

하악편측치아의 결손에 따른 악관절의 조직반응에 대한 연구

서울대학교 치과대학 치과보철과

백희선 · 김영수

목 차

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

I. 서 론

측두하악관절은 다른 관절과 마찬가지로 특수한 병적조건이나 외력이 가해지지 않는 이상 그 외형과 구조가 변하지 않는 것으로 생각되어 왔다³⁴. 그러나 여러 연구결과를 통해서 보면 측두하악관절의 관절연골은 성장이 종료된 후에도 증식을 계속할 수 있으며 이러한 변화는 인체의 항상성을 유지하기 위한 생화학적 균형을 위해서이며, 주위기관과의 역학적인 관계의 상호작용을 통해서 구조의 변화를 일으킬 수 있다는 것이 지배적인 견해였다³⁴.

Ogston³⁹은 관절연골내에 존재하는 성장 중심대(zone of central growth)로부터 구조의 변화는 시작된다고 주장하였고, Johnson³¹은 관절구조의 변화를 진행적 재형성, 퇴행적 재형성, 주변적 재형성(remodeling)으로 분류하였으며, Carlsson¹⁴등은 이러한 악관절의 재형성은 관절조직에 가해지는 기능적 요구를 반영한다고 하였다.

성장발육기에서의 악관절의 변화상을 보면, Breitner¹¹의 연구를 포함한 많은 동물실험에서는

기능적인 하중이 관절연골의 재형성을 초래한 것으로 발표되었고, 개체간의 차이가 있긴 하지만 발육기의 하악골은 치아의 발육과 교합기능에 의해 다양한 변화를 일으키며 저작에 의한 기능압은 과두의 성장에 영향을 줄 수 있다고 발표하였다. 또한 측두 하악관절은 다른 관절과는 달리 최종 폐구단계에서 치열의 교합관계를 갖는 유일한 관절로서 관절에 가해지는 생물역학적인 관계를 더욱 복잡하게 한다³⁵. 그러므로 여러가지 유형의 부정교합, 치아마모로 인한 교합면의 변화^{37,44}, 치아 결손 상태³⁸등은 악관절의 기능과 구조변화에 직접적인 인과관계를 가질 수 있다³⁴. Mongini³⁷는 치아교모와 악관절의 재형성과의 뚜렷한 관계를 밝혔으며, Campbell^{4,12}등은 과도한 교모는 하방을 전방변위시킨다고 하였다. Richards⁴⁴등은 교모의 정도가 진행되어 악관절이 적응할 수 있는 생리적인 한계를 초월하게 되면 퇴행성 변화를 일으킨다고 하였고 Mongini³⁶는 유사한 연령의 표본에서 치아 상실의 증가할 수록 재형성의 정도가 비례하여 증가하였다고 보고하였다.

악관절의 구조에 대해 연구한 Wedel⁴⁶등은 과두의 내외측 폭경이 전후방 폭경보다 치아교모에 더 유관하였으며 외형의 많은 변화를 보였다고 발표하였다. Hansson^{22,23,24}등은 하악과두에서는 전측방 부위가, 관절용기에서는 후측방부위가 주로 관절연골의 재형성이 발생하며 외형변화의 정도는 하악과두에서 가장 빈번하다고 보고하였으며 Grenados²¹는 교모와 완전무치악 상태는 관절용기의 경사도를 완만하게 한다 하였다.

그러나, Ramfjord와 Ash⁴¹ 등을 비롯한 일부 학자들^{5,25,27,43,49,51}은 성장이 완료되면 교합관계로

인한 악관절의 영향은 크게 감소하며 주로 치아와 치조골에서 일차적으로 적응한다고 발표하여 악관절의 재형성에 대한 엇갈린 의견이 제시된 바 있다.

이에 저자는 성장발육기의 잠견과 성장이 완료된 잠견을 대상으로 실험적으로 하악우측 편측치아 결손상태를 조성하여 일정기간 저작기능과 악골의 평형을 상실케한 후 측두하악관절의 조직에 어떠한 영향을 미치는지를 광학현미경적으로 연구한 바, 이를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가) 실험재료

좌우측 영구치가 완전히 맹출되었고 정상적인 저작기능을 보이는 잠견 3마리를 사용하고 이중 수령이 약 12개월된 잠견 1마리를 대조건으로, 약 12개월, 18개월된 잠견 2마리를 실험건으로 사용하였다.

나) 실험방법

1. 하악 편측 치아의 발거

실험건 2마리에 대해서, 전신마취제인 Pentotal Sodium 을 kg 당 20mg을 정맥주사하여 마취시킨 후, 2% Lidocaine HCl로 침윤마취를 추가하여 실험조건인 편측저작을 유도하기 위해 하악우측 제 1,2,3,4 소구치 및 제 1,2,3 대구치를 발거하고 3-0 봉합사로 봉합하였다. 실험건은 치아발거후 10개월간 대조건과 함께, 사육용으로 쓰이는 펠렛용 고형사료(제일사료 주식회사)를 물에 적신 상태로 하여 사육하였다.

2. 실험동물의 희생 및 표본제작

대조건과 실험건을 10개월간 사육한 후 다시 Pentotal Sodium 으로 마취시켜 희생시키고 측두하악관절 구조가 포함된 조직부위를 적출하였다. 적출된 관절구조를 관절의 중앙정점에서 전두면방향으로 절단하여 각 관절에서 2개씩의 하악과두와 측두골의 관절 절편을 얻었다(Fig. 1).

총 24개의 시편을 48시간동안 10% Formalin 에 고정한 다음 약 2주 동안 5%절산으로 탈회한 후 조직학적으로 검경할 부위를 0.5cm 정도의 두께로 재절편을 제작하고, 파라핀에 포매한 후 4-

6 μ 의 조직절편으로 제작하여 헤마톡실린과 에오진으로 염색한 후, 광학현미경으로 검경하였다.

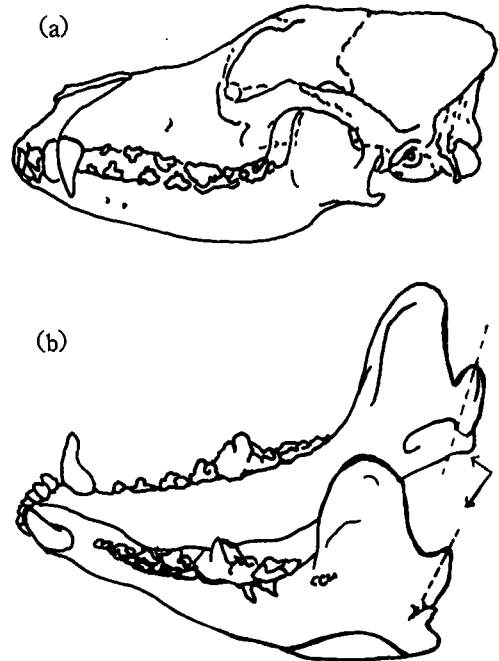


Fig. 1. (a) Lateral view of the skull in adult dog. (b) The diagram showing frontal section.

III. 실험성적

가) 대조건의 소견

성장중에 있는 좌우측 과두상에서 관절층, 증식층, 비대층이 관찰되며 증식층과 비대층에서 규칙적으로 배열된 세포가 일정한 두께로 층을 이루고 있었다. 관절표면은 평활한 섬유성 피막에 의하여 피개되어 있었고 침식상 또는 퇴화상 등의 병변을 보이지 않는 정상과두 조직이었다. 증식층에서는 미분화세포들이 일정두께의 얇은 층을 이루고 있었는데, 미분화세포들은 납작하고 작은 세포들이었다. 증식층 바로 하방에는 비대층이 관찰되었는데, 비대층에는 원주모양의 연골세포들이 3-4층을 이루고 있었다. 비대층 직하에는 연골조직이 골조직으로 대치되는 골화대(zone of ossification)가 보였고, 그 하부에는 골주(bony trabeculae)들이 규칙적으로 배열되어 있고 골주 사이에 골수(bone

marrow)들이 게재되어 있었다. 이러한 골주 및 골수의 배열 양상도 정상적인 소견을 보였다(Fig. 2, 3).

중앙부를 중심으로 볼때 좌우측 과두 모두가 내외측에서 특이한 변화를 보이지 않았고 측두골(temporal bone)의 관절면은 역시 일정두께의 섬유조직으로 덮여 있었고 특이한 변화가 관찰되지 않았고, 그 하부 골주조직에도 변화가 없었다. 관절면의 중앙부를 중심으로 내외측 부위에서도 특이한 소견이 관찰되지 않았다. 연골에서 정상적인 조직소견을 보였고, 관절층, 증식층, 비대층이 일정한 두께로 층을 이루고 있어 성장이 진행중인 소견을 보였으며 또한 각 과두의 근심과 원심부위간에 과두의 형태변화의 차이를 볼 수 없었다. 측두골의 관절면에서도 역시 일정 두께의 섬유성 피막으로 이루어진 정상적인 관절조직을 보였으며 근원심간의 차이 또한 나타나지 않았다(Fig. 2, 3).

나) 실험건 1의 소견

1. 결손측 우측 과두의 변화

좌우측 과두연골에서 대조건과 동일한 성장중인 관절조직상이 관찰되었고 우측 과두면은 중앙부를 중심으로 내외측부의 조직상이 동일하게 나타났으며 대조건과 큰 차이를 보이지 않았다. 관절면은 섬유성 피막으로 균일하게 덮여 있었으며, 증식층은 납작한 세포들이 일정한 두께로 층을 형성하고 있었다. 비대층은 일정크기의 비대세포가 3-4 열의 원주를 형성하고 있고 그 하방에는 연골이 골화하는 골화대가 정상적으로 나타나고 있었다(Fig. 4).

2. 비결손측 좌측 과두의 변화

좌측 과두의 내측부와 외측부에서는 결손측과 대조건에 비하여 증식층과 비대층의 두께가 현저하게 증가되는 상을 보였으며, 특히 비대층의 경우 대조건과 결손측에서는 연골비대세포(hyperplastic chondroid cell)가 원주형태로 대략 평균 3-4 층으로 이루어진 반면 비결손측의 내외측 부위에서는 대략 10-20 층으로 두꺼워져 있었다. 세포배열은 대조건에 비해 불규칙적이고 비대층의 어떤 부위에서는 혈관도 관찰되었다. 반면 비결손측의 중앙부는 대조건 또는 결손측과 큰 차이를 보이지 않았다. 골화대에서도 별다른 변화를 보이지 않고 대조건이나 결손측과 유사한 소견을 보였다.

또한 비결손측 측두골의 중앙부, 내외측부 모두

대조건과 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 평활한 섬유성 피막에 의해 덮여있었다(Fig. 5).

다) 실험건 2의 소견

실험건 2는 성장이 완료된 과두로서, 좌우측 과두 연골면에서는 증식층이 성장중에 있는 대조건보다 감소하였으며 성장중에는 비대층이 뚜렷이 보이는 반면 이 표본에서는 비대층이 뚜렷하지 않고 대신 섬유연골층으로 구성되어 있는 양상이 보였다. 결손측과 비결손측간에 특이할 만한 소견이 관찰되지 않았으며 내외측 부위간에도 골증식, 후경변화 등의 형태변화의 차이가 없었다. 동일표본의 측두골 관절면도 결손측과 비결손측간, 그리고 동측의 내측과 외측간의 차이가 관찰되지 않았다(Fig. 6, 7).

IV. 총괄 및 고안

일반적으로 악관절은 하중이 작용되는 기능 및 비기능에 관련된 특수한 운동을 수행하여야 함과 동시에, 치아의 외형 변화 및 결손에 따른 교합 평형의 상실로 기능 이외에도 그 자체 구조에 병리, 조직학적인 변화를 예견할 수 있었다.

골의 형태와 구조를 결정하는 데 있어서, 기능의 변화에 따른 골의 형태변화와의 관련을 설명한 Wolf의 법칙⁵⁰⁾이나, 기능적 자극에 대한 구조적 변화를 포괄적으로 설명한 Roux의 원리에 의해 일반적으로 설명되지만 아직 논란의 대상이 되고 있다. 골격형태를 결정하는 외부의 요인에 대한 연구에서 Glücksmann²⁰⁾은 장골의 조직배양을 통한 실험을 통해 장력이 연골내골화를 촉진한다고 하였고, 연골조직과 골조직의 비교를 관찰한 Fell¹⁷⁾은 환경에 의한 영향은 골조직에서 훨씬 더 활발하며 연골조직의 경우 매우 제한된다고 보고하였다. 연골조직의 형태가 기능적 자극에 의해 변화를 받지 않는 사실은 Strobino¹²⁾, Blount⁸⁾등에 의해 더욱 확인되었다.

그러나, 측두하악관절의 과두연골은 타관절과는 달리 발생시에 2차연골로서 형성되며, 치밀성 섬유결합조직으로 구성되어 있고 호르몬에 대한 반응에서도 차이를 보이는 특징을 갖는다. 이와같은 악관절의 생물학적 특성은 기계적 자극에 대한 연골조직의 반응을 달리 하게 하는 근거가 되고

있다.

Breitner¹¹⁾가 처음으로 발육 성장기의 하악에 전방정형력을 가한 후 악관절의 형태변화를 관찰하였고, Baume와 Derichsweiler²⁾, Ohta⁴⁰⁾, Häupl과 Psansky²⁶⁾ 등의 다수는 이와 유사한 조건의 실험에서 교정적 정형력이 연골발생의 활성을 증가시킨다고 보고하였다.

반면에, Björk⁵⁾와 Zimmermann⁵¹⁾은 이러한 연골 증식은 정상적인 성장범주내에 속하는 변화로 반박하였고, Harvold²⁵⁾ 등은 관절조직보다는 오히려 치조골의 형태변화로 인한 수직교경에 영향을 주거나 약간의 차이를 보인다고 발표한 것은 주목할 만 하다.

Stöckli⁴⁶⁾는 전방정형력을 가한 실험 25일 후에 증식층의 과도한 조직반응을 보였고, 실험 2개월 후에는 비대층의 활성이 두드러졌지만 실험 4개월 후에는 대조군과 유사한 소견을 관찰하였으며, Elgohyen⁴⁹⁾ 등은 처음 3개월 동안만 현저한 증식을 보였으나 이후에는 정상적인 성장만을 보여줌으로써 연골의 반응에는 시간적인 요소가 관련된다는 것을 제안했다.

그러나, Weinberg⁴⁹⁾와 Hiniker²⁷⁾ 등은 이러한 정형력이나 외상성 교합관계로 인한 반응은 발육성장기와 성숙된 개체간에 큰 차이를 보인다고 하였다. Ramfjord⁴³⁾ 등은 성장이 완료된 원숭이에서 약 8개월 동안 후방정형력을 가한 결과 특이할 만한 조직변화를 보이지 않았으며 악관절 보다는 치아와 치주조직에서 우선적인 변화를 보인다고 하였고, McNamara³²⁾는 일단 악관절의 성장이 완료되면 교합부조화에 대한 악관절의 반응은 매우 제한되고 성장기의 관절보다는 시간적 요소의 관련이 적으며 조직증식의 위치에 차이가 있고 개체마다 반응의 차이가 매우 크다고 보고하였다. Blackwood⁶⁾는 성장의 중심부인 증식층은 성장이 완료되면 매우 감소하게 되며 비대층은 섬유연골층으로 변한다고 하였다.

성숙된 개체에서의 연구를 살펴보면, Blackwood⁶⁾, Moffett³⁴⁾, Carlsson¹⁴⁾, Mongini³⁸⁾ 등 다수는 악관절의 재형성은 매우 혼란한 현상이며 전신적인 대사를 위한 무기질(칼슘 등)의 이동에 의한 내부적 재형성 그리고 기능적인 요구를 수용하기 위한 관절연골과 관절하골의 외부형태의 재형성에 의해 악관절은 끊임없이 형태를 변화시킬 수 있다고

하였다. Bean³⁾ 등은 악관절의 주된 형태변화는 관절하골보다는 관절연골에서 발생하며 재형성 능력은 하악과두에서 가장 높게 나타난다고 언급하였다.

교합부조화, 치아교모로 인한 변화, 치아상실 등과 같은 치열의 변화는 악관절내에서의 기능하중에 변화를 초래하게 되어 악관절의 재형성을 초래하며 이러한 요구가 생리적 한계를 극복할 수 없을 정도로 과도하면 퇴행성 관절질환으로 발전할 수 있다는 많은 발표가 있다^{6, 23, 24, 31, 34, 35)}. 악관절 구조에 대한 연구에서 특정한 부정교합 형태에 따른 과두형태가 존재하였으며, 치아교모의 범위와 양태는 과두의 재형성을 유도하여 치열과 악관절의 상호 연관성을 확인하였다. Boering⁷⁾은 구치상실로 인해 편측으로만 장기간 저작한 환자에서 저작측 관절의 변형을 관찰하였고, Hansson²⁴⁾ 등은 편측저작으로 인한 하악과두의 이러한 변형은 저작력이 집중된 결과라고 해석하였다.

또한 본 연구의 실험조건으로 설정한 편측저작 형태가 좌우 악관절에 가해지는 힘의 분포에 어떤 변화를 주었는지를 분석하기 위해서는 악관절의 생물학적 고려가 필요하다 하겠다. 편측저작시 작업측과 비작업측간에 가해지는 힘의 분포에 대한 연구에서 Hylander와 Bays²⁹⁾는 작업측 과두 보다는 비작업측 과두에 더 많은 힘이 전달된다고 하였고, 반면에 압전박을 이용한 실험에서 Boyd⁴⁰⁾ 등은 작업측 과두쪽으로 더 많은 힘이 전달된다는 상반된 결과를 보고하였다. 이러한 견해의 차이는 저작을 담당하는 좌우 근육의 근육동원형태에 따라 힘의 분포가 달라졌기 때문으로 생각되며, 편측저작시의 근력에 대한 근전도 연구에서는 작업측 근육에서 더 많은 힘이 발휘되었다고 보고된 바 있으며, 평균적으로 작업측과 비작업측간에 근육동원총합의 비율이 3:1에서 1:1 정도라는 점¹⁾, 그리고 본 연구의 편측저작은 작업측과 비작업측간의 비교를 위한 일시적인 측정이 아니라는 점 등을 고려할 때 10개월간의 편측저작으로 인한 강력 저작운동시에는 양측저작을 하는 경우보다 비결손측과두, 즉 좌측과두에 많은 하중이 전달되었을 것으로 추정된다.

따라서 관절조직이 성장기의 소견을 보인 본 실험의 실험견 1에서 비결손측의 과두연골이 과증식을 보인 것은 일정기간 편측저작을 함으로써

비결손측 과두에 과다한 하중이 집중되므로 나타난 결과로 보이며 결손측 과두연골에서는 대조전과 비교하여 증식층과 비대층이 감소된 현상 또한 이런 맥락으로 해석된다.

성숙된 조직조건을 보인 본 실험의 실험전 2에서는 10개월간 편측결손시킨 결과 결손측과 비결손측간에 관절의 변형이나 재형성을 관찰할 수 없었는데 이는 성장이 완료된 후에 가해진 자극에 대해서는 악관절의 조직반응이 뚜렷하지 않다는 Ramford⁴²⁾와 Hiniker⁴³⁾의 보고와 일치되는 내용으로 간주된다. 교정적인 정형력을 이용한 악관절의 변화를 관찰한 이들의 실험기간은 본 실험과 거의 유사하지만 악골의 일반적인 재형성을 주장하는 실험은 주로 두개골 표본을 이용하였기 때문에 실험기간으로 인한 차이로 생각되며 장기간의 관찰이 요구된다고 생각된다. 또한 본 실험전 사육에 사용된 음식물이 동물 사육용 연식품이었으므로 악관절조직에 영향을 미칠 정도로 저작압이 크게 작용되지 못했을 가능성도 배제할 수 없었다.

한편으로, 개의 악관절의 구조는 인체와 유사하게 관절원판을 사이에 두고 상관절강과 하관절강으로 구성되어 있지만 인체와 달리 매우 크고 긴 관절후돌기⁹⁾의 존재로 인해 전방운동과 측방운동이 매우 제한되기 때문에 편측저작으로 인한 효과면에서 인체의 악관절과는 구분되기 때문이 아닌가 사료되는 바 앞으로 보다 더 다양한 치아 결손상태의 설정과 장기간의 실험기간 및 음식물의 종류등 다양한 실험조건에 대한 추가 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

정상적인 저작기능을 보이는 잠견의 하악 우측 치아를 발거하여 10개월 경과 후 희생시킨 표본을 광학현미경으로 검경하여 다음과같은 결론을 얻었다.

1. 12개월된 잠견의 비결손측 과두의 내, 외측 부위에서 결손측과 대조전에 비해 후경이 증가한 증식층과 비대층이 관찰되었고 동일 표본의 결손측 과두상과 측두골의 관절면은 대조전과 차이를 보이지 않았다.
2. 18개월된 잠견의 과두상은 성숙이 완료된 것으로 관찰되었고 비결손측과 결손측간에 특이한

차이를 보이지 않았다. 동일건의 측두골의 관절면도 비결손측과 결손측간에 특이한 차이를 보이지 않았다.

REFERENCES

1. Ahlgren, J.: Mechanism of mastication. Acta Odontol. Scand. 24:1, 1966.
2. Baume, L.J., and Derichsweiler, H.: Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? Oral Surg. 14:347-362, 1961.
3. Bean, L.R., Omnell, K.A., Öberg, T.: Comparisons between radiologic observations and macroscopic tissue changes in temporomandibular joints. Dentomaxillofac. Radiol. 6:90-106, 1977.
4. Begg, P.R.: Stone age man's dentition I. Am. J. Orthod. 40:298, 1954.
5. Björk, A.: The principle of the Andersen method of orthodontic treatment; a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. Am. J. Orthod. 37:437-458, 1951.
6. Blackwood, H.J.J.: Cellular remodeling in articular tissue. J. Dent. Res. Supplement to No. 3. 45:480-489, 1966.
7. Boering, G.: Arthrosis Deformans van het Kakegewricht, Groningen. Universitet Groningen, p. 546, 1966.
8. Blount, W.P., and Zeier, F.: Control of bone length. J.A.M.A. p. 48:451, 1952.
9. Bojrab, M.J. and Tholen, M.: Small animal Oral medicine and surgery. Lea & Febiger, Philadelphia, 1990.
10. Boyd, R.L., Gibbs, C.H., Richmond, A.F., Laskin, J.L., Brehnan, K.: Temporomandibular joint forces in monkey measured with piezoelectric foil. J. Dent. Res. 61:351, 1982.
11. Breitner, C.: Further investigations of the bone changes resulting from experimental orthodontic treatment. Am. J. Orthod. 47:605-632, 1941.
12. Campbell, T.D.: Dentition and palate of the Australian aboriginal, p. 51. The Hassell press, Adelaide, 1925.
13. Carlsson, G.E., Kopp, S. & Öberg, T.: Arthritis

- and allied diseases of the temporomandibular joint. In: Carlsson, G.E. & Zarg, G.A.(eds). the temporomandibular joint -function and dysfunction. Chap. 10, Munksgaard, Copenhagen, 1978.
14. Carlsson, G.E. & Öberg, T.: Remodeling of the temporomandibular joints. *Oral Sci. Rev.* 6 : 53 - 86, 1974.
 15. Cimasoni, G. and Becks, H.: Growth study of the rat mandible as related to function. *Angle Orthod.* 33 : 27, 1963.
 16. Elgohyan, J.C., Riolo, M.L., Graber, L.W., Moyers, R.E., and McNamara, J.A., Jr.: Craniofacial growth in juvenile *Macaca mulatta*: A cephalometric study. *Am. J. Phys. Anthropol.* 36 : 369 - 376, 1972.
 17. Fell, H.B.: Skeletal development in tissue culture. In Bourne, Geoffrey H.: *The Biochemistry and Physiology of Bone*, New York, Academic Press, Inc., p. 401, 1956.
 18. Folke, L.E. and Stallard, R.E.: Condylar adaptation to a change in intermaxillary relationship. *J. Perio. Res.* 1 : 79 - 89, 1966.
 19. Gibbs, C.H.: Electromyographic activity during the motionless period of chewing. *J. Prosthet. Dent.* 34 : 35, 1975.
 20. Glücksmann, A.: The role of mechanical stresses in bone formation in vitro. *J. Anat.* 76 : 231, 1942.
 21. Granados, J.I.: The influence of the loss of teeth and attrition on the articular eminence. *J. Prosthet. Dent.* 42 : 78 - 85, 1979.
 22. Hansson, T.: Temporomandibular joint changes related to dental occlusion. In W.K. Solberg and G.T. Clark(eds.) *Temporomandibular joint problems: biologic diagnosis and treatment*. Chicago: Quintessence Publ. Co., 1980.
 23. Hansson, T. and Öberg, T.: Arthrosis and deviation in form in the temporomandibular joint: a macroscopic study on human autopsy material. *Acta Odontol. Scand.* 35 : 177, 1977.
 24. Hansson, T., Öberg, T., Solberg, W.K. and penn, M.K.: Anatomic studies on the temporomandibular joints of young adults: A pilot investigation. *J. Prosthet. Dent.* 41 : 556, 1979.
 25. Harvold, E.P. and Vargervik, K.: Morphogenic response to activator treatment. *Am. J. Orthod.* 60 : 478 - 490, 1971.
 26. Häupl, K. and Psansky, R.: Experimentelle Untersuchungen über Gelenktransformation bei Verwendung der Methoden der Funktion kieferorthopädie, *Deutsche Zahn -, Mund -, u. Kieferh.* 6 : 439, 1939.
 27. Hiniker, J.J. and Ramfjord, S.P.: Anterior displacement of the mandible in adult rhesus monkeys. *J. prosthet. Dent.* 16 : 503 - 512, 1966.
 28. Hylander, W.L.: An experimental analysis of temporomandibular joint reaction force in macaques. *Am. J. Phys. Anthropol.* 51 : 433, 1979.
 29. Hylander, W.L., Bays, R.: An in vitro strain gauge analysis of squamosal dentary joint reaction force during mastication and incisor in *Macaca mulatta* and *Macaca lascicularis*. *Archs. Oral. Biol.* 24 : 689, 1979.
 30. Ingervall, B., Freden, H., and Heyden, G.: Histological study of mandibular joint adaptation in experimental posterior mandibular displacement in the rat. *Archs. oral Biol.* 17 : 661 - 671, 1972.
 31. Johnson, L.C.: Joint remodeling as the basis for osteoarthritis. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 141 : 1237 - 41, 1962.
 32. McNamara, J.A.: Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am. J. Orthod.* 64 : 578 - 606, 1973.
 33. 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. *Am. J. Orthod.* 82 : 288 - 298, 1982.
 34. Moffett, B.C.Jr., Johnson, L.C., McCabe, J.B. and Askew, H.C.: Articular remodeling in adult human temporomandibular joint. *Am. J. Anat.* 115 : 119 - 142, 1964.
 35. Mohl, N.D.: The temporomandibular joint. In Mohl, N.D., Zarb, G.A., Carlsson, G.E., Rugh, J.D., editors: *A Textbook of Occlusion*. Chicago, Quintessence Publ. Co., p. 81, 1988.

36. Mongini, F. : Anatomic and clinical evaluation of the relationship between the temporomandibular joint and occlusion. J. Prosthet. Dent. 38 : 539, 1977.
37. Mongini, F. : Dental abrasion as a factor in remodeling of the mandibular condyle. Acta. anat. 92 : 292 : 300, 1975.
38. Mongini, F. : Remodeling of the mandibular condyle in the adult and its relationship to the condition of the dental arches. Acta. Anat. 82 : 437 - 453, 1972.
39. Ogston, A. : Articular cartilage. J. Anat. & Physiol. 10 : 49 - 74, 1875.
40. Ohta, M. : Experimentelle Untersuchungen der Gewebeeränderungen bei Veränderungen der mesio-distalen Beziehungen der oberen und unteren Zahnreihen usw, Kokubyo Gakkai. 10 : 240, 1936.
41. Ramfjord, S.P. and Ash, M.M., Jr. : Occlusion, Philadelphia, W.B. Saunders company, 1971.
42. Ramfjord, S.P. and Enlow, S.P. : Anterior displacement of the mandible in adult rhesus monkeys : Long - term observations. J. Prosthet. Dent. 26 : 517 - 531, 1971.
43. Ramfjord, S.P. and Hiniker, J.J. : Distal displacement of the mandible in adult rhesus monkeys. J. Prosthet. Dent. 16 : 491 - 502, 1966.
44. Richards, L.C., Brown, T. : Dental attrition and degenerative arthritis of the temporomandibular joint. J. of Oral Rehabilitation. 8 : 293 - 307, 1981.
45. Sposetti, V.J., Gibbs, C.H., Alderson T.H., Jagers, J.H., Richmond, A., Conlon, M., Nickerson, D. : Bite force and muscle activity in overdenture wearers before and after attachment placement. J. Prosthet. Dent. 55 : 265, 1986.
46. Stöckli, D.W., and Willert, H.G. : Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. Am. J. Orthod, 60 : 142 - 155, 1971.
47. Strobino, L.J., French, G.O., and Colona, P.C. : The effects of increasing tensions on the growth of epiphyseal bone. Surg. Gynec. & Obst. 95 : 694, 1952.
48. Wedel, A., Carlsson, G.E. and Sange, S. : Temporomandibular joint morphology in a medieval skull material. Swed. Dent. J. 2 : 177 - 187, 1978.
49. Weinberg, L.A. : Temporomandibular joint function and its effect on concepts of occlusion. J. Prosthet. Dent. 35 : 553 - 566, 1976.
50. Wolff, J. : Das Gesetz der Transformation der Knochen, Berlin, A. Hirschwald, 1892.
51. Zimmermann, H.I. : The normal growth and remodeling of the tempormoandibular joint of *Macaca mulatta*, M.S. thesis, University of Washington, Seattle, 1971.

EXPLANATIONS OF PHOTOMICROGRAPHS

- Fig. 2. Articular tissue on lateral part of growing condyle, in control dog, frontal section. Three distinct cell zones showing relatively regular thickness are visible in the condylar cartilage : fibrous covering(F), proliferative zone(P), and hypertrophic zone(H). (Decalcified section. H & E stain, $\times 100$)
- Fig. 3. Articular tissue on lateral part of growing temporal bone, in control dog, frontal section. Articular tissue is covered with smooth fibrous tissues and thin band of proliferative and hypertrophic zone is visible. (Decalcified section. H & E stain, $\times 40$)
- Fig. 4. Articular tissue on the lateral part of the condyle, tooth missing side, in experimental dog 1, frontal section. Articular tissue on condyle is thickened, contains more than the usual number of cells per unit area, and the hypertrophic zone(H) has pronouncedly expanded about 10-20 rows. (Decalcified section. H & E stain, $\times 40$)
- Fig. 5. Articular tissue on the lateral part of the condyle, not - tooth missing side, in experimental dog 1, frontal section. Articular, proliferative zone is seen with no degenerative and remodeling changes. The zone of ossification is present below the hypertrophic zone of 3-4 rows. (Decalcified section. H & E stain, $\times 100$)
- Fig. 6. Articular tissue on the lateral part of the condyle and disc complex, tooth missing side, frontal section. The proliferative zone of condylar cartilage is markedly reduced against the growing dogs, and the hypertrophic zone is not distinguished. (Decalcified section. H & E stain, $\times 100$)
- Fig. 7. Articular tissue on the lateral part of the condyle, non - tooth missing side, frontal section. Articular tissue of non - tooth missing side is similar to that of tooth missing side. (Decalcified section. H & E stain, $\times 100$)

사진부도

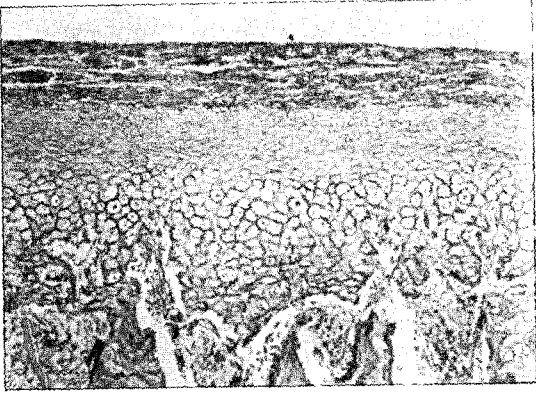


Fig. 2.

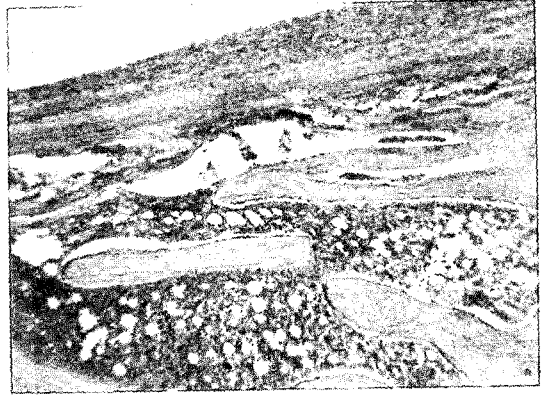


Fig. 3.

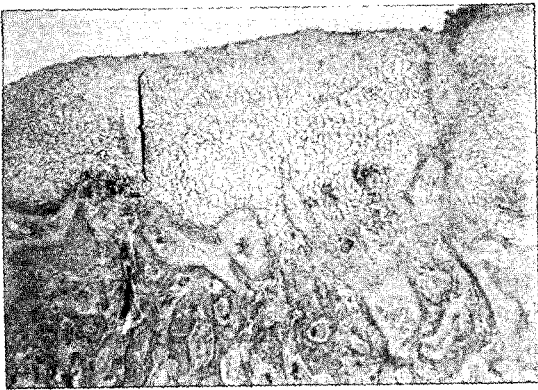


Fig. 4.

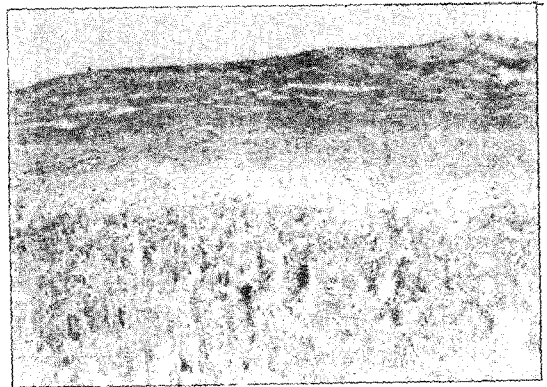


Fig. 5.

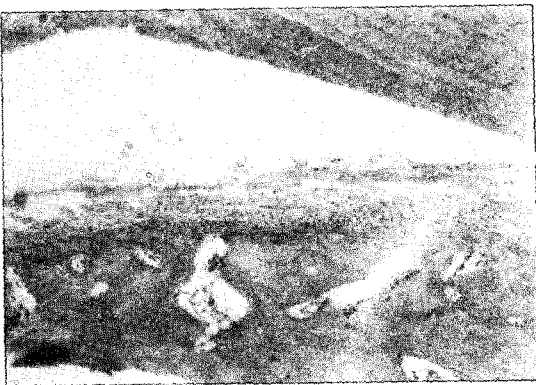


Fig. 6.



Fig. 7.

ABSTRACT-

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE TISSUE RESPONSE OF
THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT IN UNILATERAL
MANDIBULAR EDENTULISM

Hyee-Seon Paik, D. D. S., Yung-Soo Kim, D. D. D., M. S. D., Ph. D., M. Sc.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

The human temporomandibular joint as a ginglymoarthrodial one has much in common with the other synovial joints of the body, but it does possess an unique characteristic in that it must accommodate the various occlusal relations of dentition during an end point of closure. For that reason, the movement of the condyle in the temporomandibular joint is susceptible to influences from the nature of occlusion.

Undue loading to the temporomandibular joint can be applied on the occasion of premature contacts in centric relation, balancing side interferences, change of occlusal surfaces due to excessive attrition, loss of tooth. Such occlusal disharmonies in association with the systemic and emotional factors may give rise to the temporomandibular disorder.

On the other hand, the changes of occlusal patterns in the growing body can also have an effect on the growth of the temporomandibular joint through the alterations of functional stresses.

The purpose of this study was to observe histopathologic response of the temporomandibular joint in unilateral chewing on one side exclusively for 10 months. Three dogs showing normal masticatory function were chosen. One dog aged about 12 months was for control, two dogs for experimental specimens were about 12 and 18 months old respectively. For chewing on the left side only, unilateral lower right premolar and molar were extracted in two experimental specimens. And then three dogs were sacrificed 10 months later. Frontal histologic sectioning of joints were done for the observation of the effects of one - side chewing. 24 specimens from three dogs were obtained and fixed in 10% formalin and routinely processed with H - E staining for histologic examination.

The light microscopic findings were interpreted as follows :

1. Experimental specimen 1 aged about 22 months : In comparison with control and right non - chewing side, the proliferative and hypertrophic zone were increased at the mesial and lateral part of left chewing side condyle. There was no change of the articular tissue of temporal bone.
2. Experimental specimen 2 aged about 28 months : The articular tissues of adult joint were observed. The differences between the chewing and non - chewing side were not seen in the articular tissues of condyle and temporal bone.

* key words : temporomandibular joint, occlusal disharmony, unilateral partial edentulism, proliferative zone