

LASER 조사가 과도한 교정력에 의한 백서 치아이동에 미치는 영향에 관한 조직학적 연구

부산대학교 치과대학 교정학교실

허 택 · 이병태

— ABSTRACT —

A HISTOLOGIC STUDY ON THE EFFECT OF LASER IRRADIATION ON THE TOOTH MOVEMENT BY HEAVY FORCE

Huh, Taek, D.D.S., M.S.D., Rhee, Byung Tae, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Dept. of Orthodontics, College of Dentistry, Pusan National University.

This study was performed to observe the histologic effects of laser irradiation on the tooth movement by heavy force.

Experimental animals were 24 male rats of Spargue-Dawley strain. Experimental tooth moving appliance was placed bilaterally on the maxillary first molar and incisor teeth, and 3 Oz. force was applied.

Rats were divided into 6 groups as the following; 1st, 2nd, 3rd, 5th, and 14th day groups, and each group was consisted of 4 rats.

Laser was irradiated around the unilateral maxillary first molar, chosen as an experimental side. Contralateral side as a control side, only orthodontic force was delivered.

At the end of experimental period, specimen was obtained on the maxillary first molar and surrounding tissue and prepared for light microscopic examination.

The results by laser irradiation were as the following;

1. Leakage of blood, wide cell free zone, undermining bone resorption and destruction of periodontal ligaments, that are characteristics of tissue reaction by heavy force, were reduced.
2. Dilation of blood vessels and formation of new capillaries were increased.
3. The appearance of osteoclasts and osteoblasts was expedited and the number of these cells were increased.
4. New bone formation was accelerated.

I. 서 론

신속하고 위해작용이 없는 치아이동은 교정치료에서 가장 바람직한 것이다. 교정력이 치아에 가해지면 압박측에서는 치주조직의 압박, 초자질화대의 형성과 골흡수가, 견인측에서는 치주조직의 신생과 신생골 첨가가 일어나는데 이러한 골조직 개조를 초래하는 기전에 대해서는 치주조직의 활성화에 근거를 둔 이론¹⁾과 교정력에 의한 치조골 변형에 근거를 둔 이론²⁾이 알려져 있다.

교정장치에 의한 기계적인 힘은 치주조직의 세포들을 활성화시켜 골조직의 개조(remodeling)를 야기하고 이에 따라 치아는 새로운 위치로 이동하게 되는데³⁾ 이렇게 생물학적인 활성을 증진시켜 가장 빠른 치아이동을 도모하는 기계적인 힘을 Oppenheim⁴⁾은 optimum force라는 표현으로 Jarabak⁵⁾은 light force라고 설명하면서 여기에는 기계적인 요소 뿐만 아니라 골면의 형태와 같은 해부학적인 요소가 관여한다고 주장하였다.

과도한 교정력이 가해지면 조직학적으로는 괴사성초자질화대와 치조골의 괴사, 초자질화대에 인접한 백악질에 소와(lacunae)가 생긴다. 교정력이 증가함에 따라 초자질화대의 저속시간이 길어지고 교원섬유(collagen fibrils)가 소실되거나 분해되어 혈관계의 파열이 일어난다. 이 때의 광범위한 초자질화대는 치아이동을 저지시키며 치근흡수를 일어나게 한다고 알려져 있다.^{4, 6, 7)} 기계적인 힘외에 Prostaglandin^{8, 9)}, 부갑상선홀몬^{3, 10)}, 외인성 전류¹¹⁻¹³⁾, Vitamin-C¹⁴⁾, Vitamin-D¹⁵⁾, 온도변화¹⁶⁾등이 세포활성을 증진시켜 조직 반응을 촉진시킬 수 있는지 여부를 파악하기 위한 연구가 보고된 바 있다.

Laser는 단일의 주파를 갖는 강력한 energy를 한 점에 집중시킬 수 있어 그 파괴력을 군사적 목적으로 사용할 수도 있으나 의학분야에서도 1961년 이후 계측, 검사, 진단 및 치료에 이용하고 있으며¹⁷⁾ 치의학 영역에서도 치아우식증의 제거 및 예방^{18, 19)}, 창상의 치유촉진^{20, 21, 22)}, 근관치료²³⁾, 구강연조직 질환의 치료^{24, 25)}, 통통 완화²⁶⁾등에 사용할 수 있는 가능성이 대하여 연구가 진행되었고 특히 저주파수의 soft-laser는 조직내 혈류의 증가, 생체내 활성물

질의 생성, 면역기능의 향상, 세포분열의 촉진, collagen 합성증가, 신생혈관생성의 촉진 등의 생체자극 효과가 있다는 보고가 있다.^{27, 28)}

이에 저자는 저출력 soft-laser에 의한 세포활성의 증진과 이에 따른 조직대사의 촉진이 신속한 치아이동과 과도한 교정력에 의한 위해작용의 감소목적으로 사용될 수 있는 가능성을 알아보기 위하여 과도한 교정력이 가해지고 있는 치주조직에 laser를 조사하고 교정력만이 가해진 대조군과 조직학적으로 비교 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

체중 280gm. 전후의 웅성 Sprague-Dawley계 백서 24마리를 실험동물로 선정하여 교정력 적용과 laser 조사를 시행한 후 1일, 2일, 3일, 5일, 7일, 14일에 각각 4마리씩을 회생하였다.

나. 실험방법

실험동물의 구강내에 치아이동장치를 장착하기 위해서 ether를 흡입시킨 후 단작용성 barbiturate인 secobarbital(40mg/Kg)을 복강내 주사하여 전신마취 하였다. 우선 상악 양측 절치의 치은 경계부 상방에 V자형의 notch를 부여하여 결찰선이 탈락되지 않도록 하였다. 직경 0.008인치의 결찰선을 상악 제1구치와 상악 제2구치의 인접면 부위에 삽입하여 제1구치의 치경부를 환상으로 둘러싸고 그 후에 0.008×0.030인치의 closed coil spring(R. M. F-29)을 연결하였으며 결찰선이 구개, 협점막, 혀 등의 연조직을 자극하지 않도록 끝 부분을 조정하여 coil spring하방으로 밀어 넣었다. 그리고 절치에는 앞서 형성해 둔 undercut에 적합되도록 동일 규격의 결찰선으로 결찰하였으며 구치와 연결된 closed coil spring을 Dontrix measure로 계측하여 3온스의 힘이 발휘되게 하였다.

백서의 좌측 혹은 우측을 번갈아 실험측으로 선정하고 GaAs를 매질로 하는 반도체 레이저인 ORALASER 1014 (Oralia Dental Produkte GMBH)

(표 1)를 주파수 47.5Hz에 고정하여 매일 4분씩 각 군의 실험 일시에 해당되게 조사하였다. 실험측의 반대편을 대조측으로 하여 laser는 조사하지 않고 closed coil spring에 의한 동일한 교정력을 가하였다.

구치를 포함한 구개를 절취하여 48시간 동안 10% 중성 formalin 용액에 고정시킨 후 sodium citrate를 함유한 개미산(formic acid)에서 5일간 탈회시키고 통법에 의하여 조직표본을 제작한 후 H-E 중염색하여 광학현미경으로 관찰하였다.

Table 1. 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 10,000 Hz.

* Oralia Dental Produkte GMBH

III. 실험성적

1일군 소견

• 대조측

압박부에서는 치근막 폭경이 협소해지고 부분적으로 심한 혈액 유출양상이 보이며 치조골면을 따라 조골세포로 추측되는 핵이 놓엄된 세포가 배열되어 있고 약간의 무세포대(cell free zone)가 나타났다. 견인부에서는 파골세포가 보이며 치근막 폭경이 확대되었다(그림 1).

• 실험측

압박부에서는 대조측과 마찬가지로 치근막의 간격이 협소해지며 무세포대가 나타난다. 견인부에서도 대조측과 유사한 양상을 보인다(그림 2).

2일군 소견

• 대조측

압박부에서는 아직도 치근막 부위에 유출된 혈액이 보이며 1일군은 대조측에 비해 무세포대가 더욱 넓어졌다. 견인부에서는 파골세포가 간혹 관찰되었다(그림 3).

• 실험측

압박부에서는 무세포대가 1일군에 비해 약간 넓어졌으나 중심부위로 부터 멀리 떨어진 부위에서 혈관 확장과 신생혈관이 관찰되었으며 견인부에서는 치근막 폭경이 확대된 상태에서 조골세포가 출현하였다(그림 4).

3일군 소견

• 대조측

압박부에서 아직 유출된 혈액이 나타나고 무세포대가 더욱 확장되었으며 치조골의 파피가 관찰되었다. 간혹 치조골 표면에 파골세포가 보이며 그 주위에 약간의 신생혈관이 관찰되었다. 견인부에서는 치근막 폭경이 증가되고 조골세포가 관찰되기 시작하였다(그림 5).

• 실험측

압박부에서는 2일군의 실험측보다 현저하게 파골세포가 증가되었고 Howship's lacunae가 관찰되었다. 무세포대의 범위는 2일군과 바슷하였으며 혈액유출, 골흡수, 치근막 파열은 관찰되지 않았다. 견인부에서는 조골세포가 관찰되었고 그 부근의 혈관확장 및 신생혈관 증식이 현저하였다(그림 6).

5일군 소견

• 대조측

압박부에서는 유출된 혈액이 계속 관찰되며 파골세포가 나타나고 무세포대의 범위가 넓어졌다. 견인부에서는 조골세포가 형성한 osteoid가 관찰되었고 혈관확장이 있었다(그림 7).

• 실험측

압박부에서는 치조골면을 따라 파골세포가 현저히 증가되었으며 다수의 Howship's lacunae가 관찰되었다. 견인부에서는 혈관확장과 신생혈관, 조골세포와 신생골의 형성이 관찰되었으며 무세포대의 범위는 3일군에 비하여 크게 차이가 없었다(그림 8).

7일군 소견

• 대조측

압박부에서는 광범위한 무세포대가 관찰되며 혈전이 현저히 남아있고 5일군에 비하여 파골세포가 증가되었으며 골흡수 양상이 관찰되었다(그림 9).

• 실험측

5일군의 실험측에 비해 견인부와 압박부에서 혈관확장 및 신생혈관 증가가 현저하였다. 압박부에서는 계속 파골세포의 수가 증가되면서 잠식성 골흡

수가 이루어졌고 무세포대는 5 일군보다 약간 넓어졌다. 견인부에서는 치조골면을 따라 조골세포가 많이 관찰되었으며 신생골 형성이 활발하게 이루어지는 것을 관찰할 수 있었다(그림10).

14일군 소견

• 대조측

압박부에서는 무세포대가 계속 관찰되며 그 주위에서 파골세포가 있으며 골흡수가 진행되고 괴사된 골조직이 간혹 관찰된다. 견인부에서는 조골세포에 의한 신생골 형성이 진행되고 있었다(그림11).

• 실험측

전체적으로 혈관확장과 신생혈관 증식이 뚜렷이 관찰된다. 압박부에서는 파골세포가 치조골면을 따라 배열되어 골흡수가 진행되고 있으며 견인부에서는 조골세포에 의한 신생골 형성이 관찰되었다 (그림12)

IV. 총괄 및 고안

Laser는 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation의 약어로서 물질에서 원자가 유도 방출되어 높은 에너지 수준에서 낮은 에너지 수준으로 떨어질 때 그 에너지의 차이가 빛으로 발진되는 것을 증폭시킨 것으로 1917년 Einstein이 그 원리를 발표한 후 1960년에 Maiman²⁹⁾이 Ruby 결정을 이용하여 동일한 파장의 단색 레이저를 만드는데 성공하였다. Laser의 특징은 응집력이 있고 단일의 주파수를 가지며 지향성이 있어 큰 에너지를 일정한 부위에 깊이 전달할 수 있다.³⁰⁾

생체에 대한 작용은 크게 광열반응(photothermal reaction)과 비광열반응(non photothermal reaction)으로 나눌 수 있다.²²⁾ 골절이나 발치창 치유 촉진 등의 목적으로 사용되는 것은 저출력 soft-laser로서 본 실험에서 사용한 Oralaser 1014도 여기에 속한다. 이것이 골화의 촉진에 영향을 미치는 것은 광자극효과(photostimulation effect)와 생물자극효과(biostimulation effect)로서 혈관증식과 조골세포 활성화에 의한 것으로 추측되고 있다.²²⁾ Tang³¹⁾은 laser 조사에 의하여 모세혈관의 신생이 증가되어 칼슘축적이 빨리되고 섬유아세포 및 연골세

포의 기능이 증가되며 파골세포의 초기 출현을 유발한다고 보고하였으며 Zubkova³²⁾는 세포소기관중 mitochondria의 기능이 향진된다고 보고하였다. 이러한 조직변화는 교정적 치아이동시에도 laser 조사가 사용될 수 있는 가능성을 시사하는 것이다. 본 실험에서는 교정력이 가해지는 상악 제 1구치부위에 희생일까지 매일 4분간 14mW, 47.5Hz.의 저주파 laser를 조사하였는데 이러한 조사 방법은 한²²⁾, 이²¹⁾, Motomura³³⁾등이 발치창 치유와 골창상 치유에서 조사한 것과 비슷한 방법으로 교정적 치아이동에 관련되는 치주조직의 반응기전이 이와 유사할 것이라는 가정하에서 채택되었다. 본 실험에서 사용한 3온스의 견인력은 과도한 교정력으로서³⁴⁾ 임³⁵⁾은 60g, 이³⁶⁾는 35g, Waldo³⁷⁾는 80~120 g 정도의 힘으로 백서의 상악구치를 견인하였다.

1일군의 대조측에서 혈액유출이 있고 무세포대가 관찰되는 것은 과도한 교정력에 의한 치근막과 골조직에 대한 파괴적인 작용으로 여겨지며 이는 유³⁴⁾의 보고와 일치한다. 치아의 원심측에서 파골세포가 관찰되는 것은 백서에서는 구치가 생리적으로 원심이동하며 치근의 원심에 면한 치조골면에는 파골세포가. 근심측 치조골에는 조골세포가 존재한다는 Macapanpan⁶⁾, Kronman³⁸⁾, Reitan³⁹⁾, Kvam⁷⁾등의 보고로 설명될 수 있을 것이다.

Laser 조사측에서는 대조측에서 나타나는 혈액유출이나 치조골 괴사가 관찰되지 않았으며 혈관확장과 신생혈관증식이 현저하였다. 파골세포의 출현이 대조측에서는 5일군부터 관찰되나 실험측에서는 3일군부터 관찰되기 시작하였고 그 수도 실험측에서 현저히 많았다. 또한 견인부에서 관찰되는 조골세포도 대조측에서는 3일부터, 실험측에서는 2일부터 나타나기 시작하며 그 수도 현저히 많았다. 이와 같이 laser 조사측에서 파골세포와 조골세포의 활동이 활발한 것은 이²⁰⁾가 파괴된 골조직의 치유에서 관찰한 조직소견과 유사한 결과이다. 신생골 형성 또한 대조측보다 실험측에서 먼저 시작되어 활발히 진행되었다. 이는 laser 조사가 신생골 형성을 촉진한다는 Kami⁴⁰⁾의 연구 결과와 일치한다. laser에 의한 신생혈관증식과 조골세포의 생물학적 활성증가에 대해서는 Tanii⁴¹⁾ 등의 연구가 있었으며, Shinoki⁴²⁾, Taguchi⁴³⁾, Mashiko⁴⁴⁾ 등은 저출력 laser의 광작용에 의해 glycogen과 효소단백질 핵성이 촉

진된다고 보고한 바 있다. 본 실험에서의 혈관증식과 신생골조직 형성이 촉진되는 것은 이들의 보고와 유사한 것으로 사료된다.

V. 결 른

저자는 비교적 동일한 조건하에서 사육한 체중 280gm. 전후의 웅성백서 24마리를 실험동물로 사용하여 좌우 상악 제 1 구치와 상악 철치에 3 온스의 과도한 견인력을 가하고 실험측에는 상악 제 1 구치 부위에 laser를 조사하고 반대측은 대조측으로 하여 실험 시작 후 1일, 2일, 3일, 5일, 7일, 14일에 각각 4 마리씩을 희생시켰다. 상악 제 1 구치를 포함한 조직 표본을 제작하여 광학현미경하에서 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 과도한 교정력에 의한 조직변화인 혈액유출, 광범위한 무세포대 형성, 치조골 파괴(undermining bone resorption) 및 치근막 파열이 laser 조사측에서 적게 관찰되었다.
2. Laser 조사측에서 혈관확장과 신생혈관 증가가 현저히 증가되는 것을 관찰할 수 있었다.
3. Laser 조사측에서 파골세포와 조골세포의 출현시기가 빨라졌고 출현 세포수가 많아졌다.
4. Laser 조사측에서의 신생골 형성이 촉진되었다.

REFERENCES

1. Baumrind, S.: A consideration of the propriety of the "pressure-tension" hypothesis, Am. J. Orthod., 55, 12 (1969).
2. Grimm, F.M.: Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement, Am. J. Orthod., 62, 384 (1972).
3. 이기수, Davidovitch, Z., Zwilling, B. S., Lanes, R.R., and Shanfeld, J. L.: 교정적 치아 이동시 부갑상선 홀몬이 긴장측 세포의 cAMP 농도에 미치는 영향, 대한치과교정학회지, 16, 51 (1986).

4. Oppenheim, A.: Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration, Am. J. Orthod., 28, 263 (1942).
5. Jarabak, J.: Development of a treatment plan in the light of one's concept of treatment objectives, Am. J. Orthod., 46, 481 (1960).
6. Macapanpan, L.C., Weinman, J.P., and Brodie, A.G.: Early tissue change following tooth movement in rats, Angle Orthod., 24, 79 (1954).
7. Kvam, E.: Organic tissue characteristics on the pressure side of human premolars following tooth movement, Angle Orthod., 43, 18 (1973).
8. 강봉기: Prostaglandin E₂가 백서의 치아이동 시 치조골흡수에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한치과교정학회지, 13, 147 (1983).
9. 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).
10. Midgett, R.J., Shaye, R., and Fruge, J.F.: The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement, Am. J. Orthod., 80, 256 (1981).
11. 김종태, 김중수, 양원식: 교정력 및 외인성 전류가 고양이 치조골의 prostaglandin E₂에 미치는 영향에 관한 연구, 대한치과교정학회지 14, 203 (1984).
12. 김영복, 이종훈, 양원식: 외인성 전류가 고양이 치조골의 cyclic nucleotides에 미치는 영향에 관한 연구, 대한치과교정학회지 14, 187 (1984).
13. Davidovitch, Z., Finkelson, M.D., Steigman, S., Sharfeld, J.L., Montgomery, P.C., and Dorostoff, 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).
14. Litton, S.F.: Orthodontic tooth movement during an ascorbic deficiency, Am. J. Orthod., 65, 290 (1974).
 15. Yamasaki, K.: Effect of vitamin-D on orthodontic tooth movement in rats, J. Stomatol. Soc. Jpn., 43, 44.
 16. Tweedle, J.A.: The effect of local heat on tooth movement, Angle Orthod., 35, 219.
 17. 오 명, 강인호: 레이저 응용, 서울, 청문각, 1 (1984).
 18. Stern, R.H., Sognnaes, R.F. and Good man, F.: Laser effect on in vitro enamel permeability and solubility, JADA, 73, 838 (1966).
 19. Goldman, et al: Effect of laser beam impacts on teeth, JADA, 70, 601 (1965).
 20. 이강주, 김태규: 저출력 레이저 조사가 백서 하악골 골절 치유에 미치는 영향, 부산치대논문집, 3, 69(1987).
 21. 이용오: 레이저 조사가 골창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적연구, 대한치과의사협회지, 25, 43(1987).
 22. 한응렬: 레이저 조사가 구강연조직 창상치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 조선대학교 박사학위논문, (1985).
 23. Weichman, J.A., and Johnson, F.M.: Laser use in endodontics, A preliminary investigation. Oral Surg., 31, 416 (1971).
 24. 김기석, 김영구, 정성창: 저출력 레이저 광선이 백서 연조직 창상 치유에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한구강내과학회지, 10, 91 (1985).
 25. Cho. B.Y., and Cho. J.O.: Experimental study on the effect of the laser irradiation in treating oral soft tissue wound, J. Dent. Res. 65, 4: 601, (1968).
 26. Oshiro, T., et al: Application of the Ga-Al-As diode laser in the pain clinic, Japan Society for Laser Medicine, 4, 181 (1984).
 27. Mester, E. et al.: Effect of laser rays on wound healing, Am. J. Surg., 122, 532 (1971).
 28. Plog, F.: Biophysical application of the laser beam, Laser in medicine, 3, 21 (1980).
 29. Maiman, T.H.: Stimulated optical radiation in ruby, Nature, 187 (1960).
 30. Stelvo, O.: Principles of laser, 2nd Ed. (N.Y.: Plenum press). 269 (1982).
 31. Tang, X.M., and Chai, B.P.: Effect of CO₂ laser irradiation on experimental fracture healing: A transmission electron microscopic study, Laser Surg. Mpd., 6, 346 (1986).
 32. Zubkova, S.M.: Mechanism of biologic effect of He-Ne laser irradiation, Biol. Nauki (Rus)., 30 (1978).
 33. Motomura, K., Nakajima, M., Ihafa, A. and Atsumi, K.: Effects of various laser irradiation on calus formation after osteotomy, Japan Society for Laser Medicine, 4, 195 (1984).
 34. 유영규, 이인환: 백서의 실험적 치아이동에 따른 치주조직의 조직학적 연구, 대한치과의사협회지, 19, 141(1981).
 35. 임진환: 실험적 치아 이동시 나타나는 백서 치주조직의 변화에 대한 조직학적 및 조직화학적 연구, 대한치과교정학회지, 6, 33(1976).
 36. 이인환: Guinea pig에서 실험적 치아 이동에 따른 암박축 치아 주위 조직의 변화에 관한 전자 현미경적 연구, 대한치과교정학회지, 13, 165 (1983).
 37. Waldo, C.M., and Rothblatt, J.M.: Histologic response to tooth movement, J. Dent. Res., 33, 481 (1954).
 38. Kronman, J.H.: Tissue reaction and recovery

- following experimental tooth movement, Angle Orthod., 41, 125 (1971).
39. Reitan, K.: Tissue behavior during orthodontic tooth movement, Am. J. Orthod. 46, 881 (1960).
 40. Kami, T. et al: Effects of low-power diode lasers on flap survival, Ann. Plast. Surg., 14, 278 (1985).
 41. Tanii, M.: Clinical application of Stomalaser, Dental Products News, 36, 6 (1985).
 42. Shinoki, K., et al.: Application of low-output laser to the adhesion of skin, Japan Society for Laser Medicine, 4, 185 (1984).
 43. Taguchi, Y., et al.: Clinical application of argon laser irradiation for the patients with disturbed peripheral circulation, Japan Society for Laser Medicine, 4, 189 (1984).
 44. Nashiko, S., et al.: Effect of near infrared light irradiation on wound healing using high power emitting diodes, Japan Society for Laser Medicine, 4, 187 (1984).

EXPLANATION OF MICROPHOTOGRAPH

- Fig. 1.** 1st day group, control side, H-E stain (X40), pressure portion: hyalinized zone (A), leakage of blood (B), narrowing of periodontal ligament space (PDLS) (C); tension portion: widening of PDLS (D).
- Fig. 2.** 1st day group, experimental side, pressure portion, H-E stain (X100): hyalinized zone (A)
- Fig. 3.** 2nd day group, control side, pressure portion, H-E stain (X100): hyalinized zone (A) and leakage of blood (B).
- Fig. 4.** 2nd day group, experimental side, H-E stain, (X100): wide hyalinized zone (A) and leakage of blood (B).
- Fig. 5.** 3rd day group, control side, H-E stain (X100), pressure portion: large hyalinized zone (A); tension portion wide PDLS (B).
- Fig. 6.** 3rd day group, experimental side, tension portion, H-E stain (X100): expanded blood vessel (A).
- Fig. 7.** 5th day group, control side, H-E stain (X100), pressure portion: wide hyalinized zone (A); tension portion: wide PDLS (B).
- Fig. 8.** 5th day group, experimental side, H-E stain (X100), large blood vessel (A) and osteoclast (B).
- Fig. 9.** 7th day group, control side, H-E stain (X100): wide hyalinized zone (A), and a few osteoclast (B).
- Fig. 10.** 7th day group, experimental side, H-E stain (X100), pressure portion: hyalinized zone (A) and osteoclast (B); tension portion: osteoblast (C).
- Fig. 11.** 14th day group, control side, tension portion, H-E stain (X400): osteoid tissue (A) and osteoblast (B), elongated periodontal fibers (C).
- Fig. 12.** 14th day group, experimental side, pressure portion, H-E stain (X400): resorbed alveolar bone (A) and osteoclast (B).

논문 사진부도 ①

EXPLANATION OF MICROPHOTOGRAPH

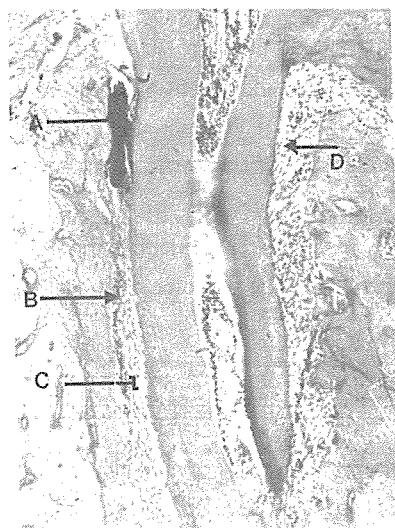


Fig. 1

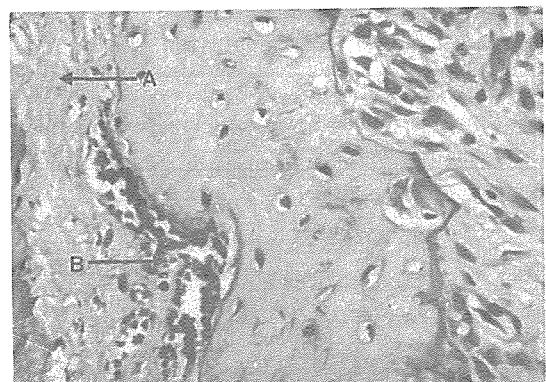


Fig. 4

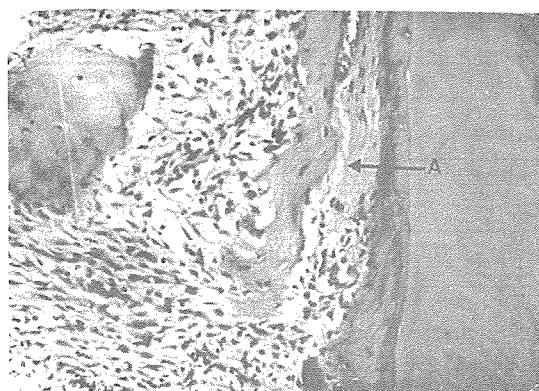


Fig. 2

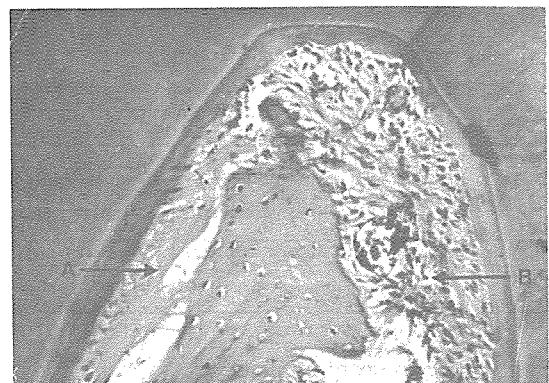


Fig. 5

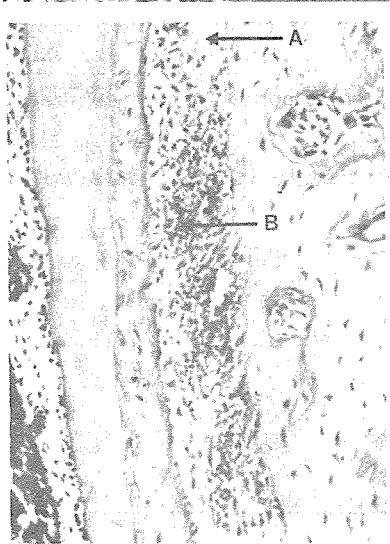


Fig. 3

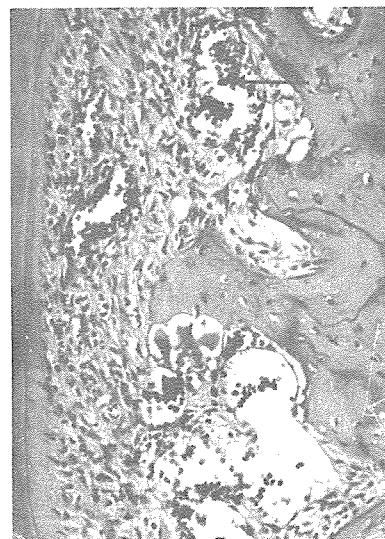


Fig. 6

논문 사진부도 ②

EXPLANATION OF MICROPHOTOGRAPH

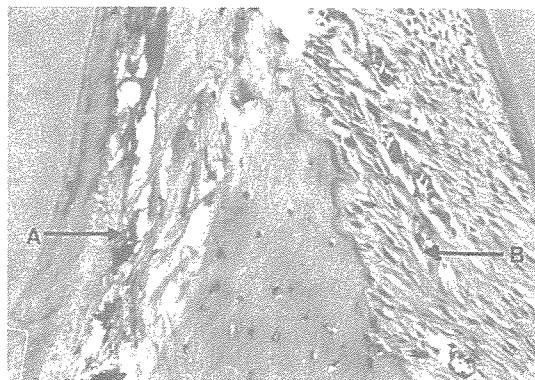


Fig. 7

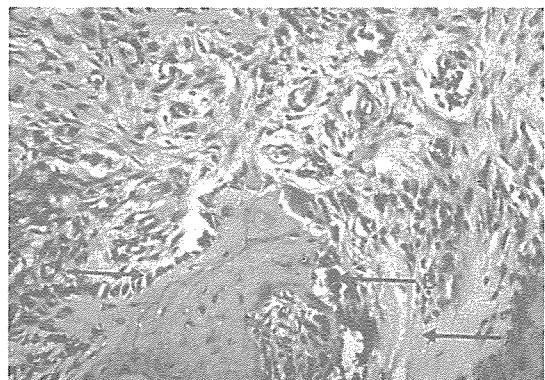


Fig. 10

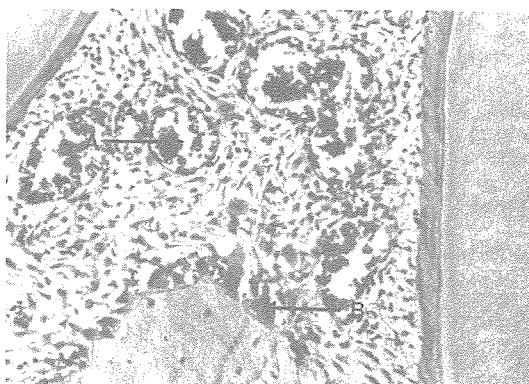


Fig. 8

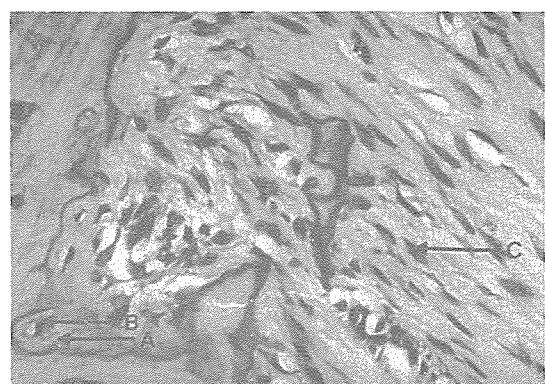


Fig. 11

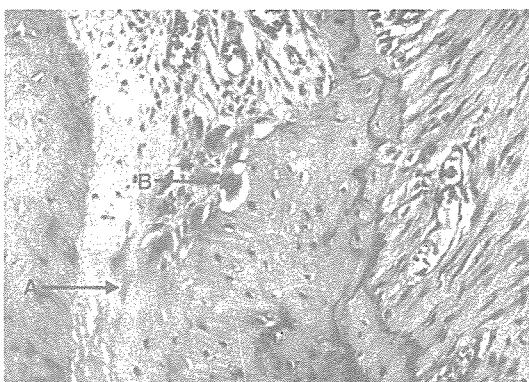


Fig. 9

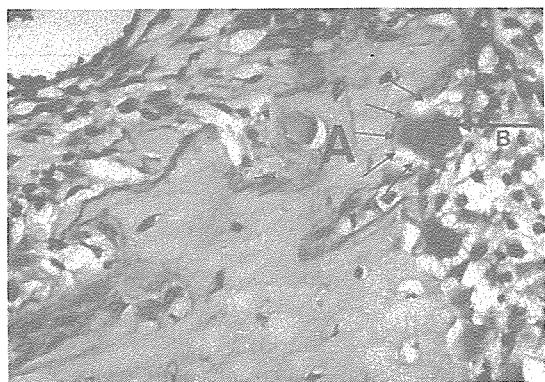


Fig. 12