

## 가토 이개연골의 신장에 의한 연골생성

계명대학교 의과대학 성형외과학교실

김홍동·한기환·손대구·강진성

계명대학교 의과대학 병리학교실

박관규

## A DISTRACTION CHONDROGENESIS OF THE RABBIT EARS

Heung Dong Kim, M.D., Ki Hwan Han, M.D., Dae Gu Sohn, M.D., Jin Sung Kang, M.D.

Department of Plastic and Reconstructive Surgery  
Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

Kwan Kyu Park, M.D.

Department of Pathology Keimyung University  
School of Medicine, Taegu, Korea

The goal of plastic surgeons facing structural defects is providing proper tissue replacement without aesthetic restorations. Gradual traction on living tissue creates stresses that can stimulate the regeneration and active growth of certain tissue structures. The application of the "Law of Tension-Stress" has allowed control of both osseous healing and the shaping of bone and soft tissues in many situations.

The purpose of this study was to investigate the possible use of distraction chondrogenesis as a new procedure for reconstructive or cosmetic surgery. The process of cartilage formation induced by distraction was studied in 12 rabbits (24 ears). Four rabbits were randomly assigned to three separate groups: group I: control group; group II: subperichondrial cartilage incision without distraction; group III: subperichondrial cartilage incision with distraction. Distraction began on postoperative day 1 and continued at a rate of 0.2 mm every 24 hours for 28 days using a distraction device(modified Closure®). After 1, 2, 4, and 8 weeks, the animals were sacrificed and the cartilage histologically proved. Group I and II showed similar appearance and width. As contrast with group I and III showed lengthening of ear width by 5.1 mm at 8 weeks. Under microscopic examination group III showed immature chondrocytes in the gap between cartilage endings at 2 weeks. The chondrocytes underwent remodeling and resulted in matured cartilage at 4 weeks after

pletion of distraction ( $1.2 \pm 0.2$  mm).

· **Words:** Distraction chondrogenesis, Rabbit ears

## I. 서 론

골로 된 구조에서 연골이 부족하거나 결여되어 나 폭이 짧아지면 단축변형(shortening deformity) 생기게 된다. 이러한 연골의 부족이나 결여로 단축변형은 코에서는 안장코변형(saddle nose deformity), 이개에서는 수축귀(constricted ear), 흉에서는 누두흉(pectus excavatum) 등으로 나타난다. 단축변형을 교정하기 위해서 지금까지 연골이식, 연골막이식,<sup>1</sup> 연골막-피부이식,<sup>2</sup> 피인공성형물(alloplastic material) 삽입술을 사용 있으나 결과가 만족스럽지 못하여, 새로운 방출현을 고대하고 있는 실정이다.

연골의 단축변형의 교정은 대단한 발전이 있다. 1905년 Codivilla<sup>3</sup>는 하지를 연장할 목적으로 골을 절골(osteotomy)한 다음 종골(calcaneus) 하방으로 전이하여 대퇴골을 연장시켜보려 했지만 각광을 받지 못하였다. 1951년 Ilizarov는 대퇴골을 절골한 다음 자신이 고안한 신장기(stretching device)로써 대퇴골을 신장하는데 성공함으로써 골연골(distraction osteosynthesis)의 장이 열리게 되었다. 그는 골신연의 기전을 장력-긴장의 법칙(cause of tension-stress)으로 설명하였는데, 이는 연조직을 포함한 모든 조직은 장력하에서는 펼칠 수 있다는 것이다.<sup>4</sup> 다시 말하면 절골한 대퇴골을 양쪽으로 지속적이고 점진적으로 신장시키기 풀단 사이에 골이 생성되며, 이 재생골이 경화(ossification)된다는 것이다. 골신연술은 사지의 내골(endochondral bone)뿐만 아니라,<sup>5</sup> 최근에 외골(membranous bone)에도 적용되어 Synder는 개의 하악골을, McCarthy 등<sup>7</sup>은 사람의 하악처음으로 신장시켰다.

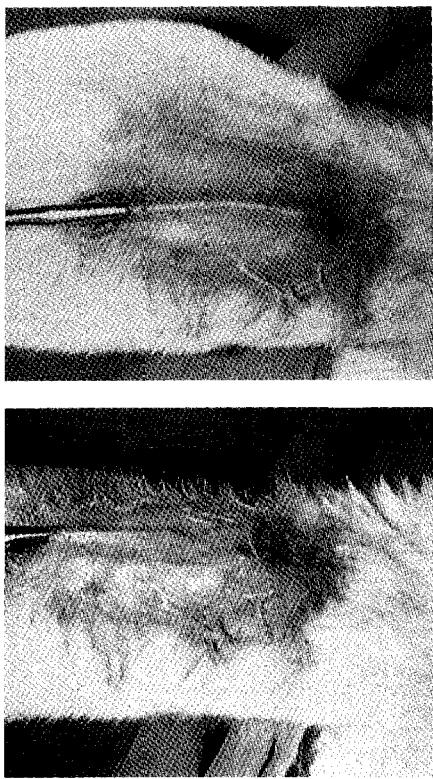
골이 손상되었을 때 수복되는 과정에 관해서는 알려져 있다. 어린 동물에서 연골의 증식은 성장(appositional growth)과 간질성장(intertitial growth)으로 이루어지지만,<sup>8</sup> 성인이 되면

성장을 멈춘다. 이렇게 성장을 멈춘 이 손상되면 재생 능력이 떨어졌기 때문에 상은 연골에서 분리된 연골막 (peri-chondrium)으로부터 신생된 연골로 채워질 수도 있다.<sup>9-11</sup> 대개는 결합조직(connective tissue)이 된다.<sup>12</sup> 그러나 연골을 신장시켰을 때 조직학적 변화에 대한 연구는 아직 이루어진 실정이다. 이에 저자들은 연골막을 일상은 주지 않고 연골을 절개한 뒤 연골을 향으로 신장시켰을 때 그 결손부가 어떤 채워지는지, 그리고 골에서처럼 신장되는지 보았다.

## II. 재료 및 방법

실험 동물은 생후 3개월된 가토(New white rabbit, Oryctolagus cuniculus) 12마리 24개를 암수 구별없이 사용하였다. 젊은 기간을 거친 다음 24개의 이개를 3군으로 나누어 서로 비슷한 나이에 수술하였다. 아무런 수술적 조작을 하지 않은 대조군 2군은 결보기수술군(sham operation)로서 연골 양쪽 연골막을 보존한 상태에서 골을 시상절개(sagittal incision)한 다음 지 않고 그대로 둔 것이었다. 제3군은 양쪽 연골막에는 손상을 주지 않은 상태에서 양쪽 연골막을 절개한 다음 양쪽 방향으로 신장시켰다. 사용한 신장기는 미국 Life Medical사 Closure<sup>®</sup>를 변형한 것이었다.

실험 방법은 수술하기 6시간 전부터 깊은 복강내에 pentobarbital sodium (Entobar<sup>®</sup>) 20mg/kg을 주사하여 마취한 다음 실험대에 이개의 털을 깎고 4% Hibicloud<sup>®</sup> 용액으로 소독한 뒤 실험하였다. 이개의 근위부에서 5 mm 길이의 작동부를 반대쪽 연골막이 손상되지 않도록 연



operative procedure of group II. (Above) Sub-aural dissections on the both sides of the ear cartilage made by the periosteal elevator. (Below) A three incision of the cartilage is made by scissors.

골막기자(periosteal elevator)를 연골 직상에 조심스럽게 연골 양쪽을 연골막하박리(chondrial dissection)를 한 다음 가위로 연골 3mm 정도 시상절개하였다(Fig. 1). 창상은 수로 깨끗이 씻은 다음 피부만 5-0 견사한 뒤 신장시키지 않고 그대로 두었다. 제I군과 마찬가지로 양쪽 연골막을 보존한 골을 시상절개한 다음 신장기를 설치하기 nm 두께의 실리콘 판(미국 Dow Corning 치하였다. 절개부로부터 양쪽으로 10 mm 곳에 25×20 mm 크기의 실리콘 판을 이개에 2장씩 모두 4장 위치시킨다음 실리콘 개로부터 미끄러지지 않도록 여러 개의 흉을 실리콘 판과 이개를 관통시켜 고정하 솔후 5일까지 실리콘 판을 그대로 둔 뒤 신장기를 실리콘 판에 장착시켜 24시간

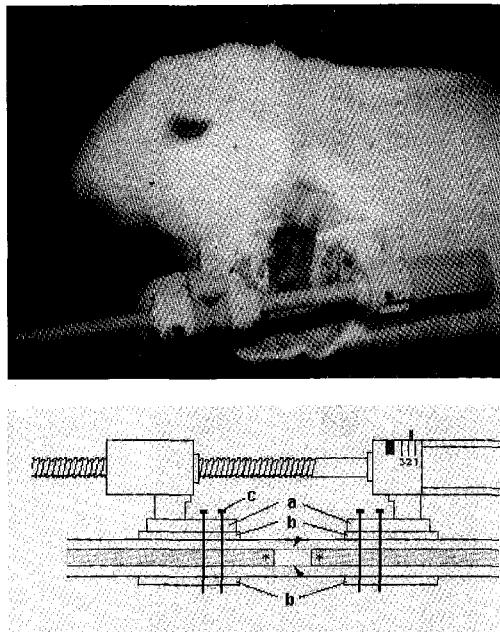
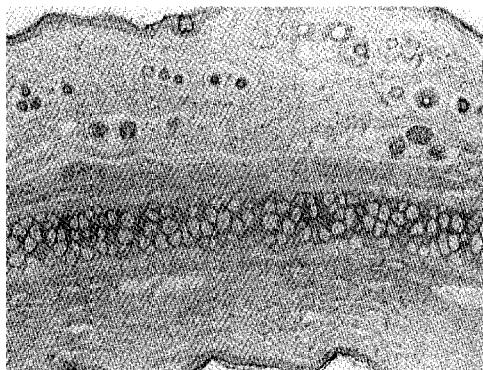


Fig. 2. Operative procedure of group III. This group operated on as the same as group II 6 days ago. (Above) The foot plates of the stretching device are placed on silicone sheets which are attached at 10 mm apart from the incision of the ear cartilage. Distraction is carried at a rate of 0.2 mm per day for 28 consecutive days, at which period it is maintained until sacrifice. (Below) diagrammatic representation of the stretching device's placement on the ear. Silicone sheets(b) were applied beneath the foot plates(a) with fixation of 23 G needles(c). Distraction was performed with preservation of perichondrium (arrow heads) between the cartilage (asterisk).

마다 0.2 mm 씩 28일간 신장시켰다(Fig. 2). 이 신장기는 원래 넓은 창상을 좁혀 주기 위해 만든 것이지만 본 실험에서는 반대로 창상을 넓기 위해 사용할 수 있도록 개조하였으며, 또 이 기에는 눈금이 달려 있어서 신장시키는 정도를 1 mm까지 익을 수 있다. 모든 군에서 penicillin (150,000 단위/kg)를 수술 하루 전부터 투여를 시작하여 술후 5일간 매일 1회 근육내에 주었으며, 매일 1회 이개부를 소독하였다. 실험 중 실험 동물의 영양 상태는 양호하였으며, 각 군에서 수술 후 제 1, 2, 4 및 8주에 pancuronium(Mioblock®) 1 ml를 근육내에 주사하여 회생-



3. Gross findings of the ears, 8 weeks postoperatively.  
Group I. (Center) Group II. (Right) Group III. Note group I and II showed similar width of the ear but group III represented 5.1 mm in lengthening of the width of ear.



4. Photomicrographs of group I shows normal age. Mature chondrocytes beneath perichondrium seen (Hematoxylin-eosin stain x 40).

각각 조직을 채취하여 vernier callipers를 이용해 이개의 폭과 두께를 측정하였다. 이때 눈금 1 mm 까지 읽었고, 3회 측정치의 평균을 계측하였다. 표본을 10% formalin액에 고정시킨 통상적인 방법으로 파라핀 블록을 만들어서 두께로 박절한 뒤, hematoxylin-eosin염색한 연골의 형태학적 변화 및 신생 연골의 유무를 훑미경으로 관찰하였다. 이개 폭의 통계 처리 Wilcoxon Rank Sum W test를 이용하였다.

### III. 결 과

중이나 수술 후 또는 사육 도중 사망한 예는

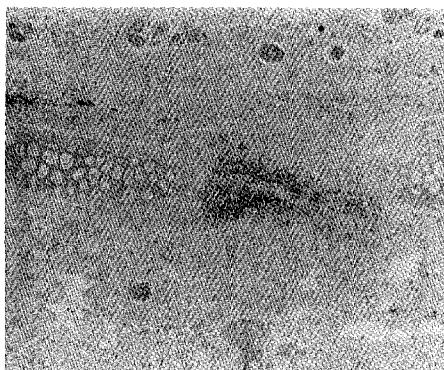
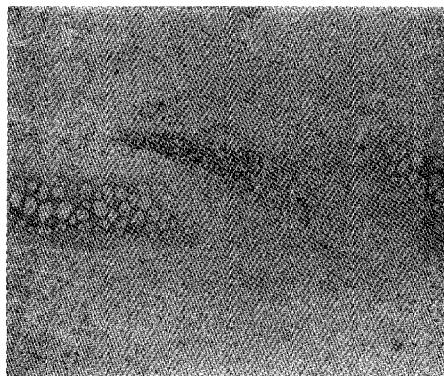
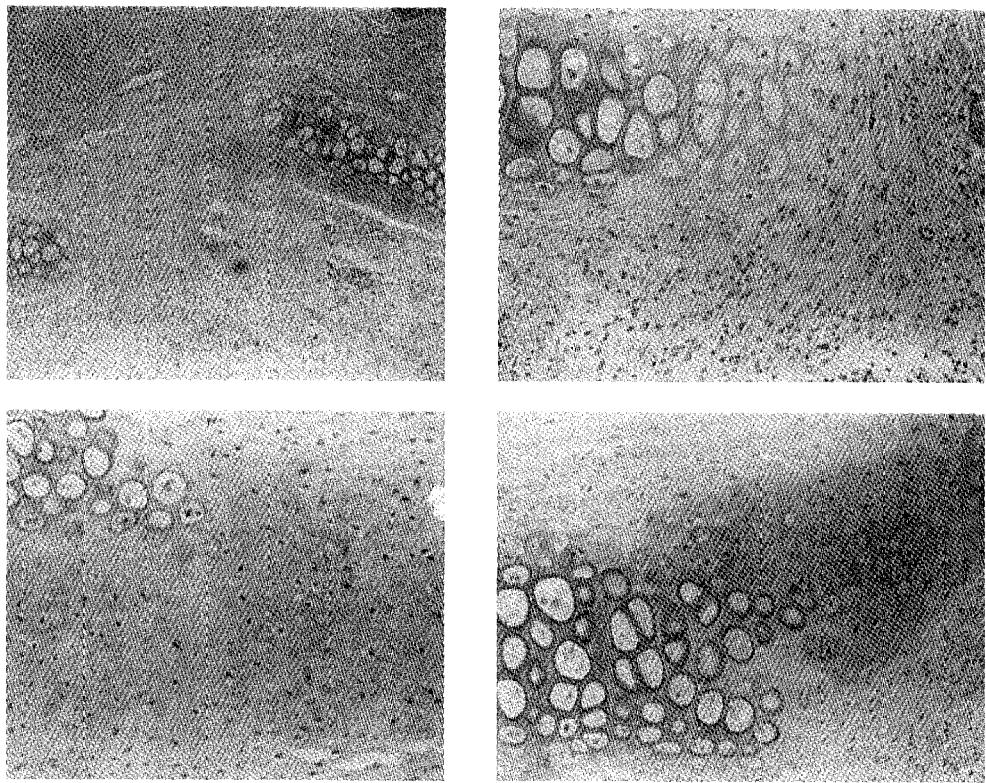


Fig. 5. Photomicrographs of group II and III postoperatively. (Above) Inflammatory changes and hemorrhage are observed between the cartilage in group II (Hematoxylin-eosin stain x 40). Extravasated erythrocytes, lymphocytes, and fibroblasts are observed in the gap in the group III (Hematoxylin-eosin stain x 40).

없었으며, 수술후 제 4일에 수술 부위에 육안 소견을 보인 제 3군의 1례는 실험 대상에 포함하였다. 그래서 제1군 8개, 제2군 8개, 제3군의 이개를 대상으로 하였으며, 모든 동물을 측정은 오차를 줄이기 위해 한 사람이 실시

#### 가. 육안적 소견

겉보기 수술군인 제2군을 대조군인 제1군 했을 때 시간 경과에 따른 연골의 외관, 폭에서 차이가 없었지만, 제3군은 제1군에 비해 폭이 늘어났으며, 신연된 부분이 전반적으로 비후된 양상이었다(Fig. 3). 시간 경과에 따른 이개의 평균 폭은, 제 1



Photomicrographs of group II and III, 2 weeks postoperatively. (Above) Group II. Extravasation of lymphocytes is regressed and the infiltrations of lymphocytes and fibroblasts are remained (Hematoxylin-eosin stain x 40). (Below) Group III. The gap shows evidence of areas of immature chondrocytes (Hematoxylin-eosin stain x 100).

Fig. 7. Photomicrographs of group II and III, 4 weeks postoperatively. (Above) Group II. Fibroblastic infiltration and regression of lymphocytes are exhibited (Hematoxylin-eosin stain x 100). (Below) Group III. Immature chondrocytes are increased between the cartilage ends (Hematoxylin-eosin stain x 100).

#### Average Width of the Auricle (mm)

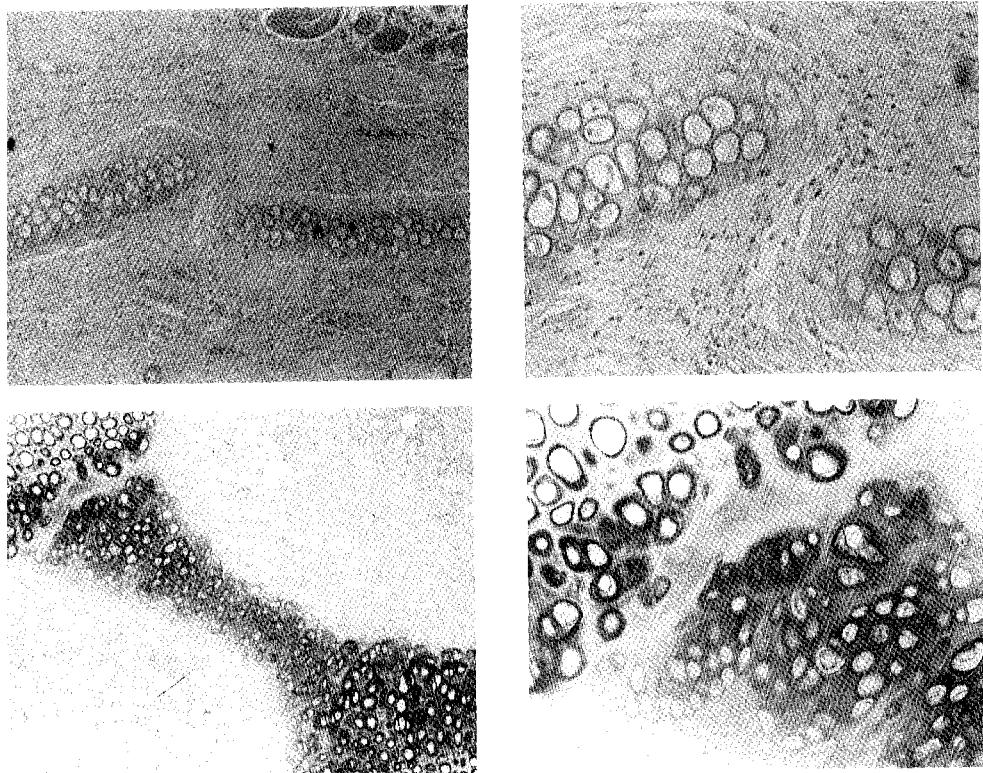
Group I*	Group II*	Group III**
67.3	66.8	68.3
67.5	67.3	69.8
67.8	67.5	72.8
68.5	68.5	73.6
> 0.05		
< 0.05		

mm, 제2군 66.8 mm, 제3군 68.3 mm, 제1군 67.5 mm, 제2군 67.3 mm, 제3군 69.8 주에 제1군 67.8 mm, 제2군 67.5 mm, 제3군 68.5 mm, 제8주에 제1군 68.5 mm, 제2군 68.

5 mm, 제3군 73.6 mm였다(Table I). 이를 요약하면 제1군과 제2군은 시간 경과에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으며 통계학적으로도 유의한 차이를 나타내지 않았으나( $p > 0.05$ ), 제3군은 통계학적으로도 의의있게 점차 증가하였다( $p < 0.05$ ) 골을 신장시킨 제3군과 제1군을 비교해 보면 평균 폭의 차이는 제1주에 1.0 mm, 제2주 1.5 mm, 제4주 5.0 mm, 제8주 5.1 mm를 나타내었

#### 나. 광학현미경적 소견

모든 군의 모든 조직 표본이 서로 비슷한 소견을 나타내어 비교적 일정한 조직학적 소견을 갖는 수 있었다.



Photomicrographs of Group II and III, 8 weeks postoperatively. Dense fibrous tissue is formed and the infiltrating lymphocytes and fibroblasts are scattered in group II: (Above, left) Hematoxylin-eosin stain x 40; (Above right) Hematoxylin-eosin stain x 100. The maturation of the neocartilage are exhibited between the widened cartilage in group III: (Below, left) Hematoxylin-eosin stain x 40; (Below, right) Hematoxylin-eosin stain x 100.

근은 대조군으로서 정상적인 연골세포 및 기관내었으며, 시간 경과에 따른 특징적인 변화가 없었다(Fig. 4).

근과 제3군의 시간 경과에 따른 조직학적 변화를 살펴보면, 제1주의 제 2군에서는 연골막은 손상되고 연속성이 잘 유지되었으며, 양쪽 연골 사이에 적혈구의 혈관외유출(extravasation)과 세포 및 섬유모세포(fibroblast)의 침윤을 보였

근에서도 연골막이 잘 유지되어 있고, 연골단 사이의 적혈구의 혈관외유출, 염증세포와 섬유모세포의 침윤 외에도 모세혈관 증식의 소견을 보며, 연골단 사이의 거리는  $0.4 \pm 0.1$  mm였다

5). 주의 소견은, 제 2군에서는 연골단 사이에 있

던 적혈구의 혈관외유출은 없어지고, 섬유모세포와 임파구 등의 염증세포가 더욱 침윤된 보였다. 제3군에서는 연골단 사이에 아주 단계의 연골모세포(chondroblast)가 있으며, 연골단 사이의 거리 즉 신장된 연골 길이는  $7 \pm 0.2$  mm였다(Fig. 6).

제4주의 소견은, 제2군에서는 제2주 때와 비슷으로 연골단 사이에 섬유모세포와 임파구가 침윤되었으며, 제3군에서는 양쪽 연골단은 모양으로 벌어졌고, 핵/세포질 비율(N/C)은 미성숙 연골세포에 의해 서로 연결되어며, 신장된 연골 길이는  $1.5 \pm 0.1$  mm였다(제8주째 소견은, 제2군에서는 연골단 사상숙 연골세포가 침윤된 소견도 있었지만 조직으로 찬 소견도 나타내었다. 제3군에

이 생성되어 연골단을 잘 연결하고 있연된 연골 길이는  $1.2 \pm 0.2$  mm였다(Fig. 요약하면 제2군에서는 8주에 미성숙한 나타난데 비해 제 3군에서는 2주에 연 4주에 미성숙 연골세포가 각각 나타나는 성숙한 연골세포로 분화됨을 알 수

#### IV. 고 칠

근든 세포들은 그 재생 능력에 따라 3군 된다. 첫째 군은 불안정세포(labile cell) 동안 계속 증식하는 것인데 표면상피세포(epithelial cell)와 조혈계세포가 여기에 빼는 출생후에는 종식을 전혀 할 수 없는 permanent cell)로서 여기에는 신경세포, 드 및 심근세포가 있다. 셋째는 정상 상태로 분열의 정도가 낮지만 자극을 받으면 열하여 재생하는 능력을 지닌 안정세포(l)로서 간, 신장, 혀장 등 모든 실질 장기나 섬유모세포(fibroblast), 평활근세포(nuscle cell), 골모세포(osteoblast), 연골세포(chondroblast), 혈관내피세포 등 간엽조직 한 세포가 여기에 속한다. 즉, 연골세포에는 비활동 상태에 있지만 일단 손상되면 모두 종식하며, 손상 부위가 원상 복원의 종식이 멈춰진다.  
손상을 입게 되면 조직은 손상 받은 세포 과정을 통해서 건강한 세포로 대처됨으로 수복된다. 조직 수복에는 결합조직과 실질세포의 재생에 의한 수복 2가지 는데, 전자는 손상된 조직이 결합조직으로 결국 반흔으로 남는 것이며, 후자는 조직이 같은 종류의 실질세포로 대처되는 골의 수복은, 손상 때문에 연골에서 분막의 밑면으로부터 연골이 얼마쯤 신생되지만<sup>1, 2, 9-11</sup> 연골이 손상되면 연골막의 능력이 떨어지기 때문에 주로 결합조직 된다.<sup>12</sup> 비중격연골(septal cartilage)을 점(submucous resection)하거나 수술적으로 들어 실험 해보면 연골의 결손은 결합조

직에 의한 수복과 실질세포 재생에 의한 수복 다에 의해 이루어 짐을 알 수 있다. 즉, 제3일에 골 결손부에 다핵백혈구와 대식세포가 나타나 동시에 모세 혈관도 자라 들어온다. 제7일에 연결손은 육아조직(granulation tissue)으로 채워며,<sup>9</sup> 제2주에 결손부에 가까운 곳에는 새로운 연세포가 있는 구획이 나타나고 먼 곳에는 섬유조(fibrous tissue)의 구획이 나타나며, 이런 소견은 개월 뒤에 더 명확해진다고 한다.<sup>13-15</sup> 이 소견을 연구에서 연골을 절개한 제2군과 비교해 보면 골세포의 성숙도와 출현 시기가 조금 다를 뿐로 비슷한 것을 알 수 있다. 그러나 연골을 신장킨 제3군에서는 술후 제1주에 섬유모세포가 나오고, 술후 제2주에 미성숙 연골세포의 침윤이 나타나서, 술후 제 4주에는 미성숙 연골이 생성되고 술후 제8주에는 성숙한 연골세포로 구성된 연골 생성되었다. 그러므로 연골을 신장시키면 초기 잠시 결합조직에 의한 수복이 이루어지지만 곧 실질세포 재생에 의한 수복이 이루어짐을 수 있다. 세포의 성장도 성숙한 연골세포가 조기 나타날 뿐만 아니라 연골도 신생됨을 알 수 있다.

조직의 성장이나 재생에 관한 연구로서는, Ilizai(1954)<sup>4</sup>의 장력-긴장의 법칙(law of tension-stress)과 Moss(1968)<sup>16</sup>의 기능적 기질(functional matrix)이 대표적이다. 장력-긴장의 법칙이란 모든 조직은 장력하에서 재생될 수 있다는 원리로서, 예 들어 골을 지속적이고 점진적으로 신장시키면 이 생성되며 이런 신생골이 경화되는 것을 의미한다. 이 개념을 연골조직에 도입하면 연골을 점진으로 신장시키면 연골은 계속 장력하에 놓이게 되어 자극을 받아 연골이 생성되며 또 활발히 성장할 수 있다. 이렇게 연골이 생성되는 기전은, Ilizai(1971)<sup>17</sup>가 말했듯이 연골 조직이 서서히 지속적 장력을 받으면 신진대사가 활발해지고, 연골세포의 증식이 일어나며, 세포의 생합성 기능이 자극에 되기 때문이다 생각된다. 이런 연골의 생성과정에는 혈류가 충분해야 하며, 부하(load)가 있어 잘 일어난다고 한다.<sup>18</sup> 또 연골막에서도 이와 같은 반응이 일어나서 연골 생성을 도왔을 것으로 생각된다.

적 기질이란 골과 연골의 성장에 있어서 결자를 말하는 데 골이나 연골 자체가 자신의 속도나 방향을 결정하는 것이 아니라 주위의 적인 기질이 실제적인 결정인자라는 것이다. 하지의 장골을 점진적으로 신장시켰을 때 골이 늘어지는 것이 아니라 골에 부착된 근육과 신

함께 길어지며,<sup>19</sup> 반안면소체증(hemifacial osomia) 때도 저작근의 용적이 커졌다<sup>20</sup>고 한가찬가지로 연골을 신장시키면 연골의 신장은이고 피부 아래에 위치하는 근육, 연골막도 학

장되어 근육의 용적도 증대될 것으로 생각된  
연골막은 연골이식때 이식한 연골의 생존에는  
이 없지만, 연골막이 있으면 이식 연골편이 덜  
질 뿐만 아니라, 연골세포의 고사가 적게 일어  
, 연골이 덜 흡수되며,<sup>21</sup> 연골 신생이 왕성하게  
난다<sup>22</sup>고 한다. 이런 기능을 가진 연골막이 신  
면 연골막의 기능도 더 증대되어 연골 생성을  
극할 것으로 기대된다.

는 평균 5.1 mm 늘어났지만, 광학현미경에서  
평균 1.2 mm 신장되어 차이를 나타내었다. 이  
는 신장기를 설치하기 위해 이개 연골에 관통  
놓은 여러 개의 핀에 의해 연골이 다발적으  
로 절어져서 더 늘어났기 때문이며 실제로 연골이  
되어 늘어난 길이는 1.2 mm인 것이다.

연구에서 연골을 신장시켰을 때 연골이 생성  
로 연골신연술(distraction chondrogenesis)을  
해서 특히 성장기에 안장코변형, 수축귀, 누두  
의 연골 기형 및 변형을 교정한다면 종전 술  
필요성을 감소시킬 뿐만 아니라 종전 술기의  
을 보완하고, 기능적 및 미용적 개선을 가져올  
것으로 기대된다.

V. 요약

의 이개연꼴을 연골막을 보존한 상태에서 절고 점진적이고 지속적으로 신장시켰을 때 같은 결과를 얻을 수 있었다.

연골의 폭을 대조군과 비교하였을 때 시간이  
에 따라 이개의 폭이 신장되었고 제8주에는 5.  
n 정도 신장되었다. 출후 제 2주에는 연골단

사이에 미성숙 연골세포의 침윤이 나타나 제4주에는 미성숙 연골이 생성되었으며, 6주에는 성숙한 연골세포로 구성된 연골이 있으며, 평균  $1.2 \pm 0.2$  mm의 연골 신장을 었다. 연골을 절개한 뒤 신장시키지 않은 비교했을 때 연골세포가 더 조기에 나타나 조직에 의한 수복이 아니라 신생연골로 알 수 있었다. 연골을 신장시키면 연골이 로 연골 기형 및 변형을 교정하는 새로운 기대된다.

한기환(Ki Hwan Han, M.D.)

700-712 대구시 중구 동산동 194

계명의대 동산병원 성형외과

Tel: 053)250-7633 Fax: 053)255-0632

## References

1. Skoog T, Johansson SH: The form of articular cartilage from free perichondrial graft. Plast Reconstr Surg 57: 1, 1976
  2. Brent B, Ott R: Perichondro-cutaneous graft. Plast Reconstr Surg 62: 1, 1978
  3. Codivilla A: On the means of lengthening the lower limb, the muscles and tendons which are shortened through deformities. Orthop Surg 2: 353, 1905
  4. Ilizarov GA: A new principle of osteosynthesis with the use of crossing pins and rings. Collection of scientific works of the regional scientific medical society. USSR, 1954, p 146
  5. Bastiani DG, Aldegheri R, Renzi-Bonelli Trivella G: Limb lengthening by distraction(callotasis). J Pediatr Orthop 1987
  6. Snyder CC, Levine GA, Swanson HM, EZ: Mandibular lengthening by distraction: preliminary report. Plast Reconstr Surg 51: 506, 1973
  7. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N.

- Grayson BH: Lengthening the human rib by gradual distraction. *Plast Reconstr* 89: 1, 1992
- Yeo JE: Cartilage Grafts. In Krizek TJ, Yeo JE(eds): *Symposium on basic science in aesthetic surgery*. St Louis, CV Mosby, 1976, p 1
- Hwang T, Ohlsen L, Sohn SA: Perichondrial matrix for cartilagenous regeneration. *J Plast Reconstr Surg* 6: 123, 1972
- Hwang T: Reconstructing the antihelix by chondroplasty. In McCarthy JG(eds): *Facial Surgery*. Philadelphia, WB Saunders, p 264
- 이유재덕, 박찬일: 이개 연골의 창상 치유에 관한 실험적 연구. *대한성형외과 학회지* 1, 1980
- McCarthy JG: Cartilage grafting. *Br J Plast Surg* 7: 1955
- Neststrom SJ, Thilander BL: Healing of surgically created defects in the septal cartilage of young guinea pigs. *Plast Reconstr* 49: 194, 1972
- Rhoades DR, Rhyes EH: Cartilage regeneration after septal surgery in young rabbits. *J Otolaryngol Otol* 98: 577, 1984
- Aguado DL, Monserrat JR, Pinero BP, Banza MC, Gutierrez R, Flores LD: Neochorionogenesis in the septal area after submucosal cartilaginous resection. *Acta Otolaryngyn (Stockh)* 112: 539, 1992
- Moss ML: A theoretical analysis of the functional matrix. *Acta Biotheor* 18: 195, 1970
- Ilizarov GA: Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis. *Ortop Travmatol Protez* 32: 7, 1971
- Ilizarov GA: The tension-stress effect on genesis and growth of tissues: I. The influence of stability of fixation and soft tissue preservation. *Clin Orthop* 238: 249, 1989
- Ilizarov GA: Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop* 250: 8, 1990
- Marsh JL, Baca D, Vannier MW: Facial musculoskeletal asymmetry in hemifacial microsomia. *Cleft Palate J* 26: 292, 1989
- Davis WB, Gibson T: Absorption of autogenous cartilage grafts in man. *Br J Plast Surg* 9: 177, 1957
- Duncan MJ, Thompson HG, Mancer JF: Autogenous cartilage grafts: The role of perichondrium. *Plast Reconstr Surg* 73: 916, 1984