46, 1982.
  31. Pritchard, J. J., Scott, J. H., and Girgis, F. G. : The structure and development of cranial and facial sutures. *J. Anat.* 90 : 73–89, 1956.
  32. Rahn, B. A. : Theoretical considerations in rigid fixation of facial bones. *Clin. Plast. Surg.* 16 : 21–27, 1989.
  33. Rittersma, J., van der Veld, R. G. M., van Gool, A. V., and Koppendraaier, J. Z. : Stable fragment fixation in orthognathic surgery, Review of 30 cases. *J. Oral Surg.* 39 : 671–675, 1981.
  34. Sarnat, B. G. : Postnatal growth of the upper face : Some experimental considerations. *The Angle Orthodontist* 33 : 139–161, 1963.

35. Sarnat, B. G. : The face and jaws after surgical experimentation with the septovomeral region in growing and adult rabbit. *Acta Otolaryngol.* (Supplement) 268 : 1–30, 1970.
36. Sarnat, B. G. : Something of the nature of gross suture growth. *Annals Plast. Surg.* 17 : 339–349, 1986.
37. Sarnat, B. G. : Craniofacial change and non-change after experimental surgery in young and adult animals. *The Angle Orthodontist* 58 : 321–342, 1988.
38. Schendel, S. A. and Epker, B. N. : Results after mandibular advancement surgery : An analysis of 87 cases. *J Oral Surg.* 38 : 265–282, 1980.
39. Scott, J. H. : Growth at the facial sutures. *Am. J. Prosthodontics* 42 : 381–387, 1958.
40. Selman, A. J., and Sarnat, B. G. : Growth of the rabbit snout after extipation of the frontonasal auture : A gross and serial roentgenographic study by means of metallic implants. *Am. J. Anat.* 101 : 273–293, 1953.
41. Smith, H. G., and McKeown, N. : Experimental alteration of the coronal sutural area : A histological and quantitative microscopic assess-  
ment. *J. Anat.* 118 : 543–559 1974.
42. Trueta, J. : The role of the vessels in osteogenesis. *J. Bone Joint Surg.* 45B(2) : 402–408, 1963.
43. Warrell, E., and Taylor, J. F. : The role of periosteal tension in the growth of long bones, *J. Anat.* 128 : 179–184. 1979.
44. Watzek, G., Grundschober, F., Plenk H. Jr., and Eschberger, J. : Experimental investigations into the clinical significance of bone growth at the viscerocranial sutures. *J. Maxillofac. Surg.* 10 : 61–79, 1982.
45. Wexler, M. R., and Sarnat, B. G. : Rabbit snout growth : Effect of injury to septovomeral region. *Arch. Otolaryngol.* 74 : 87 : 95. 1961.
46. Wexler, M. R., and Sarnat, B. G. : Rabbit snout growth after dislocation of nasal septum. *Archives Otolaryngol.* 81 : 68–71, 1965.
47. Wong, L., Dufresne, C. R., Richmeier, J. T., and Manson, P. N. : The effect of rigid fixation on growth of the neurocranium. *Plast. Reconstr. Surg.* 88(3)395–403, 1991.
48. Young, R. W. : The influence of cranial contents on postnatal growth of the skull in the rat. *Am. J. Anat.* 105 : 383–415, 1959.

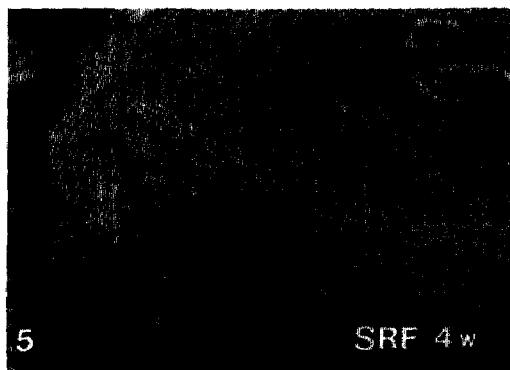
## 사진설명

- Fig. 1. Collagen fiber(CF) bundles were observed regularly in the midportion of bone suture and cambial layers(CL) of bone surface consisted of osteogenic cells(Control, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 2. Collagen fiber bundles between the both end of the bone were shown irregularity and marbled inflammatory cell infiltrations were observed(SRF, 2wks, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 3. Breakdown of the connective tissue between the both end of the bone was shown at the partly (SRF, 2wks, Trichrome,  $\times 100$ ).
- Fig. 4. Collagen fibers were rearranged regularly and inflammatory cells were infiltrated in the connective tissue between the both end of the bone(SRF, 4wks, H-E  $\times 100$ ).
- Fig. 5. Width of the both end of the bone was increased with proliferation of the thin collagen fiber(SRF, 4wks, Trichrome  $\times 100$ ).
- Fig. 6. Proliferation of the collagen fibers become dense and new woven bone formation was observed(SRF, 8wks, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 7. Proliferation of the collagen fibers was increased closely(SRF, 8wks, Trichrome  $\times 100$ ).
- Fig. 8. Width of the both end of the bone was narrowed with new bone formation(SRF, 12wks, H-E,  $\times 40$ ).
- Fig. 9. Marked proliferation of the vessel was observed in the connective at the bone suture area (SRF, 12wks, Trichrome,  $\times 100$ ).
- Fig. 10. Trabecular bone formation was observed on the surface of the bone suture(SRF, 12wks, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 11. Collagen fiber bundles ran slightly irregular. Inflammatory cells infiltrated in the bundle(Miniplate, 2wks, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 12. Osteoclasts of the bone surface(↑) were shown and collagen fiber bundles were observed (Miniplate, 4wks, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 13. New trabecular bone formation with osteoblastic lining on the bone marrow cavities were observed(Miniplate, 8wks, H-E,  $\times 100$ ).
- Fig. 14. Irregularly thickened collagen fiber bundles(↑) were seen, being attached with newly formed bone surface(Miniplate, 12wks, H-E,  $\times 200$ ).
- Fig. 15. New bone formation was observed between the periosteum and bone surface(Control, Azan,  $\times 200$ ).
- Fig. 16. Decreased distance between the ending of the both side the bone with new bone formation (Miniplate, 2wks, Azan,  $\times 100$ ).
- Fig. 17. Adjacent bone was mostly resorbed and formation of the new Woven bone(↑) was shown (Miniplate, 4wks, Azan,  $\times 100$ ).
- Fig. 18. Original bone was mostly resorbed and formation of the new bone was mainly observed between the periosteum and bone(Miniplate, 8wks, Azan,  $\times 100$ ).
- Fig. 19. New bone formation is observed between the periosteum and outer layer of the both end of the bone(Miniplate, 12wks, Azan,  $\times 40$ ).
- Fig. 20. Surface of the bone become smooth, collagenous fibers(↑) that embedded into the smooth surface were relatively thin, and thick collagen fibers(↑) were acrossed at the midportion of the suture(Miniplate, 12wks, Azan,  $\times 100$ ).

논문사진부도 ①



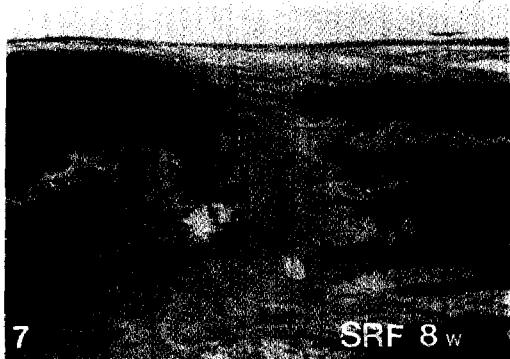
CTR



SRF 4w



논문사진부도 ②

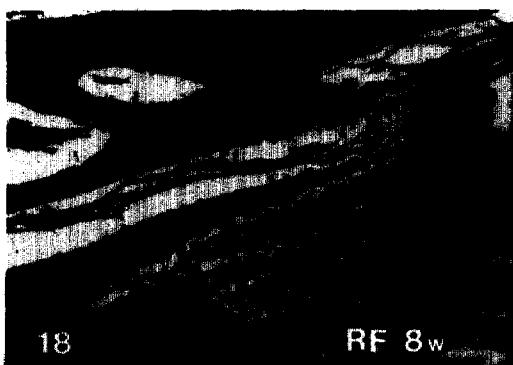
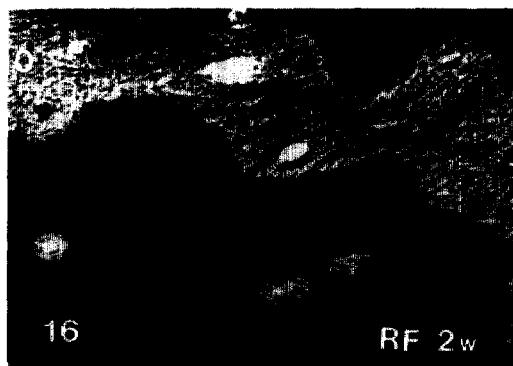
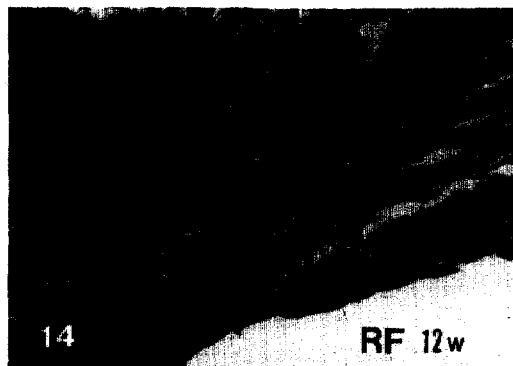


SRF 8 w



RF 4 w

논문사진부도 ③

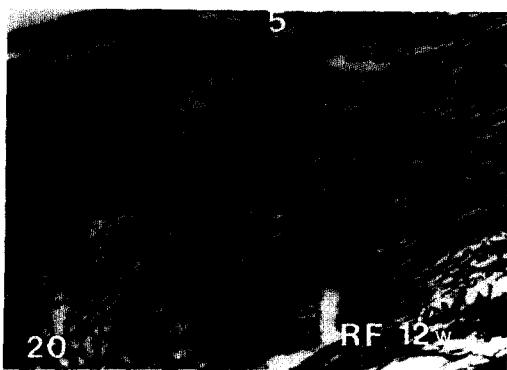


논문사진부도 ④



19

RF 12 w



5

20

RF 12 w