

백서 치아이동에 미치는 LASER의 영향에 관한 조직학적 연구

부산대학교 치과대학 교정학교실

장동수 · 이병태

I. 서 론

교정력이 치아에 가해지면 치아를 통해 치근막에 전달된다. 치근막에 전달된 교정력은 교정력이 작용된 방향에 따라 치근막 각 부위에 압박력과 견인력의 양상으로 작용하고 압박력에 의한 치조골의 흡수와 견인력에 의한 치조골의 침착이 조직반응의 결과로 일어나 치아는 이동하게 된다¹⁻⁹⁾.

그러므로 치아이동에 의한 교정치료를 시행함에 있어서 압박부의 치조골 흡수와 견인부의 치조골 침착 속도를 극대화시키기 위해서는 각 부위에 조직반응이 왕성하게 일어날 수 있도록 하여야 한다.

치아이동을 유발하는 치근막과 치조골의 조직반응은 교정력의 크기, 작용되는 시간과 양상에 따라 그 속도를 달리하는 것으로 보고되고 있다. Oppenheim과 Schwartz¹⁰⁾는 치근막의 모세혈관압에 해당되는 교정력이 가장 효율적인 조직반응을 유발하므로 치근 표면 1cm²당 20-26 gm의 교정력이 가장 적절하다고 하였다. 교정력이 작용되는 시간에 있어서 Oppenheim¹¹⁾은 단속적 힘, Schwartz¹⁰⁾는 지속적 힘이 바람직하다고 주장하였다. Stuteville¹²⁾은 교정력이 적용되는 거리가 치근막의 폭경 이하이면 매우 센 힘이 조직반응을 활발하게 유발한다고 하였다.

이와같이 적절한 교정력의 특성을 밝히려는 노력외에 조직반응 자체를 촉진시키려는 연구가

보고되고 있다. 치주조직의 골개조에 관하여는 세포의 활성화에 영향을 미칠 수 있는 부갑상선 호르몬¹²⁾, prostaglandin^{13,14)}, 외인성 전류¹⁵⁻¹⁷⁾, 그리고 치아이동에 억제적인 역할을 하는 섬유를 제거하는 supracrestal gingival fiberotomy^{18,19)}를 치아이동시에 보조적 수단으로 병용하는 방법이 제시되고 있으며, 이러한 보조적 수단이 교정력의 특성을 유지하면서 그 작용이 전신적이 아니고 치아이동 및 골개조 영역에 국한될 수 있다면 가장 이상적인 것이라는 점에서 여러 학자들의 견해는 일치하고 있다¹²⁻²⁰⁾.

최근에는 레이저의 조직반응에 대한 촉진효과가 밝혀져 왔고²²⁻²⁴⁾, 이등²⁴⁾은 저출력 레이저의 백서 골조직 창상 치유시 미치는 영향에 관한 실험적 연구에서 레이저는 창상의 교원질 형성에 영향을 미치며, 재생조직의 혈액순환을 증가시킨다고 주장하였다. 저자는 이러한 레이저의 생물학적 촉진효과가 치아이동시의 치주조직에서 일어나는 반응에서도 적용될 것으로 추측하여 이동중인 치아의 치주조직에 레이저를 조사하고 그 효과를 조직학적으로 연구 검토하였다.

II. 실험재료 및 방법

체중 280gm. 전후의 웅성 Sprague-Dawley 계 백서의 상악 좌우측에 치아이동 장치를 장착하여 제1구치가 근심으로 이동되게 하고 각각의 백서에서 좌측 혹은 우측의 편측을 실험측으로,

반대측을 대조측으로 선정하였다. 아무런 치아이동 장치도 장착하지 않은 4마리를 희생시켜 무이동군으로 하고 다른 군의 이동 양상과 비교하였다. 치아이동 장치를 장착한 이동군은 28일까지의 중간 이동 양상을 관찰하기 위하여 1일군, 2일군, 3일군, 5일군, 14일군, 28일군으로 나누었다(표1).

Table 1. Materials

Group	Number
no movement	4
1st day	4
2nd day	4
3rd day	4
5th day	4
7th day	4
14th day	4
28th day	4

백서의 상악 제1구치와 절치 사이에 치아이동 장치를 장착하기 위하여 ether로 흡입 마취시킨 후 secobarbital (40mg/kg)을 복강내 주사하여 전신마취시켰다. 치아이동 장치를 절치에 결찰할 때 결찰선이 탈락하지 않도록 하기 위하여 상악 양측 절치의 치은 경계부 상방의 치질을 V자형으로 삭제하여 notch를 형성하였다. 0.008 X 0.030인치의 closed coil spring(Rocky Mountain사 제품)을 적당한 길이로 자르고 한 쪽 끝을 0.008인치의 결찰선으로 연결하여 제1구치의 치경부를 따라 환상으로 결찰하였다. 편측의 제1구치에 결찰된 closed coil spring을 절치 부위까지 당겨 1온스의 힘이 나오게 매번 계측한 후 절단하고 형성된 절치부의 notch에 결찰하였다. 좌우 양측에 동일한 힘을 발휘하는 동일한 치아이동 장치를 장착하고 closed coil spring과 결찰선이 연조직을 자극하지 않도록 최대한 조심스럽게 마무리 하였다.

무이동군을 제외한 모든 백서의 실험측에는 GaAs를 매질로 하는 반도체 레이저인 ORAL-

ASER 1014(표2)를 주파수 47.5Hz로 매일 4분간 조사하였고 대조측에는 장착된 치아이동 장치외 다른 조치를 가하지 않았다.

각 군의 백서를 해당 일자에 희생시켜 3개의 구치를 포함한 구개를 절취하고 48시간 동안 10%중성 formalin용액에 고정시킨 후 sodium citrate를 함유한 개미산(formic acid)으로 5일간 탈회시켰다. 알코올로 탈수시켜 지납(paraffin)에 포매하고 6 micron 두께로 근원심 방향으로 절편하였으며 H-E 및 PAS염색을 시행하여 저배율로 부터 고배율로 광학 현미경상에서 관찰하였다.

Table 2. Specification of ORALASER 1014*

current	220/50 or 110/60
laser-medium	diode (GaAs)
wave-length	904nm (infrared)
laser-energy	14mW max.
laser-type	pulsation
frequency-range	30 to 10000Hz.

* Oralial Dental Produkte GMBH

III. 실험 성적

무이동군

근심 치근막과 원심 치근막의 폭경은 거의 차이를 나타내지 않고 근심근에 면한 치조골면에는 조골세포가 관찰되고 원심근에 면한 치조골면의 일부에서 정상적으로 파골세포가 골흡수면에 가까이에 있다. 근심이나 원심의 치근막에서 혈관의 직경 및 분포는 차이가 없다. 치근막 섬유는 근심과 원심의 치근막에서 느슨하게 배열되어 있다(그림 1).

1일군

대조측

압박부 백악질과 치조골 사이에 세포가 소실

된 무세포대가 나타나기 시작했다. 견인부에서는 생리적으로 존재하던 한개 내지는 두개의 파골세포가 나타나 있고 혈관의 직경이나 분포는 정상군과 거의 비슷하다. 압박부에서 무세포대에 인접한 치근막 세포는 핵이 위축되어 있다(그림 2A).

실험측

압박부에서는 대조측에 나타나기 시작한 무세포대의 출현을 볼 수는 없었다. 조골세포는 압박부와 견인부 모두에서 나타나고 부위에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 대조측에 비해서 치조골내에서 혈관 분포가 증가되고 있었다. 치간 치조골 상부의 치근막에는 염증세포가 많이 침윤되어있다(그림 2B).

2일군

대조측

압박부에서 생긴 무세포대가 1일군 보다 넓어졌다. 견인부에서는 파골세포가 여전히 관찰되고 1일군에 비해서 다수의 조골세포가 출현하였으며 혈관의 직경이 증가되어 있다. 섬유아세포는 1일군 대조측과 유사한 소견이다(그림 3A).

실험측

압박부에서 세포소실 부위가 아주 미약하게 생기기 시작하였으며 골내에는 초자질화대에 근접하여 파골세포가 한두개 나타나고 있다. 대조측에 비하여 농염된 조골세포가 견인부에서 일렬로 나타난다. 근간 치조골 상부의 치근막에서는 혈관의 직경이 대조측에 비하여 크다. 견인부에서는 치근막 섬유가 느슨하게 배열되어 있다(그림 3B).

3일군

대조측

초자질화대는 2일 대조측에 비해 더 넓어졌고 압박부에 인접한 견인측 치조골면에는 파골세포가 2일군보다 다수 증가되었다. 조골세포는 2일 대조측과 유사하게 분포되며 치조골면에서 약간 떨어져 위치되어 있다. 견인부에서는 혈관이 심하게 확장되어 있고 분열중인 섬유아세포가 나

타난다(그림 4A).

실험측

압박부에서 무세포대 주위의 치근막 세포 핵은 위축되어 있다. 근간 치조골 정상 부위에서 파골세포는 대조측에 비하여 다수 관찰된다. 조골세포는 대조측에 비하여 적게 나타난다. 근간 치조골 정상 부위에는 대조측의 혈관에 비해 아주 큰 직경의 혈관이 있다. 견인부에서의 혈관은 약간 확장되어 있으며 미세혈관의 수가 증가되어 있고 섬유아세포는 약간 신장되어 있다(그림 4B).

5일군

대조측

압박부에는 3일군 대조측과 유사한 크기의 초자질화대가 있다. 근간 치조골 정상 부위에는 약간의 파골세포가 관찰되었다. 조골세포는 3일군 대조측과 유사하게 치조골면에 있다. 근간 치조골 상단의 견인부 치근막에서 혈관 직경은 3일군 대조측에 비하여 확장되어 있다(그림 5A).

실험측

3일군 실험측에 비하여 광범위한 초자질화대가 나타나고 있으며, 근간 치조골의 상단의 견인부 치조골면에서 초자질화대 가까이로 파골세포가 아주 많이 나타난다. 근간 치조골 하부의 견인부에서도 약간의 파골세포가 관찰된다. 조골세포는 대조측에 비해서 치조골면에 가까이 위치하고 있다. 견인부에는 3일군 실험측에 비해서 혈관 확장이 더욱 심하나 압박부의 초자질화대 하방에서는 2일군 실험측의 혈관 확장도와 유사한 정도로 혈관이 확장되어 있다. 견인부 치근막섬유가 신장되어 있고 섬유아세포의 핵이 대조측에 비해 농염되어 있다(그림 5B).

7일군

대조측

초자질화대는 5일군 대조측 및 7일군 실험측에 비하여 넓게 분포되어 있으면서 파골세포는 압박부의 초자질화대 하방과 근간 치조골의 견

인부에서 많이 출현된다. 조골세포는 5일군 대조측에 비해서 치조골면에 더욱 가까이 위치한다. 견인부에서 혈관직경은 약간 확장되어 있다(그림 6A).

실험측

압박측에서 초자질화대는 계속 넓게 관찰된다. 파골세포는 초자질화대에 인접한 부위에서 대조측과 비슷한 정도로 있고 견인부에도 여전히 파골세포가 있어서 대조측과 유사하다. 치조골면에는 조골세포 주위에 유골조직이 관찰된다. 5일군 실험측 및 7일군 대조측에 비해서 혈관이 확장되어 있다(그림 6B).

14일군

대조측

압박측에서는 7일군 대조측보다 작지만 넓은 부위의 초자질화대가 관찰된다. 근간 치조골 상단의 골흡수면에서와 초자질화대 하방의 골흡수면을 따라서 약간의 파골세포가 관찰된다. 견인부 골면에 가까운 조골세포는 7일군 대조측보다 많이 나타나고 조골세포와 골면 사이에서는 유골조직이 관찰된다. 견인부 치근막에서 섬유가 신장되어 있고 치근막 폭경이 넓다(그림 7A).

실험측

압박부에는 2일군 대조측에 해당될 정도의 초자질화대가 관찰되고 치조정 부위에는 골이 흡수된 양상과 파골세포가 있으며 초자질화대 하방에서 약간의 파골세포가 관찰된다. 14일군 대조측에 비하여 유골조직층이 두꺼우며 조골세포들이 유골조직층에 인접하여 관찰된다. 혈관 직경은 약간 증가되어 있고 2일군 실험측과 3일군 실험측에서 관찰되는 혈관의 중간 정도 크기의 혈관이 관찰된다. 대조군에 비해서 치근막섬유의 신장도는 저하되고 치근막 폭경은 정상군과 유사하다(그림 7B).

28일군

대조측

압박부에서 초자질화대는 14일군 대조측에 비하여 넓으며 초자질화대 인접한 곳에는 골흡수

가 진행되고 있다. 견인부에는 조골세포의 바로 하부에 유골조직이 있고 일부 신생골로 된 부분도 관찰된다. 견인부 치근막 폭경은 무이동군의 치근막 폭경과 유사하다. 혈관의 직경이나 분포는 14일군 대조측과 유사하다(그림 8A).

실험측

압박부에서는 초자질화대가 감소되고 있으며 대조군에 비해서 치조골 흡수가 많이 일어나 있다. 견인부 치조골면을 따라서 신생골의 형성은 대조군과 거의 유사한 정도이며 혈관이 미약하게 확장된 상태로 관찰된다(그림 8B).

IV. 고 안

Laser란 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation이라는 원어의 합성으로서 “유도방출에 의한 증폭된 빛”이란 의미다. 1960년 Maiman²⁵⁾이 루비 결정을 사용하여 최초로 단색의 적색 레이저 발진에 성공한 이래로 레이저에 관한 많은 연구가 있었다. Svelto²⁶⁾가 연구 발표한 레이저광선의 성질은 자연광과는 달리 단색성, 규칙성, 지향성 및 고휘도의 특성이 있다고 하였다. 그 후 의학과 치의학 분야에 대한 연구가 진행되어 Mester¹⁷⁾, Kami²³⁾에 의해 밝혀진 바에 의하면 조직 치유에 대한 레이저의 영향은 주로 혈관 신생에 대한 자극 효과가 크며, 상피세포의 증식과 염증반응의 조기 소실 및 섬유아세포의 교원질 생성 촉진 효과가 있다. Tang¹²⁾등, 그리고 이²²⁾은 골절 치유과정에 저출력 레이저를 조사하며 혈병 흡수가 촉진되고 증가된 신생 모세혈관으로 혈액을 왕성하게 공급될 수 있었으며 칼슘의 축적이 빨라지고 섬유아세포 및 연골세포의 활성이 증가되었으며 파골세포가 조기 출현되어 골조직의 재형성이 촉진된다고 보고하였다.

교정력을 가하지 않은 상태의 치근 원심에 면한 치조골면에서 파골세포가 존재하며 골소주들이 편중되어 있고 근심에 면한 치조골면에서 조골세포가 출현하는 것은 본 실험에서 채택한 실험동물이 생리적으로 원심이동하기 때문인 것으로 사료된다. Macapanpan²⁸⁾, Kronman⁴⁾, Reitan과 Kvam²⁹⁾ 이 연구 보고한 바에 의하면

귀에서는 구치가 생리적으로 원심이동하며 치아가 원심으로 이동하는 것에 대한 치조골 개조반응으로 인해서 생리적으로 일정한 치근막 간격을 유지하게 된다.

Oppenheim¹⁾과 Schwartz¹⁰⁾는 가장 적절한 교정력의 크기는 모세혈관압에 해당될 정도로 치근면적에서 평방 Cm당 20-26gm이라고 하였으며 적절한 교정력을 사용하면 압박측에서는 파골세포 작용에 의한 골흡수와 견인측의 조골세포 작용에 의한 골침착이 촉진된다고 보고하였다. 귀를 이용한 Waldo³⁰⁾의 연구에서는 80-120gm, 임⁷⁾은 60gm, 이⁸⁾는 guinea pig에서 35gm, 사람의 소구치에 교정력을 가해 연구한 Kvam³¹⁾은 50gm의 교정력을 사용하더라도 치주조직에 대해서는 과도한 교정력이라고 했다. 본 실험에서는 임의 연구에서 사용한 힘의 반도 않되는 1온스의 교정력을 가했으나 1일군 대조측의 압박부에서 초자질화대가 형성되는 것으로 보아서 1온스의 교정력은 귀의 구치에 대해서 약간 과도한 교정력이라고 사료된다.

일반적으로 교정력이 치아에 가해지면 압박부 견인부가 생기고 압박부 치근막 부위에서는 혈액량이 감소하며 초자질화대가 출현되고 견인부에서는 조골세포와 섬유아세포가 출현하여 골형성에 기여한다고 알려져 있다^{4,28,32,33)}.

3일군 실험측 압박부의 초자질화대에 인접한 부위에서는 초자질화대를 향하여 혈관의 침윤이 관찰되었으며 견인부 혈관 직경은 대조측에 비하여 증가되어 있으면서 내부에는 적혈구가 충만되어 있다. 시일이 경과할수록 혈관의 직경이 팽창하였고 미세혈관의 수가 증가되었다. 이러한 사실은 Packman³⁴⁾의 압박측에서 혈액량이 감소된다는 주장과 hamster를 대상으로 30분과 1시간동안 힘을 가한 경우에 견인측 치주인대의 혈액공급이 증가되어 세포와 섬유의 생성에 도움을 주었다는 Kuftinec³⁵⁾의 연구 결과와 유사한 소견이다. 그런데 골절 치유과정에 저출력 레이저를 조사한 Tang^{등²¹⁾}, Mester^{등²⁷⁾}, 이^{등²²⁾}은 레이저 조사에 의해 신생 모세혈관의 생성이 증가되고 증가된 혈관으로 혈액이 왕성하게 공급된다고 보고하였고 본 실험의 실험성과 유사한 소견이다.

본 실험에서는 교정력이 치아에 가해진 후 대조측의 압박부에서 초자질화대는 1일군에 출현되어 큰 변화없이 28일군에서도 출현되어 있으나 실험측 1일군에서는 관찰되지 않으나 2일군에는 미세하게, 3일군에서는 대조군과 같은 정도로, 14일군은 대조측에 비해서 아주 작은 폭경으로, 28일군에서는 거의 소실된 상태로 관찰되었다. Reitan³⁶⁾은 초자질화란 힘이 가해지는 치근막 부위에서 일어나는 반응으로서 대부분의 핵이 사라져서 무세포대의 형태로 관찰되며 일부 남은 핵은 위축된다고 했다. Zaki와 Huysen³⁷⁾은 교정력을 가한 후 4시간에서 6시간, Macapanpan²⁸⁾은 3시간에서 6시간 사이에, Kronman⁴⁾은 1일 경과시 압박부 치근막에서 초자질화대가 출현한다고 보고하여 본 연구의 대조측 1일군에 초자질화대가 출현한 것과 같으나 실험측 2일군에 초자질화대가 출현하는 것과는 다른 소견이다. 실험측에서 초자질화대의 출현이 늦은 것은 심하게 과도하지 않은 light force가 가해지는 상태에서 혈관의 확장 및 혈액량의 증가로 치근막 부위의 모세혈관압이 증가된 결과로 사료된다.

Zaki와 Huysen³⁷⁾은 혈관이나 골소주로부터 유래된 미분화간엽세포는 초자질화가 일어난 부위로 들어가서 조직 재형성에 기여한다고 하였으며, Kvam³¹⁾은 초자질화대 부근의 교원섬유는 acid hydrolase와 같은 효소에 의한 가수화가 일어나 분해되며 잔여 세포성분과 분해된 조직은 주로 대식세포의 작용에 의해 제거된다고 하였으나, Ten Cate³⁸⁾에 의하면 섬유아세포는 교원섬유의 형성 및 제거에도 관여하여 초자질화대의 중앙부에서 섬유조직을 전체적으로 교환하는 역할을 한다고 하였다. 14일군 실험측에서 초자질화대의 넓이가 작아지고 있는 것은 초자질화대가 소실되고 있는 것으로 생각되나 어떠한 세포가 초자질화대의 제거에 주로 작용하는가는 알수 없었다.

Rygh³⁹⁾는 초자질화대가 형성되는 동안 치근막 섬유가 압박을 받아서 세포 핵의 위축과 소실이 야기되고 분해된 모세혈관과 섬유의 교환이 일어난다고 했고, Reitan³⁶⁾은 압박부 치근막에서 교원섬유가 젤리상의 기질과 구분되기 어렵

지만 섬유질의 고유 성분은 변화가 없다고 하였으며 세포 파괴와 모세혈관의 손상으로 인해서 미약한 염증반응이 나타난 후에 초자질화대 근처에서 새로운 모세혈관과 결합조직 세포가 형성된다고 했다. 대조측과 실험측의 초자질화대 부근에서 핵이 농염된 세포와 혈관 확장이 관찰되는 것은 Reitan³⁶⁾의 연구 보고와 같은 소견이며 실험측이 대조측에 비해서 혈관확장 정도가 심한 것은 Tang^{등²¹⁾}, 이^{등²²⁾}의 연구 보고와 같은 소견이다.

Reitan³⁶⁾은 치아에 가해진 압력에 의해 일단 골흡수가 시작되면 치아에 가해진 압력이 사라지더라도 10일에서 12일정도 골흡수가 지속된다고 하였다. 구치가 생리적으로 원심으로 이동하는 실험동물에서 근심으로 당기는 힘이 구치에 가해지더라도 7일군 대조측의 견인부 치조골면에 파골세포가 잔존하고 있는 것은 Reitan³⁶⁾이 밝힌 파골세포의 지속적인 작용이란 관점과 같은 소견이다. 3일군, 5일군, 7일군 실험측에서는 생리적으로 존재하던 파골세포의 작용이 대조군에 비해서 더욱 강하게 나타났고 Tang^{등²¹⁾}, 이^{등²²⁾}, Kami^{등²³⁾}, Mester^{등²⁷⁾}은 레이저 조사에 의해 세포의 활성화도가 증가한다고 보고하여 본 실험의 성적과 유사한 견해를 보였다.

5일군에서는 대조측과 실험측의 초자질화대에 인접한 치근막과 골소주의 초자질화대에 인접한 부위에서 그리고 압박측에 인접한 치밀골의 골막에서도 골흡수부 표면에 있는 파골세포를 관찰할 수 있었다. Reitan과 Kvam²⁹⁾의 연구 보고에 의하면 초자질화대에 인접한 치근막과 골소주에서 초자질화대를 향한 파골세포의 골흡수 양상은 사람, 원숭이, 개 등에서 일반적으로 관찰되는 잠식성 골흡수 양상이나 치밀골막에서의 골흡수는 귀에서만 관찰되는 특이한 잠식성골흡수의 형태라고 하였다.

견인부 초기 반응으로 치근막 섬유의 신장이 일어나는데 이는 치근막 섬유의 신장과 주위혈관의 확장으로 혈액 공급량이 증가되어 유사세포분열이 활발히 일어나며 섬유아세포와 골아세포의 수가 증가한다고 알려져 있는 Macapanpan²⁸⁾의 견해와 일치되는 소견이다. Reitan³⁶⁾, Koumas와 Matthews³⁾는 섬유의 견인측 부위에

서 신생골이 형성되기 전에 유골조직이 골면에 나타나고 압박측에서의 잠식성 골흡수가 완료된 후에 유골조직 형성이 활발해지며 초기에 형성되었던 유골조직층은 석회화가 먼저 되나 표층에 있는 신생 유골의 석회화는 신생 속골(bundle bone)이 적절한 두께가 된 후에 일어난다고 하였다. 본 연구에서 14일군의 유골조직이 28일군에서는 석회화된 골조직으로 변화되어 치조골의 일부가 되었다고 사료된다.

Baumrind⁴⁰⁾에 의하면 교정력을 치아에 가했을 때 압박-견인설의 기전에 의해 치아가 치근막내에서 이동하며 압박과 견인으로 인해서 혈류의 속도와 치주인대 섬유의 장력 변화가 유발되어 치아 이동이 일어난다. 즉 압박부에서는 맥관계의 압박으로 인해서 세포 재형성이 저하되고 견인부에서는 치근막 섬유속이 신장되고 맥관계의 확장으로 인해서 골아세포와 섬유아세포의 형성이 촉진된다. 섬유의 관점에서 보면 압박부에서는 섬유의 재형성이 감소되면서 섬유조직이 파괴되나 견인부에서는 섬유재형성이 촉진된다. 치아이동중에 저출력 레이저를 조사한 실험 결과 단기간 동안 미세혈관 확장 및 신생 정도가 증가되었으며 세포변화가 촉진된 것은 조직 치유시 저출력 레이저를 조사에 의한 효과를 밝힌 Tang^{등²¹⁾}, 이^{등²²⁾}의 연구보고와 같은 소견이다.

치아 이동시 레이저 조사에 의해 야기되는 치주조직의 변화를 살폈는데 향후 임상적인 적용 여부는 레이저 조사시의 치아 이동 속도에 대한 연구와 현재까지 알려진 치아 이동 속도를 증진시키는 방법들과의 상호 비교를 통한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

치아 이동시 저출력 레이저 조사가 치주조직에 미치는 영향에 대해 관찰하기 위해 32마리의 웅성 백서를 실험동물로 사용하여 상악 좌우측 제1구치에 1온스의 교정력을 적용하여 제1구치가 근심으로 이동되게 하고 각각의 백서에서 좌측 혹은 우측의 편측을 실험측으로, 반대측을 대조측으로 선정하였다. 실험군에서는 교정력을

가하면서 레이저를 조사하고 대조측에서는 교정력만 가했다. 무이동군, 1일, 2일, 3일, 5일, 7일, 14일, 28일의 실험기간 동안 치아 이동시 레이저 조사에 의한 치주조직의 변화를 관찰한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

레이저의 생체반응 촉진효과에 의해

- 1) 초자질화대는 늦게 형성되어 조기에 소실되었다.
- 2) 잠식성 골흡수 (undermining bone resorption)는 빨리 일어난다.
- 3) 유골조직의 침착과 석회화는 조기에 된다.
- 4) 가장 현저한 조직 변화는 신생혈관의 증가와 혈관 확장현상이다.

REFERENCES

1. Oppenheim, A.: Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration, *Am. J. Orthod.*, 28, 263 (1942).
2. Reitan, K.: Tissue behavior during orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 46, 881 (1960).
3. Koumas, H. and Matthews, J.L.: Effect of pressure on the formation of collagen in the periodontal ligament, *Am. J. Orthod.*, 56, 604 (1969).
4. Kronman, J.H.: Tissue reaction and recovery following experimental tooth movement, *Angle Orthod.*, 41, 125 (1971).
5. Zaki, A.E. and Van Huysen, G.: Histology of the periodontium following tooth movement, *J. Dent. Res.*, 42, 1373 (1963).
6. Rygh, P.: Ultrastructural changes in tension zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 70, 269 (1976).
- 7) 임진환: 실험적 치아이동시 나타나는 백서 치주조직의 변화에 대한 조직학적 및 조직화학적 연구, *대한치과교정학회지*, 6, 33(1976).
- 8) 이인환: Guinea pig에서 실험적 치아이동에 따른 압박측 치아 주위 조직의 변화에 관한 전자현미경적 연구, *대한치과교정학회지*, 13, 165(1983).
- 9) 장지우: 실험적 치아 이동시 견인측 치주조직에 미치는 영향에 관한 전자현미경적연구, *대한치과교정학회지*, 14, 65(1984).
10. Graber, T.M.: *Orthodontics-Principles and practice*, 3rd ed. (Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1972), 488-527.
11. Stuteville, O.H.: Injuries to the teeth and supporting structures caused by various orthodontic appliances and methods of preventing these injuries, *J. Am. Dent. Assoc.*, 24, 1494 (1937).
- 12) 이기수, Davidovitch, Z., Zwilling, B. S., Lanese, R.P. and Shanfeld, J.L.: 교정적 치아 이동시 부감상선 홀몬이 긴장측 세포의 cAMP 농도에 미치는 영향, *대한치과교정학회지*, 16, 51(1986).
- 13) 강봉기: Prostaglandin E₂가 백서 의치아이동시 치조골 흡수에 미치는 영향에 관한 연구, *대한치과교정학회지*, 13, 147(1983).
14. Yamasaki, K., Shibata, Y., Imai, S., Tani; Y., Shibasaki, Y. and Fukuhara, T.: Clinical application of prostaglandin E₁ (PGE₁) upon orthodontic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 85, 508 (1984).
15. Davidovitch, Z., Finkelson, M.D., Steigman, S., Sharfeld, J.L., Montgomery, P.C. and Korostoff, E.: Electric currents, bone remodeling and orthodontic tooth movement part I. and II. - Increase in rate of tooth movement and periodontal cyclic nucleotide level by combined force and electric current, *Am. J. Orthod.*, 77, 14 (1980).
- 16) 김종태, 김종수, 양원식: 교정력 및 외인성 전류가 고양이 치조골의 prostaglandin E₂에 미치는 영향에 관한 연구, *대한치과교정*

- 학회지, 14, 203(1984).
- 17) 김영복, 이종은, 양원식 : 외인성 전류가 교양이 치조골의 cyclic nucleotides에 미치는 영향에 관한 연구, 대한치과교정학회지, 14, 187(1984).
 18. Glenn, R.W., Weiner, A.D., Wentz, F.M., and Krejci, R.F.: The effect of gingival fibrotomy on orthodontic cuspid retraction in cats, *Angle Orthod.*, 53, 320 (1983).
 19. Tuncay, O.C., and Killiany, D.M.: The effect of gingival fibrotomy on the rate of tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 89, 212 (1986).
 20. Mostafa, Y.A., Weeks-Dybvig, M. and Osdoby, P.: orchestration of tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 83, 245 (1983).
 21. Tang, X.M. and Chai, B.P.: Effect of CO₂ laser irradiation on experimental fracture healing: A transmission electron microscope study, *Laser Surg. Med.*, 6, 346 (1986).
 - 22) 이강주, 김태규 : 저출력 레이저 조사가 백서 하악골 골질 치유에 미치는 영향, 부산치대논문집, 3, 69(1986).
 23. Kami, T. et al.: Effects of low-power diode lasers on flap survival, *Ann. Plast. Surg.*, 14, 278 (1985).
 - 24) 김기석, 김영구, 정성참 : 저출력 레이저 광선이 백서 연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한구강내과학회지, 10, 91(1985).
 25. Maiman, T.H.: Stimulated optical radiation in ruby, *Nature*, 187, 493 (1960).
 26. Svelto, O.: Principles of laser, 2nd ed (N.Y.: Plenum Press, 1982), 269-294.
 27. Mester, E. et al.: Effects of laser rays wound healing, *Am. J. Surg.*, 122, 532 (1971).
 28. Macapanpan, L.C., Weinman, J.P., and Brodie, A.G.: Early tissue changes following tooth movement in rats, *Angle Orthod.*, 24, 79 (1954).
 29. Reitan, K., and Kvam, E.: Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement, *Angle Orthod.*, 41, 1 (1971).
 30. Waldo, C.M. and Rothblatt, J.M.: Histologic response to tooth movement, *J. Dent. Res.*, 33, 481 (1954).
 31. Kvam, E.: Organic tissue characteristics on the pressure side of human premolars following tooth movement, *Angle Orthod.*, 43, 18 (1973).
 32. Salzman, J.A.: Orthodontics in daily practice, Philadelphia: Lippincott, 1974), 592-615.
 33. Gottlieb, B.: Some histologic facts useful in orthodontic practice, *Am. J. Orthod. and O.S.*, 28, 67 (1942).
 34. Packman, H., Shoher, I., and Stein, R.S.: Vascular responses in human periodontal ligament and alveolar bone detected by photoelectric phlethysmography the effect of force application to the tooth, *J. Period.*, 48, 194 (1977).
 35. Kuftinec, M.M.: Vascular changes due to the application of force to the molar teeth in hamsters, *J. Dent. Res.*, 47, 916 (1968).
 36. Graber, T.M., and Swain, B.F.: ORTHODONTICS-Current principles and techniques, (St. Louis: Mosby, 1985), 101-192.
 37. Zaki, A.E., and Van Huysen, G.: Histology of the periodontium following tooth movement, *J. Dent. Res.*, 42, 1373 (1963).
 38. Ten Cate, A.R., and Freeman, E.: The role of fibroblast in the remodeling of periodontal ligament during physiologic tooth movement, *Am. J. Orthod.*, 69, 155 (1976).
 39. Rygh, P.: Elimination of hyalinized periodontal tissues associated with orthodontic tooth movement, *Scand. J. Dent. Res.*, 82, 57 (1974).
 40. Baumrind, S.: A reconsideration of the

– Abstract –

A HISTOLOGIC STUDY ON THE EFFECT OF LASER ON THE PERIODONTIUM OF THE ORTHODONTICALLY MOVED TOOTH OF RAT

Jang Dong-Soo, D.D.S., Rhee, Byung Tae, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Pusan National University

This study was performed to evaluate the effect of low-power laser irradiation on the periodontium of the orthodontically moved tooth of rat.

The experimental materials were 30 male rats. Orthodontic appliances were placed bilaterally between maxillary first molar and incisor teeth and the force was 1 Oz.

Experimental animals were divided into eight groups as follows: no movement, 1st, 2nd, 3rd, 5th, 7th, 14th, and 28th day groups. In all experimental animals except no movement group, low-power laser was irradiated on the unilateral maxillary first molar (experimental side), but on the contralateral side, only orthodontic force was applied (control side).

The histologic effects of laser on the periodontium of the orthodontically moved tooth on the consecutive experimental days were as follows:

In the experimental side, by the biostimulating effect of laser,

1. Hyalinized tissue was formed later and eliminated earlier than in the control side.
2. Undermining bone resorption was occurred earlier than in the control side.
3. More osteoid tissue was deposited and calcified earlier than in the control side.
4. The most prominent changes were formation of new blood vessels and dilatation of old blood vessels.

EXPLANATION OF MICROPHOTOGRAPH

- Fig. 1.** No movement group, H-E stain, (X40)
- Fig. 2A.** 1st day group, control side, H-E stain, cross section, (X40)
- Fig. 2B.** 1st day group, experimental side, pressure portion, H-E stain, (X100)
- Fig. 2C.** 1st day group, experimental side, tension portion, H-E stain, (X100)
- Fig. 3A.** 2nd day group, control side, PAS stain, (X100)
- Fig. 3B.** 2nd day group, experimental side, H-E stain, (X100)
- Fig. 4A.** 3rd day group, control side, H-E stain, (X100)
- Fig. 4B.** 3rd day group, experimental side, H-E stain, (X100)
- Fig. 5A.** 5th day group, control side, H-E stain, (X40)
- Fig. 5B.** 5th day group, experimental side, H-E stain, (X40)
- Fig. 6A.** 7th day group, control side, H-E stain, (X40)
- Fig. 6B.** 7th day group, experimental side, pressure portion, H-E stain, (X40)
- Fig. 6C.** 7th day group, experimental side, tension portion, (X40)
- Fig. 7A.** 14th day group, control side, H-E stain, (X40)
- Fig. 7B.** 14th day group, experimental side, H-E stain, (X40)
- Fig. 8A.** 28th day group, control side, H-E stain, (X100)
- Fig. 8B.** 28th day group, experimental side, tension portion, H-E stain, (X100)



Fig. 1



Fig. 2A

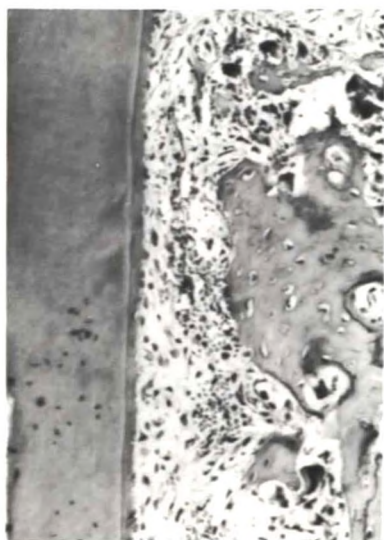


Fig. 2B

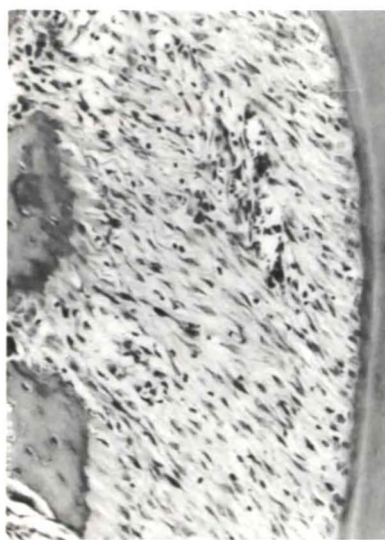


Fig. 2C

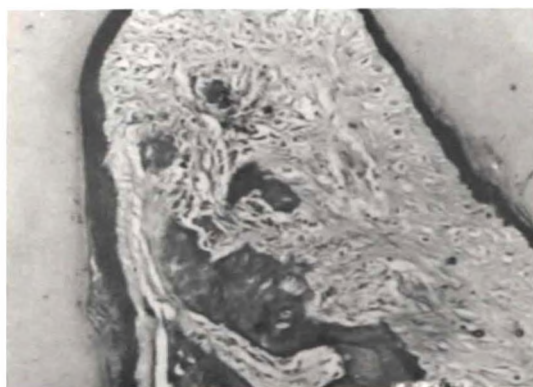


Fig. 3A

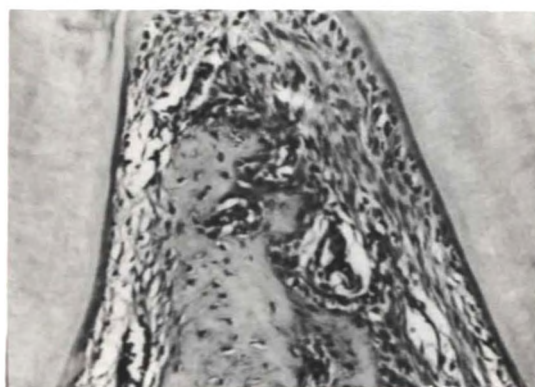


Fig. 3B



Fig. 4A

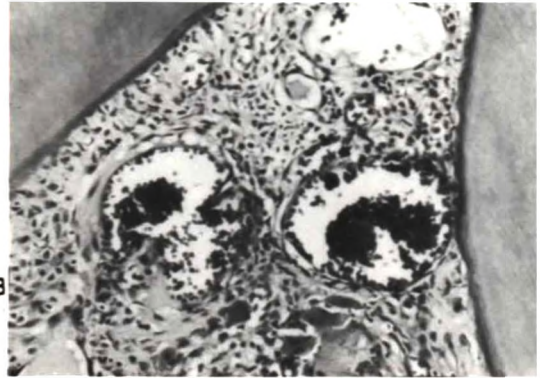


Fig. 4B



Fig. 5A



Fig. 5B

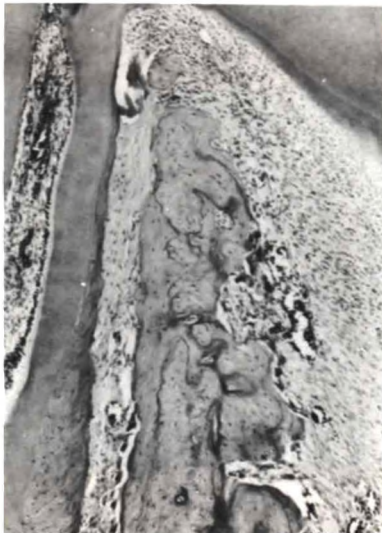


Fig. 6A



Fig. 6B

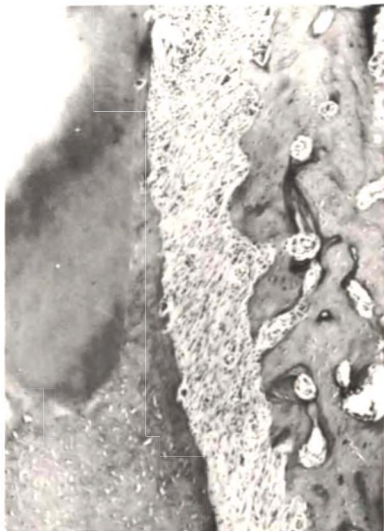


Fig. 6C

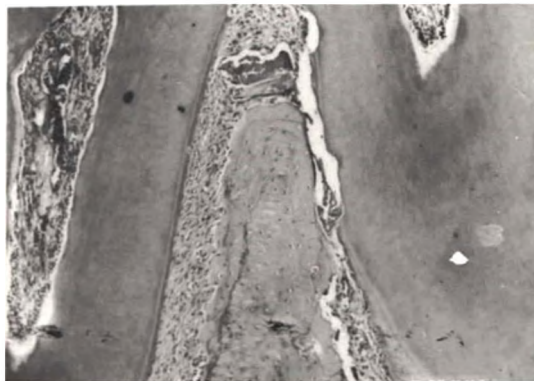


Fig. 7A



Fig. 7B

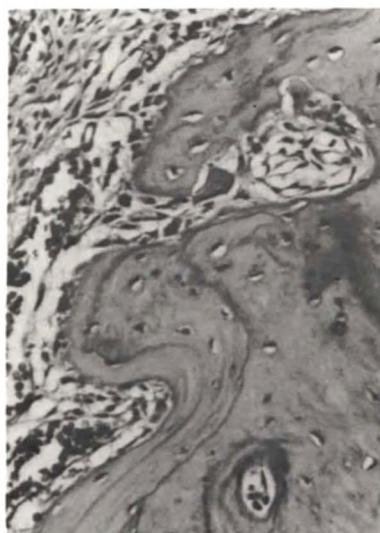


Fig. 8A

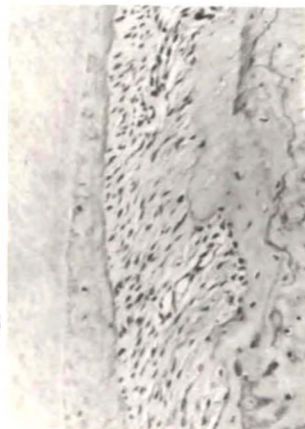


Fig. 8B