

# 하악과두의 발육에 관한 실험적 연구\*

서울대학교 치과대학

황성명 · 유종덕 · 선우양국 · 김명국 · 김종배 · 백기석

## EXPERIMENTAL STUDIES ON THE GROWTH OF THE RAT'S MANDIBULAR CONDYLE

Sung Myung Hwang., Chong Duck Yoo., Young Gook Sunoo.,  
Myung Kook Kim., Johng Bai Kim., and Ki Suk Beak.

*College of Dentistry, Seoul University*

..... » Abstract « .....

In this study we observed the histochemical changes of the subcutaneously transplanted mandibular condyle. Syngeneic Sprague-Dawley rats of the four weeks of age were used. The half of fifty one rats were used as donors and the rest were used as recipients.

Mandibular condyle with a portion of mandibular ramus were removed from the donor under anesthesia with ether. The obtained tissues were rinsed with the physiological saline, and were transplanted subcutaneously through the incision in the back of the recipients. The incision was sutured with silk. The recipients were sacrificed at intervals of 1, 2, 3, and 4 weeks after operation. The transplanted and surrounding tissues were removed under anesthesia with ether to the death. The removed tissues were fixed with acetone and carnoy solution and were decalcified with EDTA. The specimens were stained with HE, PAS (Macmanus), alcian blue (Mowry), Gomori method for alkaline phosphatase, and toluidine blue for the metachromasia. Each stained specimen was compared with HE stain one.

The results were as follows.

1. At the specimens of 1 week after transplantation was observed the growth of the chondrocytes at the mandibular condyle, but the formed matix was stained faintly with Alcian Blue and Toluidine Blue for the metachromasia.
2. The activity of alkaline phosphatase and PAS reaction were positive at the surrounding capsule and some part of the formed bone, while the other portion was stained diffusely.
3. As time went by, the mandibular condyle were trabecularized and most of specimens were stained faintly to the negative.

\* 이 연구는 1981년도 문교부가 지원한 대학원 중점육성 연구조성비로 이루어 졌음.

## — 목 차 —

- I. 서 언
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험소견
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 사진부도
- 영문초록

### I. 서 언

하악과두 성장발육의 기전을 이해하기 위해 하악과두연골이 하악골성장애 어떤 역할을 하는가를 여러각도에서 관련을 맺고 추구되어 왔다.

Weinman and Sicher(1964)<sup>20)</sup>은 하악두연골은 특수한 조건에서 적응변화를 이끄는 조직임과 동시에 하악골 전체의 크기나 하악지의 높이를 결정하는데 가장 중요한 성장중심이 된다고 보고있다.

Scott(1976)<sup>17)</sup> 또한 하악과두연골은 하악의 성장량을 결정할뿐만 아니라 성장방향에도 관여한다는 등 하악과두연골은 하악골의 중요한 성장부위로 알려지고 있다.

하악두연골의 역할은 규명하기 위한 하악두연골의 이식시도한 결과에서 하악과두연골은 다만 주위 기능적 내지는 환경적요인에 적응되는 것 뿐이라했다.<sup>8, 9, 12)</sup> 그러나 Rönning(1969)<sup>16)</sup>, Duterloo(1971)<sup>6)</sup> 및 Meikle(1973)<sup>11)</sup> 등은 하악과두연골의 이식실험에서 이식후에도 상당량의 성장을 함을 autoradiographic한 소견에서 보고하였고 Okata(1977)<sup>14)</sup> 또한 일정기간 동안에 하악과두연골에서의 세포증식과분화 및 성숙과정이 관련됨을과 하악과두에서 내외적 인용인이 하악골성장과정에 관여될 수 있음을 시사하고 있다 하겠다.<sup>7, 12)</sup> 이에 저자도 하악과두 연골편을 실험적으로 이식하고 이식후의 변화상을 조직화학적으로 관찰한 바가 있어 그 결과를 보고하고자 한다.

### II. 실험재료 및 방법

본실험에서 사용된 실험동물은 생후 4 주된 Spraque-Dawley계의 백서 51마리를 택하였다. 이들백

서는 순수형제간 교배에 의하여 얻어진 것들이며, 그중에서도 같은배의 것을 대상으로 하였는데 이들 중 받은 하악과두의 공급자로서 나머지 받은 수급자로 배정하였다.

먼저 공급자는 ether마취하에서 희생시켜 하악과두와 일부하악골체를 적출하고 생리적 식염수로 세척한것을 수급자에게 이식토록 하였다.

이식수술도 역시 ether마취하에 수급자의 정중배부에 약 1cm전후의 절개를 하고 피하조직과 근막사이를 박리시키고 그자리에다 하악과두 이식편을 삽입하고난 다음 봉합하였다. 하악과두이식 수술을 한후 1, 2, 3 및 4주 경과군에 각기 5마리씩 배정하였다. 일정기간이 경과되면 희생시켜 이식하악과두편을 적출하여 acetone과 carnoy액에 각기 고정하고 EDTA로 탈회한후 alkaline phosphatase(Gomori), PAS 및 alcian blue(Mowry), toluidine blue에 의한 metachromasia를 실시하고 이들 소견을 따로 H-E 염색한 것과 대조검경에서 얻어진 소견은 아래와 같다.

### III. 실험소견

생후 4 주된 백서하악과두의 발육상은 대략 다음과 같다. 하악과두연골은 그 표층에서부터 관절대, 이행대, 비대대 및 침식대의 네층으로 구별되고 있다.

연골소강의 발육은 비대대에서 확대되어 경우에 따라선 한개의 연골소강에 두개의 연골세포가 존재하기도 하였다.

연골기질에서의 염색성은 침식대에 이어지면서 hematoxylin에 대한 염색성이 증대되어지고 있다.

침식대부터는 비교적 가느다란 골량이 방사상으로 형성되면서 하악지으로 이행되고 있었다. 골량 사이에는 여러 발육단계에 있는 혈구세포와 골아세포 혹은 파골세포등이 관찰되었다. 골량기질에 대한 염색성은 일반적으로 hematoxylin에 호염되는 소견이었으나 일부골량의 표층에선 비교적 eosin에 호염되는 소견이었다.

alkalin phosphatase에 대한 효소활성 부위는 과두연골에선 역시 침식대에서 골량으로 이행되는 부위와 골량표층 부위에서 중등도의 반응을 나타내고 또한 PAS 및 alcian blue에 대한 반응도 골량으로 이행되면서 양성반응내지는 강염되는 경향이였다.

toluidine blue에 대한 metachromasia는 pH에 관

계없이 과두연골전층에서 나타나고 있었다.

이식후 1주경과 예에서는 이식된 하악과두조직편은 결합조직성 피막에 싸여있고 동 피막에는 신생혈관이 관찰되나 염증성 소견은 거의 볼 수 없었다.

하악과두의 연골층은 내층으로 구별되나 연골세포의 배열이 다소 불규칙하였고 일부 관절표층에서는 부분적으로 함몰되어 소위연골내화골과 같은 반응이 나타나기도 하였다.

연골층에서의 alcian blue 및 toluidine blue에 의한 소견은 역시 침식대에서 골량으로 이행되는 부위에서 감염내지는 이염성을 나타내고 있었으나 이식당시의 소견보다 염색성이 관절대에서 비대대에 걸쳐 저하되는 소견으로 관찰되었다.

alkaline phosphatase 및 PAS반응은 일반적으로 미반성이었다. 하악과두연골에서 이어지는 하악지 일부에선 부분적으로 흡수상이 나타나고 그 주변에선 골아세포 및 섬유아세포가 다수 존재하고 있었다 일부신생골질도 관찰되었는데 그와같은 부위에서는 alkaline phosphatase 및 PAS반응이 다소 증염되는 소견이었다.

이식후 이주경과예에서는 결합조직성피막이 일주경과예보다 두껍게 형성되고 하악과두연골에서는 연골내화골형성이 보다 진전되었다. 특히 비후대에서는 거의 대부분의 기질이 정형적인 구조를소실하고 골량조직으로 대체되는 경향이었다. 이들 골질들은 hematoxyline에 대한 가염성이 저하되어 단염되나 alcian blue 및 toluidine blue에 의한 metachromasia는 침식층과 골량에서 감염되었다. 또한 일부 골질에선 빈골소강이 관찰되기도 하였다. 골수강에선 신생혈관이 증식되고 혈관주변에선 다수의 미분화간엽세포들이 나타나고 있었다.

alkaline phosphatase 및 PAS반응소견은 피막과 골량의 표층에서 중등도의 반응은 나타내는 등 일주경과예와 별차없이 관찰되었다.

이식후 3주경과 예에선, 하악과두연골은 거의 골량조직으로 대체되어지고 또한 골수강은 확대되는 골개조현상이 관찰되고 있었다. 이와같은 경향은 4주경과예에서 더욱 현저하였고 또한 거의모든 염색성은 미약내지는 약염되어지는 경향이었다.

#### IV. 총괄 및 고찰

Janzer(1965)<sup>10)</sup>, Chorlier(1969)<sup>5)</sup> 및 MeNama-

ra(1979)<sup>13)</sup> 등은 교합위의 변화유도실험의 관찰에서 하악과두연골은 환경요인의 변화에 대해서 상당한 반응성을 나타내고 있음을 보고하고 있고, Baume(1961)<sup>9)</sup> 및 Meikle(1970)<sup>11)</sup> 등도 또한 하악조심위를 유도하는 장치에 의해 연골형성의 항진등을 관찰하고 있는가 하면 반대로 하악에 대하여 원심력을 가한경우 혹은 발치에의 교합의 변화에 대한 적응성의 반응이 하악과두연골의 비대대에서의 세포증식에 변화가 보임이 밝혀지고있어 하악과두연골은 기능적인 변화 혹은 외력을 가한경우 높은 적응능력이 있음이 인정되고 있다 하겠다<sup>1,2)</sup>. 그러나 이와같은 요인을 차단했을 경우 어떤 소견으로 나타나는가를 추구하기 위해 여러방향에서 많은 관심을 나타내고 있다 하겠다. 그중에서도 하악과두부의이식실험에 의해 내적요인이 있음이 Duterloo(1967)<sup>6)</sup> 및 Okada(1977)<sup>14)</sup> 에 의해 밝혀지고 있다. 즉 Duterloo(1967)<sup>6)</sup>은 생후 4일이 되는 백서의 하악과두연골을 이식한바에서 7일까지 거의 정상적인 대사활성이 영유되고 있음을 보고하고 있다. 그러나 Meilk(1973)<sup>11)</sup>은 생후 7일이 되는 백서하악두 이식에서 하악과두의 증식대에서 세포증식은 인정하고 있으나 연골세포로서의 분화는 볼수 없었다고 했다. 이에 본 실험에서는 하악과두의 성장기능의 일단을 추구하고저 백서과두에 있어 가장성장능이 활발한 생후 4주되는 백서과두조직편을 피하조직에이식하고 이로부터 얻어진 소견을 일괄 고찰하건데 이식후 경과일수가 많아짐에 따라 과두연골의 전형적인 연골세포의 배열이 상실되고 연골내화골이 야기되며 또한 그 형성골질은 골량화를 이루고 있었는데 이에 따라 toluidine blue에 의한 이염성과 alcian blue에 의한 염색성이 저하되고 또한 alkaline phosphatase 및 PAS에 의한 반응은 이식과두 조직을 싸고있는 피막과 일부 신생골질표층 부위를 제외하고 점차 미약해지는 소견으로 관찰되고 있음은 아마도 이질물질의 형성부전에서 비롯된 것이라 사료되어 Pimenidis and Gianelly(1972)<sup>15)</sup>와 Sarnat and Uuchnic(1971)<sup>18)</sup>등과 같이 과두연골에서의 성장발육에 어떤 요인으로 관여되지 않음이라 사료되나<sup>4,19)</sup> 초기소견에선 연골조직으로서의 성장이 지속되어짐을 볼때 하악과두의 성장발육에는 내적요인과 환경적요인들의 복합적인 사항으로 작용됨이라 추정한다.

## V. 결 언

저자들은 백서의 하악과두조직편을 실험적으로 피하이식하고 이식후의 변화상을 조직화학적으로 관찰한바가 있다. 본 실험에 사용된 하악과두조직편은 생후 4주된 Sprague-Dawley계의 백서 51마리를 택하였다. 이들 백서는 순수 형제간교배에 의하여 얻어진 것들이며 그중에서도 같은배의 것을 대상으로 하였는데 이들중에서 받은 하악과두의 공급자로서 나머지 받은 수급자로 배정하였다. 먼저 공급자를 마취하에서 희생시켜 하악과두와 일부 하악골체를 적출하고 생리적 식염수로 세척한 것을 수급자에게 이식토록하였다. 이식시술은 역시 ether 마취하에 수급자의 정중배부에 약 1cm 전후로 절개하고 피하조직에 이식봉합 하였다. 이식시술한후 1, 2, 3, 및 4주경과에대한 소견을 얻기위해 일정기간이경과된 것을 마취하에서 적출하고 acetone 및 Carnoy 액에 각기고정하고 EDTA로 탈회한후 alkaline phosphatase(Gomori) PAS(Macnraus) 및 alcian blue(Mowry) 및 toluidine blue(Ohno)에 의한 이염색을 하고 이들소견과 따로 H-E염색을 한 결과 대조경에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 이식후 1주경과에에서는 과두연골에서 연골세포의 증식이 관찰되나 형성된기질은 alcian blue에 의한 염색반응과 toluidine blue을 위한 이염색에서 점차 미약해지는 소견이 관찰되었다.
2. Alkaline phosphatase와 PAS반응은 이식편을 싸고있는 피막과 일부골질형성부에서 효소활성내지는 양성반응으로 나타낸다.
3. 이식후경과일수가 많아짐에따라 과두연골은 골량화하고 또한 거이 모든 염색성이 저하되어 음성반응으로 나타내는 경향이였다.

## - REFERENCES -

- 1) Bentley, G. and Greer, R.B.: The fate of chondrocytes in endochondral ossification in the rabbit. *J. Bone Jt. Surg.*, 52B 571-577.
- 2) Bentley, G. and Greer, R.B.: The fate of chondrocytes in endochondral ossification in the rabbit. *J. Bone Jt. Surg.* 52B. 571-577. 1970.

- 3) Baume, L.J. and Drichsweiler, H.: Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An experimental study in *Macaca Mulatta*. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 14:347-362. 1961.
- 4) Chalmers, J. and Ray, R.D.: The growth of transplanted foetal bones in different immunological environments. *J. Bone Jt. Surg.*, 44B. 149-164. 1967.
- 5) Charlier, J.P.: Effect of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle. *Amer. J. Orthodont.* 55:71-74. 1969.
- 6) Duterloo; Cited from Meike 1973.
- 7) Durkin, J.F., Heely, J.D. and Irving, J.T.: The cartilage of the mandibular condyle. *Oral Sci. Rev.*, 2:290-299. 1973.
- 8) Enlow, D.H.: *The human face*, Hoeber, New York. Evanston and London, 109-137. 1968.
- 9) Furstman, L.L.: The effect of loss of occlusion upon the mandibular joint. *Amer. J. Orthodont.* 51:245-261. 1965.
- 10) Janzen, E.K. and Bluher, J.A.: The cephalometric anatomic, and histological changes in *Macaca Mulatta* after application of a continuousacting retraction force on the mandible. *Amer. J. Orthodont.* 51:823-855. 1965.
- 11) Meikle, M.C.: In vivo transplantation of the mandibular joint of the rat.: An autoradiographic investigation into cellular changes at the condyle. *Arch. Oral Biol.*, 18:1011-1021. 1973.
- 12) Moss, M.L.: The role of the functional matrix in mandibular growth. *Angle Orthodont.* 98:95-103. 1968.
- 13) Mcnamara, J.A. and Carlson, D.S.: Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function. *Amer. J. Orthodont.* 76:593-611. 1979.
- 14) Okada, M.: An experimenyal study on the growth of the rat mandibular condyle by

- means of subcutaneous transplantation. J. Osaka. Univ. 22:21-45. 1977.
- 15) Pimenidis, M.Z. and Gianelly, A.A.: The effect of early postnatal condylectomy on the growth of the mandibule. Amer. J. Orthodont. 62:42-47. 1972.
- 16) Ronning, O.: Observation on the intracerebral transplantation of the mandibular condyle. Acta Odont. Scand. 24:243-247. 1966.
- 17) Scott, J.H.: Dentofacial development and growth. London, 1976. Pergamon Press.
- 65-173.
- 18) Sarnat, B.G. and Muchnic, H.: Facial skeletal changes after mandibular condylectomy in growing and adult monkeys. Amer. J. Orthodont., 60:33-45. 1971.
- 19) Shimomura, Y., Wezeman, F.H., and Ray, R.D.: The growth cartilage plate of rat rib. Clin. Orthop., 90:246-254. 1973.
- 20) Weinman, J.P. and Sicher, H.: The temporomandibular joint. (Sarnat, B.G. editor): Charles C. Thomas Publisher, Springfield, 59-76, 1964.

#### 사 진 설 명

- 사진 1. 4 주된 백서 하악과두의 H-E 염색.
- 사진 2. 이식후 1주 경과된 하악과두의 toluidine blue 염색.
- 사진 3. 이식후 2주경과된 하악과두의 alkaline phosphatase 반응.
- 사진 4. 이식후 3주경과된 하악과두의 alcian blue 염색.
- 사진 5. 이식후 4주경과된 하악과두의 alcian blue 염색.
- 사진 6. 이식후 4주경과된 하악과두의 H-E 염색.
- 사진 7. 이식후 4주경과된 하악과두의 alkaline phosphatase 반응.
- 사진 8. 이식후 4주경과된 하악과두의 PAS 반응.

