

實驗的 齒牙 移動 時 나타나는 白鼠 齒周組織의 變化에 對한 組織學的 및 組織化學的 研究*

서울大學校 大學院 齒醫學科 矯正學 專攻

(指導 梁 源 植 教授)

林 震 煥

一 目 次

- 一. 緒 論
- 二. 實驗材料 및 實驗方法
 - 1) 實驗材料
 - 2) 實驗方法
- 三. 研究成績
- 四. 總括 및 考按
- 五. 結 論
- 參考文獻

組織學的 및 組織化學的으로 觀察하여 그 結果를 報告하는 바이다.

二. 實驗材料 및 實驗方法

1) 實驗材料 : 實驗動物은 무게 250g 內外의 雌性白鼠 20首를 使用하였고 裝置의 使用期間에 따라 5群으로 分類하였으나 實驗期間 中 裝置의 脫落이나 變形으로 다음과 같이 15首에서만 實驗成績을 얻었다(표 1).

표 1. 장치 사용에 따른 분류

Group	I	II	III	IV	* V
실험일수	1 day	3 days	1 week	2weeks	2weeks 1 week
마리수	3	4	3	3	2

* 第V群은 2週 裝置 使用후 이를 除去하고 1週간 放置하였음.

實驗期間 中 飼料은 "J.會社의 固型飼料를 使用하였고 適當量의 물을 供給하였다.

2) 實驗方法 : 實驗裝置는 上顎 左側 第一, 二 大白齒 사이에 0.18mm의 矯正用 結紮線을 插入하여 第一大齒 齒頸部에 묶고 여기에 矯正用 고무줄을 連結하여 約 60g의 힘이 發揮되도록 하여 上顎 左側 中切齒에 묶었다(그림 1). 고무줄의 變性으로 因한 힘의 變化를 줄이기 위해 고무줄은 5日에 한번씩 바꿔주었다. 一定한 實驗期間이 지나면 흰쥐를 犧牲시켜서 上顎骨을 切除하여 10% 中性 緩衝 formalin으로 固定시킨 후 Plank Rychlo溶液으로 3日間 脫灰하였고 paraffin에 泡埋하여 8-10 μ 의 組織片을 만들었다. 組織形態學的 變化를 觀察하기 위해 H-E染色을, 組織化學的 分析을 爲해 P.A.S.와 toluidine blue 染色을 하였다¹³⁾¹⁴⁾.

一. 緒 論

人工的으로 齒牙를 移動시킬 때 나타나는 生物學的 反應에 關한 研究는 이미 오래 前에 始作되었으며 特別 顯微鏡을 利用한 組織學的 分析도 많은 學者들에 依해 繼續되어 왔다. 20世紀 初부터 活潑히 進行된 組織學的 研究는 처음에는 單純한 齒牙 移動에 따르는 組織變化만을 觀察하였고¹⁾²⁾ 그 後에 Reitan³⁾⁴⁾⁵⁾, Oppenheim⁶⁾, 金⁷⁾, 等은 齒牙를 移動시키는 여러가지 條件들 즉 힘의 크기와 方向, 持續時間 그리고 實驗對象을 바꾸어서 그에 따르는 齒周組織의 變化를 觀察하였는데 이러한 研究들은 主로 組織의 形態學的 變化에 關한 것이었다. 그러나 生化學的 知識이 發達함에 따라 組織學的 研究에서도 代謝的 化學的 分析으로 微細한 組織反應이나 組織變化의 前段階反應까지 알수있게 되었다. 齒牙 移動時 나타나는 組織變化에 對한 組織化學的 研究는 아직도 微弱하여 瀧本⁸⁾, 出口⁹⁾, Moskowitz¹⁰⁾, Kronman¹¹⁾, 金¹²⁾ 等 그 數가 많지 않다. 著者는 形態學的 變化에 앞서서 生化學的 變化가 먼저 나타난다는 點에 着眼하여 齒牙 移動時 나타나는 組織變化에 對해 病理

* 本 論文의 要旨는 1976年度 第9回 大韓齒科矯正學會 學術大會에서 發表하였음.

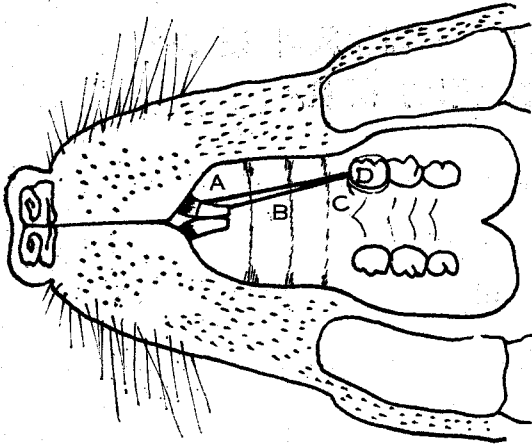


그림 1. 實驗裝置

A : 中切齒 B : 矯正用 고무줄
C : 矯正用 結紮線 D. 第一 大白齒

三. 研究成績

(一) Hematoxylin-Eosin 染色

1) 對照群 : 第一, 二 大白齒間의 齒間乳頭는 5—6層의 平扁上皮로 덮여있고 transeptal fiber, alveolar fiber, oblique fiber 등의 正常 排列을 볼 수 있으며 齒根膜 間隔은 近遠心 兩側이 같고 齒根이 白堊質은 齒根端部에서 약간 增殖된 像을 보였다. 齒槽骨 및 白堊質 面에서 破骨細胞를 觀察할 수 없었고 齒槽骨面에서 紡錘形의 造骨細胞가 排列되어 있다.

2) 第Ⅰ群 : 結紮線이 插入되었던 第一, 二 大白齒 齒間乳頭部에 甚한 急性 炎症細胞의 浸潤과 組織의 壞死를 보이며 齒頸部의 齒根膜 間隔은 넓어져있고 齒根膜 纖維의 排列은 不規則하였다. (牽引側)

齒根端 1/2部位의 齒根膜 纖維의 排列은 正常이며 齒根端 部位의 齒根膜 間隔은 對照群보다 狹小해져 있으면서 약간의 炎症細胞의 浸潤을 보인다(壓迫側).

齒根離開部의 遠心 齒根에 面한 齒根膜間隔도 近心根 側보다 狹小하고 出血像을 보이며 硝子質化變性像을 보이나 近心根側에 面한 部位는 넓어져있고 一部 齒根膜 纖維의 破列像을 보인다.

3) 第Ⅱ群 : 結紮線이 插入되었던 第一, 二 大白齒 사이의 齒間乳頭의 齒齦上皮는 完全히 破壞되고 表在性으로 甚한 組織 壞死像을 보이며 그 下部의 血管들은 充血 및 出血像을 보이고 遠心 齒根의 近心쪽의 齒根膜 纖維는 破列像과 造纖維細胞의 增殖像을 보이며 多數의 破骨細胞들이 出現하고 있다. 遠心側은 齒根膜 間隔이

넓고 齒根膜 纖維의 排列이 不規則하고 造白堊現像을 보인다.

4) 第Ⅲ群 : 壓迫側에서 齒根膜 間隔이 顯著히 좁아지고 齒根端 1/2部位에서는 齒根膜 纖維의 走行이 齒牙 長軸과 平行하고 血管의 充血, 出血 및 血栓 現像을 보인다. 齒槽骨에서는 細胞 成分이 增加하여 破骨細胞와 組織球, 空泡細胞 等を 볼 수 있다. 牽引側은 白堊質 形成이 顯著하며 細胞 成分이 적고 粘液腫樣像을 보이며 齒槽骨에서는 造骨細胞의 增加와 造骨現像을 보인다.

5) 第Ⅳ群 : 結紮線 插入部인 第一, 二 大白齒 齒間乳頭部에 一部 上皮가 出現하고 壓迫側은 第Ⅲ群과 大同 小異한 所見을 보이나 特히 齒根離開部에서 白堊質의 吸收와 肉芽組織의 像을 보인다. 牽引側에서는 齒根膜 間隔이 擴張되고 齒根膜 纖維는 齒牙 長軸에 直角으로 走行하며 少數의 破骨細胞를 齒槽骨面과 骨髓腔 內에서 觀察할 수 있다.

6) 第Ⅴ群 : 結紮線이 插入되었던 部位의 齒間乳頭部는 上皮의 再生을 보이며 壓迫側과 牽引側의 齒根膜 間隔은 差異가 없다. 壓迫側에서는 齒根膜 纖維의 走行이 齒牙 長軸과 平行 狀態이나 破骨細胞의 活動을 觀察할 수 없다. 齒根에서는 原生 白堊質만 보일뿐 白堊質 增殖像은 없다. 牽引側에서는 齒根膜 纖維의 正常的인 走行을 보이며 齒根膜側으로 骨樣組織이 肥厚하게 形成되고 齒根에 細胞性 白堊質의 沈着을 觀察할 수 있다.

(二) 組織化學的 觀察

1) P. A. S. 染色 : 全體 實驗群에서 硬組織 즉 齒牙와 齒槽骨이 强하게 染色된다. 또한 上皮의 基底膜이 中等度의 反應을 나타내어 上皮와 結締組織을 明確히 區分하고 있으며 齒根膜 纖維들도 中等度의 反應을 나타내고 있다. 壓迫側의 破骨細胞는 第Ⅰ, 第Ⅱ群에서 陰性 反應을 보이나 第Ⅲ群에서 破骨細胞의 細胞質에서 弱한 反應을 나타내어 第Ⅴ群까지 같은 程度로 維持되고 있다. 牽引側에서는 第Ⅱ群에서 造白堊細胞의 細胞質에서 中等度의 反應을, 造骨細胞는 弱反應을 나타낸다. 이러한 反應은 第Ⅳ群에서 다소 强하게 나타나서 造白堊細胞와 造骨細胞의 細胞質에서 모두 中等度의 反應을 나타낸다. 第Ⅴ群의 造骨細胞에서는 弱反應을 보인다.

2) toluidine blue 染色 : 全般的으로 toluidine blue 染色에서는 同色性(Orthochromatic)의 像을 보인다. 牽引側에서 造骨細胞는 第Ⅰ群에서 弱反應을 보이고 第Ⅱ群과 第Ⅲ群에서는 中等度의 反應을 보이나 第Ⅳ群에서는 輕度의 反應을 보인다. 壓迫側에서는 齒根端 周圍

骨髓腔 內와 結紮線이 插入되었던 炎症部位에서 多數의 組織肥滿細胞가 出現하고 있다. 破骨細胞는 第 I 群에서 弱反應을 보이며 第 II 群부터 第 IV 群에서는 中等度의 反應을 보였다. 그러나 等 V 群에서는 다시 弱反應을 나타내었다.

표 2. 造骨細胞와 破骨細胞의 增殖像 및 染色反應度

염 색	세 포	I	II	III	IV	V
HEMATOXYLIN EOSIN (H&E)	조골세포			+	++	+
	파골세포		+	++	++	
PERIODIC ACID-SCHIFF (P. A. S.)	조골세포	+	+	+	++	+
	파골세포			+	+	+
TOLUIDINE BLUE	조골세포	+	++	++	+	
	파골세포	+	++	++	++	

四. 總括 및 考按

組織學的 所見에서 顯著한 變化는 裝置部位의 急性炎症反應과 組織의 壞死像이었다. 이러한 結果는 齒牙사이 에 고무줄을 直接 插入하는 Waldo法에 依한 實驗을 한 Yen¹⁵⁾, Zaki¹⁶⁾ 等의 研究에서도 나타났는데, 모두 裝置를 插入한 牽引側에서만 炎症이 發生하므로 이는 裝置에 依한 直接的인 局所 刺戟 때문에 惹起된 炎症反應으로 생각된다. 이러한 結果는 많은 학자들^{17), 18), 19)}의 齧齒類를 利用한 實驗에서 報告된 바 있으며 裝置의 種類에 따라 炎症 發現 時間이 달랐음을 볼수있다. Moskowitz¹⁰⁾는 1日群에서 Waldo¹⁸⁾는 3日群에서 炎症狀態가 가장 甚하다고 하였고 本 研究의 1日群에서도 炎症狀態가 甚하였으며 이는 裝置 插入時 上皮에 對한 刺戟이 甚했기 때문이라고 思料된다. 壓迫側에서 1日群의 硝子樣變性像과 血管의 充血 및 出血 現像은 過度한 힘에 依한 穿下性 吸收의 初期反應이라 생각된다. Waldo法에 依한 實驗에서는 약 80—120g의 힘이 加해 지므로 이보다 弱한 힘을 使用했으나 Waldo法에 依한 實驗 報告에서와 大差는 없었다. 따라서 힘줄을 利用하는 實驗은 더욱 弱한 힘을 加하는 것이 바람직하다고 생각된다. 齒根膜 間隔의 變化는 遠心根에서 齒頸部가 넓고 齒根端部가 좁아졌는데 이는 齒牙의 傾斜移動이 이루어졌기 때문이며 Moskowitz¹⁰⁾도 Waldo法에 依한

齒牙 移動에서 傾斜移動이 된다고 하였다.

P. A. S. 染色에서는 硬組織이 강한 陽性 反應을 보였고 이는 bone matrix의 glycogen, mucoprotein, mucopolysaccharide等에 依해 P. A. S. 染色에 陽性 反應을 나타낸다는 報告와 一致하는 것이다. 細胞成分의 染色度에 있어서 Yaeger²⁰⁾의 破骨細胞 活動이 강한 境遇 P. A. S. 陽性 反應을 나타낸다는 研究 結果와 Sognnaes²¹⁾의 石灰化 時期에 濃染된다는 相反되는 結果를 比較할 때 本 研究에서 造骨細胞가 破骨細胞보다 早期에 多少 강한 反應을 나타낸 것은 Sognnaes의 報告와 一致하는 것이다.

toluidine blue 染色은 最近에 蛋白質合成 過程에서 RNA의 役割과 細胞間質의 變染性を 보기위해 施行되고 있다^{10), 11), 12), 13)}.

本 研究 成績을 볼 때 實驗 初期부터 造骨細胞와 破骨細胞가 弱한 陽性 反應을 보였으나 相互間의 染色性에서 뚜렷한 差異는 보이지 않았다. 그러나 Kronman¹¹⁾은 Waldo法에 依한 2週間의 實驗에서 全體적으로 造骨細胞가 더 강한 反應을 나타낸다고 報告하였다.

五. 結 論

著者は 白鼠의 上顎 第一大臼齒를 移動시키고 組織學的 및 組織化學的으로 觀察한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

- 1) 白鼠의 大白齒에 약 60g의 힘을 加하면 齒牙의 傾斜移動과 穿下性 吸收를 일으켰다.
- 2) 裝置가 插入되고 하루가 지나면 造骨細胞의 活性度가 強해졌으나 實際적인 細胞 數의 增加는 없었다.
- 3) 破骨細胞의 活性은 裝置 除去와 더불어 減少하였다.
- 4) P. A. S. 染色에서 初期에는 造骨細胞가 弱한 反應을 보이다 점차 강한 反應을 보이며 破骨細胞는 初期에 陰性 反應을 보이다가 後半에 弱陽性 反應을 보였다.
- 5) toluidine blue 染色에서는 造骨細胞와 破骨細胞의 變染性은 같은 程度였다.

(本 論文이 나오기까지 指導 校閱해 주신 梁源植 指導 教授님께 감사드리며 바쁘신 중에도 끝까지 指導해 주신 徐廷勳 主任教授님, 林昌潤 教授님과 心身 兩面으로 도의주신 南東錫 先生님 및 矯正學 教室員 諸位께 謝意를 表합니다.)

參 考 文 獻

- 1) Schwartz, A. M. : Tissue Changes Incidental to Orthodontic Tooth Movement, *Int. J. Ortho.*, 18: 331—352, 1932.
- 2) Breitner, C. : Bone Changes Resulting from Experimental Orthodontic Treatment, *Am. J. Ortho. Oral Surg.*, 26: 521—546, 1940.
- 3) Oppenheim, A. : Artificial Elongation of Teeth, *Am. J. Ortho. Oral Surg.*, 26: 931—940, 1940.
- 4) Reitan, K. : The Initial Tissue Reaction Incident to Orthodontic Tooth Movement as Related to the Influence of Function, *Acta Odont. Scand.*, Suppl. 6: 171—183, 1951.
- 5) Reitan, K. : Bone Formation and Resorption during Reversed Tooth Movement. In Kraus, B. S. and Riedel, R. A. : *Vistas in Orthodontics*. Philadelphia, Lea and Febiger, 69, 1962.
- 6) Reitan, K. : Comparative Behavior of Human and Animal Tissue during Experimental Tooth Movement, *Angle Orthod.*, 41: 1—14, 1971.
- 7) 南東錫 : 흰쥐의 實驗的 齒牙移動時 齒髓의 反應에 關한 組織學的 研究, 大韓齒科矯正學會誌, 1: 15—20, 1970.
- 8) 瀧本和男 : 實驗的齒牙移動にともなう齒槽骨中の alkaline phosphatase 活性の變動に關する研究, 日本矯正齒科學會誌, 24: 182—186, 1965.
- 9) 出口敏雄 : 齒の移動に伴う齒周組織の變化に關する 組織化學的研究. 日本矯正齒科學會誌, 28: 1—11, 1969.
- 10) Moskowitz, G., and Kronman, J. : A Histological Study of Tooth Movement in Hamsters, *Angle Orthod.*, 39: 171—181, 1969.
- 11) Kronman, J. H. : Tissue Reaction and Recovery following Experimental Tooth Movement, *Angle Orthod.*, 41: 125—132, 1971.
- 12) 金東圭 : 實驗的 齒牙移動時 白鼠齒根膜의 Oxytalan 纖維에 對한 組織化學的 研究, 大韓齒科補綴學會誌 8: 48—55, 1968.
- 13) Morse, A. and Greep, R. O. : Histochemical Observations on the Ribonucleic Acid and Glycoprotein Content of the Osteoclast of the Normal and IA Rat, *Arch. Orch Biol.*, 2: 38—45, 1960.
- 14) McManus, J. F. A., and Robert W. Mowry : Stain Method Histologic and Histochemical, Ahoerber International Reprint, 1964.
- 15) Yen, P. and Rothblatt, J. : Early Tissue Changes following Tooth Movement in the Laboratory Rat at Varying Periods of Time after the Application of Stress, *Am. J. Orthod.*, 41: 318 (abst.), 1955.
- 16) Zaki, A., and Van Huysen, G. : Histology of the Periodontium following Tooth Movement, *J. Dent. Res.* 42: 1373—1376, 1963.
- 17) Waldo, C., and Rothblatt, J. : Histologic Response to Tooth Movement in the Laboratory Rat, *J. Dent. Res.*, 33: 481—486, 1954.
- 18) Mitsuo Asuma : Study on Histologic Changes of Periodontal Membrane Incident to Experimental Tooth Movement, *Bull. Tokyo Med. Dent. Univ.*, 17: 149—178, 1970.
- 19) Luz C. M., and Joseph P. W. and Allan G. B., Early Tissue Changes following Tooth Movement in Rats, *Angle Orthod.* 24: 79—95, 1954.
- 20) Yaeger, J. A. : Histochemistry of Bone Matrix during Rest and Resorption, *J. Dent. Res.*, 38: 1082—1095, 1959.
- 21) Sognnaes, R. F. : Microstructure and Histochemical Characteristics of the Mineralized Tissue, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 60: 545—571, 1965.

A HISTOLOGICAL AND HISTOCHEMICAL STUDY ON THE PERIODONTAL
TISSUE REACTION DURING EXPERIMENTAL TOOTH MOVEMENT IN THE RAT.

Jin Hwan Lim, D. D. S.

Dept. of Orthodontics, Graduate School, Seoul National University.

Directed by Assistant Prof. Won Sik Yang, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

...» **Abstract** «.....

For the purpose of evaluating the response of the periodontal tissue in relation to the experimental tooth movement, orthodontic force was applied to 15 female rats.

The animals were investigated histopathologically and histochemically by several staining methods.

Findings were as follows:

1. The application of 60gm on the rat's molar caused mesial tipping movement and undermining resorption.
 2. One day after the insertion of the appliance, the osteoblast was increased in activity but not in number.
 3. The osteoclastic activity was decreased as soon as removing the appliance.
 4. With the P.A.S. staining, osteoclasts stained mildly in the initial stage and stained more intensely in the last stage. Osteoclasts revealed negative reaction in the initial stage and stained mildly in the last stage.
 5. Slides stained with toluidine blue revealed no conclusive variations between osteoblasts and osteoclasts.
-

사 진 부 도 설 명

1. Photomicrograph of group III shows inflammatory infiltration and tearing of periodontal fibers in tension site(upper portion) and a few osteoclasts on the alveolar bone of pressure site(lower portion). ×100 H-E stain
2. Photomicrograph of group III. Note the moderate PAS positive reaction of periodontal fibers in tension site. ×100 PAS stain
3. High power magnification of pressure site of group III. Note the extravasation of red blood cells, cementoclast on the surface of cementum and osteoclasts in Howship's lacunae of the alveolar bone. ×400 H-E stain
4. Photomicrograph of the bifurcation area of group IV. The tension site (left) reveals the extravasation of red blood cells, loosening of periodontal fibers and osteoclastic activities on the surface of interradicular bone. ×100 H-E stain
5. High power view of the pressure site of group IV. Cytoplasm of two cementoclasts and fibroblasts reveal light metachromatic reaction. ×400 toluidine blue stain
6. Photomicrograph of group V. The cemental resorption of the bifurcation area which was formerly occupied by cementoclasts was replaced by fibrous connective tissues. ×100 H-E stain

林震煥論文写真附图

