

## 백서 하악골의 기능적 측방편위가 하악골 성장에 미치는 영향

박 관 식<sup>1)</sup> · 경 희 문<sup>2)</sup> · 성 재 현<sup>3)</sup>

본 연구는 기능적 교합장애에 의한 하악골 측방편위가 하악골의 성장에 미치는 영향과 교합장애 제거후 나타나는 하악골의 성장양상을 알아 보기 위하여 생후 4주령의 웅성 백서에서 상악우측, 하악좌측 절치를 2주 및 4주간 절단한 실험군과 4주간 절치절단을 시행하고 2주간 절단을 중지한 실험군에서 하악골계측 및 과두연골의 조직학적 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험 2주군에서 좌측의 하악골장경, 과두장경, 하악골고경, 과두단면적은 우측 및 정상군에 비해 작은 경향을 보였고 우측의 하악골장경, 과두단면적은 정상군에 비해 작았다.
2. 실험 4주군에서는 좌측 과두단면적이 우측에 비해 작았으나 좌측 하악골의 빠른 적응성 변화로 좌,우측 하악골장경은 유사하였다. 그러나 정상군에 비해서는 하악골장경, 과두단면적이 여전히 작은 경향을 보였다.
3. 절치절단 중지 후 2주경과한 실험 6주군에서는 기능이 정상화됨에 따라 좌측과 우측이 동일한 성장을 보이거나 정상군에 비해서는 여전히 하악골장경이 짧았다.
4. 시상면에서 실험 2주군의 좌측 과두연골은 우측 및 정상군에 비해 연골층의 증식이 전반적으로 억제된 소견을 보이며 우측 또한 정상군에 비해 성장이 억제되었다. 그러나 실험 4주군, 6주군에서는 정상군과 유사한 소견이 관찰되었다.
5. 두연골층체적은 전 실험기간 동안에 실험군의 좌,우측간, 그리고 실험군과 정상군의 동측간 비교시 유의성있는 차이를 관찰할 수 없었다.

이상에서 성장기 백서에 편측 절치절단을 시행한 경우, 시상면에서는 절단측의 하악골 및 과두의 성장이 억제되는 효과를 관찰할 수 있었으며 또한 빠른 시일내에 적응하여 좌,우측 하악골은 유사한 성장변화를 일으킴을 알 수 있었다. 그러나 과두연골체적변화는 실험군 좌, 우측 및 정상군에서 전 실험기간동안에 유사한 양상이 관찰됨을 미루어 보아 전체적인 과두연골의 성장은 억제되지 않았음을 알 수 있었고 과두연골의 성장은 다방면으로 일어남을 인지할 수 있었다.

(주요단어 : 기능적 측방편위, 절치절단, 과두단면적, 과두연골층체적)

### I. 서 론

안모의 비대칭은 두개안면골의 성장, 발육과 밀접한

관련이 있으며 특히 악안면 부조화는 하악골의 성장, 발육에 의해 많은 영향을 받는다<sup>1)</sup>. 그리고 하악골은 두개안면골의 다른 부분보다 장기간에 걸쳐 성장하며 하악과두연골은 유전에 의하여 주로 영향을 받는 일차연골과 달리 성장호르몬, 근기능과 같은 다양한 외적인 요소에 의해 영향을 받으므로 그 성장을 예측하기가 어렵다<sup>2-6)</sup>. 하악골의 성장은 막내골화에 의한

<sup>1)</sup> 경북대학교 치과대학 치과교정학교실

<sup>2)</sup> 경북대학교 치과대학 치과교정학교실, 부교수

<sup>3)</sup> 경북대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

성장을 하지만 하악과두는 연골내 골화에 의해 성장하며 하악과두연골의 성장이 하악골 성장에 미치는 영향에 대하여 많은 논란이 있으나 과두의 성장이 하악골 성장에 중요한 역할을 하는 것은 많은 실험<sup>3,7-10</sup>을 통하여 입증되었다.

하악골의 성장에 미치는 요인들로서는 크게 전신적 요인과 국소적 요인으로 구분될 수 있다. 전신적 요인에 관하여 Petrovic 등<sup>4</sup>은 호르몬 변화에 의한 하악과두연골의 변화에 대하여 보고한 바 있고 Baume<sup>11</sup>은 비타민 투여시 과두 연골의 골화에 관하여 보고하였다. 국소적 요인에 관하여 Baume과 Derichsweiler<sup>2</sup> 등<sup>12-20</sup>은 하악과두의 기능적 전방편위시 과두연골의 적응성 변화와 하악골의 변화에 관하여 보고하였고, Asano<sup>21</sup> 등<sup>2,22,23</sup>은 하악골을 후방 편위시킨 후 하악과두의 적응 현상 및 하악골의 변화에 대하여 보고하였다. Degroote<sup>17</sup>, Gupta 등<sup>24</sup>, Ishii<sup>25</sup>, 신과 서<sup>26</sup>, 김과 정<sup>27</sup>, Baker<sup>28</sup> 등은 기능적 측방편위시의 하악과두 및 하악골의 변화에 관하여 보고하였다.

Sarnat와 Engel<sup>29</sup> 등<sup>30-32</sup>은 하악과두를 편측 혹은 양측으로 제거하여 하악골의 성장에 미치는 영향을 관찰하였고, Meikle<sup>31</sup>은 하악과두를 제거후 이식하여 하악과두의 조직학적 변화를 관찰하였으며 Petrovic 등<sup>4</sup>, Sergle과 Farmland<sup>33</sup>, Lindsay<sup>34</sup> 등은 편측성 교합 거상판을 사용하여 하악과두연골과 하악골 성장 변화를 보고하였고, Buchner<sup>35</sup>는 양측성 구치부 교합 거상판을 장착하여 하악과두 연골층의 증가를 관찰한 바 있다. 하악과두연골의 성장은 국소적 외부 환경 요인에 민감하게 영향을 받으며 그 중 기계적 부하는 하악과두가 정상적으로 연골을 형성하는데 필수적이라고 알려져 있다. 백서의 경우 생후 17 일경에 이유를 하고 그 이후로부터는 incision, 저작 등으로 인해 하악과두에 가해지는 부하가 증가하게 되며 특히 하악운동의 대부분을 차지하는 incision시에 상당히 큰 기계적 부하가 과두에 가해진다<sup>36,37</sup>. Bouvier와 Hylander<sup>38</sup>, Maeda 등<sup>39</sup>, Bouvier<sup>40</sup> 등은 음식물 성상에 따라, Simon<sup>41</sup>, Hinton과 Carlson<sup>42</sup>, 배 등<sup>43</sup>은 절치절단에 따른 하악과두연골과 하악골의 적응 양상을 보고 하였다.

이상 언급된 많은 선학들의 연구에서 외력은 하악과두와 하악골에 많은 영향을 미치며 하악과두연골의 정상적인 성장을 위해서는 적절한 기계적 부하가 하악과두에 가해져야 한다고 생각된다. 지금까지 하악과두연골의 성장과 적응양상에 관한 많은 보고는

Table 1. The number of experimental animals

Group		Exp. period(wk)		
		2	4	6
		Age(wk)		
		6	8	10
Normal	bone measurement	4	5	4
	cartilage measurement	3	3	3
Exp.	bone measurement	8	5	5
	cartilage measurement	3	3	3

주로 연골층 단면에서 전후, 수직적 성장양상을 고찰하였으며 과두연골의 입체적 관찰은 거의 없는 실정이다. 이에 저자는 성장기 백서에서 편측 절치절단에 의한 기능적 측방편위로 인해 과두에 가해지는 기계적 부하 감소가 과두성장에 미치는 영향을 관찰하고 또한 정상적인 교합상태 회복으로 인해 하악골의 기능적 측방 편위가 자연스럽게 해소된 후 하악과두의 회복 양상을 입체적으로 관찰하고자 본 실험을 시행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험동물

실험동물은 동일한 조건하에서 사육된 생후 4주령의 sprague-Dawley계 웅성백서 49마리를 이용하였으며 체중이 비슷한 것을 선택하여 실험군과 정상군을 Table 1과 같이 배정하였다.

### 2. 실험기간 및 조건의 설정

실험기간은 총 6주였으며 정상군은 비교를 위하여 아무런 처치를 하지 않은 군이며 실험군은 실험기간에 따라 실험 2주군, 4주군, 6주군으로 분류하여 실험에 사용하였다. 실험 2주군과 4주군은 2일에 한번씩 상악우측절치와 하악좌측절치를 치은연상까지 자르고 실험 2주, 4주째 희생시켜 관찰하였고 실험 6주군은 실험 2주군과 동일하게 절치자르기를 시행하면서 실험 4주째 절치 자르기를 중지하여 정상적인 절치교합을 회복하도록 유도하여 실험 6주째 희생시켜 관찰하였다(Fig. 1).

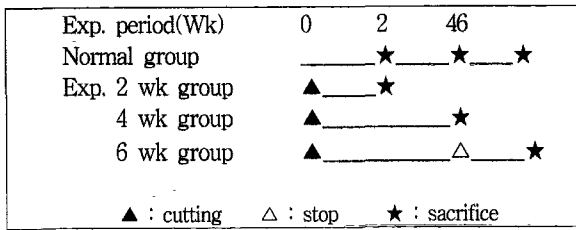
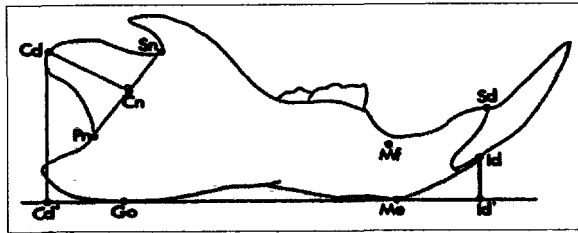


Fig. 1. Experimental period and conditions.



1. Cd : Condylion
2. Sn : The deepest point of the superior notch.
3. Pn : The deepest point of the posterior notch.
4. Go : Gonion.
5. Me : Menton.
6. Mf : Center of mental foramen.
7. Sd : Supradentale.
8. Id : Infradentale.
9. Cn : Perpendicular point from Cd to Pn-Sn line
10. Cd' : Perpendicular point from Cd to the mandibular plane(Go-Me)
11. Id' : Perpendicular point from Id to the mandibular plane.

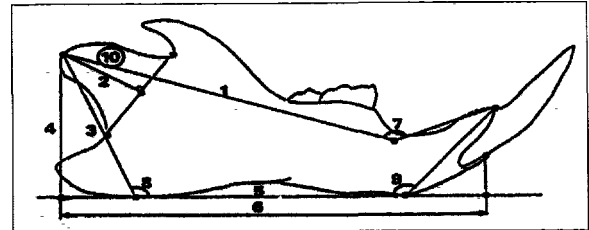
Fig. 2. Landmarks and basic lines used in this study.

### 3. 체중 계측

사료는 hard pellet(La-1 type, Jinyang Co., KOREA.)을 사용하였으며 정상군과 실험군간의 체중을 유사하게 유지하기 위하여 예비실험 결과에 따라서 정상군은 한 통당 6마리씩, 실험군은 한통당 3마리씩을 사육하였고 체중계측은 1주일 간격으로 시행하였다.

### 4. 골 계측군 표본 제작 및 계측

골계측을 위하여 치사량의 ether가 들어있는 밀폐된 용기에 정상군과 실험군 백서를 넣어 희생시킨 후 두부를 잘라서 끓는 알칼리 용액에서 약 30분 정도 삶은 후 하악골을 분리, 적출하고 과산화수소수 용액



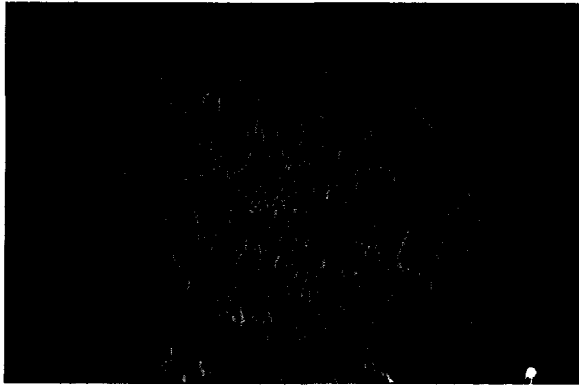
- A. Linear measurements
  - 1.Cd-Mf 2.Cd-Cn 3.Cd-Go
  - 4.Cd-Cd' 5.Cd'-Me 6.Cd'-Id'
- B. Angular measurements
  - 7.Cd-Mf-Sd 8.Cd-Go-Me 9.Go-Me-Sd
- C. Area measurement
  - 10.Condylar area : the entire condyle surface behind Sn to Pn line.

Fig. 3. The items of linear, angular and area measurements.

으로 표백 후 건조시켰으며, 하악골 측모를 계측하기 위하여 항상 일정한 거리에서 하악골 측모에 수직이 되게 비디오 카메라를 설치한 후 하악골 영상을 Power Macintosh (6100/66AV, Apple Co., U.S.A.)에 입력하였다. 그리고 Fig. 2와 같이 계측점과 기준선을 부여하고 NIH Image<sup>®</sup>(National Institutes of Health, U.S.A.) ver. 1.57을 이용하여 Fig. 3의 계측 항목을 계측하였다.

### 5. 조직 표본 제작 및 체적계측

치사량의 ether로 백서를 희생시키고 좌우측 하악골을 분리 적출하여 10% neutral buffered formalin으로 2-3일간 고정시킨 후 10% formic acid-formalin solution에서 약 5-7일간 탈회시켰다. 그리고 과두의 정중 시상면이 바닥에 평행하게 파라핀 포매하고 3 $\mu$ m 두께의 연속 절편을 얻은 후 15 $\mu$ m 간격으로 한 절편씩 취하여 Hematoxylin-Eosin 염색을 시행하였다. 좌우측 과두의 체적을 산정하기 위하여 모든 절편을 배율 40배의 광학 현미경하에서 관찰한 후 Power Macintosh(6100/66AV, Apple Co., U.S.A.)에 입력하고 Fig. 4와 같이 tracing하여 NIH Image<sup>®</sup>(National Institutes of Health, U.S.A.) ver. 1.57을 이용하여 각 절편의 면적을 계측하였으며 과두체적은 선택한 모든 절편의 면적을 합산하고 여기에 각 절편의 두께(3 $\mu$ m), 선택한 절편의 간격(15 $\mu$ m)의 곱으로 계산하여 과두연골층체적(condylar cartilage volume, CCV), 연



**Fig. 4.** Area measurements of condyle cca (condylar cartilage area) . The entire condyle surface from anterior to posterior poles and continuing along the junction between the hypertrophic zone and mineralizing zone sca (subcondylar bone area) The entire junction between the hypertrophic zone and mineralizing zone from anterior to posterior poles and connecting these end-points with a straight line. tea (total condylar head area) \* Addition of condylar cartilage area to subcondylar bone area

골층하방과두골체적(subcondylar bone volume, SCV), 그리고 전체하악과두체적(total condylar head volume, TCV), 전체하악과두체적에 대한 과두연골 체적비(CCV/TCV)를 산정하였다.

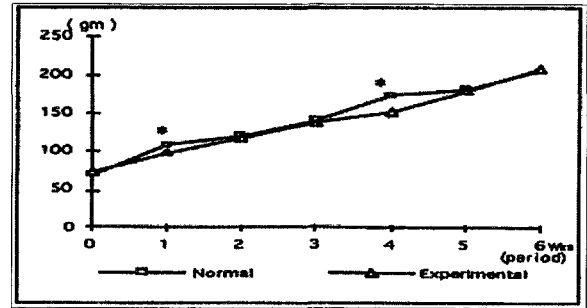
### 6. 통계처리

SPSS(Statistical Package for Social Science)통계 프로그램을 이용하여 모든 측정치의 평균과 표준편차를 구하였고 실험군과 정상군 사이의 통계학적 유의성 검증은 Student t-test를, 각 군에서의 좌,우비교는 paired t-test를 시행하였다.

## III. 실험결과

### 1. 체중변화

실험기간동안 각 주별 체중은 Fig. 5에 나타났으며 절치절단 기간동안 실험군은 정상군에 비해 체중이 감소하는 경향을 보이며 특히 실험 1주, 4주에서 통계적 유의차를 보이나( $p < 0.05$ ), 절치절단 중지후 빠르게 회복되는 양상을 보였다.



**Fig. 5.** Body weight changes of normal and experimental rats.

Significantly different between normal and experimental-1week, -4weeks group(\* $p < 0.05$ )

### 2 하악골계측

하악골계측치를 Table 2, 3에 나타내었다. 실험기간동안 좌,우측 하악골비교시 정상군의 경우는 실험 2주, 4주, 6주에서 모든 계측 항목이 통계적 유의성이 없게 나타났고( $p > 0.05$ ), 실험군의 경우는 실험 2주군에서 하악골장경(Cd-Mf), 과두장경(Cd-Cn), 하악고경(Cd-Go, Cd-Cd'), 하연길이(Cd'-Me) 과두단면적(condylar area)이 좌측에 비해 우측이 유의성있게 크게 나타났다( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ). 실험 4주군에서는 과두단면적을 제외하고 나머지 계측항목에서는 유의한 차이가 없었고 실험 6주군에서는 모든 계측항목이 통계학적 유의성을 보이지 않았다( $p > 0.05$ ) (Table 2).

정상군과 실험군의 좌,우측 하악골비교시 하악골장경(Cd-Mf)은 실험 2주, 4주, 6주군에서 실험군이 정상군에 비해 좌,우측 모두 유의성 있게 작게 나타났고( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ), 과두장경(Cd-Gn), 하악고경(Cd-Go, Cd-Cd'), 하악우각(Cd-Go-Me)은 통계학적 유의성이 없었으며( $p > 0.05$ ) 하악골 굴곡도(Cd-Mf-Sd)는 2주, 4주, 6주군에서 실험군이 정상군에 비해 좌,우측 모두 유의성있게 크게 나타났다( $p < 0.05$ ,  $P < 0.01$ ). 과두단면적은 2주와 4주군에서 정상군에 비해 실험군이 좌,우측 모두 유의성있게 작게 나타났으며( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ) 6주군에서는 실험군이 정상군에 비해 작은 경향은 있으나 통계적인 유의성은 없었다( $p > 0.05$ ). 하연길이(Cd'-Me)는 2주군에서는 좌측이 정상군보다 작게 나타났다( $p < 0.01$ ) (Table 3).

### 3. 과두연골체적계측

하악과두체적은 Table 4, 5에 나타내었다. 실험기

**Table 2.** Linear(mm), angular(°) and area(mm<sup>2</sup>) measurements for comparison between left and right sides of rat mandibles.

Exp.period(wk)	Normal						Experimental					
	2		4		6		2		4		6	
	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.
1. Cd-Mf	18.06 ±.32	18.18 ±.41	18.99 ±.36	19.21 ±.33	19.74 ±.71	19.90 ±.73	16.43 ** ±.41	16.97 ±.41	17.25 ±.74	17.54 ±.52	18.01 ±.53	18.03 ±.46
2. Cd-Cn	4.48 ±.17	4.59 ±.18	4.81 ±.16	4.82 ±.23	5.12 ±.22	5.21 ±.37	4.43 ** ±.08	4.50 ±.10	4.73 ±.11	4.75 ±.09	5.07 ±.22	5.02 ±.16
3. Cd-Go	8.34 ±.15	8.98 ±.45	9.20 ±.29	9.45 ±.26	9.84 ±.11	10.08 ±.05	8.61 * ±.22	8.86 ±.23	9.32 ±.41	9.23 ±.49	9.86 ±.34	9.89 ±.23
4. Cd-Cd'	7.82 ±.25	8.20 ±.41	8.72 ±.33	8.89 ±.16	9.08 ±.19	9.38 ±.13	7.97 ** ±.25	8.18 ±.16	8.61 ±.47	8.53 ±.50	9.09 ±.33	9.07 ±.35
5. Cd'-Me	17.20 ±.12	17.44 ±.09	18.14 ±.34	18.52 ±.10	18.86 ±.66	19.07 ±.68	16.72 ** ±.34	17.14 ±.35	17.40 ±.67	17.72 ±.47	18.19 ±.49	18.39 ±.19
6. Cd'-Id'	21.81 ±.39	21.69 ±.49	23.23 ±.27	23.19 ±.23	23.50 ±1.03	23.79 ±1.28	21.89 ±.54	21.95 ±.44	22.39 ±.85	22.32 ±.59	22.91 ±.62	23.05 ±.35
7. Cd-Mf-Sd	132.68 ±1.09	131.87 ±1.86	131.89 ±1.11	130.80 ±1.86	132.83 ±2.24	133.42 ±1.74	139.41 ±1.09	139.76 ±1.97	138.95 ±1.58	138.02 ±.66	138.63 ±1.35	138.43 ±.69
8. Cd-Go-Me	112.14 ±1.93	112.82 ±2.63	112.18 ±1.47	111.67 ±.86	112.28 ±1.37	111.88 ±1.29	111.69 ±1.56	112.28 ±1.43	112.42 ±.84	112.09 ±1.64	112.20 ±1.37	112.93 ±1.02
9. Go-Me-Sd	126.37 ±.96	126.31 ±1.36	126.34 ±.58	126.22 ±.62	127.56 ±.74	126.45 ±.79	127.30 ±.98	127.05 ±.98	128.13 ±1.56	126.21 ±1.09	125.72 ±.75	125.58 ±.84
10. Condylar area	14.96 ±.21	15.17 ±.68	16.74 ±.49	16.95 ±.23	18.26 ±.74	19.01 ±1.64	14.10 ** ±.44	14.96 ±.39	15.14 * ±.59	15.89 ±.47	17.54 ±.61	17.74 ±.44

Lt. : Left, Rt. : Right ..

\*(p<0.05), \*\*(p<0.01) : significantly different between Rt. and Lt. sides.

**Table 3.** Linear(mm), angular(°) and area(mm<sup>2</sup>) measurements for comparison between normal and experimental rat mandibles.

Exp.period(wk)	2				4				6			
	left		right		left		right		left		right	
	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.
1. Cd-Mf	18.06 ** ±.32	16.43 ±.41	18.18 ** ±.41	16.98 ±.45	18.99 ** ±.36	17.26 ±.74	19.21 ** ±.33	17.54 ±.52	19.75 ** ±.70	18.01 ±.53	19.90 * ±.73	18.03 ±.46
2. Cd-Cn	4.48 ±.17	4.43 ±.08	4.59 ±.18	4.50 ±.10	4.81 ±.16	4.73 ±.11	4.82 ±.23	4.75 ±.09	5.12 ±.22	5.07 ±.22	5.21 ±.37	5.02 ±.15
3. Cd-Go	8.39 ±.15	8.61 ±.22	8.98 ±.45	8.86 ±.23	9.20 ±.29	9.32 ±.41	9.45 ±.26	9.23 ±.49	9.84 ±.11	9.86 ±.34	10.08 ±.05	9.89 ±.23
4. Cd-Cd'	7.82 ±.25	7.97 ±.25	8.20 ±.41	8.18 ±.16	8.72 ±.33	8.61 ±.47	8.89 ±.16	8.53 ±.50	9.08 ±.19	9.09 ±.33	9.38 ±.13	9.07 ±.35
5. Cd'-Me	17.20 ** ±.12	16.72 ±.34	17.44 ±.09	17.14 ±.35	18.14 ±.34	17.40 ±.67	18.52 ±.10	17.72 ±.47	18.86 ±.66	18.19 ±.49	19.07 ±.68	18.34 ±.19
6. Cd'-Id'	21.81 ±.39	21.89 ±.54	21.69 ±.49	21.95 ±.44	23.23 ±.27	22.39 ±.85	23.19 ±.23	22.32 ±.59	23.50 ±1.03	22.91 ±.62	23.79 ±1.28	23.05 ±.35
7. Cd-Mf-Sd	132.68 ** ±1.09	139.41 ±1.09	131.87 ** ±1.86	139.76 ±1.97	131.89 ** ±1.11	138.95 ±1.58	130.80 ** ±1.86	138.02 ±.66	132.83 * ±2.24	138.63 ±1.35	133.42 * ±1.74	138.43 ±.69
8. Cd-Go-Me	112.14 ±1.93	111.69 ±1.56	112.82 ±2.63	112.18 ±1.43	112.28 ±1.47	112.42 ±.84	111.67 ±.86	112.09 ±1.64	112.28 ±1.37	112.20 ±1.37	111.88 ±1.29	112.93 ±1.02
9. Go-Me-Sd	126.37 ±.96	127.30 ±.98	126.31 ±1.36	127.05 ±.98	126.34 ±.59	128.13 ±1.53	126.22 ±.62	126.21 ±1.09	127.56 * ±.74	125.72 ±.75	126.45 ±.79	125.58 ±.84
10. Condylar area	14.96 ** ±.21	14.10 ±.44	15.17 * ±.68	14.96 ±.39	16.74 ** ±.49	15.14 ±.59	16.95 ** ±.23	15.89 ±.47	18.26 ±.74	17.54 ±.61	19.06 ±1.64	17.74 ±.44

\*(p<0.05), \*\*(p<0.01) : significantly different between Normal and Experimental group.

**Table 4.** Mean volume(mm<sup>3</sup>) and percentage(%) for comparison between left and right sides of rat mandibles.

Exp.period(wk)	Normal						Experimental					
	2		4		6		2		4		6	
	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.	Lt.	Rt.
1. CCV	.578313 ±.1377	.513700 ±.0458	.651800 ±.0176	.650900 ±.1311	.753200 ±.0915	.799800 ±.1249	.535200 ±.0930	.539900 ±.0456	.659500 ±.1123	.684200 ±.0629	.738100 ±.0610	.757500 ±.0695
2. SCV	.844520 ±.1394	.948833 ±.0853	.919500 ±.1558	.887300 ±.0593	1.28720 ±.0386	1.28480 ±.1471	.954300 ±.1511	.913333 ±.1277	.928066 ±.0641	.950366 ±.1121	.911663 ±.0755	1.05483 ±.0758
3. TCV	1.56016 ±.5689	1.46253 ±.1292	1.57130 ±.2685	1.53820 ±.1587	2.04040 ±.0528	2.06460 ±.2689	1.48950 ±.2440	1.45323 ±.1678	1.67590 ±.2411	1.56790 ±.0915	1.68040 ±.0528	1.81233 ±.1273
4. CCV/TCV	.3838 ±.078	.3513 ±.007	.4223 ±.066	.4208 ±.048	.3685 ±.036	.3762 ±.014	.3589 ±.004	.3725 ±.019	.3931 ±.026	.4378 ±.052	.3685 ±.036	.4178 ±.019

1. CCV : condylar cartilage volume. 2. SCV : subcondylar bone volume. 3. TCV : total condylar head volume  
No-significant difference between left and right (p>0.05).

**Table 5.** Mean volume(mm<sup>3</sup>) and percentage(%) for comparison between normal and experimental rat mandibles.

Exp.period(wk)	2		4		6							
	left		right		left		right		left		right	
	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.	Norm.	Exp.
1. CCV	.578313 ±.1377	.535200 ±.0930	.513700 ±.0458	.539900 ±.0456	.651800 ±.0176	.659500 ±.1123	.650900 ±.1311	.684200 ±.0629	.753200 ±.0915	.738100 ±.0610	.779800 ±.1249	.757500 ±.0695
2. SCV	.844520 ±.1394	.954300 ±.1511	.948833 ±.0853	.913333 ±.1277	.919500 ±.2558	.928066 ±.0641	.887300 ±.0593	.950366 ±.1121	1.28720 * ±.0386	.916633 ±.0755	1.28480 ±.1471	1.05483 ±.0758
3. TCV	1.56016 ±.5689	1.48950 ±.2440	1.46253 ±.1292	1.45323 ±.1678	1.57130 ±.2685	1.67590 ±.2411	1.53820 ±.1587	1.56790 ±.0915	2.04040 * ±.0528	1.68040 ±.1294	2.06460 ±.2689	1.81233 ±.1273
4. CCV/TCV	.3838 ±.078	.3589 ±.004	.3513 ±.007	.3725 ±.019	.4223 ±.066	.3931 ±.026	.4208 ±.048	.4378 ±.052	.3685 ±.036	.4592 ±.022	.3769 * ±.014	.4178 ±.019

1. CCV : condylar cartilage volume. 2. SCV : subcondylar bone volume. 3. TCV : total condylar head volume  
\*(p<0.05) : significantly different between Normal and Experimental group.

간 동안 좌,우측 비교시 정상군과 실험군에서 모든 계측 항목 즉, 과두연골층체적(CCV), 연골층하방과두골체적(SCV), 전체하악과두체적(TCV) 그리고 전체하악과두체적에 대한 과두연골층체적비(CCV/TCV)가 통계적 유의성을 보이지 않았다(p>0.05)(Table 4). 정상군과 실험군의 좌,우측과두 비교시 6주군 좌측에서 실험군의 연골층하방과두골체적과 전체하악과두체적이 정상군에 비해 유의성있게 작았으며(p<0.05) 6주군 우측에서 실험군의 전체하악과두체적에 대한 과두연골층체적비가 정상군에 비해 유의성 있게 작

았다(p>0.05) (Table 5).

#### 4. 조직소견

##### ① 정상군

하악과두연골은 세포의 형태, 조직의 구조에 따라 섬유층, 증식층, 성숙세포층, 비대세포층등으로 구분될 수 있으며 전반적인 형태는 전방부및 후방부가 얇고 후상부가 가장 두꺼운 초승달 형태를 나타내었다 (Fig. 6, 7, 8).

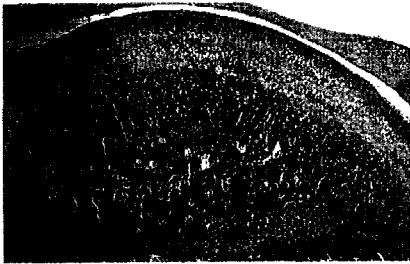


Fig. 6. Microphotograph of left condylar area of 6-weeks old normal rat, note the postero-superior thickening of the condylar cartilage, especially transitional and hypertrophic zone (H & E staining,  $\times 40$ ).

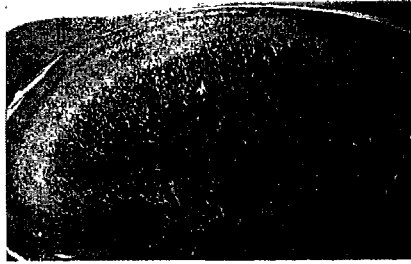


Fig. 7. Microphotograph of left condylar area of 8-weeks old normal rat, still well-developed cartilage layer at the postero-superior area (H & E staining,  $\times 40$ ).

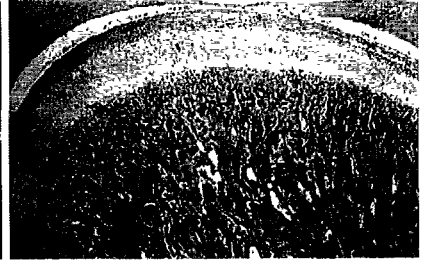


Fig. 8. Microphotograph of left condylar area of 10-weeks old normal rat, note the diminished cartilage layer, especially hypertrophic layer (H & E staining,  $\times 40$ ).



Fig. 9. Microphotograph of left condylar area of 6-weeks old experimental rat, significant thinning of cartilage layer, especially hypertrophic zone of the postero-superior area, as compared to the cartilage layer of right side and normal rat (H & E staining,  $\times 40$ ).



Fig. 10. Microphotograph of right condylar area of 6-weeks old experimental rat, note the thinning of cartilage layer as compared to the normal rat (H & E staining,  $\times 40$ ).

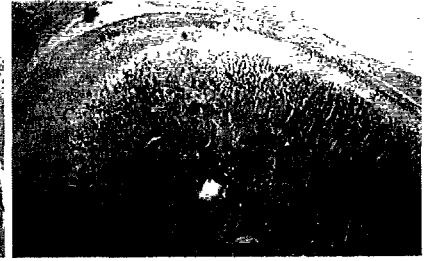


Fig. 11. Microphotograph of left condylar area of 8-weeks old experimental rat, note the thickening of cartilage layer on posterior area (H & E staining,  $\times 40$ ).

② 실험군 좌측 하악과두

2주군에서 하악과두 연골층두께는 정상군및 우측에 비해 전반적으로 상당히 얇은 경향을 보였다. 4주군에서는 하악과두 후방부에 연골층두께가 증가된 소견이 관찰되며 6주군에서는 정상군및 우측 과두연골과 유사한 소견을 보였다(Fig. 9, 11, 13).

③ 실험군 우측 하악과두

2주군에서는 하악과두 연골층두께가 정상군에 비해 얇은 경향을 보이거나 4주군및 6주군에서는 정상군

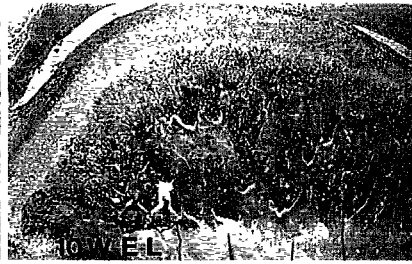
과 유사한 소견이 관찰되었다(Fig. 10, 12, 14).

IV. 고 찰

하악골성장에 관하여 20세기 중반까지는 하악과두가 하악골을 계속 성장해나갈수 있도록 해주는 일종의 cornucopia라고 여겨져 왔다. 즉 하악과두연골이 하악골의 성장속도, 성장량, 전반적인 하악골의 크기 및 형태를 결정하는 하악골 성장의 중심이며 이는 유전에 의하여 결정된다고 하였다. 그러나 지금은 과두



**Fig. 12.** Microphotograph of right condylar area of 8-weeks old experimental rat, note the comparable development of the cartilage layer to the normal rat (H & E staining, × 40)



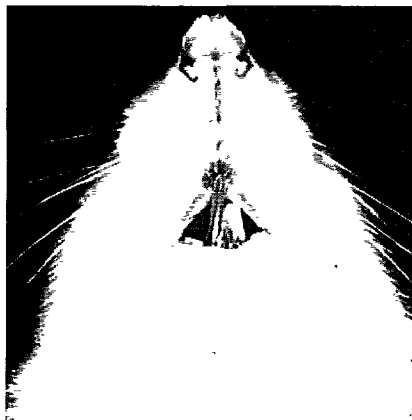
**Fig. 13.** Microphotograph of left condylar area of 10-weeks old experimental rat, note it is similar appearance with that of the right side and normal rat (H & E staining, × 40)



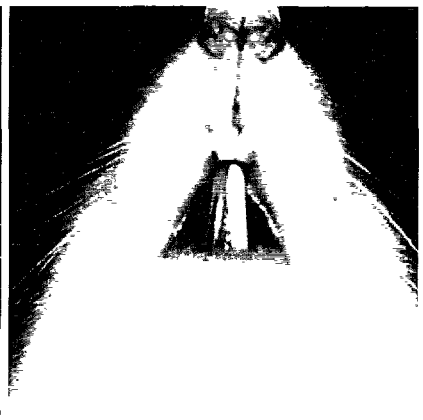
**Fig. 14.** Microphotograph of right condylar area of 10-weeks old experimental rat, note it is similar appearance with Fig. 13 (H & E staining, × 40)



A. Normal group



B. Exp. 2-weeks.



C. Exp. 6-weeks

**Fig. 15.** Ventral view of normal and experimental rats during experimental period.

가 하악골의 구조형태를 조절하는 기능을 가진 유일한 것은 아니고 하악골의 성장에 중요한 일부분이며 다소의 intrinsic genetic programming을 소유하고 있지만, 이것은 지속적인 세포증식 능력에만 국한된 것이며 이를 위해서는 주위 환경요소 즉 내외적인 생력학적 힘과 생물학적 유도인자가 필요하다고 하였다.<sup>8,31,45,46)</sup>

계통발생학적으로 하악과두 연골은 유전에 의해 그 성장이 조절되는 일차연골과 달리 이차연골 형태에 해당된다. 즉, 두개골에 존재하는 기존의 하악과두 연골은 이소골(malleus)로 변화해 버리고 하는 수 없이 하악과두는 이차 연골을 자체 생성하여 이것이 하악골과 두개골을 연결시키는 매개체로 이용된다.<sup>47)</sup>

또한 과두연골은 연골성 골화를 하는 대부분의 다른 연골과는 조직학적인 특성이 상이하고 일차연골에 비해 불규칙적인 세포 배열을 가지며 혈관 분포 및 석회화 양상, 생화학적조성에도 차이를 보이면서 분화된 연골아세포대신 미분화세포에 의해 주로 appositional growth를 한다.<sup>3, 5,31,48)</sup> 이러한 하악골의 성장을 연구하는데 있어 임상적 연구는 인간의 두부 방사선규격사진을 통하여 이루어지지만 장치물의 형태차이, 계측방법의 차이, 장치장착시간 및 협조도의 차이가 있을 뿐만 아니라 개개인의 성장양상의 다양성, 대조군 설정의 어려움등으로 그 결과가 매우 다양하고 조직학적 관찰 등 기초적 실험을 행할 수 없기 때문에 악관절양상이 인간과 유사한 포유동물을 통하여



많은 실험이 이루어져 왔다. 백서는 하악골의 형태, 크기 및 저작기능, 악관절의 해부학적구조는 인간과 유사성이 적으나 계통발생학적으로 과두 연골은 인간과 유사한 조직학적 소견을 가지며 출생조건을 명확히 알 수 있으므로 동복에서 태어난 개체를 실험군과 대조군으로 사용하여 개체간 유전적 변이를 최소화 할 수 있으므로 하악골의 성장조절에 관한 연구에 적절하다고 판단되어 실험동물로 이용하였다.

Levy<sup>49)</sup>와 Lawrence<sup>50)</sup>는 악관절조직은 연령의 변화와 실험동물의 종류에 따라 또한 가해지는 외력의 종류, 강도, 빈도 및 방향에 따라 다양한 반응을 보인다고 하였으며, McNamara<sup>13)</sup>는 하악의 기능적 전방 유도 시 개체의 나이 또는 성숙도가 과두연골의 적응성반응의 질과 양을 결정하는 중요한 요소라고 하였다. 따라서 교합장애에 의한 하악골의 성장변화를 연구하는데 성장기의 동물을 이용하는 것이 바람직하다고 생각된다.

백서는 생후 17일경에 제1구치교합이 형성되고<sup>51)</sup> 21일경에 이윽을 하며 그 후로부터 incision, 저작 등으로 인해 하악과두에 가해지는 힘이 증가되어 하악과두연골의 증식층의 세포증식율은 생후 약 38일경에 절정을 이루며<sup>5)</sup> 48일까지 성장이 가장 빠르게 진행되며, 76일까지도 비교적 빠른 성장을 보인다<sup>15)</sup>. 또한 백서는 절치로 단단한 음식을 절단하며 하악운동의 대부분이 이러한 incision시에 행해지므로 상당히 큰 기계적 부하가 가해진다<sup>36,37)</sup>. 따라서 본 실험의 경우, 하악골의 성장이 가장 빠른 시기인 4주에서 10주까지의 백서를 실험동물로 이용하였으므로 성장기 백서에 있어서 기능적 교합장애에 의한 하악골의 적응양상을 고찰하는데 적절하다고 생각된다.

기능적 측방이동을 시킨 실험에서 Degroote<sup>17)</sup>는 편위측 하악골 및 하악과두는 약간 후방위를 취하며 과두연골과 하악골 성장이 억제되었고, 비편위측 하악과두는 전방위를 취하면서 첫 2-3주간에는 과두연골과 하악골의 성장이 촉진되었으나 시간이 지남에 따라 치아의 보상적 이동이 나타나면서 하악의 편위량이 줄어들고 비편위측 성장이 대조군 수준 혹은 그 이하로 떨어진다고 보고하였고, Ischii<sup>25)</sup>는 교합간섭 등 치성요인에 의한 하악골 편위, 근육의 견인력 변화 등은 골 주위조직에 압박력의 변화를 야기하며 이것에 의해 악골 형태변화가 생기지만 원인을 조기에 제거함으로써 하악골의 적응현상이 생기며 대칭적 성장이 유도된다고 하였다. 그리고 Gupta 등<sup>25)</sup>은 가토에서 하악골을 측방편위시킨 결과 초기에는 편위측

과두에 골 흡수 소견을 보이나 20주 경과시 하악의 적응이 이루어지고 골이 침착되면서 새로운 형태가 설정된다고 하였다.

본 실험에서는 상악우측, 하악좌측 절치를 절단하여 기능적 하악 편위를 유도한 결과 백서 하악은 좌측으로 편위됨을 관찰할 수 있었고(Fig. 15) 골계측시 편위된 좌측하악골 및 과두에서 처음 2주 동안 하악골장경, 과두장경, 하악고경, 과두단면적 등이 우측에 비해 성장이 저하되었으나, 실험 4주째에는 과두 단면적만 우측에 비해 성장이 억제된 소견을 보이며 하악골 성장은 좌, 우측 유사한 양상을 보였다. 이와같이 매우 빠른 하악골 적응현상은 하악골의 측방 편위량과 관련이 있다고 추측되며, 측방 편위량에 관하여 Gupta 등<sup>24)</sup>은 편위량이 적은 경우에는 악관절의 변화가 거의 없으며 심하게 측방 편위시킨 경우에 현저한 변화가 야기된다고 하였고 Degroote<sup>17)</sup>는 하악골 전방 유도 실험에서 페구시 대구치가 접촉되지 않을 정도의 부피를 가진 장치물을 이용할 경우에는 오히려 하악골의 성장이 억제된다고 보고하였다.

Sergl과 Farmland<sup>33)</sup>와 Lindsay<sup>34)</sup>는 편측 구치부에 교합거상판을 장착한 결과 실험측 과두 연골의 성장이 촉진됨을 보고하였고 Petrovic<sup>4)</sup>과 Baker<sup>28)</sup>는 편측 구치부 교합장애를 유발한 실험에서 실험측 과두 연골의 성장은 저해되고 기능측 과두의 성장이 촉진된다고 하였다.

본 실험에서 incision이 가능한 우측 하악골이 좌측에 비해 하악골장경, 과두 장경, 하악 고경과 과두 단면적이 초기에는 상당한 차이를 보이나 시간이 지남에 따라 좌우측 차이는 관찰되지 않았고 대조군과의 비교시에는 실험군 좌,우측 공히 성장이 억제된 소견을 보였다. 이는 백서 하악골의 해부학적 구조차이 때문이라고 추측되며 Weijs<sup>36)</sup>는 백서의 경우 사람의 하악골과는 달리 좌, 우측 하악골의 정중부가 인대로 연결되어 쉽게 분리되며 이를 중심으로 전단운동(shearing movement)을 허용하므로 절치 절단 초기에는 비절단측 과두에 주로 외력이 가해지나 시간이 경과함에 따라 절단측 하악골에 적응성 변화가 생겨 절단측 과두에도 기계적 부하가 가해진다고 추측된다.

한편 외력을 제거한 후 하악골 변화 양상에 대하여 Simon<sup>41)</sup>은 40일간 절치자르기를 하고 그 후 절치자르기를 중지하고 정상적 성장을 유도하여 관찰한 결과 하악과두연골은 대조군과 유사한 조직소견을 보인다고 하였고, 경<sup>48)</sup>은 후방견인력이 하악골 성장에 미치는 영향에 관한 실험에서 후방 견인력제거 4주

후 실험군과 대조군 사이에 과두 연골층의 조직소견 및 이공에서 하악과두후연까지의 하악골장경이 유의한 차이가 없었다고 하였다. 그러나 Petrovic<sup>4)</sup>은 생후 18일령의 백서에서 후방견인력을 가하고 그 후 4주간 견인력을 제거하여 관찰한 결과 이공과 하악과두후연까지의 길이가 대조군보다 작았다고 하였고 Asano<sup>21)</sup>는 4주령의 백서에 4주간 후방견인력을 가하고 외력 제거 후 12주간 관찰한 결과 실험군의 하악골장경은 대조군에 비해 유의성있게 작았으며 후방견인력 제거 후에 하악골에서 catch up growth는 관찰할 수 없었다고 하였다. 본 실험에서 절치절단 중지 후 실험군의 하악골 장경은 정상군에 비해 유의성 있게 작았고 과두 단면적은 유사한 양상을 보였다. 그러나 실험군좌,우측 하악골 비교시 하악골장경은 좌우측이 유사한 성장양상을 보였다. 즉 외력 제거 후 하악골 장경의 회복 현상에 있어서 simon<sup>41)</sup>, 경<sup>44)</sup>의 연구와 유사한 소견을 보이거나 Petrovic<sup>4)</sup>과 Asano<sup>21)</sup>의 소견과는 이점이 있으며, 이러한 차이를 명확히 알 수는 없으나 백서의 연령, 외력의 종류, 외력 제거 후 관찰 기간, 사육환경, 유전의 영향, 계측방법 등이 다르기 때문에 나타난 것으로 추측된다.

Stutzmann과 Petrovic<sup>18)</sup>은 정상백서의 과두연골성장 방향은 후상방이라고 하였고, 많은 연구에서<sup>2,28,33,34,38,39,41-43)</sup> 하악과두에 기계적 부하가 감소되면 하악과두연골층의 두께가 감소되며 특히 과두의 후상부에서 과두연골의 성장이 가장 많이 저하된다고 하였다. 또한 본 연구에서도 이와 유사한 조직소견이 관찰되었다. 그러나 연구방법론에 있어서 이들의 연구는 과두연골의 한 단면만을 관찰하였으며 과두연골의 정중시상절단방법의 어려움과 정중시상절단 절편의 채득에 많은 문제점을 내포하리라 생각된다. 따라서 본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 하악과두연골의 체적을 산정하여 과두연골의 총체적 변화를 관찰하였다.

Weijs와 Dantuma<sup>37)</sup>, Simon<sup>41)</sup>은 백서의 경우 구치에 비해 절치를 사용시 과두에 더 큰 기계적 부하가 가해진다고 하였고 Hinton과 Carlson<sup>42)</sup>등<sup>41,43)</sup>은 절치절단 실험에서, Bouvier<sup>40)</sup>등<sup>38,39)</sup>은 음식물 성상에 따른 실험에서 과두에 기계적 부하가 감소할 경우 과두연골의 두께가 감소된다고 하였다. 특히 Bouvier<sup>40)</sup>는 과두연골층 면적을 비교해 본 결과 연식으로 사육한 경우가 경식으로 사육한 백서에 비해 연골층 면적이 상당히 적다고 하였다. 본 실험에서 골계측시 과두 단면적은 실험군 좌측이 우측 및 정상군에 비해 작은

경향을 보였고 또한 정중시상면에서 과두연골층단면을 관찰한 결과 실험군 좌측이 우측 및 정상군에 비해 과두연골층두께가 얇은 경향을 보였다. 그러나 하악과두연골층체적을 계측해 본 결과 좌측과두연골체적은 우측 및 정상군과 전 실험기간 동안에 체적차이를 관찰할 수 없었다. 이는 적절한 기계적 부하가 과두연골에 가해지지 않을 경우 시상면에서 관찰시에는 성장억제 소견을 보이거나 전체적으로 볼 때 하악과두연골 성장은 억제되지 않고 다른 방향으로 보상적인 성장이 일어났음을 시사한다고 생각되며 향후 하악과두연골의 성장변화를 연구하는데 있어서 과두연골의 시상면 및 관찰면등 다각적인 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

이상의 연구에서 성장기 중 기능적 교합장애에 의한 하악과두의 기능적 부하감소는 하악골의 비대칭적 성장이 유도됨을 인지할 수 있었고 기능적 적응능력은 매우 빨리 일어나나 구조적인 회복 능력은 점진적으로 진행되며, 교합장애요소 제거 후 더욱 빠른 구조적 회복이 관찰됨으로 교합장애를 가진 성장기 환자에 대한 조기 치료의 중요성을 인식할 수 있었다.

본 실험은 6주간으로 설정하였는데 교합장애 제거 후 실험기간을 더 연장하지 못한 점을 미흡하게 생각하며 과두연골층 계측방법의 개선과 기능적 교합장애 유도기간의 연장 및 회복기간의 연장에 따른 장기적인 실험으로 하악골 및 과두연골의 성장변화와 회복양상에 관한 일관성있는 연구가 필요하리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

1. Skolnick, J., Iranpour, B., Westesson, P.L., and Adair, S. : Prepubertal trauma and mandibular asymmetry in orthognathic surgey and orthodontic patients, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 105 : 73-7, 1994.
2. Baume, L.J. and Derichsweiler, H. : Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? : An experimental study in *Macaca mulatta*, *Oral Surg., Oral Med. and Oral path.*, 14 : 347-362, 1961.
3. Durkin, J.F. : Secondary cartilage : A misnomer?, *Am. J. Orthod.*, 62 : 15-41, 1972.
4. Petrovic, A.G., Stutzmann, J.J., and Oudet, C.L. : Control processes in the postnatal growth of the condylar cartilage of the mandible, in McNamara, J. A. Jr., (ed) : Determinations of mandibular form and growth, Monograph #4, Craniofacial growth series, Ann Arbor, Center for human growth and development, Univ. of Michigan, 101-153, 1979.
5. Petrovic, A.G. : Experimental and cybernetic approaches to

- the mechanism of action of functional appliances on mandibular growth, in McNamara, J.A.Jr.,(eds) : Malocclusion and the periodontium, Monograph #15, Craniofacial growth series, Ann Arbor, Center for human growth and development, Univ. of Michigan, 213-268, 1984.
6. 장 영일 : Facial asymmetry, 대치교정지, 21 : 251-258, 1991.
  7. Scott, J.H. : The growth and function of the muscles of mastication in relation to the development of the facial skeleton and of the dentition, Am. J. Orthod., 40 : 429-449, 1954.
  8. Moss, M.L. and Rankow, R.M. : The role of the functional matrix in mandibular growth, Angle Orthod., 38 : 95-103, 1968.
  9. Scott, J.H. : Dentofacial development and growth, Pergamon Press, London, 65-173, 1976.
  10. Moyers, R.E : Handbook of orthodontics, 4th ed. Year Book Medical publishers, Inc, Chicago, London, Boca Raton, 99 : 61-62, 1988.
  11. Baume L.J. : Differential response of condylar, epiphyseal, synchondrotic and articular cartilage of the rat on varying levels of vitamin A, Am. J. Orthod. 58 : 537-551, 1970.
  12. Charlier, J. P., Petrovic, A., and Stutzmann, J. : Effects of mandibular hyperpropulsion on the prechondroblastic zone of young rat condyle, Am. J. Orthod. 55 : 71-74, 1969.
  13. McNamara, J.A.Jr. : Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region, Am. J. Orthod., 64 : 578-606, 1973.
  14. McNamara, J.A.Jr. and Carlson, D.S. : Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function, Am. J. Orthod., 76 : 593-611, 1979.
  15. Petrovic, A.G., Stutzmann, J.J., and Gasson, N. : The final length of the mandible : Is it genetically predetermined ?, In : Carlson, D.S., ed. Craniofacial biology, Monograph #10, Craniofacial growth series, Ann Arbor, Center for human growth and development. Univ. of Michigan, 105-126, 1981.
  16. McNamara, J.A.Jr., Hinton, R.J., and Hoffman, D.L. : Histologic analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys(Macaca mulatta), Am. J. Orthod., 82 : 288-298, 1982.
  17. Degroote, C.W. : Alterability of mandibular condylar growth in the young rats and its implications(thesis), Louvain, Belgium : Katholieke Universiteit Leuven Faculteit der Geneeskunde, 1984.
  18. Stutzmann, J.J. and Petrovic, A.G. : A new parameter for estimating condylar growth direction, in Graber, T.M., (ed), Physiologic principles of functional appliances, St. Louis, Toronto, Princeton, C.V.Mosby Co., 14-25, 1985.
  19. McNamara J. A : On the possibilities of stimulating mandibular growth, in Graber, L.W., (eds), Orthodontics, State of the Art Essence of the Science, St. Louis, C.V. Mosby, 75-87, 1986.
  20. 박 효상, 권 오원 : 백서 하악골의 기능적 전방위가 하악골 성장에 미치는 영향, 대치교정지, 21 : 521-539, 1991.
  21. Asano, T. : The effects of mandibular retractive force on the growing rat, Am. J. Orthod. Dentofac. orthop., 90 : 464-474, 1986.
  22. 이 백민 : orthopedic force에 의한 백서 악관절 주위 조직의 변화에 대한 조직학적 연구, 대치교정지, 13 : 155-161, 1983.
  23. 임 용규, 양 원석 : 하악후방견인력이 성장기 유견의 하악과두에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대치교정지, 20 : 363-379, 1990.
  24. Gupta, O.P., Forrest, E.J., Sassouni, V., and Mundell, R.D. : Studies on experimental malocclusion in rabbits. I. Method of induction of malocclusion and its effects on the temporomandibular joint, Am. J. Orthod., 60 : 54-67, 1971.
  25. Ishii, K. : A histologic study on the maxillary change to lateral deviation of the mandible and morphologic recovery after renovation of it, J. Jpn. Orthod., 51 : 109-125, 1992.
  26. 신 동용, 서 정훈 : 하악골 측방편위가 가트의 하악두에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대치교정지, 22 : 427-447, 1992.
  27. 김 재승, 정 규림 : 교합장애에 의한 백서 하악골의 형태적 변화에 관한 실험적 연구. 대치교정지, 24 : 275-294, 1994.
  28. Baker, L.W. : The influence of the forces of occlusion on the development of the bones of the skull, Int. J. Orthodontia., 8 : 259-281, 1922.
  29. Sarnat, B.G. and Engel, M.B. : A serial study of mandibular growth after removal of the condyle in the macaca rhesus monkey, Plast. Reconstr. Surg., 7 : 364-380, 1951.
  30. Pimenidis, M. Z. and Gianelly, A. A. : The effect of early postnatal condylectomy on the growth of the mandible, Am. J. Orthod., 62 : 42-47, 1972.
  31. Meikle, M.C. : The role of the condyle in the postnatal growth of the mandible, Am. J. Orthod., 64 : 50-62, 1973.
  32. Proffit, W.R., Vig, K.W.L., and Turvey, T.A. : Early fracture of the mandibular condyles : Frequently an unsuspected cause of growth disturbances, Am. J. Orthod., 78 : 1-24, 1980.
  33. Sergl, H.G. and Farmand, M. : Experiments with unilateral bite planes in rabbits, Angle Orthod., 45 : 108-114, 1975.
  34. Linsay, K.N. : An autoradiographic study of cellular proliferation of the mandibular condyle after induced dental malocclusion in the mature rat, Archs. Oral. Biol., 22 : 711-714, 1977.
  35. Buchner, R. : Induced growth of mandibular condyle in the rat, J. of Oral Rehabilitation, 9 : 7-22, 1982.
  36. Weijs, W.A. : Mandibular movements of the albino rat during feeding, J. Morph., 145 : 107-124, 1975.
  37. Weijs. W. A & Dantuma, R. : Electromyography and mechanics of mastication in albino rat, J. Morph., 146 : 1-34, 1975.
  38. Bouvier, M. and Hylander W. L. : The effect of dietary consistency on gross and histologic morphology in the craniofacial region of young rat, Am. J. Anat. 170 : 117-126, 1984.

39. Maeda, N., Kawasaki, T., Osawa, K., Yamamoto, Y., Sumida, H., Masuda, T., and Kunegawa, M. : Effects of long-term intake of a fine-grained diet on the mouse masseter muscle, *Acta. Anat.*, 128 : 326-333, 1987.
40. Bouvier, M. : Effects of age on the ability of the rat temporomandibular joint to respond to changing functional demands., *J. Dent. Res.*, 67(9) : 1206-1213, 1988.
41. Simon, M.R. : The role of compressive forces in the normal maturation of the condylar cartilage in the rat, *Acta. Anat.*, 97 : 351-360, 1977.
42. Hinton, R. J. and Carlson, D. S. : Response of mandibular joint to loss of incisal function in the rat, *Acta. Anat.* 125 : 145-151, 1986.
43. 배 용철, 박 매자, 주 강, 경 희문, 성 재현 : 백서에 있어서 incision중지가 하악과두연골의 성장 및 미세구조에 미치는 영향, *대치교정지* 24(3) : 569-586, 1990.
44. 경 희문 : 백서하악골 후방견인후의 하악골 성장에 관한 실험적 연구, *대치교정지* 29(3) : 15-34, 1989.
45. Carlson, D.S. : Craniofacial biology as "Normal Science", in Johnston, L.E. Jr.,(eds), *New Vistas in Orthodontics*, Philadelphia, Lea & Febiger, 12-37, 1985.
46. Graber, T.M. : Extrinsic control factors influencing craniofacial growth, in McNamara, J.A.(ed.), *Control mechanisms in craniofacial growth*, Monograph #3, craniofacial growth series, Ann Arbor, Center for human growth and development, Univ. of Michigan, 75-100, 1975.
47. Symons, N.B.B. : Studies on the growth and form of the mandible, *Dent. Res.*, 71 : 41-53, 1951.
48. Wright, D.M. and Moffett, B.C.Jr. : The postnatal development of the human temporomandibular joint, *Am. J. Anat.*, 141 : 235-250, 1976.
49. Levy, B.M. : Growth of the mandibular in normal mice, *J.A.D.A.* 36 : 177-183, 1948.
50. Lawrence, L.F. : Normal age changes in the rat mandibular joint, *J. Dent. Res.* 45(2) : 291-297, 1966.
51. Morita, S. : Ultrastructural and cytochemical studies on the rat mandibular condyle with advancing age, *J. Jpn. orthod.* 41 : 171-201, 1982.

-ABSTRACT-

## The Effect of Functional Lateral Shift of Mandible on the Growth of Mandible in Growing Rats

Kwan-Sik PARK, D.D.S., M.S.D., Hee Moon KYUNG., D.D.S., M.S.D., Ph.D.  
Jae Hyun SUNG, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyungpook National University*

This investigation examined the effect of lateral shift of mandible from functional occlusal interference on the growth of mandible and the growth pattern of mandible shown after the removal of occlusal interference. The followings were performed with the results below : the changes in mandible and condylar cartilage were studied in the experimental group with upper right, lower left incisors cut for 2 and 4 weeks and a 4-week-old rats and the experimental group which had cut for 4 weeks and suspended for 2 weeks.

1. In the 2-week experimental group, the left mandibular length, condylar length, mandibular height and condylar area seemed smaller than those on the right and the normal group ; the right mandibular length and condylar area were smaller than the normal group.
2. In the 4-week experimental group, left condylar area was smaller than the right, but due to the quick changes in adaptability of left mandible, right and left mandibular lengths were similar. compared with the normal group, however, mandibular length and condylar area still remained small.
3. In the 6-week experimental group, the left and the right appeared similar with the mandibular length remaining still shorter than the normal group.

4. In the sagittal plane, the proliferation of the cartilage layers of the left condylar cartilage of the 2-week group appeared to have general repression compared with the right and the normal group. The right side also showed repressed growth compared with the normal group. In the 4 and 6-week groups, however, it was similar to the normal group.
5. In condylar cartilage volume, no significant difference was noted in the comparisons of left and right of the experimental group, nor in the comparison of the same sides of experimental and normal groups.

Based on the above, in case of contralateral incisal cutting in rats, it was observed that the growth of mandible and condyle of the cutting side was repressed ; at the same time, the quick adaptability led to similar changes of growth in left and right mandibles. But judging from the similar phenomena throughout the whole experimental period in the changes of condylar cartilage volume in the experimental, right and left, and normal groups, the general overall growth of condylar cartilage was found unrepressed. It was also recognized that the growth of condylar cartilage can take in various directions.

KOREA. J. ORTHOD. 1997 ; 27 : 105-117

※ **Key words** : Functional lateral shift, Incisal cut, Condylar area, Condylar cartilage volume.