

琺瑯質 表面에 미치는 酸性弗素磷酸溶液의 耐酸效果

慶熙大學校 齒科大學

崔 有 鎮

THE EFFECT OF ACID FLUORIDE-PHOSPHATE SOLUTION IN REDUCING THE SOLUBILITY OF ENAMEL SURFACE.

Eugene Choi, D.D.S., M.S.D., Ph.D.
College of Dentistry, Kyung Hee University.

Abstract

The effects of enamel solubility by the varying concentration of fluoride and phosphate as well as pH of the acid fluoride-phosphate solutions were tested and compared with the 8% stannous fluoride solution.

The smooth surfaces of the sound permanent 1st premolars were demineralized by the Buttner's method.

And the phosphorus extracted from the 1st premolars were analyzed by the Fiske and Subbarow's method.

Enamel smooth surfaces treated with the acid fluoride-phosphate solution and the 8% stannous fluoride solution were observed electron-microscopically by the Filmy Replica method.

The results of this study were summarized as follows:

1. The least enamel dissolution rate was observed at the acid fluoride-phosphate solution contained 1.25% fluorine, 0.5% phosphate, and pH 4.
2. The anti-cariogenic effects comparison between the acid fluoride-phosphate solution and 8% stannous fluoride, the former was higher.

—目 次—

- I. 緒 言
- II. 實驗材料 및 實驗方法
- III. 實驗 結果
- IV. 考 察

V. 結 論 參考文獻

I. 緒 言

現在 齒牙齦蝕症 豫防用 弗化物의 局所塗布劑로서 弗

* 本 研究는 1973年度 文敎部 研究造成費에 依하여 이루어 졌음.

화소나나 弗化第 1錫은 잘 알려져 있으며 또한 臨床에서 빈번히 利用되고 있는 것 들이다.

이러한 局所塗布劑의 實驗室內 效果測定은 주로 無機物의 脫灰量을 利用하여 施行되었으¹⁾⁶⁾⁹⁾¹⁹⁾²³⁾며 臨床調査 成績은 塗布後 一定期間內 齒牙齶蝕症의 新生度 또는 擴大度를 對照群과 比較하므로써⁵⁾¹⁷⁾²¹⁾ 획득된 것이다.

약 25年前 Bibby¹⁾는 弗化소다에 酸을 加하여 局所塗布 해 주므로써 이 方法이 弗化소다 單獨塗布보다 齒牙齶蝕症의 豫防效果를 보다 더 높일수 있다고 보고한 이래 Roberts⁶⁾ Tempestini⁹⁾ Rickles et al¹⁵⁾등도 다루어 追試를 行하였으며 最近 Brudevold²⁾는 酸性 弗化소다 溶液을 局所塗布할 경우 珪瑯質의 弗素吸着量은 현저히 증가됨을 주장하기에 이르렀다. 여기서 일보 前進하여 Wellock²²⁾등은 弗化소다 單獨塗布보다는 酸性 弗化소다 溶液에 磷酸을 첨가할 경우 齒牙齶蝕症 豫防效果를 더욱 높일수 있다고 주장 하였으며 Muhler와 그의 共同 研究者들은¹²⁾ 弗化 第 1錫 溶液에 磷酸을 첨가하던 酸性 弗化소다液에 磷酸을 첨가했을 경우보다 齒牙齶蝕症 豫防效果를 더욱 높일수 있다고 報告하기에 이르렀다.

1963年 Brudevold²⁾가 酸-弗素-磷酸의 체계를 局所塗布劑로서 紹介한 이래로 이에 대한 臨床的 調査 結果 齶蝕豫防效果가 높기 평가되었음에도 불구하고 불과 몇 년의 報告¹²⁾¹⁴⁾外에는 아직 充分한 追加 研究가 실시되지 않고 있다.

著者는 酸性弗素 磷酸溶液의 齒牙齶蝕症 抑制 效果測定을 實驗室內에서 實施하므로써 齒牙齶蝕症 豫防劑의 多角的 評價에 多少라도 도움이 되고자 한다.

II. 實驗材料 및 實驗方法

實驗用 齒牙로서는 矯正治療를 爲하여 拔去되는 健全한 永白齒 第 1小白齒를 使用하였다. 同一 顎骨에서 新鮮하게 拔去된 2個의 第 1小白齒는 拔去즉시 齒冠部 表面의 異物을 除去하고 pumice로 깨끗이 닦은後 珪瑯質 表面만 露出시키고 나머지 部位는 paraffin wax로 包埋한 後 1개 齒牙는 對照群으로 하고 1個齒牙는 實驗群으로 使用하였다.

豫備實驗을 通하여 酸性弗素磷酸 溶液의 酸度는 pH 3.0, 弗素의 濃度는 1.25%, 磷酸의 濃度는 0.5%를 基準으로 하였으며 再蒸溜水를 加하여 全體容量을 100ml가 되도록 하였다. 이때 酸度의 調節은 3N. HCl과 3N. NaOH를 이용 하였으며 弗素의 濃度變化는 40% 弗化水素酸의 加減으로 調節하였고 磷酸濃度는 8.5% 正磷酸

溶液을 사용하여 調節 하였다.

酸性弗素磷酸 溶液과 比較하기 위하여 8% 弗化第 1錫이 利用되었으며 이 경우 pH 3, 4, 5가 각각 實驗되었다.

이상의 弗化物은 乾燥된 實驗群의 齒牙에 37°C에서 4分間 塗布된後 30ml의 再蒸溜水를 噴霧시켜 洗滌하였으며 그後 齒牙脫灰를 거처 溶出되는 磷을 定量하여 相互 比較하였다.

齒牙의 脫灰는 Buttner et al⁴⁾의 方法을 利用 하였으며 磷의 定量은 Fiske and Subbarow⁹⁾의 方法을 따랐다.

脫灰部位에 對한 電子顯微鏡의 觀察은 同一人에게서 拔去된 4개의 第 1小白齒 健全 珪瑯質 平滑面에서 實施 되었다.

이때 1개 齒牙는 對照群으로 하였으며 나머지 3個의 齒牙를 實驗群으로 하여 1個는 蒸溜水로 4分間 塗布하고 1個는 弗素 1.25% 磷酸 0.5% pH 4.0의 酸性弗素磷酸 溶液으로 4分間 塗布하였으며 나머지 1個 齒牙는 8% 弗化第 1錫液으로 4分間 塗布後 對照群 및 實驗群 齒牙는 다시 水洗 및 0.05% 鹽酸으로 10초간 脫灰를 實施하고 30分間 흐르는 물에 水洗를 行한後 70% ethanol에서 부터 absolute alcohol에 이르기까지 단계적으로 脫水를 實施하였으며 電子顯微鏡의 觀察은 Casting 型 2 段階 Filmy Replica 法을 적용 하였다.

여기 사용된 acethyl cellulose 薄膜은 두께가 0.034 mm 였으며 溶劑로서는 methyl acetate를 使用하였고 shadowing metal로서는 chromium을 이용하였으며 shadowing 後에 carbon coating을 실시하였다. 蒸着膜이 붙은 acethyl cellulose film은 aceton에서 녹였으며 다시 蒸溜水와 aceton 1:1의 溶液을 거친後에 蒸溜水에 옮겨 蒸着膜은 蒸溜水 內에서 mesh로 떠내어 乾燥시켜 이를 試料로한후 電子顯微鏡으로 比較 檢鏡 하였다.

III. 實驗結果

酸性弗素磷酸 溶液中의 弗素 濃度만을 變化시켰을 경우 珪瑯質의 脫灰에서 溶出되는 磷의 量은 表에서 A群의 1~7에 보이는 바와 같다.

弗素의 濃度를 0.01%에서 1.5%로 변화시켰을 경우 磷의 溶出 減小量은 相互 兇저한 差異를 보이지는 않았으나 1.25%에서 磷의 溶出 減小效果가 가장 높게 나타났으며 弗素 濃度 0.01%의 경우 磷의 溶出量 減小 效果는 顯著하게 低下되었다.

酸性弗素磷酸 溶液의 磷酸濃度를 變化시켰을 경우 B群의 9에서와 같이 脫灰 抑制效果는 磷酸濃度 0.5%에

Table 1 Enamel Solubility Studies using Different Anti-Cariogenic Agents.

Group	Treatment (%)	pH	Mean $\mu\text{g P}$		Mean % Red.
			Control	Treated	
A	1 F (1.5) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	84.3	31.1	63.1
	2 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	72.1	19.7	72.7
	3 F (1.0) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	91.9	29.9	67.5
	4 F (0.5) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	65.0	20.5	68.4
	5 F (0.7) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	82.6	31.3	62.1
	6 F (0.05) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	54.8	21.9	60.0
	7 F (0.01) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	67.5	34.4	49.1
B	8 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.25)	3	92.4	31.0	66.4
	9 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	68.9	18.8	72.7
	10 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (1.0)	3	51.7	19.2	62.9
C	11 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.5)	3	73.4	20.0	72.7
	12 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.5)	4	101.3	24.7	75.6
	13 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.5)	5	68.7	27.3	60.3
	14 F (1.25) + H ₃ PO ₄ (0.5)	6	53.3	26.5	50.2
D	15 SnF ₂ (8.0)	3	72.6	25.9	64.3
	16 SnF ₂ (8.0)	4	57.2	22.3	61.0
	17 SnF ₂ (8.0)	5	66.4	37.3	43.8

서 가장 높게 나타났으며 0.25 및 1.0%에서는 그보다 낮게 나타났다.

C群的 11~14는 酸性弗素磷酸 溶液의 酸度를 變化시켰을때 溶出되어 나오는 磷의 量을 對照群과 比較한 것이다. 전체적으로 酸性일수록 磷의 溶出 抑制效果는 높은 傾向이었으나 가장 效果가 높은것은 pH4.0으로 나타났다. 이상의 酸性弗素磷酸 溶液과 對照하기 위하여 弗化第 1錫 8%의 脫灰 抑制效果도 實驗되었는데 그 結果는 D群에서 보이는 바와 같다.

弗化第 1錫의 脫灰 抑制效果는 酸도가 높을수록 보다 높게 나타났으나 全體적으로 酸性弗素磷酸 溶液보다는 琺瑯質 表面의 脫灰 抑制效果가 낮음을 볼수있다.

Fig. 1은 健全齒牙 琺瑯質 平滑面에서 Replica 法으로 觀察한 電子顯微鏡 像이다. 全體적으로 無構造의 像을 보여주고 있으며 結晶像이 大體로 緻密하고 均等한 것을 볼수있다.

Fig. 2는 酸性弗素磷酸 溶液을 局所塗布 後 脫灰를 實施한 琺瑯質 表面의 電子顯微鏡 像으로서 Replica 法에 의해 觀察된 것이다. 全體적으로 琺瑯質 表面은 작은 結晶形態가 나타나거나 또는 微細한 結晶의 異脫部位가 나타나 Fig. 1에서의 正常的인 琺瑯質 表面의 電子顯微鏡像과는 差異를 보이고 있으며 對照群인 Fig. 4와 比較해서는 顯著한 脫灰抑制效果를 인정할수 있다.

8% 弗化第 1錫으로 局所塗布된後 脫灰를 實施한 琺

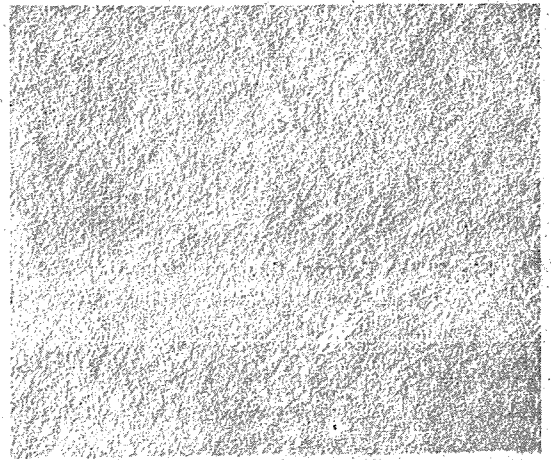


Fig. 1. Smooth Surface of Sound Enamel. Showing the Non-structural Appearance. ($\times 10,700$)

瑯質表面의 電子顯微鏡像은 Fig. 3과 같다. 정상 琺瑯質 表面의 石灰化 表面을 觀察한 Fig. 1과 比較했을 때 脫灰에 의해 약간 거친像으로 보이고 있으나 對照群인 Fig. 4에 比하여는 表面의 變化가 거의 없다고 보아도 무방할 程度로 脫灰에 對하여 抵抗이 있는 것으로 나타났다. Fig. 2와 比較하여 보면 오히려 脫灰에 대한 抵抗이 높은것으로 보이고 있다.

Fig. 4는 弗化物의 局所塗布를 實施하지않고 직접 脫

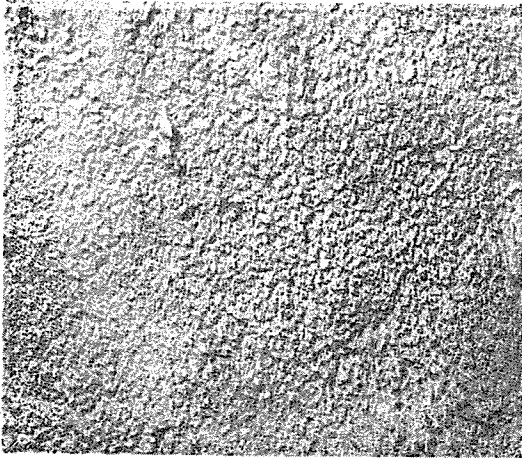


Fig. 2. The Enamel Surface treated with A-F-P Solution for 4min and Etched with 0.05% HCl for 10 sec. ($\times 22,500$)

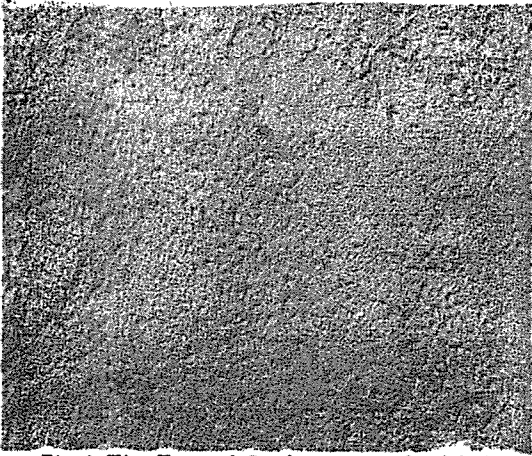


Fig. 3 The Enamel Surface treated with 8% SnF₂ for 4min. and Etched with 0.05% HCl for 10 sec. ($\times 22,500$)

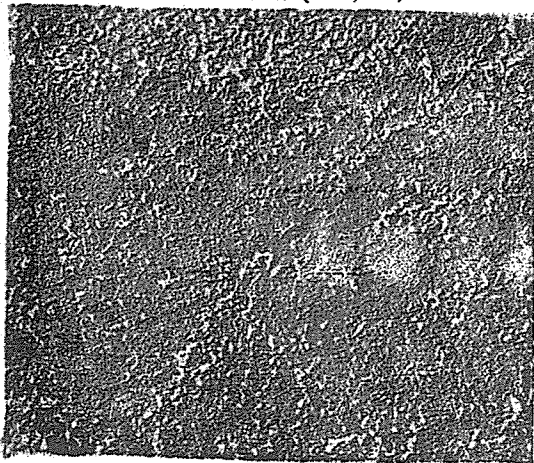


Fig. 4. Etched Enamel Surface with 0.05% HCl for 10 sec. ($\times 10,700$)

灰한後 Replica 法으로 觀察한 珐瑯質 脫灰面의 電子顯微鏡像이다 全體的으로 電子密度가 높은 脫灰部位가 均等하게 分布되어 있으며 Fig. 1, 2, 3의 어느 경우 보다도 높은 脫灰像이 거칠게 나타나고 있다.

IV. 考 察

珐瑯質 溶解度에 관한 實驗을 實施할 경우 珐瑯質을 粉末로 만들어 使用하거나 齒牙 自體를 그대로 使用하는 方法이 있다. 각기 長短點이 있어 珐瑯質 粉末을 使用할 경우에는 一定量의 珐瑯質 粉末로서 實驗하게 되므로 純粹한 珐瑯質의 正確한 資料를 얻을수 있으나 珐瑯質 粉末 製作過程에서 대개 齒科用 diamond stone을 使用하게 되므로 加熱로 因하여 珐瑯質 自體에 脫水 現象을 초래하는 缺點이 있으며 한편 齒牙自體 그대로 使用할 경우는 齒牙無機質의 變化는 없으나 實驗에 使用되는 珐瑯質의 量을 確實히 測定하기 어려운 缺點이 있다.

本 實驗에서는 齒牙 自體를 그대로 사용하였는데 이때 使用되는 齒牙의 對照群과 實驗群 사이의 齒牙脫灰 量의 差異를 最少로 줄이기 위하여서 同一人 同一顎骨의 小白齒를 利用하였으므로 成長 過程에서의 弗素攝取 量 또는 對照群齒牙와 實驗群 齒牙와의 珐瑯質 弗素 含有量의 差異등을 考慮하여야 하는 煩雜性을 피할수 있었으며 脫灰되는 無機質의 量을 測定함에 있어 磷의 定量分析을 實施 하므로써 脫灰 無機質의 量을 推定하는 方法을 採擇하였다.

Fig. 1에서 보던 酸性弗素磷酸 溶液의 脫灰抑制效果는 弗素 濃度 1.25% 磷酸濃度 0.5% pH 4에서 가장 높게 나타났으며 弗素 濃度 0.5~1.5% 磷酸濃度 0.25~0.5% pH 3 및 4의 範圍內에서는 酸性弗素磷酸 溶液의 脫灰 抑制效果는 弗化第一錫보다 항상 높게 나타났음이 注目된다. 그러나 이 範圍 內에서는 酸性弗素磷酸 溶液에 있어 酸度의 變化, 弗素 濃度의 變化 및 磷酸 濃度의 變化에 따라 脫灰量의 抑制에 一定한 傾向을 가져온 結果가 나타나지 않았다는 것은 이 部分에 對하여 앞으로 보다 더 細密히 研究해 보아야 할 餘地가 있다고 생각된다.

8% 弗化第一錫液은 現在 廣範圍하게 使用되고 있는 齒牙齲蝕症 豫防用 局所塗布劑이다. Table. 1 D群에서 보던 弗化第一錫液을 酸性化 했을경우 脫灰 抑制效果가 높게 나타났음도 앞으로 考慮하여 실지 應用面에 適用해야할 要素가 아닌가 생각된다.

酸性弗素磷酸 溶液과 弗化第一錫液의 脫灰像에 對한 電子顯微鏡의 觀察에서는 弗素 1.25% 磷酸 0.5% pH. 4.0의 酸性弗素磷酸 溶液 塗布群인 Fig. 2에서 8% 弗化

第 1錫 塗布群인 Fig. 3보다 오히려 脫灰가 많이 이루어진 像으로 나타났는데 이것은 弗化第 1錫液의 局所塗布時 齒牙 琺瑯質 表面에 薄膜을 形成한다는 Cooley⁶⁾, Scott¹⁰⁾ 등의 報告와 一致되어 나타난 現像이 아닌가 생각된다. 이에 대하여서는 弗化第 1錫의 考案者인 Muhler¹¹⁾ 자신도 밝혔듯 弗化第 1錫의 琺瑯質 內로의 浸透性은 弱하므로 初期 脫灰에는 耐酸性이 強하나 長期 脫灰에는 오히려 耐酸性이 弱하다는 報告와, 弗化錫은 初期 脫灰에 있어 弗化소다에 비해 1.5~2倍 가량의 酸에 對한 抑制效果를 보인다는 Bibby¹⁾, Buttner⁴⁾의 報告 및 本脫灰 實驗에 있어 弗化第 1錫보다 酸性弗素磷酸 溶液의 耐酸效果가 높게 나타나는 結果 등으로 미루어 本實驗에서 使用된 0.05% HCl의 10초간 이라는 짧은 脫灰에서 나타난 現像이며 齒牙齲蝕症이란 長期間의 脫灰現像에 있어서는 酸性弗素磷酸 溶液이 보다 더욱 높은 齒牙齲蝕症 豫防效果를 나타내리란 것을 推定할 수 있었다.

V. 結 論

著者は 酸性弗素磷酸 溶液의 酸度, 弗素濃度 및 磷酸濃度를 變化 시켰을때 이 溶液이 永白齒 琺瑯質의 溶解度에 미치는 影響을 8% 弗化第 1錫 溶液과 比較하여 實驗 및 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 酸性弗素磷酸 溶液은 弗素濃度 1.25% 磷酸濃度 0.5% 및 pH 4 일때 酸에 對한 琺瑯質 表面의 脫灰 抑制 效果가 가장 높다.
2. 酸性弗素磷酸 溶液의 齒牙齲蝕症 豫防效果는 8% 弗化第 1錫보다 높다.

REFERENCES

1. Bibby, B.G.: Effectiveness of Various Fluoride Preparations in Reducing Tooth Solubility, J. Dent. Res., 23: 202, 1944.
2. Brudevold, F., Savory, A., Gardner, D.E., Spinili, M., and Speirs, P.: A Study of Acidulated Fluoride Solutions. I. In Vitro Effects on Enamel, Arch. Oral Biol., 8: 167, 1963.
3. Buonocore, M. G., and Bibby, B.G.: Effect of Various Ions on Enamel Solubility, J. Dent. Res., 24: 103, 1945.
4. Buttner, G., and Muhler, J.C.: The Solubility of Intact Dental Enamel Surfaces Treated with Potential Anticariogenic Agents, J. Dent. Res., 37: 412, 1958.
5. Cheyne, V. D.: Human Dental Caries and Topically Applied Fluorine: A Preliminary Report, J.A.D.A., 29: 804, 1942.
6. Cooley, W.E.: Reactions of Tin and Fluoride Ions with Etched Enamel, J. Dent. Res., 40: 1199-1210, 1961.
7. Fischer, E.E.: Inhibition of Enamel Demineralization by Repeated Treatment with Sodium and Stannous Fluoride Solutions, J. Dent. Res., 41: 392-397, 1962.
8. Fiske, C. H., and Subbarow, Y.: The Colorimetric Determination of Phosphorus, J. Biol. Chem., 66: 375, 1925.
9. Jeansonne, B. G., and Feagin, F. F.: Effect of Various Topical Fluorides on Subsequent Mineralization and Dissolution of Enamel, J. Dent. Res., 9: 767, 1972.
10. Muhler, J. C.: The Effect of Different Fluorides on the Solubility of Intact Dental Enamel Surfaces, J. Dent. Res., 36: 889-894, 1957.
11. Muhler, J. C. and Buttner, W.: The Effect of the Topical Application of Stannous Fluoride on Enamel Solubility when Pretreated with Sodium Fluoride, J. Dent. Res., 5: 1053, 1959.
12. Muhler, J. C., Stookey, G. K. and Bixler, D.: Evaluation of the Anticariogenic Effect of Mixtures of Stannous Fluoride and Soluble Phosphates, J. Dent. Children, 32: 154, 1965.
13. Phillips, R. W., and Muhler, J. C.: Solubility of Enamel as Affected by Fluorides of Varying pH, J. Dent. Res., 26: 109, 1947.
14. Pameijer, J. H. N., Brudevold, F., and Hunt, E.E., Jr.: A Study of Acidulated Fluoride Solutions, Arch. Oral Biol., 8: 183, 1963.
15. Rickles, N. H.: The Effect of an Acid and a Neutral Solution of Sodium Fluoride on the Incidence of Dental Caries in Young Adults, J. Dent. Res., 30: 757, 1951.
16. Roberts, J. F., Bibby, B. G., and Wellock, W. D.: The Effect of an Acidulated Fluoride Mouthwash on Dental Caries, J. Dent. Res., 27: 497, 1948.
17. Scola, F. P., Nielsen, A. G., and Ostrom, C. A.: Clinical Evaluation of Stannous Fluoride, I.

- A. D. R., 41:120, 1963 (Abst.).
18. Scott, D. B.: Electron Microscopic Evidence of Fluoride-Enamel Reaction, J. Dent. Res., 39:1117, 1960.
19. Shannon, I. L.: Enamel Solubility Reduction by Topical Application of Combinations of Fluoride Compounds, J. Oral Med., 25:12, 1970.
20. Tempestini, O.: Problems of Fluoride in Individuals and Public Health Control of Caries, Riv. Ital. Stomat., 4:323, 1949.
21. Tusnova, M. N.: Fluoridation of Teeth for Prophylactic Purposes Against Caries, Stomatologia, 2:11, 1950.
22. Wellock, W. D., and Brudevold, F.: A Study of Acidulated Fluoride Solutions.
II. The Caries Inhibiting Effect of Single Annual Topical Applications of and Acidic Fluoride an Phosphate Solution, Arch. Oral Biol., 8:176, 1963.
23. 최유진: 불화소다가 법랑질의 용해도에 미치는 영향에 대한 실험적 연구, 현대의학, 7:845, 1967.
24. 최유진: 치아우식증의 최초발생 부위에 관한 전자현미경적 연구, 대한 치과의사 협회지, 9:151, 1971.

≫≫≫ 여러先生님께서 依賴하신 ≪≪≪

≫≫≫ 各種 技工物을 迅速, 正確, 精密하게 ≪≪≪

≫≫≫ 誠心껏 製作해 드리겠습니다. ≪≪≪

삼 광 치 과 기 공 소

代 表 權 寧 哲

서울特別市 鍾路區 鍾路 4街 10番地

電 話 (74) 4 2 8 3

大明齒科材料商會

金 漢 述

전화 (92) 2 6 2 4 (구: 광명)