

# 성견의 전치부 INTRUSION시 간헐적 교정력과 지속적 교정력의 적용에 따른 치근 흡수에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 교정학교실

장지철 · 박영철

## 목 차

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

## I. 서 론

과개 교합의 개선은 교정치료에서 매우 중요한 임상 과정 중 하나이다. 이러한 과개 교합의 개선은 전치부의 intrusion과 구치부 정출에 의한 상대적인 과개 교합 개선으로 대별될 수 있다<sup>23)</sup>. 전치부의 intrusion은 구치부 정출에 의한 바람직 하지 못한 하악골 회전을 피해야 할 경우에 매우 유용하며, 전치의 수직적 관계를 개선함으로써 적당한 교합평면과, 자연스러운 입술과의 상대적인 관계를 만들어준다<sup>16)</sup>. 특히 치주 질환의 기왕력으로 인해 치조골 손실 및 이로인한 병적인 치아 이동과 정출

을 가진 성인환자의 교정치료 과정에서 치아의 intrusion은 필수적이다<sup>5,16)</sup>.

그러나 이와같은 치아의 intrusion의 장점에도 불구하고, 다른 종류의 치아 이동에 비해 단위 면적당 받는 힘의 크기가 상대적으로 증가될 수 있으며<sup>23)</sup>, 치근단 부위의 골 조직의 밀도가 다른 부위에 비해 단단하므로 치근단 부위의 치근 흡수의 위험이 증가될 수 있고<sup>8)</sup>, 또한 인접 치조골에 angular bony defect를 유발함으로써 치주 환경을 악화시키는 등<sup>16)</sup> 많은 부작용이 지적되고 있다.

가급적 치아 및 그 주위 조직의 손상을 줄이면서 치아 이동을 시키기 위해서 힘의 크기<sup>27)</sup>, 적용시간<sup>32,36)</sup> 및 거리<sup>1,10,17,22,34,36)</sup>, 치아 이동의 종류<sup>24,26,27)</sup> 등 주로 생물리화적인 요소와 치조골의 밀도<sup>7,18,29,30)</sup>, 전신적인 상태<sup>20)</sup>, 내분비 상태<sup>20)</sup>등 개체 특성에 관한 요소들의 복합적인 작용을 고려해야 한다.

특히 치아에 가해진 교정력의 크기와 적용시간에 대하여 선학들에 의해 많은 연구가 되어왔다. Schwartz<sup>34)</sup>는 치근막의 모세혈관압에 상응하는 힘을(20-26gm/cm<sup>2</sup>) 지속적으로 적용시킴으로써 가장 효율적인 조직 반응을 유발하며, 그 이상의 힘을 가하게 될 경우 치근 흡수가 야기될 수 있다고 하였다.

Bunch<sup>4)</sup>는 성견의 전치부를 intrusion시킨 후 치근단부 백아질에서 불규칙한 치근 흡수를 보고한 바 있으며, Lefkowitz와 Waugh<sup>14)</sup>도 두마리의 유견을 대상으로 한 치아의 intrusion 실험에서 교합력에 의한 간헐적인 힘과 장치에 의한 지속적인 힘을 적용시켰을때, 지속적인 힘이 치주 조직에 더욱 잘 견디며 치근 흡수가 적었다고 하였다. Dellinger<sup>6)</sup>, Reitan<sup>29)</sup>, Harry와 Sims<sup>9)</sup>, 구<sup>37)</sup>등은 각기 원숭이, 사람의 소구치에 여러가지 크기의 intrusion force를 다양한 기간 동안 지속적으로 준후 치근 표면에 나타나는 흡수상태를 관찰하였으며, 적용된 힘이 약할수록 치근 흡수가 적다고 하였다.

그러나 Oppenheim<sup>21)</sup> 등은 치아 이동중에 골조직과 치근막이 재배열될 수 있는 휴식기가 필요하며, 이를 위해 간헐적이고 약한 힘을 적용시켜야 한다고 하였으며, 특히 Moyers와 Bauer<sup>17)</sup>등은 intrusion시 지속적인 힘을 피해야 한다고 보고한 바 있다. 또한 Bien<sup>3)</sup>은 힘의 크기보다는 적용빈도가 치근 흡수에 더 많은 영향을 미친다고 보고하였다.

이와같이 치아 intrusion시 어떠한 종류의 교정력이 생체에 유리한 조직 반응을 일으키는지에 대해 아직까지 일치된 정설이 없다. 이에 저자는 성견의 상악 전치부 intrusion시 간헐적인 방법과, 지속적인 방법으로 다양한 크기의 교정력을 적용시 치근 흡수의 정도 차이와 그 주위 조직의 변화를 비교 관찰하여 다소 도움이 되는 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 가. 실험재료 및 장치

생후 2년된 성견 한마리를 일정한 조건하의 실험실에서 1주일간 사육한 후 체중 1kg당 Entobal 25mg을 정맥 주사하여 전신 마취 상태에서 상악의 인상 채득을 하여 주 모형 제작을 하였다. 주 모형상에서 직경 1.2mm stainless steel wire를 이용하여 장치의 주 골격을 제작하고, 구치부와 견치부 고정을 위해 각각 DBS용 철망과 band를 주 골격에 납착하였다. 전치부 intrusion을 위한 동력부 제작을 위해 closed coil spring(008×036 Unitek 제품)을 인산 용액내에서 전기 분해하여 응력 변형 비율을 감소시켰으며, 이를 주 골격의 전치부에 납착하였다(사진 1, 2).

### 나. 실험 방법

성견의 상악 전치부를 각기 좌(A), 우측(B) 두군으로 나누고, 제 1 중절치에 15-30 gm, 제 2 중절치에 50-60gm, 측절치에 80-110 gm의 힘을 각각 적용하였다. 또한 A군은 교정력을 간헐적인 방법으로(12시간 적용/12시간 휴식), B군은 지속적인 방법으로 적용하였다. 힘을 가하지 않은 하악중절치를 정상 대조군으로 사용하였다(사진 3, 4).

실험 기간 동안 치아에 일정한 교정력을 부

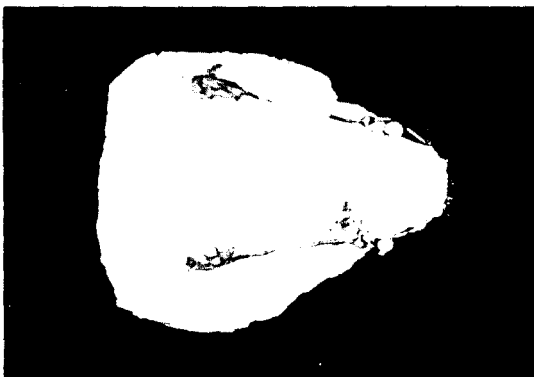


사진 1. 모형상에서 제작된 장치(교합면)

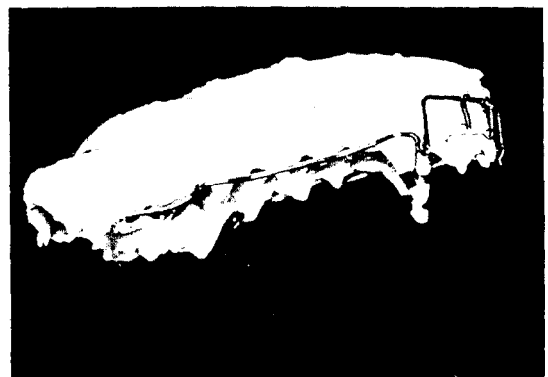


사진 2. 모형상에서 제작된 장치(측면)

표 1. 실험군에 적용시킨 힘의 크기와 시간에 따른 분류

치아	A 군			B 군		
	A-3 축절치	A-2 제 2 중절치	A-1 제 1 중절치	B-1 제 1 중절치	B-2 제 2 중절치	B-3 축절치
힘의 크기	80-110gm	50-60gm	15-30gm	15-30gm	50-60gm	80-110gm
작용시간 시간	12시간			제		
휴식시간	12시간			속		

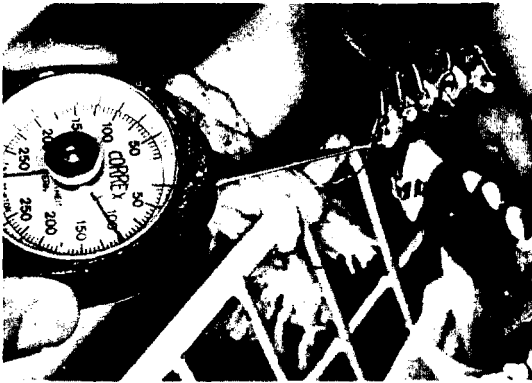


사진 3. 구강내 장치 장착후 힘의 측정

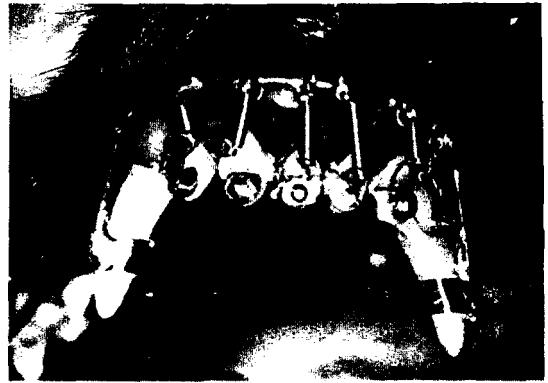


사진 4. 구강내 장치 장착후의 모습

여하기 위해 4일 간격으로 장치의 재조정을 시행하였고, 장치 부착 30일후 희생시키고, 실험 치아 부위를 상악골과 함께 절단하였으며, 조직 표본제작을 위해서 치근단 방사선 사진을 촬영하였다.

#### 다. 조직 표본 제작

10% 중성 formalin에 7일간 고정시키고, EDTA에서 4주 이상 탈회를 시켰다. 치아의 장축 방향으로 각 치아 사이를 절단하여, paraffin에 포매시켜 치아의 중심부에서 10 $\mu$ m 간격으로 연속 절편을 6개씩 채득하였으며, H-E 염색한 후 광학현미경으로 관찰하였다.

### III. 실험성적

#### 가. 정상 대조군

치근단 부위에서 순실축으로 균일한 백아질

층과 치근의 연속성을 보였다. 치근막 폭경은 비교적 균일한 두께를 유지하였으며, 치근막내의 혈관 직경 및 분포는 치근단 부위에서 거의 차이가 없었고, 압축된 양상도 보이지 않았다. 골조직의 초자양 변성, 파골세포, 조골세포의 양상도 거의 나타나지 않았다.

#### 나. 실험군

##### 1. 25gm 중량군

간헐적인 힘을 받은 치아에서는 치근 흡수 양상이 없었으며, 치근단 부위에 2차백아질 형성이 있었다. 치근막 내의 혈관은 거의 위축이 되지 않았고, 혈관내에 어느 정도의 혈액이 있음을 보아 혈액 순환 기능이 차단되지 않았음을 추정할 수 있었다. 치근단 상방에서 골면은 요철 불규칙하였고, 여기에 파골세포가 다수 활동을 보이고 있었으며, 이들 세포들에 의한 직접성 및 잠행성 골흡수가 나타났다.

지속적으로 힘을 받은 치아에서는 치근단 부

위에서 치근의 연속성이 단절되었고, 백아질 표면에 약간의 흡수소와 및 파백아질세포가 관찰되었다. 치근단 혈측에서 약간의 혈관 확장이 있었으며, 치근단 상방의 골 흡수로 인한 요철 불규칙 정도가 간헐적인 힘을 받은 치아보다 심하게 나타났으며, 파골세포에 의한 잠행성 골흡수가 더 많이 관찰되었다.

## 2. 50gm 중량군

간헐적인 힘을 받은 치아의 치근첨 부위에서 치근의 연속성 단절과 파백아질세포가 동반된 흡수와의 관찰할 수 있었고, 조백아질 세포가 치근단 가장자리 부위의 백아질 표면에서 비교적 균일한 배열로 rimming되어 나타났다. 그 상방으로 다수의 파골세포가 나타났으며, 직접성 골흡수가 다소 많은 양상을 보였으며, 또한 부분적으로 신생골 형성이 관찰되었다.

그러나 지속적인 힘을 준 치아에서는 간헐적인 힘을 준 경우보다 많은 파백아질 세포와 흡수소와가 보였으며, 보다 두꺼운 2차백아질이 치근단에 형성되었다. 그 위로 많은 양의 조백아질 세포도 덮여 있었다. 치근막 혈관의 위축과 울혈이 각기 치근단의 순, 설측으로 나타났고 직접성 골흡수와 잠행성 골흡수가 비슷한 정도로 관찰되었다.

## 3. 100gm 중량군

간헐적, 지속적인 힘을 가한 두군에서 모두 흡수소와, 파백아질 세포 등 심한 치근 흡수 소견과 골파괴가 나타났으며 그 정도는 지속적인 힘을 가한 치아에서 더 심하게 나타났다.

두군 모두에서 치근막 혈관의 위축과 울혈이 50gm 중량군에 비해 심하게 나타났으며, 지속적인 힘을 받은 치아에서 더 심한 울혈을 보였다.

위의 실험 치아 모두에서 치근막의 초자양 변성이 관찰되었다.

## IV. 총괄 및 고찰

교정력이 치아에 가해지면 치아를 통해 치근막에 전달되어 치아는 이동하게 된다. 치근막

에 전달된 교정력은 힘의 크기<sup>27)</sup>, 작용된 방향, 적용시간<sup>12,36)</sup>에 따라 치주인대, 치조골등의 주위 치주조직 뿐아니라 치근의 백아질과 상아질에도 영향을 미쳐 치근 흡수가 야기될 수 있다<sup>37)</sup>. 특히 다른 종류의 치아 이동에 비해 intrusion은 작용된 힘의 방향이 치아 장축으로 전달되어 치근단 부위에서의 단위 면적당 받는 힘의 크기가 증가될 수 있고<sup>23)</sup> 다른 부위에 비해 골 조직의 밀도<sup>7,19,29,30)</sup>가 단단하므로 치근단 부위의 혈액량 감소, 초자질화대의 출현, 치근 흡수등의 현상이 비교적 쉽게 나타난다<sup>9)</sup>.

가급적 치아 및 치주 조직에 손상을 줄이면서 치아 이동을 시키기 위해 사용해야 하는 힘의 크기, 적용 시간에 대해 일반적으로 받아들여지고 있는 정확한 한계가 없다. Oppenheim<sup>22)</sup>, Schwartz<sup>34)</sup>는 가장 적절한 교정력의 크기는 모세 혈관압에 해당될 정도의 힘(20-26gm/cm<sup>2</sup>)이며, 그 이상의 힘을 가하게 되면 치근 흡수가 야기될 수 있다고 하였다. Reitan<sup>8)</sup>은 치근 흡수에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 힘의 크기라고 하였다.

Dellinger<sup>6)</sup>는 동물 실험에서 50gm의 intrusion force를 지속적으로 적용시켰을때 가장 많은 intrusion량을 나타냈고, 약간의 치근단 흡수를 보였으나, 그 이상의 힘을 준 경우에 가해진 힘의 크기에 비례하여 치근 흡수는 증가하였고 intrusion량이 감소하였다고 함으로써, 적당한 힘을 가한 경우에 치아의 intrusion 기전 그 자체는 치근 흡수와 무관하다고 하였다. Reitan<sup>29)</sup>, Harry와 Sims<sup>9)</sup>, 구<sup>38)</sup>등은 다양한 크기의 힘과 기간동안 지속적으로 치아를 intrusion시켰을 때 30gm이하의 힘에서 치근 흡수가 거의 나타나지 않았으며, 힘의 크기와 치료기간이 적을수록 치근 흡수가 적다고 하였다. 이러한 결과는 본 실험에서 지속적인 힘을 가한 군 뿐아니라 간헐적인 힘을 가한군에서도 관찰되었다.

치근 흡수에 영향을 미치는 요인으로는 종양이나 교정력등에 의한 압력의 증가, 치근막의 조직 손상, 혈액 공급의 증가, 감염, 전신 질환이나 호르몬 장애등의 개인 성향을 들 수 있

다<sup>16)</sup>. Bien<sup>3)</sup>은 힘의 크기 보다는 힘의 적용간격이 치근 흡수에 더 많은 영향을 미치며, 이러한 요소가 고려되지 않으면 치근막의 fluid drainage system에 장애를 가져와 치근침에서 소량의 CO<sub>2</sub>가 유리되고, 이로인해 PH가 떨어지게 됨으로써, 치근의 탈회가 일어난다고 하였다. Follin<sup>7)</sup>등은 혈관이 풍부한 신생골로 치아를 이동시킬 때 치근 흡수를 줄일 수 있다고 하였으며, Packman등에 의하면 압박측에 가한 힘에 비례하여 혈액량이 감소하게 됨으로써, 산소 분압에 영향을 주게 된다고 하였다. Rygh<sup>33)</sup> 등은 치근막에 가해지는 stress양과 교정력의 적용에 따른 혈관 활성화 정도는 상관관계가 있다고 하였다. 이들은 교정력에 의한 치근막 내의 혈류량과 같은 fluid dynamic mechanism의 변화가 치근 및 골흡수에 영향을 미치는 것을 지적하는 것이라고 사료된다.

또한 간헐적 교정력에 비해 지속적 교정력은 치근막의 순환장애를 야기하기 때문에, 치근 및 치조골등 주위조직이 재차 회복될 수 있는 기간이 필요하다는 간헐적 교정력에 대한 이론도 제시되었다<sup>10,17,22,35,36)</sup>. Stuteville<sup>35,36)</sup>, Moyers<sup>17)</sup>는 교정력이 적용된 거리가 치근막 폭경을 초과하면 안된다고 하였다. 특히 Moyers는 모든 종류의 치아 이동은 모두 같은 생리적 반응을 일으키며, 이때 치근막내에서의 생리적 유지가 중요하고, 교정적 치아 이동후 치근과 치근막이 회복될 수 있는 기간이 필요하다고 함으로써 치아 이동시 간헐적 교정력 사용을 주장한 바 있다. 본 실험에서는 25gm의 힘을 받은 치아와 50gm의 간헐적인 힘을 받은 치아에서는 혈관 위축과 울혈 정도는 약하게 나타났다. 그러나 500gm의 지속적인 힘을 받은 치아와 100gm의 힘을 받은 치아에서는 혈관 위축과 울혈이 심하게 나타났고, 부분적인 혈관확장이 나타났다. 또한 이와 비례하여 치근단 부위에 미석회화된 백아전질층의 감소 및 치근단 흡수가 나타났으며, 작용된 힘이 같을때 지속적인 힘을 받은 치아에서 더 심하게 나타난 것으로 보아 치근 흡수는 적용되어진 힘의 크기보다는 힘의 적용시간에 의해 더 많은 영향을 받는 것으로 사료된다.

Reitan<sup>8)</sup>은 초자질화란 힘이 가해지는 치근막 부위에서 일어나는 반응으로써 대부분의 핵이 사라져서 무세포대의 형태로 관찰되며, 남아있는 핵은 위축된다고 했다. Rygh<sup>33)</sup>는 초자질화대가 형성되는 동안 치근막 섬유가 압박을 받아서 세포핵의 위축과 소실이 야기되고 분해된 모세혈관과 섬유의 교환이 일어난다고 했고, Rygh<sup>33)</sup>, Reitan<sup>8)</sup>, Macapanpan<sup>15)</sup> 등은 교정력을 가한후 압박측에 초자양 변성조직이 형성되는 시간을 일반적으로 3-6시간에 시작되어 2-3일에 최대로 발달한다고 보고하였다. Kvam<sup>12,13)</sup>은 대식세포가 초자양 변성 조직의 제거에 주로 작용하며, Reitan<sup>24)</sup>은 파골세포가 초자양 변성조직 제거에는 관여하지 않는다고 하였다. 초자질화대 근처에서 새로운 모세혈관과 결체조직 세포가 형성되며<sup>8)</sup>, 인접 치근막과 골소주에서 초자질화대를 향한 파골세포의 골흡수 양상은 사람, 개등에서 잠행성 골흡수 양상으로 나타난다. Reitan<sup>8)</sup>은 특히 치근단 부위의 치근 흡수는 비교적 짧은 초자질화대 기간이 수반되며, 만약 더 이상의 힘이 가해지지 않거나 단지 완만한 힘의 재조절을 한다면 3-5주후에 소실되어 진다고 하였다<sup>2)</sup>. 본 연구에서는 모든 치아에서 초자질 화대가 관찰되지 않은 것을 보아 초자양 변성 조직이 이미 제거되어진 것으로 사료된다.

치조골에 비해 상아질과 백아질은 흡수에 대한 저항력이 크다. 즉 치아에 교정력을 가했을 때 치아와 치조골은 비록 같은 힘을 받지만 골흡수가 먼저 일어나 치아 이동이 일어나고 백아질 흡수는 늦게 나타난다. 이에 대해 Reitan<sup>29)</sup>은 3-5 $\mu$  m 두께로 백아질을 덮고 있는 미석회화된 백아전질과 상아전질의 흡수 저항성이 보호막 역할을 하며, 지속적인 교정력이 가해지면 이러한 보호막의 새로운 형성이 방해되고, 그 두께가 점차 감소되어 치근 흡수가 진행된다고 하였다. Rygh<sup>33)</sup>는 치조골측보다 성숙한 교원섬유와 백아전질, 백아질 표면의 불소농도가 높기 때문에 화학적 변화에 대한 높은 저항성을 가진다고 하였다. 그러나 치근막 손상으로 생화학적 환경 변화가 일어나면 이들 보호막이 손상되어 백아질 흡수가 시작되

면 흡수소와(resorption lacunae)가 형성된다. 이러한 상아질 흡수가 계속되며, 교정력의 감소 및 소실은 흡수소와에 2차 백아질이 침착되어 회복되지만 원래 구조로 회복되기는 어렵다고 하였으며<sup>15,20)</sup>, Kvam<sup>12,13)</sup>은 백아질 표면에서 조백아질세포층이 소실되면 치근흡수가 발생할 수 있다고 하였다.

이상과 같이 전치부 intrusion시 지속적인 교정력과 간헐적인 교정력에 따른 치근흡수와 그에 따른 주변 조직의 변화 양상을 관찰하였으며, 이는 치아에 가해진 힘의 크기뿐만 아니라 힘의 적용시간에 의해 많은 영향을 받는 것으로 사료된다. 그러나 보다 다양한 기간별로 순차적인 조직변화를 관찰하므로써 치근 흡수 양상과 치주 조직의 변화, 특히 치아 intrusion시 부착상피(junctional epithelium) 변화 양상에 대한 보다 면밀한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

치아의 intrusion시 다양한 크기의 교정력을 간헐적, 지속적인 방법으로 적용하여 치근단부의 치근 흡수 정도 및 치아 주위조직 반응을 비교 관찰하고자, 성견 1마리의 상악 전치부를 각기 좌(A), 우측(B) 두군으로 나누고, 제 1 중절치에 15-30gm, 제 2 중절치에 50-60gm, 측절치에 80-110gm의 힘을 각각 적용하였다. 또한 A군은 간헐적인 방법(12시작 적용/12시간 휴식), B군은 지속적인 방법으로 적용시켜, 30일 후 조직학적 검사를 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 25gm 간헐적인 힘을 적용시킨 치아를 제외하고는 치근의 연속성이 모두 단절되었다.
2. 가해진 교정력의 증가에 비례하여 치근단부위에서 파백아질 세포(cementoclast)와 흡수소와(resorption lacunae)등 치근 흡수 소견이 증가되었고 골 파괴 범위가 더욱 심하게 확대되었다.
3. 같은 힘을 적용시켰을 때 간헐적인 힘을 받은 치아보다 지속적인 힘을 받은 치아에서

치근 흡수 및 골파괴 양상이 더 심하게 관찰되었다.

4. 위의 실험 치아의 치조골은 모두 직접성 및 잠행성 골흡수가 나타났다.

## REFERENCES

1. Aisenberg, M.S.: The tissues and changes involved in orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 39:855-859, 1948.
2. Berkovitz, B.K.B., and Moxham, B.J., and Newman, H.N.: The periodontal ligament in health and disease, 1st ed., Oxford, Pergamon Press, pp. 275-287, 1982.
3. Bien, S.M.: Fluid dynamic mechanisms which regulate tooth movement, *Adv. Oral Biol.*, 2:173-192, 1966.
4. Bunch, W.B.: Tissue changes occurring in Dogs, *Angle Orthod.*, 12:177-183, 1942.
5. Burstone, C.J.: Deep overbite correction by intrusion, *Am. J. Orthod.*, 72:1-22, 1977.
6. Dellinger, E.L.: A histologic and cephalometric investigation of premolar intrusion in *Macaca speciosa* monkey, *Am. J. Orthod.*, 53:325-335, 1967.
7. Follin, M.E., and Ericsson, I., and Thilander, B.: Occurrence and distribution of root resorption in orthodontically moved premolars in dogs, *Angle Orthod.*, 56:164-175, 1986.
8. Graber, T.M., and Swain, B.F.: Orthodontics-current principles and techniques, 1st ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co., pp. 101-192, 1985.
9. Harry M.R. and Sims M.R.: Root resorption in bicuspid intrusion- A scanning electron microscope study, *Angle Orthod.*, 52:235-258.
10. Hemley, S.: The clinical significance of

- tissue changes incidental to tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 41:5-26, 1955.
11. Henry, J.L., and Weinmann, J.P.: The pattern of resorption and repair of human cementum, *J. Am. Dent. Assoc.*, 42:270-290, 1951.
  12. Kvam, E.: Organic tissue characteristics on the pressure side of human premolars following tooth movement, *Angle Orthod.*, 43:18-23, 1973.
  13. \_\_\_\_\_ : Scanning electron microscopy of tissue changes on the pressure surface of human premolars following tooth movement, *Scand. J. Dent. Res.*, 80:357-368, 1972.
  14. Lefkowitz, W., and Waugh, I.M.: Experimental depression of Teeth, *Am. J. Orthod.*, 31:21-32, 1945.
  15. Macapanpan, L.C., and Brodie, A.G.: Early tissue changes following tooth movement in rats, *Angle Orthod.*, 24:79-95, 1954.
  16. Melsen, B.: Tissue reaction following application of extrusive and intrusive forces to teeth in adult monkeys, *Am. J. Orthod.*, 89:468-477, 1986.
  17. Moyers, R.E., and Bauer, J.L.: The periodontal response to various tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 36:572-580, 1950.
  18. Moyers, R.E.: Handbook of orthodontics, 4th ed., Chicago, Year Book Medical Publishers, pp. 332-333, 1988.
  19. Midgett, R.J., and Shaye, R., and Fruger, J.F.: The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 80:256-262, 1981.
  20. Newman, W.G.: Possible etiologic factors in external root resorption, *Am. J. Orthod.*, 67:522-539, 1975.
  21. Oppenheim, A.: Biologic Orthodontic Therapy and Reality, *Angle Orthod.*, 6:1-36, 1936.
  22. \_\_\_\_\_ : Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration, *Am. J. Orthod.*, 28:263-301, 1942.
  23. Proffit, W.R.: Contemporary Orthodontics, 1st ed., St. Louis, The C.V. Mosby Co., pp. 228-248, 1986.
  24. Reitan, K.: Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics, *Am. J. Orthod.*, 43:32-45, 1957.
  25. \_\_\_\_\_ : Tissue rearrangement during retention of orthodontically rotated teeth, *Angle Orthod.*, 29:105-113, 1959.
  26. \_\_\_\_\_ : Tissue behavior during orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 46:881-900, 1960.
  27. \_\_\_\_\_ : Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types, *Angle Orthod.*, 34:244-255, 1964.
  28. \_\_\_\_\_ : Clinical and histological observations on tooth movement during and after orthodontic treatment, *Am. J. Orthod.*, 53:721-745, 1967.
  29. \_\_\_\_\_ : Initial tissue behavior during apical root resorption, *Angle Orthod.*, 44:68-82, 1974.
  30. Reitan, K., and Kvam, F.: Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement, *Angle Orthod.*, 41:1-14, 1971.
  31. Rodan, G.A., and Martin, T.J.: Role of osteoblasts in humoral control of bone resorption - A hypothesis, *Calcif. Tissue Int.*, 33:349-360, 1981.
  32. Robinson, R.O.: A system of positive and painless tooth movement, *Int. J. Orthod.*, 1:497-509, 1915.
  33. Rygh, P.: Elimination of hyalinized periodontal tissues associated with orthodontic

- tooth movement, *Scand. J. Dent. Res.*, 82: 57-73, 1974.
34. Schwartz, A.M.: Tissue changes incident to orthodontic tooth movement, *Int. J. Orthod.*, 18:331-352, 1932.
35. Stuteville, O.H.: A summary review of tissue changes incident to tooth movement, *Angle Orthod.*, 8:1-19, 1937.
36. \_\_\_\_\_: Injuries caused by orthodontic forces and the ultimate results of these injuries, *Am. J. Orthod.*, 24:103-119, 1938.
37. 구미숙, 박영철: 소구치 intrusion시 치근 흡수 및 회복에 대한 주사 전자 현미경적 연구, *대한교정학회지*, 18:387-406, 1988.
38. 송요선, 이기수: 백서구치의 교정적 치아 이동중 압박측 치조골의 골개조에 관한 연구, *대한교정학회지*, 19:37-43, 1989.
39. 장지우: 실험적 치아 이동시 견인측 치조골에 미치는 영향에 관한 전자 현미경적 연구, *대한교정학회지*, 14:65-74, 1984.



— ABSTRACT —

**A HISTOLOGICAL STUDY OF THE ROOT RESORPTION APPLYING  
TO INTERMITTENT AND CONTINUOUS FORCE FOR  
INCISOR INTRUSION OF DOG**

**Ji-Chul Chang, D.D.S., M.S.D., Young-Chul Park, D.D.S., M.S.D., Ph. D.**

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

The purpose of this study was to investigate the root resorption pattern in incisors in dog under intrusive orthodontic loadings of various magnitude and duration.

Intrusive forces were generated by closed coil springs. Force magnitudes were 15-30gm, 50-60gm and 80-110gm. Durations were continuous and intermittent. Intermittent duration was applied at intervals of 12 hours. The readjustment of the force was done every 4 days. The forces were maintained for 30 days. All specimens were decalcified, embedded in paraffin and stained with hematoxylin-eosin stain. Observations were made with light microscope.

The following results were obtained;

1. The continuity of root surface was ceased in all, except intermittent forced teeth with 25 gm.
2. The root resorptions, cementoclasts and cemental lacunae, were increased around periapical regions and the destructive scope of bone was deeply extended as the exerted orthodontic forces increased.
3. It was inspected that, under the same forces, root resorption and bone destruction were more deeply appeared in the continuously forced teeth than the intermittently forced ones.
4. All of the alveolar bone, showed direct and undermining bone resorptions.

## 사진 부도 설명

- 사진 5. 정상군 치근단 소견  
치근흡수, 혈관위축, 파골세포는 보이지 않음(H-E, ×40).
- 사진 6. 25gm, 12시간 적용/12시간 휴식군의 치근단 소견  
치근흡수는 보이지 않으며, 파골세포가 관찰됨(H-E, ×40).
- 사진 7. 25gm, 24시간 적용군의 치근단 소견  
치근의 연속성 단절이 관찰됨(H-E, ×40).
- 사진 8. 50gm, 12시간 적용/12시간 휴식군의 치근단 소견  
치근의 연속성 단절, 혈관 위축과 울혈이 관찰됨(H-E, ×40).
- 사진 9. 50gm, 24시간 적용군 치근단 소견  
치근의 연속성 단절, 혈관 위축과 울혈이 관찰됨(H-E, ×40).
- 사진 10. 100gm, 12시간 적용/12시간 휴식군, 치근단 소견  
치근흡수와 혈관 위축, 울혈이 관찰됨(H-E, ×40).
- 사진 11. 100gm, 12시간 적용/12시간 휴식군, 치근단 소견  
(H-E, ×100)
- 사진 12. 100gm, 24시간 적용군 치근단 소견  
심한 치근흡수와 파백아질세포, 혈관 위축, 울혈이 관찰됨(H-E, ×100)

논문 사진부도

