

## 성견의 실험적 치아이동시 골재형성에 관한 연X선학적 연구

김 상 철<sup>1)</sup>

교정력에 의한 치아이동시 발생하는 골침착과 흡수의 골재형성 과정을 교정력의 크기와 적용기간에 따라 비교해 보고자 하였다. 성견 6마리를 대조군 1마리와 실험군 5마리로 나누어 실험군에서는 하악 제 1,2 소구치 사이에 open coil spring을 장착해서 좌측에는 강한 힘(250-300g), 우측에는 약한 힘(50-75g)이 가해지도록 하여 12시간, 24시간, 3일, 1주, 2주에 각각 희생시켰다. 분리된 조직편에 대해 연X선 촬영을 하여 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 견인측에서의 신생골 형성은 7일째부터 관찰되기 시작하여 14일째에는 광범위한 부위에서 방사선 불투과상을 관찰할 수 있었으나 힘의 크기에 따른 비교는 불가능하였다.
2. 압박측에서의 치조골 흡수는 3일째에 치조백선의 파괴로 나타나기 시작하여 7일째, 14일째에 걸쳐 증가되는 양상을 보였다.

(주요단어 : 교정력, 치아이동, 골재형성, 연X선, 치조백선)

### I. 서 론

임상교정에서의 궁극적인 목표는 신속하고 정확하며 안전한 치아이동에 있다. 즉 치주조직의 손상없이 골조직의 흡수나 침착이 일어나는 생리적 골재형성이 유도되어야 한다. 이를 위해서는 교정력이 적당히 조절되어야 한다.

교정력에 의한 치아주위조직의 변화에 대해 많은 연구가 이루어져 적당한 교정력을 구명하기 위한 많은 지식이 축적되었다.

1904년 Sandstedt<sup>1)</sup>가 처음으로 개를 대상으로 교정적 치아이동의 조직소견에 관하여 연구하기 시작한 이래, Schwartz<sup>2)</sup>를 비롯, Oppenheim<sup>3)</sup>, Storey<sup>4)</sup>, Reitan<sup>5)</sup>, Zaki와 Huysen<sup>6)</sup>, Singer<sup>7)</sup>, Koumas<sup>8)</sup>, Buck<sup>9)</sup>, 국내의 이<sup>10)</sup>, 임<sup>11)</sup> 등에 의하여, 치아를 통해 가해진 교정력이 치주인대에 전달되어, 압박측의 치조골

흡수와 견인측의 골침착이 이루어지는 생체 반응의 기구에 대하여 많은 내용이 밝혀졌다.

힘의 적용량과 적용방식에 있어, Storey<sup>12-15)</sup>는, 치아이동 효과를 최대 높이기 위해서는, 힘의 크기와 적용기간이 최적으로 설정되어야 하며, 이 조건을 벗어나면 조직은 파괴되고 이동량이 감소한다고 하였으나, Hixon등<sup>16)</sup>은 치아 이동 속도와 힘의 크기 간의 관계를 구체적으로 제시할 수 없다고 하였다. Burs-tone<sup>17)</sup>은 치아 이동속도와 힘의 크기 간의 관계가 복잡함을 지적하고 흡수와 침착의 기전을 보다 잘 이해할 필요성이 있다고 하였다.

교정력에 의한 치아이동시의 골재형성 현상에 대한 추적이 여러 방향으로 시도되고 있으나 교정력의 양과 적용기간에 따른 골침착 및 흡수 양태를 좀 더 자세히 관찰하기 위하여 연X선이 이용될 수 있다. 연X선은 석회화가 덜 된 골에 대한 선명한 상을 얻을 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서는, 교정력에 의한 치아이동시 발생하는 골침착과 흡수의 골재형성 과정을 교정력의 크기로 이루어졌음

<sup>1)</sup>원광대학교 치과대학 치과교정학교실, 교수

※ 이 연구는 원광대학교 94년도 연구비(일반과제)의 지원으로 이루어졌음

와 적용기간에 따라 비교해 보고자 성견에 실험적 교정력을 일정기간 적용하여 희생시킨 후 연X선으로 촬영하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

### II. 연구재료 및 방법

#### 1. 연구재료

체중 20kg 내외의 생후 1년 6개월된 성견 6마리를 일정 조건하의 실험실에서 2주간 사육한 후 대조군 1마리와 실험군 5마리로 나누었다. 실험군에서는 하악 제 1,2 소구치 사이에 open coil spring을 장착해서 좌측에는 강한 힘(250-300g), 우측에는 약한 힘(50-75g)이 가해지도록 하였다. 그후 연성사료로 계속 사육하였으며, 12시간, 24시간, 3일, 1주, 2주에 각각 희생시켰다.

#### 2. 연구방법

##### 가) spring 장착

Coil spring을 적당히 잘라 tension gauge를 이용하여 힘(50-75g, 250-300g)의 크기를 확인하였다. 2% 염산 xylazine (Rompun®; 한국바이엘)을 성견 둔부에 체중 10kg당 1.5ml씩 주입하여 진정시킨 후, 하악 제 1,2 소구치에 교정용 브라켓을 직접 접착하고 교정용 호선에 삽입된 coil spring을 장착하였다.

##### 나) 연X선 촬영과 분석

Spring 장착 12시간, 24시간, 3일, 1주, 2주 후에 각각 희생시켜 하악 좌우 제1, 2 소구치 부위를 분리한

후 Softex equipment를 이용하여 촬영하였으며 그 결과인 X선상을 확대 인화하여 비교 평가하였다.

### III. 연구성적

#### 가. 대조군

치주인대 간격은 근원심 양측이 같았고 골흡수는 관찰되지 않았으며 치조골면에서는 단정한 치조백선을 관찰할 수 있었다(Fig. 1).

#### 나. 견인측 치주조직 변화

##### 1) 약한 힘을 준 경우 (50-75g)(Fig. 2-6)

12시간째부터 spring 장착 부위의 치근 1/3 상부와 반대측 치근 1/3 하부의 치주인대 간격이 확대됨을 관찰할 수 있었다. 그러나 신생골 형성은 7일째에 가거나 관찰되기 시작하여 14일째에는 치주인대 넓은 부위에서 뿌연 불투과성 X선상을 관찰할 수 있어 많은 신생골의 형성을 인지할 수 있었다.

##### 2) 강한 힘을 준 경우 (250-300g)(Fig. 7-11)

약한 힘을 준 경우와 같이 12시간째부터 spring 장착 부위의 치근 1/3 상부와 반대측 치근 1/3 하부의 치주인대 간격이 확대됨을 관찰할 수 있었으며 3일째에는 치주인대 간격이 1일째에 비해 증가되었다. 7일째부터 신생골이 관찰되기 시작하여 14일째에는 광범위한 부위에서의 신생골 형성을 관찰할 수 있었으나 약한 힘을 준 경우와의 비교는 불가능하였다 (Table 1).



Fig. 1. Soft X-ray view of control



Fig. 2. Soft X-ray view of light force group at 12-hour



Fig. 3. Soft X-ray view of light force group at 24-hour



Fig. 4. Soft X-ray view of light force group at 3-day



Fig. 5. Soft X-ray view of light force group at 7-day

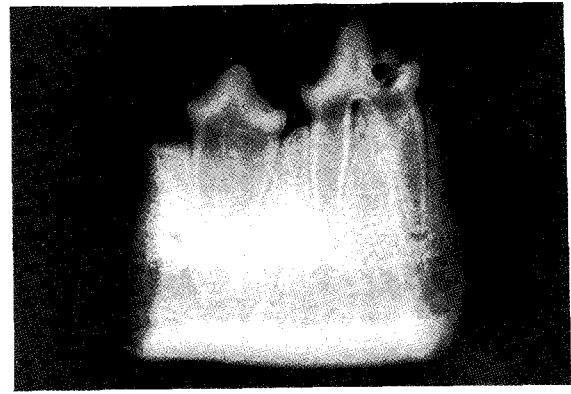


Fig. 6. Soft X-ray view of light force group at 14-day



Fig. 7. Soft X-ray view of heavy force group at 12-hour

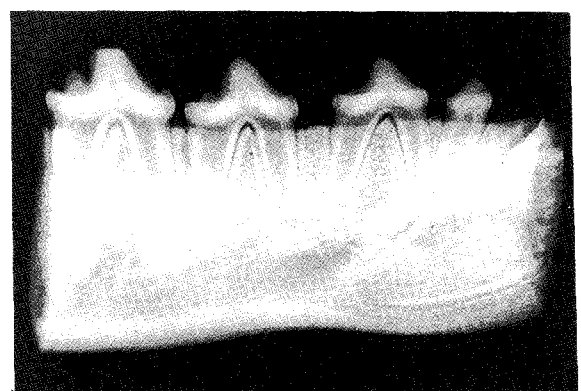


Fig. 8. Soft X-ray view of heavy force group at 24-hour



Fig. 9. Soft X-ray view of heavy force group at 3-day



Fig. 10. Soft X-ray view of heavy force group at 7-day



Fig. 11. Soft X-ray view of heavy force group at 14-day

Table 1. The Formation of New Bone in Tension Side And The Destruction of Lamina Dura In Pressure Side

	Formation of New Bone		Destruction of Lamina Dura	
	Light	Heavy	Light	Heavy
control	-	-	-	-
12 hrs	+	-	-	-
24 hrs	+	-	±	±
3 days	±	±	+	+
7 days	+	+	+	+
14 days	++	++	++	++

- ; negative, ± ; rare, + ; mild, ++ ; moderate

다. 압박측 치주조직 변화

1) 약한 힘을 준 경우 (50-75g)(Fig. 2-6)

12시간째부터 spring 장착 부위의 치근 1/3 하부와 반대측 치근 1/3 상부의 치주인대 간격이 축소됨을 관찰할 수 있었다. 3일째에는 치조골 흡수를 나타내는 치조백선의 흐뜨러짐이 나타나기 시작하여 7일째, 14일째에 걸쳐 증가되는 양상을 보였다.

2) 강한 힘을 준 경우 (250-300g)(Fig. 7-11)

약한 힘을 준 경우와 같이 12시간째부터 spring 장착 부위의 치근 1/3 하부와 반대측 치근 1/3 상부의 치주인대 간격이 축소됨을 관찰할 수 있었으며 치조백선의 흐뜨러짐도 3일째 부터 관찰되기 시작하여 14일째까지 증가되었다(Table 1).

IV. 총괄 및 고찰

표준 X선과 달리 연X선은 석회화가 덜 된 조직의 선명한 사진을 얻을 수 있어 골재형성의 초기 양상을 관찰하는데 좋은 도구로 여겨지고 있다.

교정력에 의한 치조골의 반응은 생리적인 골재형성에서 관찰되는 소견과 유사한 것으로 여겨지고 있어 수시간내에 시작된 골흡수가 한달간 계속되고 다양한 반전기를 거친 다음에 골형성이 2달에서 3달까지 지속된다고 한다<sup>18)</sup>. Reitan등<sup>5)</sup>은 교정력이 가해진 지 수 시간내에 파골세포의 수가 증가되며 교정력을 제거한 후에도 쥐에서는 수일, 사람에서는 10일까지도 파골세포가 잔존한다고 하였다. 또한 Miura등<sup>19)</sup>은 치아이동 12시간째에 압박측에서 파골세포가 나타나

서 7일간 존재하며 골흡수는 21일까지 지속되고 골침가는 21일부터 시작한다고 하였다. 본 연구에서는 강한 힘과 약한 힘 모두 12시간째부터 압박측 치주인대 간격의 축소가 나타나면서 3일째부터 치조골 흡수를 지시하는 치조백선의 파괴 양상을 볼 수 있었고 견인측에서는 7일째부터 신생골의 형성을 나타내는 X선 불투과상의 소견을 관찰할 수 있었으며 14일째까지 증가하는 것을 볼 수 있었다.

교정력의 크기와 기간에 관한 연구에서, Storey<sup>4)</sup>는, 약한 힘을 가할 경우 견인측에는 혈액순환이 증가하여 조골세포의 수와 크기가 증가하며 새로운 골조직이 형성되나, 지나치게 강한 힘은 골형성을 억제하거나 지연시킬 수 있다고 하였다. Aisenberg<sup>20)</sup>는 강한 힘을 가하면 힘의 방향으로 골소주가 형성되고, 약한 힘의 경우에는 치조골 전반에 걸쳐 신생골이 형성되므로 고정기간이 단축된다고 하였으며, Ackerman 등<sup>21)</sup>은 신생골의 형성은 힘의 크기보다는 기간에 더 관계가 있다고 하였다. 또한 Southard와 Forbes<sup>22)</sup>의 경우에도 힘의 차이에 따른 골침착량의 차이는 없다고 하였고 Storey<sup>4)</sup>는, 강한 힘에서는 골세포의 간격이 적고 광질화가 덜 된다고 하였으나 본 연구에서는 신생골 형성이나 골흡수에 있어 약한 힘과 강한 힘 간의 차이를 발견할 수 없었다.

본 연구에서는 14일간 고정력을 성견에 적용하여 견인측과 압박측의 치주조직 변화를 관찰했으나 보다 완전한 평가는 장기적인 관찰에 의해 가능하리라 사료된다.

### V. 결 론

교정력에 의한 치아이동시 발생하는 골침착과 흡수의 골재형성 과정을 고정력의 크기와 적용기간에 따라 비교 관찰해 보고자 생후 1년 6개월된 성견 6마리(5마리의 실험군과 1마리의 대조군)를 대상으로 하여, 실험군의 하악 좌측에는 강한 힘(250-300g)을, 하악 우측에는 약한 힘(50-75g)을 제1소구치와 제2소구치 사이에 open coil spring으로써 적용하여 각각 12시간, 24시간, 3일, 1주, 2주에 희생시켰다. 하악 좌우 제1,2 소구치 부위의 조직을 채득하여 연X선 촬영을 하였으며 그 상을 판독한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 견인측에서의 신생골 형성은 7일째부터 관찰되기 시작하여 14일째에는 광범위한 부위에서 X선 불투

과상을 관찰할 수 있었으나 힘의 크기에 따른 비교는 불가능하였다.

2. 압박측에서의 치조골 흡수는 3일째에 치조백선의 파괴로 나타나기 시작하여 7일째, 14일째에 걸쳐 증가되는 양상을 보였다.

### 참 고 문 헌

1. Sändstedt C : Einige Beiträge zur Theorie der Zahnregulierung. Nordisk Tandlakare Tidsskrift 1904 ; 5 : 236-56.
2. Schwartz AM : Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. Int J Orthod 1931 ; 18 : 331-52.
3. Oppenheim A : Biologic orthodontic therapy and reality. Angle Orthod 1936 ; 6 : 5.
4. Storey E : Bone changes associated with tooth movement. Aust J Dent ; 59 : 147-61.
5. Reitan K : Tissue behavior during orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1960 ; 46 : 881-900.
6. Zaki AE, Huysen GV : Histology of the periodontium following tooth movement. J D Res 1963 ; 42 : 1373-9.
7. Singer J : A histologic study of the effect of fluoride on tooth movement in the rat. Am J Orthod 1967 ; 53 : 296-308.
8. Koumas H : Effects of pressure on the formation of collagen in the periodontal ligament. Am J Orthod 1969 ; 56 : 604-612.
9. Buck OL : Histologic evidence for lipid during human tooth movement. Am J Orthod 1973 ; 64 : 619-24.
10. 이인환 : 백서의 실험적 치아이동에 따른 치주조직의 조직학적 연구, 대치교정지 1981 ; 19 : 141-5.
11. 임진환 : 실험적 치아이동시 나타나는 백서 치주조직의 변화에 대한 조직학적 및 조직화학적 연구. 대치교정지 1976 ; 6 : 33-6.
12. Storey E, Smith R : Force in orthodontics and its relation to tooth movement. Aust J Dent 1952 ; 56 : 11-8.
13. Storey E, Smith R : The importance of force in orthodontics. The design of cuspid retraction springs. Aust J Dent 1952 ; 56 : 291-304.
14. Storey E : Bone changes associated with tooth movement. Aust J Dent 1953 ; 57 : 57-64.
15. Storey E : The nature of tooth movement. Am J Orthod 1973 ; 63 : 292-314.
16. Hixon EH, Atikian H, Callow GE, McDonald HW, Tacy RJ : Optimal force, difference force, and anchorage. Am J Orthod 1969 ; 55 : 437-57.
17. Burstone CJ : Application of bioengineering to clinical orthodontics. In Graber, T.M., Swain, B.F., eds., Orthodontics : current principles and techniques, C.V. Mosby 1985 ; 199-202.
18. Roberts WE, Goodwin WC, Heiner SR : Cellular response

- to orthodontic force. Dent Clin North Am 1981 ; 25 ; 5-17.
19. Miura F, Kurihara S : Alveolar bone reaction caused by orthodontic stimulus. Dent Outlook 1983 ; 61 : 1231-42.
20. Aisenberg MS : The tissue and change involved in orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1948 ; 34 : 854-9.
21. Ackerman JL, Cohen MI : The effects of quantified pressures on bones. Am J Orthod 1966 ; 52 ; 34-46.
22. Southard KS, Forbes DP : The effects of force magnitude on a sutural model : A quantitative approach. Am J Orthod 1988 ; 93 : 460-6.

-ABSTRACT-

## A SOFT X-RAY STUDY ON THE BONE REMODELLING IN TOOTH MOVEMENT OF DOG

Sang-Cheol Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Wonkwang University*

The purpose of this study was to observe the pattern of bone remodellings in the periodontal ligament of dog, in which experimental tooth movement was performed.

A control and 5 experimental dogs, one and half year in age, were studied. Light force (50-75g) was applied by placing open-coil spring between left mandibular premolars ; heavy force (250-300g), between right mandibular premolars. Experimental dogs were sacrificed at 12 hours, 1, 3, 7 and 14 days after force application, respectively. And soft X-ray films were obtained and read on the sectioned periodontal tissue around mandibular premolars.

The results were as follows :

1. New bone formation began to be observed in tension side at 7-day and increased at 14-day ; No difference was observed between light force group and heavy force group.
2. Bone resorption was observed as a shape of destruction of lamina dura at 3-day and increased gradually at 7-day, 14-day.

KOREA. J. ORTHOD. 1995 ; 25 : 587-592

\*Key words : Orthodontic Force, Tooth Movement, Bone Remodelling, Soft X-ray