

Bracket周邊 人工齶蝕病巢 形成에 對한 弗素化合物의 抑制效果에 關한 研究

朝鮮大學校 齒科大學 矯正學教室

金賢重 · 李東柱

一 目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
- 參考文獻
- 英文抄錄
- 論文寫眞附圖

I. 緒 論

矯正治療時 發生될 수 있는 副作用의 하나인 bracket周邊 珐瑯質 脫灰는 白色斑點이나 褐色斑點같은 單純한 齒牙變色에서부터 着色과 함께 窩洞을 形成하는 齒牙齶蝕症까지 多樣하게 나타나¹⁴⁾, 患者의 審美性에 損傷을 줌으로써 臨床에서 問題點으로 指摘되어 왔다.^{2,4,6,16,23,39,42)}

1965年 Newman¹²⁾ 酸腐蝕術과 Epoxy resin을 利用하여 齒牙와 矯正用 bracket의 直接附着을 試圖한 以來 發展을 거듭하여^{22,25,29,32)}, 요즘의 矯正治療에 主로 使用되고 있는 直接附着法은 從來의 全帶環 矯正裝置에 의한 治療보다 口腔清潔狀態가 改善되어 珐瑯質脫灰의 危險性을 많이 減少시키는 長點을 지닌다고 하였으나³²⁾, Gorelic¹⁶⁾ 등은 全帶環矯正裝置에 의해 治療한 患者와 直接附着法에 의해 治療한 患者 사이의 白色斑點 發生頻度에는 差異가 없고, 矯正治療한 患者의 50%에서 斑點

數의 增加를 나타냈다고 하였으며, 특히 審美性에 큰 影響을 주는 下顎前齒部에서 가장 많이 發生된다고 하였다.

Mattingly²¹⁾ 등은 bracket을 齒面에 附着할 때 使用한 resin이 거친 表面을 지니고 있어 齒面細菌膜이 附着되어 成長하기 좋은 場所를 提供하고, 더우기 resin에 附着된 齒面細菌膜內의 S.Mutans의 細胞數가 bracket裝着 前에 齒面에서 採取한 齒面細菌膜內의 S.Mutans細胞數보다 훨씬 增加하여, bracket周邊 珐瑯質 脫灰 發生을 더욱 容易하게 한다고 하였다. Weitman³⁷⁾ 등은 bracket裝置 後 24時間 以內에 齒面細菌膜이 bracket周邊 珐瑯質에 附着됨을 確認할 수 있다고 하였고, Glatz¹⁵⁾ 등은 이러한 珐瑯質脫灰는 矯正治療時 比較的 일찍 나타나 裝置裝着 1個月 以內에 測定 가능한 量의 礦物質 喪失을 確認할 수 있다고 하였다.

한편, 1940年 以後 齒牙表面이나 齒質의 構造를 變化시켜 酸에 對한 抵抗性을 높여줌으로써 珐瑯質脫灰 및 齒牙齶蝕增을 豫防할 수 있는 元素로 弗素가 紹介된 以來 弗素化合物이 珐瑯質脫灰에 의한 齒牙變色 및 齒牙齶蝕症을 豫防할 目的으로 多樣하게 使用되고 있다.^{1,3,5,7,10,18,33)} 弗素化合物을 利用한 珐瑯質脫灰 豫防法 中 가장 效率的인 方法은 上水道水弗化法이나, 矯正患者에게 有用한 方法은 弗素化合物의 局所塗布法이라 할 수 있으며, 이때 主로 使用하는 製劑는 NaF와 SnF₂ 및 Brudevild³⁸⁾에 의해 最近에 開發된 APF를 들 수 있다. 또한 最近에는 局所塗布 效果를 더욱 增進시키

려는 목적으로 몇몇 弗素化合物의 2段階塗布가 試圖되고 있다.

이에 著者は 矯正治療時 弗素化合物에 의해 bracket 周邊 珐瑯質脫灰를 抑制시킬 目的으로 實驗室에서 NaF, SnF₂ 그리고 APF單獨塗布 및 NaF-APF 2段階塗布를 施行하고, 이들의 齒牙齶蝕症에 對한 抑制效果를 觀察하여 多少 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

矯正治療를 爲하여 拔去한 75個의 齶蝕이 없는 健全小白齒 頰面을 弗素가 含有되지 않은 齒面 洗磨劑로 研磨한 後 自家合成樹脂인 Mono Lok[®] (Rocky mOuntain Co.)을 利用하여 小白齒用 bracket를 接着시키고, resin이 充分히 硬化된 後 樹脂를 含有한 bracket周邊에 1mm 두께 程度의 露出部分을 除外하고 acid resistant varnish로 모든 齒面을 칠한 後(Fig. 1), 各各 15個씩 5個群으로 分類하고 局所塗布法에 의한 弗素塗布를 施行하였다(Table 1).

對照群에는 弗素塗布를 하지 않고, 實驗群에는 準備된 弗素塗布用 製劑를 局所塗布하여 흐르는 물에 洗滌한 後 37°C로 恒溫維持시키면서 人工齶蝕系^{8,9,34,36)} (pH4.5의 0.1M lactic acid with 0.25mM sodium tripolyphosphate)에 담구고 24時間 經過 後 이들 齒牙를 人工齶蝕系에서 꺼내어 洗滌 및 乾燥 後에 弗素塗布하여

다시 人工齶蝕系에 24時間 담구었고 이를 1回 더 反復施行하였다.

人工齶蝕系에서 總 72時間 處置한 齒牙를 꺼내어 bracket을 除去한 後 各 齒牙를 resin에 胞埋시켜 두께가 1mm되게 Maruto Cutter (Japan Maruto Co.)로 正中央部位를 切斷한 後(Fig. 2) Maruto grinding machine(Japan Maruto Co.)으로 약 15 μ m두께로 研磨하여 (Fig. 3) 標本을 制作한 다음 Zoom stereomicroscope(Oltpmus Optical Co.)(Fig. 4)와 偏光顯微鏡(Plympus Optical Co.)(Fig. 5)으로 觀察하였다.

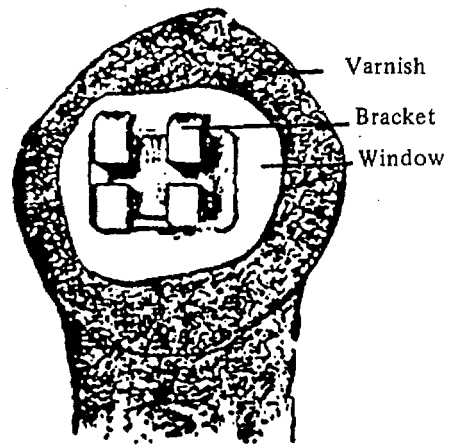


Fig. 1. Window formation around orthodontic bracket.

Table 1. Application time, chemical concentration of fluoride agents.

Group	Application time	F Concentration
1. Untreated control	No treatment	
2. NaF	4 min	2 %
3. SnF ₂	4 min	4 %
4. APF	4 min	1.23%
5. NaF (1' step)	2 min	2 %
+		
APF (2' step)	2 min	1.23%

NaF (Sodium fluoride)

SnF₂ (Stannous fluoride)

APF (Acidulated phosphate fluoride)

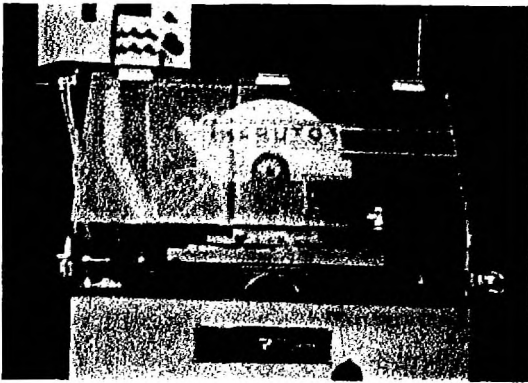


Fig. 2. Cutter (Maruto Co., Japan).

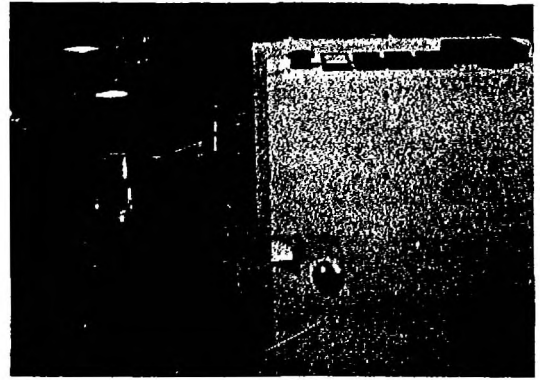


Fig. 3. Grinding Machine (Maruto Co., Japan)

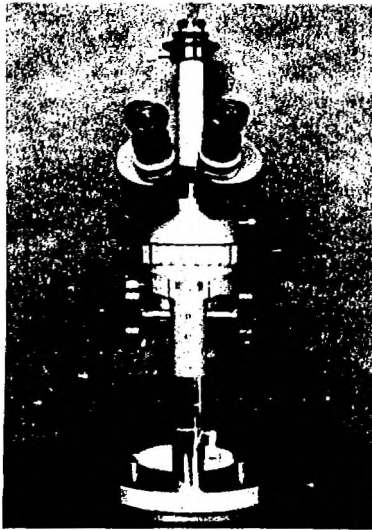


Fig. 4. Zoom Stereomicroscope (Olympus Optical Co.)

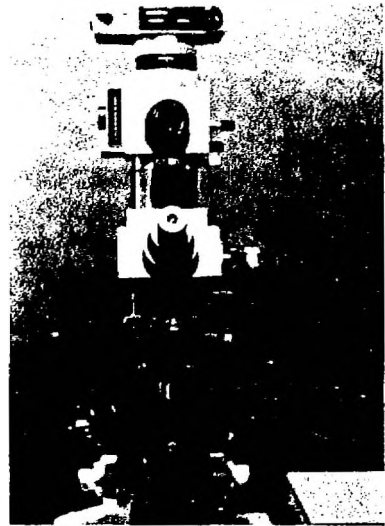


Fig. 5. Polarized light microscope (Olympus Optical Co.)

III. 實驗成績

1. 人工齲蝕病巢部 깊이의 測定

Zoom stereomicroscope(Olympus Optical Co.)를 利用하여 人工齲蝕病巢部 깊이를 測定하였다. 齒面에서 가장 깊게 浸透한 部位와 가장 얇게 浸透한 部位의 平均값을 個個 病巢部の 깊이로 하여 各 群에 對한 平均과 標準偏差를 求하고(Table 2), 各 群間에 對한 統計的 有意差가 있는지를 알아보기 爲하여 t-檢定을 施行하였다(Table 3).

病巢部の 平均깊이는 弗素塗布를 하지 않은 對照群이 213.6 μ m로써 가장 크게 나타났고, APF를 塗布한 群이 85.5 μ m로써 가장 낮은

Table 2. Lesion formation depth around orthodontic bracket.

Group	Mean depth (μ n)	S.D.
Control	213.6	18.7
NaF	108.6	17.4
SnF ₂	124.2	15.2
APF	85.5	21.3
NaF + APF	92.1	20.5

Table 3. Statistical analysis of the mean depth values attained from Table 2.

Comparision			T-value
Control	versus	NaF	11.74**
		SnF ₂	10.30**
		APF	11.78**
		NaF + APF	12.76**
NaF	versus	SnF ₂	3.42**
		APF	2.66**
		NaF + APF	3.28**
SnF ₂	versus	APF	5.54**
		NaF + APF	6.28**
APF	versus	NaF + APF	0.82

** significant at 1% level (P < 0.01)

數値를 보였다. 弗素塗布를 하지 않은 群의 病巢部깊이는 弗素를 塗布한 모든 群의 病巢部깊이에 비해 有意性 있는 差를 보였고, APF群에 對한 NaF-APF 2段階 塗布群을 除外한 모든 弗素塗布群間에도 有意性 있는 差를 보였다 (P<0.01).

2. 偏光顯微鏡 所見

偏光顯微鏡(Olympus Optical Co.)을 利用하여 組織病理學的 所見을 觀察한 結果, 거의 모든 人工齶蝕病巢部에서 自然齶蝕症의 特徵的 所見인 4個 zone이 나타났다.

弗素塗布를 하지 않은 對照群의 surface zone은 negative birefringent하게 나타났고 그 下方 body zone은 多量의 鑛物質 喪失을 暗示하는 뚜렷한 Retzius線條와 함께 positive birefringent한 所見을 보였으며 translucent zone과 境界를 이루는 dark zone이 body zone 下方에 나타났다(Fig. 6).

反面에, 弗素塗布한 群에서는 對照群에 비해 病巢部깊이가 全般的으로 상당히 얇게 形成되어 있으면서, body zone에서 pseudoisotropic 또는 negative birefringent한 所見을 보임으로써 珥瑯質脫灰에 對한 抑制效果가 있었음을 보

여주었다(Fig. 7, 8, 9, 10).

IV. 總括 및 考按

矯正患者에게 弗素化合物 製劑를 適切히 使用함으로써 齒牙齶蝕을 豫防하고 齒齶組織의 健康도를 改善시켰다는 研究報告가 있다^{12,26,41}. Dimitriadis¹²等은 느슨한 band下方에 APF를 塗布하여 band下方에 發生하는 珥瑯質 脫灰率을 70% 減少시켰다고 하였으며, Zachrisson⁴⁰等은 齒面裂溝填塞劑와 함께 0.05% NaF溶液으로 每日 1~2回 養齒한 患者를 觀察한 結果 白色斑點이 거의 나타나지 않았다고 報告하였고, Muhler²⁶는 SnF₂가 含有된 洗磨劑와 齒藥, 그리고 SnF₂溶液을 2年間 矯正患者에게 使用하여 齒牙齶蝕發生을 크게 減少시켰다고 報告하였다. 또한, Klock¹⁹等은 200ppm의 NaF溶液과 SnF₂溶液을 하루에 2번씩 1年間 양치시킴으로써 齒牙齶蝕 發生頻도와 唾液內 S.Mutans 水準이 낮아짐을 觀察할 수 있다고 하였고, Leverett²⁰等은 0.1% SnF₂溶液과 0.05% NaF溶液을 每日 4個月間 養齒하게 함으로써 齒面細菌膜指數(Plaque index score)와 齒齶指數(gingival index score)가 顯著히 減少되었다고 報告하였다.

本 研究結果 弗素塗布한 群들은 病巢部깊이에 있어 弗素塗布를 하지 않은 對照群의 213.6μm보다 모두 낮은 數値를 보임으로써(P<0.01) 珥瑯質脫灰 抑制效果를 確認할 수 있었다. 특히 APF를 塗布한 群의 平均깊이는 85.5μm로써 使用한 弗素製劑中 가장 優秀한 效果를 보였으며, 2% NaF溶液과 4% SnF₂溶液은 APF보다 낮은 效果를 보였고 2% NaF-APF 2段階塗布群은 APF 單獨塗布群보다 效果는 낮았는데 두 弗素化合物 製劑의 2段階塗布에 의한 上昇效果가 없었기 때문으로 思料되었다. 이는 NaF溶液과 SnF₂溶液의 弗素塗布를 통한 齒牙齶蝕症 抑制率이 40%이고 APF에 의한 齒牙齶蝕症 抑制率이 70%라고 하여 APF의 優秀성을 報告한 Wellock³³等의 報告와 一致하며, 또한 NaF溶液, SnF₂溶液, 그리고 APF에 對한 齒牙齶蝕 抑制效果를 比較한 研

究에서 APF製劑가 NaF나 SnF₂製劑보다 局所塗布時 珐瑯質溶解를 減少시키고 弗化칼슘의 形成을 促進시켜 珐瑯質內 弗素이온 沈着을 容易하게 하므로 他製劑보다 높은 效果를 보인다고 報告한 Zachrisson¹¹⁾ 등의 研究效果와도 一致한다. APF가 他製劑보다 效果가 높은 理由로 Nelson²⁷⁾ 등은 다른 弗素製劑는 平便한 腐蝕面을 지님으로써 小窩를 形成하지 않는 反面, APF는 珐瑯質小柱를 깊이 腐蝕시켜 小柱小窩 形成하고 이 小窩內에 弗化칼슘結晶이 充填되므로 쉽게 씻겨나가지 않기 때문이라 하였고, Jeansonne¹⁷⁾ 등은 APF에서 分離된 磷酸鹽이 弗素의 吸收를 增大시키고, 珐瑯質分解와 弗化칼슘의 形成을 抑制하여 弗化磷灰石 形態로 弗素沈着을 誘導하기 때문이라 하였다.

本 研究에서 人工齶蝕病巢를 形成하기 爲해 使用된 人工齶蝕系는 0.1M lactic acid 溶液에 0.25mM sodium tripolyphosphate를 添加하여 水酸化칼륨에 의해 pH4.5로 調節한 STPP system^{8,9,34,36)}으로서 溶液製作이 쉽고, 實驗期間을 짧게 要하며, 殺菌이 必要없고, 37°C 恒溫維持시킬 수 있는 長點을 지니나³⁴⁾, 病巢部 形態에 있어 自然齶蝕症은 齒面을 基底部로 하는 三角形 形態를 지닌 反面, STPP system에 의해서는 상자 形態의 病巢部를 形成하게 한다³⁶⁾. STPP system에 의해 72時間 處置한 標本의 人工齶蝕病巢를 偏光顯微鏡으로 觀察한 結果 弗素塗布를 하지 않은 對照群의 病巢體部에서는 自然齶蝕症의 特徵인 Retzius 線條 및 陽性複屈折 反應을 보임으로써 Pinderg³⁰⁾와 Cawsan¹¹⁾이 報告한 自然齶蝕症의 病理組織學的 所見과 一致됨을 確認할 수 있었고 弗素塗布한 群에서는 全般的으로 僞等方性 反應 또는 陰性 複屈折 反應을 보임으로써 弗素化合物에 의한 珐瑯質脫灰 抑制效果를 確認할 수 있었다.

以上과 같이 本 研究는 bracket周邊에 高濃度의 弗素化合物 製劑를 局所塗布함으로써 臨床에서 問題點으로 指摘되고 있는 齒牙變色 및 齒牙齶蝕發生을 抑制할 수 있음을 指示해 주고 있다. 앞으로 이 分野에 對한 臨床的 研究가 이루어져 矯正患者에게 有用한 弗素製劑 利用

法이 開發되야 할 것으로 思料되며, 矯正治療中 發生되는 齒牙齶蝕을 豫防하는 데는 무엇보다도 患者의 積極적이고 自發的인 協助와 術者의 患者에 對한 週期的인 口腔保健教育 및 綿密한 觀察이 가장 重要한 要素임을 再認識하여야 할 것이다.

V. 結 論

著者는 弗素化合物 製劑가 bracket周邊 珐瑯質의 齒牙齶蝕 抑制效果에 미치는 影響을 觀察하기 위하여 NaF, SnF₂, APF의 單獨塗布 및 NaF-APF 2段階 塗布를 施行한 後 이들을 人工齶蝕系(STPP)에서 72時間 處置하여 檢査한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 人工齶蝕病巢 形成에서는 對照群에 比하여 弗素塗布한 群들의 病巢形成 抑制效果가 크게 나타났으며 有意한 差가 있었다(P<0.01).
2. APF群과 NaF-APF 2段階塗布群이 NaF, SnF₂群에 比하여 病巢形成, 抑制效果가 크게 나타났으며 有意한 差가 있었다(P<0.01).
3. 病理組織學的 所見에서는 對照具의 病巢部가 陽性複屈折 反應을 보인 反面, 弗素塗布한 群들의 病巢部는 僞等方性, 또는 陰性複屈折 反應을 보였다.

參 考 文 獻

1. 金周煥, 金鍾培, 崔有鎮, 金鐘悅: "口腔保健學", 高文社, pp.111-115, 1984.
2. 金惠卿: "全帶環矯正裝置가 齒牙齶蝕活性化에 미치는 影響에 관한 實驗的 研究", 「大韓齒科矯正學會誌」, 6: 47-53, 1976.
3. 卞仁淑: "弗素化合物의 局所塗布效果에 관한 實驗的 研究", 「大韓小兒齒科學會誌」, 5: 25-31, 1975.
4. 安大植: "口腔乳酸齒에 對한 全帶環矯正裝置의 效果에 관한 研究", 「大韓齒科矯正學會誌」, 5: 25-31, 1975.
5. 鄭仁煥: "弗素自家塗布의 齒牙齶蝕症 豫防效果에 관한 研究", 「大韓齒科醫師協會誌」, 16: 619-634, 1978.

6. Aasenden, R., Oepaola, P.F., and Brudevold, F.: "Effects of daily rinsing and ingestion of fluoride solutions upon dental caries and enamel fluoride", *Archs. Oral Biol.*, 17:1705-1714, 1972.
7. Ashley, F.P., Mainwaring, P.J., Emslie, R.D., and Naylor, M.N.: "Clinical testing of a mouthrinse and a dentifrice containing fluoride. A two-year supervised study in school children", *Brit. Dent. J.*, 143:333-338, 1977.
8. Balenseifen, J.W., Madonia, J.V.: "Study of Dental Plaque in Orthodontic Patients", *J. Dent. Res.*, 49:320-324, 1970.
9. Brian, M. Mor and John. C. Rodds: "Histopathology of artificial caries-like lesions produced by lactate buffers with tripolyphosphate and diphosphonate additives", *New Zealand Dental Journal*, 77:57-61, 1981.
10. Buonore, G.M., and Vezin, J.C.: "Orthodontic fluoride protection", *J. Clin. Orthod.*, 14:321, 1980.
11. Cawsan, R.A., and Eveson, J.W.: "Oral pathology and Diagnosis: Color atlas with intergrated test", 1st ed., Gower Medical Pub. Co., pp. 3.2-3.3., 1987.
12. Dimitriadis, A.G., and Sassouni, V.: Topical fluoride to prevent enamel demineralization underneath loose orthodontic bands", *IADR Abstr. no. 242*, 1973.
13. Ferretti, G.A., Tanzer, J.M., and Tinanoff, N.: "The effect of fluoride and stannous ions on *Streptococcus mutans*", *Caries Res.*, 16:298-307, 1982.
14. Flaitz, C.M., and Hicks, M.J.: "Effects of sodium fluoride and stannous fluoride solutions on caries-like lesion formation around adhesive orthodontic brackets: an in vitro study", *Quintessence international*, 19:117-123, 1988.
15. Glatz, E.G.M., Featherstone, J.D.B.: "Deminceralization related to orthodontic band and bracket: a clinical study", *Am. J. Orthod.*, 85:87, 1986.
16. Gorelic, L., Geiger, A.M. and Gwinnet, A.J.: "Incidence of white spot formation after bonding and banding", *Am. J. Orthod.*, 81:93-98, 1982.
17. Hicks, M.J., Silverstone, L.M., Flaitz, C.M.: "A scanning electron microscopic and polarized light microscopic study of acid-etching of caries-like lesions in human tooth enamel treated with sodium fluoride in vitro", *Archs. Oral Biol.*, 29:765-772, 1984.
18. Jeansonne, B.G. and Feagin, J.J.: "Effects of various topical fluorides on subsequent mineralization and dissolution of enamel". *J. Dent. Res.*, 51:767-772, 1972.
19. Klock, B., Serling, J., Klnder, S., Manwell, M.A., and Tinanoff, N.: "Comparison of effect of SnF₂ and NaF mouthrinses on caries incidence, salivary *S. mutans* and gingivitis in high caries prevalent adults." *Scand. J. Dent. Res.*, 93:213-217, 1985.
20. Leverett, D.H., McHugh, W.D., and Jensen, O.E.: "The Effect of Daily Mouthrinsing with Stannous Fluoride on Dental Plaque and Gingivitis-Four-month Results". *J. Dent. Res.*, 60:781-784, 1981.
21. Mattingly, J.A., Sauer, G.J., Yancey, J.M., and Arnold, R.R.: "Enhancement of streptococcus mutans colonization by Direct Bonded Orthodontic Appliances". *J. Dent. Res.*, 62:1209-1211, 1983.
22. Miura, F., Nagawa, K., and Masuhara. E.: "New direct bonding system for plastic brackets", *Am. J. Orthod.*, 59:350-361, 1971.

23. Mizrahi, E.: "Enamel demineralization following orthodontic treatment", *Am. J. Orthod.*, 82:62-67, 1982.
24. Mobley, M.J.: "Fluoride uptake from in situ Brushing with a SnF₂ and a NaF dentifrice", *J. Dent. Res.*, 60:1943-1948, 1981.
25. Moin, K., and Dogan, I.L.: "An evaluation of shear strength measurements of unfilled and filled resin combination", *Am. J. Orthod.*, 72:531-536, 1978.
26. Muhler, J.C.: "Dental caries-Orthodontic appliances-SnF₂", *J. Dent. Child.*, 37: 34-37, 1970.
27. Nelson, D.G.A., Jongebloed, W.L., and Arends, J.: "Morphology of enamel surfaces treated with topical fluoride agents: SEM considerations". *J. Dent. Res.*, 62:1208-1283, 1983.
28. Newman, G.V.: "Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress reports", *Am. J. Orthod.*, 51:901-912, 1965.
29. Newman, G.V., Synder, W.H., and Wilson, C.E.: "Acrylic adhesive for bonding attachments to tooth surface", *Angle Orthod.*, 38:12-18, 1968.
30. Pinberg, J.J.: "Color Atlas of Oral Histopathology": 1st ed. Yearbook Medical Pub. Co., Enamel/11, 1975.
31. Radike, A.W., Gish, C.W., Peterson, J.K., King, J.D., and Davies, T.G.H.: "Clinical evaluation of stannous fluoride as an anti-caries mouthrinse", *J.A.D.A.*, 86:404-408, 1973.
32. Retief, D.H., Dreyer, C.J., and Gavron, G.: "The direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive", *Am. J. Orthod.*, 58:21-40, 1970.
33. Pingelberg, M.L., Webster, D.B., Dixon, D.O., and LeZotte, D.C.: "The caries-preventive effect of amine fluorides and inorganic fluorides in mouth-rinse of dentifrice after 30 months of use," *J. Am. Dent. Assn.*, 98:202-208, 1979.
34. Rodda, J.C., McGreen, I.G.M., and McDowell, J.W.: "Remineralization of artificial enamel lesions with a phosphate-fluoride solution", *Zew Zealand dental Journal*, 75:80-86, 1979.
35. Shafer & Hine & Sevy: "A textbook of oral pathology", W.B. Saunder Co., pp. 437-441, 1975.
36. Wefel, J.S., and Horless, J.D.: "Comparison of Artificial White Spots by Microradiography and Polarized Light Microscopy", *J. Dent. Res.*, 63:1271-1275, 1984.
37. Weitman, R.T., and Eames, W.B.: "Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures", *J.A.D.A.*, 91:101-106, 1975.
38. Wellock, W.D., and Brudevold, F.: "A study of acidulated fluoride solutions-II. The caries inhibiting effect of single annual topical applications of an acidic fluoride and phosphate solution", *Arch. Oral Biol.*, 8:179-182, 1963.
39. Zachrisson, B.U. and Zachrisson, S.: "Caries incidence and Oral hygiene during orthodontic treatment". *Scan. J. Dent. Res.*, 79: 394, 1971.
40. Zachrisson, B.U.: "A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics", *Am. J. Orthod.*, 71:173-189, 1977.
41. Zachrisson, B.U.: "Fluoride Application Procedures in Orthodontic Practice, Current Concepts". *Angle Orthod.*, 45:72-81, 1975.
42. Zachrisson, B.U.: "Caries incidence and orthodontic treatment with fixed appliances, *Scan. J. Dent. Res.*, 79:183, 1971.