

矯正力에 의한 齒牙移動時 白鼠 齒周組織의 代謝性 變形에 關한 研究*

서울大學校 齒科大學 矯正學教室

張 英 一

A STUDY ON THE METABOLIC ALTERATION OF PERIODONTAL TISSUE ON ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT IN RATS

Young-Il Chang, D.D.S.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, S.N.U.

-----> Abstract <-----

In the present study orthodontic force was applied to the molars of control group and experimental group treated with the lathyrogen beta-aminopropionitrile (BAPN).

Observation resulted in the following conclusions :

- 1) New alveolar bone formation in response to orthodontic force in BAPN-treated rats exceeded corresponding bone formation in control group when measured at two tension sites in the periodontal ligament.
 - 2) BAPN administration produced disorganization of the collagenous fibers of the periodontium of experimental group.
Multiple eosinophilic cell-free areas were found distributed throughout the radicular portions of affected periodontal ligaments.
 - 3) The areas of periodontium surrounding orthodontically treated teeth exhibited relatively normal organization under these conditions, while the periodontium of adjacent nonorthodontically treated teeth was disorganized.
 - 4) The present results suggest that the typical histologic response to orthodontic force application can occur in the presence of a chemically and physically altered periodontium.
-

I. 緒 論

矯正力이 齒牙移動에 미치는 生物學的 反應은 齒

牙의 壓迫側과 牽引側에서 齒周組織(白堊質, 齒周纖維, 齒齦纖維, 齒槽骨)의 變化로 나타난다.

壓迫側에서는 齒周纖維의 壓迫, 相對的인 cell-free area 形成과 궁극에는 骨吸收가 생긴다.

* 本 研究는 서울大學校病院 臨床研究費(1981)의 지원을 받았음.

牽引側에는 齒周纖維의 伸張과 新生骨添加가 나타난다.

齒周組織에서의 이러한 變化는 加해진 矯正力이 完全히 없어질 때까지 계속해서 일어난다.²⁰⁾

Sandstedt¹⁵⁾(1904)以來 矯正學的 齒牙移動에 關한 많은 理論들이 發表되었으며 最終의 骨反應을 일으키는 機轉은 各기 달리하고 있지만 生物學的인 結果는 모든 理論에 對해 同一하다.

結果的인 骨變形은 齒周韌帶 構成成分에 의한 壓迫과 牽引變化 即 齒周韌帶의 活性化에 根據를 둔 理論^{4, 15, 16)}과 矯正力을 適用했을 때 먼저 齒槽骨 變形이 오게 된다는 理論이 있다.

前者の 理論은 齒周韌帶의 膠原纖維와 脈管變形이 齒牙移動에 必須的인 役割을 하고 齒周韌帶에 接한 齒槽骨 界面에서 骨變形이 일어난다.²¹⁾

Grimm⁷⁾은 后者の 理論을 支持했는데 矯正力에 順應하여 생기는 齒槽骨 變形을 測定했고 Utely¹⁷⁾는 齒周韌帶 바깥쪽에서 骨性活動部位를 指摘했으며, bone deflection은 齒周韌帶 幅徑의 概略的인 減小에 要求되는 힘보다 낮은 矯正力에 의해서도 生길 수 있다고 했다.²⁾

두 理論을 綜合해보면 bone deflection은 一次的인 刺戟이고 齒周韌帶는 初期 矯正力 傳達에 必要함을 알 수 있다.²¹⁾

이와같이 齒牙에 加해지는 矯正力에 對해 構造的으로 對應할 수 있는 齒周韌帶와 齒槽骨 主成分의 一部가 膠原纖維로 構成되어 있다.

膠原纖維의 代謝 및 物理的인 障礙가 齒周纖維의 壓迫과 牽引 影響을 받는 齒槽骨 두 部位에서 矯正力에 對한 正常的인 組織反應 變更與否를 調査하기 위해서 實驗的으로 膠原纖維의 生化學的 및 生物物理學의 特性을 變化시키는 lathyrogen의 一種인 β -aminopropionitrile(BAPN)을 實驗動物에 投與한 后 組織像을 觀察한 바가 있어 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

本 研究에 使用된 實驗動物은 体重 150~200gr의 雄性 S-D系 白鼠 20마리를 새로운 環境에 適應하기 위해 同一 條件下에서 7日間 纖細하게 精製한 飼料과 물을 任意의 量으로 提供한 后 對照群 10마리 實驗群 10마리로 나누었다.

對照群은 正常的인 精製된 飼料를 供給하고 實驗群에는 lathyrogen의 一種인 BAPN의 粉末을 精製

된 飼料에 均一하게 混合하여 各各 21日間 供給하되 14日 經過時에 對照群과 實驗群의 左側 第一大臼齒와 前齒間에 矯正裝置를 裝着하여 殘餘 7日間 維持시킨후 犠牲시켰다.

白鼠 口腔內 矯正裝置 裝着은 上顎右側 第一大臼齒 齒頸部에 .007"矯正用 結紮線으로 結紮한 后 .006" \times .020" closed coil spring(Unitek μ 341-110) 으로 白鼠 上顎前齒에 牽引力이 維持되도록 結紮했다. (그림 A, B)

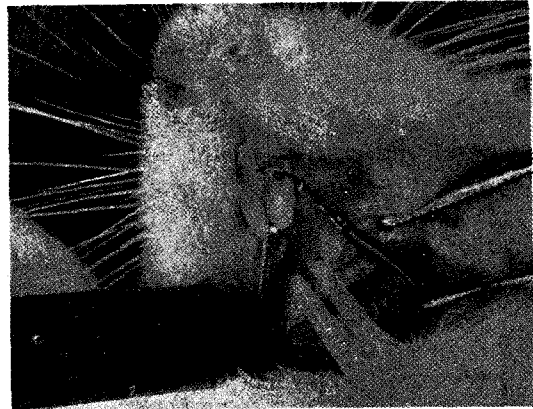


Fig. A. Frontal view of orthodontic appliance in place.

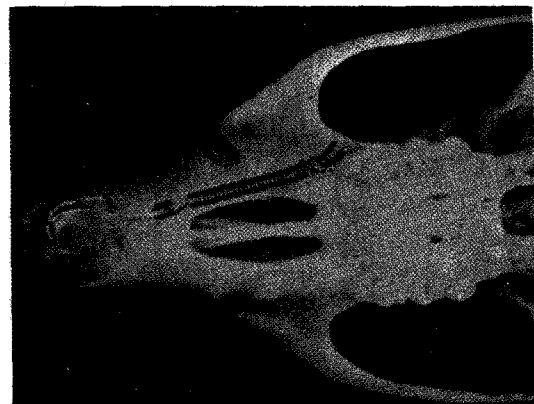


Fig. B. Occlusal view of orthodontic appliance in place.

이때 利用된 矯正力은 dontrix measure로 50gr의 힘이 발휘되도록 했다.

모든 組織標本은 3개의 臼齒를 包含한 口蓋面을 切取하여 48時間 동안 10% formalin溶液에 固定시킨후 trichloroacetic acid로 脫灰시켰다.

脫灰된 標本은 paraffin에 泡埋된 狀態에서 7 μ m 정도 두께로 切斷하였으며 hematoxylin and eosin染

色하여 광학 현미경상에서 觀察되었다.

III. 實驗成績

矯正력이 더해지지 않은 實驗群의 第一大臼齒 齒根 近心面은 正常的인 組織像을 갖고 있는 對照群에 비해 齒周韌帶 纖維配列이 喪失되어 있었고 纖維芽細胞로 둘러싸인 homogenous eosinophilic material이 많이 含有되어 있었다.

矯正력이 더해지지 않은 對照群과 實驗群의 第1 大白齒와 第2 大白齒間 齒槽骨 部位에서는 正常的인 齒周韌帶 纖維 方向에 對해 對照群의 纖維芽細胞는 平行한 反面에 實驗群의 纖維芽細胞는 垂直으로 줄지어 있었다.

이와같은 eosinophilic material 部位는 BAPN으로 處理된 動物의 特徵적인 所見이다. 그러나 矯正력이 加해진 實驗群의 齒周韌帶內에는 이와같은 特徵적인 所見이 없고 齒周纖維는 loose하고 매우 纖細한 構造를 나타냈다.

矯正력이 加해지지 않은 實驗群의 齒周韌帶은 cell-free area를 보이고 齒周韌帶細胞들은 가장자리에 平行한 樣相으로 配列되어 있었다.

對照群의 齒周韌帶 인접 白堊質面과 齒槽骨面에 對해 뚜렷한 方位를 가지면서 두껍고 coarse한 纖維로 뚜렷했으나 實驗群에서는 이러한 正常的인 纖維를 보이지 않았다.

矯正력이 加해진 實驗群의 齒槽骨 反應은 對照群에 비해 齒槽骨 牽引側에 新生骨 添加가 더 많이 나타났다.

新生骨 形成部位는 上顎第一大臼齒의 遠心쪽 近心根과 interdental septum 面에 있는 遠心根 反對쪽에서 뚜렷했다.

IV. 總括 및 考按

Closed coil spring을 利用한 矯正裝置는 比較的 一定한 水準의 矯正력을 維持하고 있다.

Rubber wedge에 의한 矯正력은 最大 5日 정도이고 먼먼저 加해지는 힘이 너무 크고 時間經過와 더불어 빠른 下降을 보였다.^{3, 12, 18, 19)}

Lathyrogen은 膠原纖維分子的 polypeptide chain 間에 cross-linking을 抑制하는 化學物質이다.

수 많은 組織들의 主要 構造의인 蛋白質로써 機能을 하는 膠原纖維의 能力은 그들의 cross-linking

에 달려있다.⁶⁾

膠原纖維의 生化學的 및 生物學的 特性은 lathyrogen에 의해 變更될 수 있는데 本 研究에서 利用된 lathyrogen은 β -aminopropionitrile (BAPN)로써 polypeptide chain에서 反應의인 lysyl 誘導體인 aldehyde群 形成을 妨害한다.

Aldehyde群은 intramolecular aldol이 cross-linking 되도록하는 前階物로써 作用한다.⁴⁾

矯正력이 加해지지 않은 實驗群의 齒周組織의 構造的 破壞와 形態學的인 樣相은 이미 文獻上에 記述되었다.^{5, 8-11, 13)}

特徵적인 所見으로 보이는 eosinophilic area 는 mucopolysaccharide나 ground substance의 推積이라고 思料된다.

Krikos¹¹⁾는 BAPN으로 처리된 動物의 齒牙는 opposing occlusion에서와 같은 外傷인 경우에만 eosinophilic area와 關聯된 齒周組織 破壞가 일어난다고 報告했지만 本 實驗에서는 矯正력이 加해진 實驗群의 上顎第一大臼齒 齒周韌帶에서 eosinophilic area가 없었다.

矯正力으로 인한 齒周韌帶 纖維의 牽引이 이와같은 cell-free area의 再構成을 일으킬 수 있다고 思料된다. 즉 實驗群의 supracrestal transseptal fiber bundle은 正常的으로는 어느정도 항상 tension 狀態에 있기 때문에 eosinophilic area가 보이지 않았다.

矯正력을 받은 實驗群 第一大臼齒에 인접한 第二大臼齒의 近心根 部位는 cell free area가 뚜렷한 反面에 第一大臼齒의 齒周韌帶에는 없었다.

矯正력을 받은 實驗群의 第一大臼齒 齒周組織에는 homogenous eosinophilic area가 보이지 않았지만 cellular element와 fiber element는 osteolathyrism과 一致해서 變化를 보였다.

Zengo²¹⁾는 限定된 齒周 space內에서 齒牙移動에 의한 齒槽骨의 distorsion은 矯正력에 對한 結果적인 反應을 일으킨다고 했다. 齒周韌帶가 化學的 그리고 生物學的인 變化가 있을때 骨形成은 齒槽骨 變形이 骨反應에 對해 一次의인 刺戟이라고 볼 수 있다.

V. 結 論

齒牙移動時 齒周組織의 代謝性 變化를 檢索할 目的으로 正常的인 白鼠(對照群)와 實驗的으로 膠原

纖維의 形成 抑制製 BAPN을 投與한 白鼠(實驗群)에 各已 矯正力을 加한 后에 생긴 齒周組織에서의 所見을 觀察한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 矯正力이 加해진 實驗群의 新生骨 形成은 齒周 韌帶에 있는 두 牽引側에서 對照群에 比해 많았다.

2) 矯正力을 받지 않은 實驗群 齒周組織의 膠原纖維는 破壞되었고 많은 eosinophilic cell-free area를 보였다.

3) 矯正力을 받은 實驗群의 齒牙周圍 齒周組織 部位는 比較的 正常的인 組織을 나타낸 반면에 矯正力을 받지 않은 隣接 齒牙는 뚜렷하게 破壞되었다.

4) 本 實驗結果는 矯正力에 對한 典型的인 組織反應이 化學的 및 物理學的으로 變形된 齒周組織에서도 生길 수 있음을 提示하고 있다.

— REFERENCES —

1. Barrow, M.V.: et al.: Lathyrism: A review, Q. Rev. Biol. 49:101-128, 1974.
2. Baumrind, S.: A reconsideration of the propriety of the "pressure-tension" hypothesis, Am. J. Orthod. 55:12-21, 1969.
3. Baumrind, S. and Buck, D.: Rate changes in cell replication and protein synthesis in PDL incident to tooth movement, Am. J. Orthod. 57:109-131, 1970.
4. Bornstein, P.: The cross-linking of collagen and elastin and its inhibition in osteolathyrism, Am. J. Med. 49:429-432, 1970.
5. Gardner, A. F., Dasler, W. and Weinmann, J.P.: Masticatory apparatus of albino rats in experimental lathyrism, J. Dent. Res. 37: 492-515, 1958.
6. Gerber, G.B., Gerber, G., and Altman, K. I.: Studies of collagen turnover in lathyrism, Arch. Biophys. 96:601-604, 1962.
7. Grimm, F.M.: Bone bending, a feature of orthodontic tooth movement, Am. J. Orthod. 62:384-393, 1972.
8. Krikos, G.A.: Oral changes in experimental lathyrism, Oral Surg. 11:309-321, 1958.
9. Krikos, G.A.: The effects of beta-amino-propionitrile upon the molar teeth of the rat, J. Dent. Res. 38:27-35, 1959.
10. Krikos, G.A.: Histochemical studies of the periodontal ligament in lathyrism, Arch, Oral Biol. 9:415-420, 1964.
11. Krikos, G.A.: The significance of mechanical stress on the development of periodontal lesions in lathyrism, J. Dent. Res. 44:600-607, 1965.
12. Macapanpan, L., Weinmann, J.P. and Brodie, A.G.: Early tissue changes following tooth movement in rats, Angle Orthod. 24:79-95, 1954.
13. Marwah, A.S., Dasler, W. and Meyer, J.: Reversibility of lathyrism damage to the periodontal structures, J. periodontal. 34: 142-149, 1963.
14. Oppenheim, A.: Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement, Am. Orthod. 3:56-57, 113-132, 1911-1912.
15. Sandstedt, C.: Einige Beitrage zur Theorie der Zahn regulierung, Nord. Tandl. Tidsskr., No.4, 1904.
16. Schwarz, A.M.: Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement, Int. J. Orthod. 18:331-352, 1932.
17. Utley, K. R.: The activity of alveolar bone incident to orthodontic tooth movement as studied by oxytetracycline-induced fluorescence, Am. J. Orthod. 54:167-201, 1968.
18. Waldo, C. M.: Method of the study of tissue response to tooth movement, J. Dent. Res. 32:690, 1953.
19. Waldo, C.M. and Rothblatt, J.M.: Histologic response to tooth movement in the laboratory rat, J. Dent. Res. 33:481-487, 1954.
20. Zaki, A.E. and Van Huysen, G.: Histology of the periodontium following tooth movement, J. Dent. Res. 42:1373-1379, 1963.
21. Zengo, A.N. Pawluk, R.J. and Bassett, C.A.L.: Stress-induced bioelectric potentials in the dentoalveolar complex, Am. J. Orthod. 64:17-27, 1973.

— EXPLANATION OF PHOTOMICROGRAPH —

- Fig. 1. Control rat, no orthodontic force, mesial root of first molar. (H & E x 100)
- Fig. 2. Area of mesial root of first molar of a BAPN-treated experimental rat, no orthodontic force. (H & E x 100)
- Fig. 3. Area of alveolus between first and second molar of a control rat, no orthodontic force. (H & E x 100)
- Fig. 4. BAPN-treated experimental rat, no orthodontic force, area of distal root of first molar. (H & E x 100)
- Fig. 5. Area of distal root of first molar of control rat, orthodontic force. (H & E x 100)
- Fig. 6. Area of first molar at interdental septum of a BAPN-treated rat, orthodontic force. (H & E x 400)
- Fig. 7. High magnification of fig. 5. (H & E x 400)
- Fig. 8. High magnification of fig. 6. (H & E x 400)

장영일 논문 사진부도

