

# 弗化소다의 局所塗布條件이 齒牙琺瑯質 結晶構造의 變化에 미치는 영향에 關한 實驗的 研究

서울대학교 齒科大學 豫防齒科學教室

安 鎮 龜

## 一 目 次 一

### I. 緒 論

### II. 研究對象 및 研究方法

#### 1. 研究對象

#### 2. 研究方法

### III. 研究成績

### IV. 考 按

### V. 結 論

#### 參考文獻

#### 英文抄錄

## I. 緒 論

오늘날 口腔保健界가 당면한 가장 中大한 課題中의 하나는 齒牙齶蝕症의 效率의 管理이다.<sup>1)</sup> 이러한 齒牙齶蝕症의 豫方法으로는 齒面細菌膜管理法 弗素 이용법 食餌調節法 齒面裂溝填塞法 등을 들 수 있으며 이 중에서 가장 代表的인 齒牙齶蝕豫方法是 弗素化合物의 利用法이다. 弗素利用法은 弗素服用法과 弗素塗布法으로 大別할 수 있으며 弗素服用法은 都市上水道水弗化法, 學校給水弗化法, 弗素錠劑服用法, 食鹽弗化法, 牛乳弗化法 및 小麥粉弗化法 등으로 나눌 수 있다. 또한, 弗素塗布法은 專門家弗素塗布法과 自家弗素塗布法으로 分類되면 專門家弗素塗布法은 弗化소다塗布法 弗化錫塗布法 酸性弗化소다塗布法으로, 自家弗素塗布法은 弗素洗齒劑使用法 弗素겔利用法 弗素溶液養齒法 등으로 各各 구분할 수 있다.<sup>2)</sup> 그러나 弗素를 利用한 여러가지 齒牙

齶蝕豫方法中에서는 上水道水弗化法이 가장 効果的인 方法이다.<sup>3)</sup> 우리나라에서도 國民의 口腔保健을 增進시키기 爲해 1981년부터 鎭海市에서, 1982년부터 淸州市에서 示範的으로 上水道水를 弗素化하고 있다. 그러나, 大部分의 國民들은 이 事業의 惠澤을 받지 못하고 있는 實情이다. 따라서, 아직까지는 大多數 우리나라의 國民의 齒牙齶蝕症을 豫防하기 爲한 弗化物의 使用法으로는 弗素塗布法이 이용되고 있는 실정이다.<sup>2)</sup>

한편, 弗化物의 局所塗布에 의한 齒牙齶蝕症의 豫防效果를 높이기 위한 研究가 國內에서도 활발히 이루어져, 李等<sup>4)</sup>은 琺瑯質 弗化칼시움 形成의 效果를 X-ray diffractometer를 利用하여 分析 보고한 바 있으며, 金等<sup>5)</sup>은 弗素塗布琺瑯質 結晶構造에 對한 아르곤레이저照射의 影響을 보고하였고 卞等<sup>6)</sup>은 弗素化合物의 局所塗布效果에 關한 實驗的 研究를 報告한 바 있다.

弗化物의 局所塗布效果는 불화물의 도포시간, 농도 온도 및 산도등에 영향을 받을 수 있으며, 최근에는 전기적자극을 이용한 국소도포법도 개발되어 사용되고 있다. 그러나, 이러한 弗化物의 塗布條件을 변화시킴으로서 弗化物의 局所塗布效果를 증대시키는 데 關한 研究는 별로 이루어지지 않고 있다. 이에 著者는 齒牙齶蝕症을 豫防하기 위한 弗素塗布法의 效果를 증진시킬 수 있는 방안을 찾기 위하여 弗化소다의 塗布條件을 變化시켰을 때 나타나는 永久齒 琺瑯質의 結晶構造의 變化를 X-ray diffractometer를 使用하여 調査, 分析해본 바 있어 그 結果를 報告한다.

## II. 研究對象 및 研究方法

### 1. 研究對象

齒牙齦蝕症이 發生되어 있지않은 拔去된 健全한 永久齒 140個를 研究對象으로 하였다.

### 2. 研究方法

#### 1) 琺瑯質의 粉末化

研究對象齒牙의 齒冠部 齒面을 rubber cup과 pumice로 洗磨하고 琺瑯質만을 分離시켰다. 分離된 琺瑯質을 마노주말을 利用하여 微細粉末로 만들고 325mesh의 체로 거른후에 琺瑯質粉末를 700mg 씩 計量하여 表 1 과 같이 12個群으로 나누었다.

表 1. 實驗群別 實驗條件

實驗群	實驗條件
1	對 照 群
2	2% NaF를 4分間 塗布
3	2% NaF를 8分間 塗布
4	2% NaF를 10°C에서 4分間 塗布
5	2% NaF를 36°C에서 4分間 塗布
6	2% NaF를 pH 2.0에서 4分間 塗布
7	2% NaF를 pH 9.0에서 4分間 塗布
8	2% NaF 300 $\mu$ A의 電氣刺戟으로 5分間 塗布
9	2% NaF를 300 $\mu$ A의 電氣刺戟으로 15分間 塗布
10	2% NaF를 500 $\mu$ A의 電氣刺戟으로 5分間 塗布
11	2% NaF를 500 $\mu$ A의 電氣刺戟으로 15分間 塗布
12	飽和 NaF 溶液을 4分間 塗布

#### 2) 琺瑯質粉末의 弗化소다溶液 處理

표 1 과 같이 나눈 실험군에 대해서 각각 2% 弗化소다溶液을 4分間, 8分間, 10°C에서 4分間, 20°C에서 4分間, 36°C에서 4分間, 또 pH 2.0에서 4分間, pH 9.0에서 4分間, 300 $\mu$ A의 電氣刺戟으로 5分間과 15分間을, 500 $\mu$ A의 電氣刺戟으로 5

分間과 15分間을, 飽和弗化소다溶液으로 4分間 各 各 處理한 後 蒸溜水로 洗滌하였다. 實驗室의 溫度는 20°C를 維持했고 實驗中 容器는 뚜껑을 덮었다.

#### 3) 琺瑯質 結晶構造의 變化 分析

各各의 琺瑯質 試料는 X-ray diffractometer 로서 2 $\theta$ 의 角度에서 撮影한 X-ray diffractogram 을 얻어내고 그 peak를 分析 解析 함으로서 結晶構造의 變化를 檢討하였다.

表 2. Instrument conditions

Diffractometer : Philips PW 1710 type
가속전압 30Kv, 20mA
scanning speed 3°/min.
Cu-target, Ni-filter
Slit 1°-0.1°-1
measuring range 20°-50°

## III. 研究成績

對照群에서 2 $\theta$ -32,164에서 d-value 2.7829, intensity 232의 peak가 나타났고, 2 $\theta$ -33,138에서 d-value 2.7033, intensity 202의 peak가 나타나 hydroxy apatite의 結晶構造를 確認할 수 있었다.

2% 弗化소다를 4分間 塗布한 實驗群에서는 2 $\theta$ -29,102에서 d-value 3.1683, intensity 166의 peak와 2 $\theta$ -31,950에서 d-value 2.8011, intensity 628의 peak와 2 $\theta$ -32,407에서 d-value 2.7626, intensity 237의 peak와 2 $\theta$ -33,052에서 d-value 2.7106, intensity 506의 peak와 2 $\theta$ -39,958에서 d-value 2.2562, intensity 209의 peak와 2 $\theta$ -46,852에서 d-value 1.9391, intensity 160의 peak를 얻었다. 이 結果는 calcium fluoride의 結晶을 보여주고 있다.

2% 弗化소다를 8分間 塗布한 實驗群에서는 2 $\theta$  31,897에서 d-value 2.8056, intensity 445의 peak와 2 $\theta$ -33,013에서 d-value 2.7133, intensity 489의 peak와, 2 $\theta$ -42,106에서 d-value 2.1460, intensity 152의 peak와, 2 $\theta$ -46,812에서 d-value 1.9406, intensity 125의 peak를 보여주어 calcium fluoride의 結晶이 나타났다.

2% 弗化소다를 10°C의 항온조에서 4分間 塗布한 實驗群에서는 2 $\theta$ -29,083에서 d-value 3.0703,

intensity 132의 peak와,  $2\theta$ -31.930에서 d-value 2.8027, intensity 540의 peak와,  $2\theta$ -33.054 에서 d-value 2.7100, intensity 435의 peak와,  $2\theta$ -42.161에서 d-value 2.1433, intensity 54의 peak와,  $2\theta$ -46.896에서 d-value 1.9373의 peak를 보여주어 calcium fluoride의 結晶이 나타났다고 할 수 있다.

2% 弗化소다를 36°C 항온조에서 4 分間 塗布한 實驗群에서는  $2\theta$ -31.851에서 d-value 2.8095, intensity 452의 peak와,  $2\theta$ -32.255에서 d-value 2.7753, intensity 239의 peak와,  $2\theta$ -32.944에서 d-value 2.7188, intensity 421의 peak와,  $2\theta$ -46.741에서 d-value 1.9434, intensity 117의 peak를 보여 calcium fluoride의 結晶을 보여주었다.

2% 弗化소다를 pH2.0으로 4 分間 塗布한 實驗群에서는  $2\theta$ -28.378에서 d-value 3.1449, intensity 43의 peak와,  $2\theta$ -32.025에서 d-value 2.7947, intensity 530의 peak와,  $2\theta$ -42.229에서 d-value 2.1400 intensity 49의 peak와,  $2\theta$ -46.917에서 d-value 1.9365, intensity 138의 peak가 나타나 많은 calcium fluoride의 結晶을 보여주었다.

2% 弗化소다를 pH 9.0에서 4 分間 塗布한 實驗群에서는  $2\theta$ -28.328에서 d-value 3.1504, intensity 85의 peak와,  $2\theta$ -32.366에서 d-value 2.7660, intensity 244의 peak와,  $2\theta$ -33.046에서 d-value 2.7106, intensity 462의 peak와,  $2\theta$ -42.162에서 d-value 2.1433, intensity 66인 peak를 보여 주었다.

2% 弗化소다를 300 $\mu$ A로 5 分間 電氣的刺戟으로 塗布했을때  $2\theta$ -28.589에서 d-value 3.1222, intensity 132의 peak와  $2\theta$ -31.476에서 d-value 2.8422, intensity 542의 peak와  $2\theta$ -32.915에서 d-value 2.8040, intensity 270의 peak와  $2\theta$ -32.595에서 d-value 2.7471, intensity 435의 peak와  $2\theta$ -46.418에서 d-value 1.9562, intensity 167의 peak를 보여주었다.

2% 弗化소다溶液을 300 $\mu$ A로 15 分間 電氣刺戟으로 塗布했을때  $2\theta$ -31.769에서 d-value 2.8166, intensity 684의 peak와  $2\theta$ -32.215에서 d-value 2.7786, intensity 301의 peak와  $2\theta$ -32.884에서 d-value 2.7236, intensity 612의 peak와  $2\theta$ -41.957에서 d-value 2.1533, intensity 63의 peak와  $2\theta$ -46.688에서 d-value 1.9455, intensity 177의 peak를 보여주었다.

2% 弗化소다溶液을 500 $\mu$ A로 5 分間 電氣刺戟을 주며 塗布했을때,  $2\theta$ -31.872에서 d-value 2.8078, intensity 633의 peak와  $2\theta$ -32.316에서 d-value 2.

7702, intensity 297의 peak와  $2\theta$ -32.985에서 d-value 2.7155, intensity 615의 peak와  $2\theta$ -39.854에서 d-value 2.2619, intensity 234의 peak와  $2\theta$ -46.766에서 d-value 1.9424, intensity 162의 peak를 보여주어 이 역시 calcium fluoride의 結晶을 나타내 주었다.

2% 弗化소다溶液을 500 $\mu$ A의 電氣的刺戟으로 15 分間 塗布한 實驗群에서는  $2\theta$ -31.882에서 d-value 2.8069, intensity 755의 peak와  $2\theta$ -32.295에서 d-value 2.7719, intensity 346의 peak와  $2\theta$ -32.989에서 d-value 2.7152, intensity 654의 peak와  $2\theta$ -39.885에서 d-value 2.6230, intensity 150의 peak와  $2\theta$ -42.075에서 d-value 2.1475, intensity 64의 peak와  $2\theta$ -46.792에서 d-value 1.9414, intensity 198의 peak를 보여 Calcium fluoride 結晶이 나타났다고 할 수 있었다.

飽和된 弗化소다溶液을 4 分間 塗布한 實驗群에서는  $2\theta$ -31.898에서 d-value 2.8055, intensity 557의 peak와,  $2\theta$ -32.344에서 d-value 2.7678, intensity 276의 peak와  $2\theta$ -33.015에서 d-value 2.7131, intensity 424의 peak와  $2\theta$ -39.912에서 d-value 2.2587, intensity 166의 peak와  $2\theta$ -46.819에서 d-value 1.9404, intensity 166의 peak를 나타내었다.

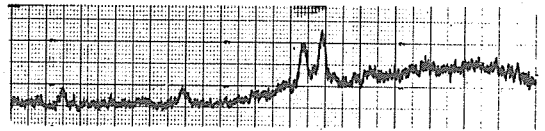


그림 1. 對照群

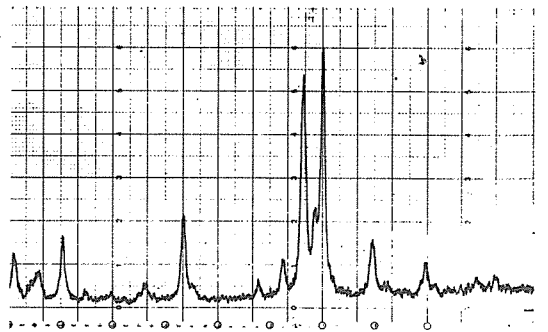


그림 2. 2% NaF를 4 分間 塗布

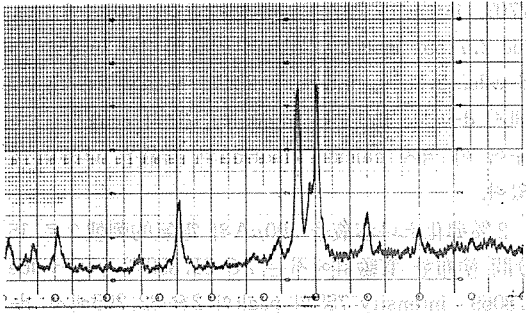


그림 3. 2% NaF를 36°C에서 4분간 塗布

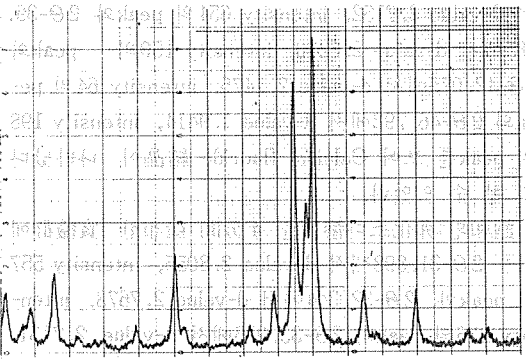


그림 4. 2% NaF를 500 μA의 電氣刺戟으로 15분간 塗布

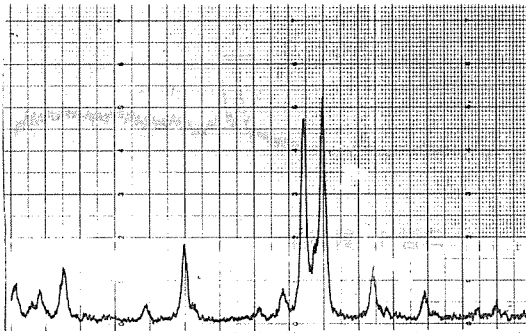


그림 5. 2% NaF를 pH 2로 4분간 塗布

#### IV. 考 按

齒牙의 珐瑯質을 構成하는 結晶은 단면이 六角型인 hydroxy apatite로서, 珐瑯質 表面에 弗素를 塗布하면 弗素가 hydroxy apatite의 水酸基와 置換하거나 結晶成長 및 再結晶등의 機構로 齒牙에 沈着된다.<sup>6)</sup> 한편 Goodman 등<sup>7)</sup>은 弗素를 塗布한 다음에

珐瑯質을 構成하는 結晶의 構造가 再結晶化 되거나 結晶의 크기가 成長하는 現象이 나타나는 것은 弗素가 珐瑯質에 많이 沈着되었다는 事實을 意味한다고 主張한 바 있다. 그리고 이러한 結晶構造의 變化는 X-ray deffractometer로 測定할 수가 있으며, ASTM Card<sup>8)</sup>에 의하여 hydroxy apatite 結晶에 該當되는 d-value 3.17, 2.81, 2.78, 2.72, 2.15의 回折 peak와 Calcium fluoride 結晶에 該當되는 d-value 3.15, 2.15, 1.93의 回折 peak의 強度(intensity)의 높이가 높을수록 넓이가 작을수록 그 結晶構造가 良好하며 安定된 狀態라 할 수가 있다.<sup>9)</sup>

이번 실험에서 對照群의 珐瑯質粉末은 그림 1에서와 같이 d-value 2.78과 2.72만 나타나 hydroxy apatite 結晶만으로 구성되었음을 확인할 수 있었으며, 따라서 實驗材料로는 適合하다고 思料되었다.

弗化物의 塗布時間에 따른 국소도포효과는 그림 2에서와 같이 4분간 塗布한 實驗群이 8분간 塗布한 實驗群보다 더 良好한 結晶狀態로 나타나서, 李等<sup>1)</sup>의 研究와는 相反되는 結果를 보여 주었으나, 통상적으로 2% 불화소다의 경우 4분간 塗布하여 주는 방법이 타당함을 입증할 수 있었다.

같은 濃度의 불화소다용액을 용액의 溫度에 따라 結晶狀態를 分析해본 결과, 20°C 용액이 가장 優秀하게 나타났고 10°C, 36°C의 順으로 나타났다. 그러나 Barrancos<sup>9)</sup>는 불소용액의 溫度가 높을수록 齒牙에 弗素浸透效果가 약간 높았다는 實驗結果를 보고한 바 있어 이에 대한 더욱 자세한 研究가 要望되었다.

불소용액의 酸度에 따른 도포효과는 그림 5에서와 같이 酸度가 높을수록 結晶狀態의 變化량이 많이 나타나서 李等<sup>1)</sup>, 卞等<sup>5)</sup>, Larsen等<sup>10)</sup>, Baud等<sup>11)</sup>의 研究結果와 一致함을 볼 수 있었다. 이는 Nalson等<sup>12)</sup>이 보고한 바와 같이 酸이 珐瑯質 小柱를 깊이 腐蝕시켜 小窩를 形成하여 Calcium fluoride 結晶이 쉽게 씻겨져 나가지 않기 때문에 나타난 結果로 思料되었으나 이러한 기구에 대한 보다 차세한 연구가 요망되었다.

電氣의 刺戟에 따른 국소도포효과는 다른 조건에서의 국소도포효과에 비해 가장 많은 珐瑯質 結晶構造의 變化를 볼 수 있었다. 電氣刺戟에 의한 珐瑯質結晶構造變化는 그림 4와 같이 500 μA로 15분간 塗布한 試料에서 가장 優秀했으며 300 μA로 15분간, 500 μA로 5분간, 300 μA로 5분간 塗布한 順으로 나타났다. 따라서 전기자극이 불소도포효과

를 증대시키는 데에 가장 효과가 있는 것으로 생각되었으며, 이에 대한 자세한 기구나 적합한 전기자극조건에 관한 자세한 연구가 이루어져야 한다고 사료되었다.

불화물농도에 따른 국소도포효과는 그림 2와 같이 2% 불화소다용액이 飽和弗化소다溶液보다 대체로 結晶이 양호하고 弗素沈着도 많은 것으로 나타나서 불화소다용액의 濃度에 比例하여 calcium fluoride가 形成되지는 않는 것으로 思料되었으며, 2% 불화소다용액을 도포하는 국소도포법이 적합하다는 것을 입증할 수 있었다.

總括적으로 보아 불화소다용액의 국소도포효과는 2% 용액으로 4분간 도포하는 것이 효과적이며 전기적자극이 불소국소도포효과를 증대시키는 것을 볼 수 있었다. 전기적자극을 이용한 국소도포효과를 증대시키기 위한 자세한 연구가 요망된다고 사료되었다.

## V. 結 論

著者は 불화소다용액의 局所塗布效果를 증진시킬 수 있는 方法을 알아보기 위하여 抜去한 健全한 永久齒 140個를 粉末化시킨 後, 불화물의 濃度, 온도, 도포시간, 산성도, 전기자극 등의 국소도포 조건을 변화시켜 불화물의 국소도포조건에 따른 齒牙琺瑯質 結晶構造의 變化를 X-ray diffractometer로 分析 검토한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 불소국소도포시 電氣刺戟이 齒牙琺瑯質 結晶構造의 變化에 顯著하게 影響을 미쳤다.
2. 용액의 酸性度가 클수록 弗素가 琺瑯質에 많이 沈着되었다.
3. 불화소다용액의 局所도포농도는 2%가 적합하였으며, 塗布時間은 4분이 적합하였다.
4. 불화소다용액의 溫度는 琺瑯質 結晶構造 變化에 影響을 미칠 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. 金鍾培: 齒學概論. 서울大學校 齒科大學 豫防齒學教室, p. 18, 1984.

2. 金周煥, 金鍾培, 崔有鎮, 全鍾悅: 口腔保健學. 高文社, p. 95, 1983.
3. 金鍾培, 白大日, 申承澈: 弗素塗布琺瑯質 結晶構造에 對한 아르곤레이저 照射의 影響에 關한 研究. 치대논문집 제 8 권 제 2 호, 1984.
4. 李弼濟, 崔有鎮: 琺瑯質-弗化칼슘 形成의 X-ray diffractometer에 依한 分析研究. 大韓口腔保健學會誌, 7: 59-72, 1983.
5. 卞仁淑, 孫同銖: 弗素化合物의 局所塗布效果에 關한 實驗的 研究.
6. Bernier, J.L. and Muhler J.C.: Improving dental practice through preventive measure, 3rd Ed. Mosby Co., 1975.
7. Goodman B.B. and H.W. Kaufman: Effects of an Argon Laser on the crystalline properties and rate of dissolution in acid of tooth enamel in the presence of sodium fluoride, J. Dent. Res. 1201, Oct. 1977.
8. Guility B.D.: Elements of x-ray diffraction, 2nd Ed. Addison, Wesley, 1978.
9. Barrancos R.J. and Strachan D.S.: The effect of temperature on the up take of topical fluoride, IADR. Abstract, 217, 1966.
10. Larsen, M.J., Lambrou, D., Fejerskov, O., and Tachos, B.: A study on accumulation and release of loosely bound fluoride on enamel. Caries Res. 15: 273-277, 1981.
11. Baud, C.A. and Bang, S.: Electron prove and x-ray diffraction microanalysis of human enamel treated in vitro by fluoride solution. Caries Res., 4: 1, 1970.
12. Nelson, D.G.A., Jongebloed, W.L., and Arends, J.: Morphology of enamel surfaces treated with topical fluoride agents. SEM consideration. J. Dent. Res. 62: 1201-1208, 1983.

# A STUDY ON THE EFFECTS OF FLUORIDE TOPICAL APPLICATION CONDITIONS TO THE CHANGE OF ENAMEL CRYSTALS.

Ahn Jin Gu, D.D.S., M.S.D.

*Department of Preventive and Public health Dentistry, College of Dentistry  
Seoul National University*

.....> **Abstract** <.....

The purpose of this study was to analysis the effects of topically applied sodium fluoride under different conditions. The author had applied sodium fluoride under various conditions to the enamel powders of permanent teeth obtained from 140 extracted noncarious teeth. The enamel powder which was made 325 mesh particle size was treated by sodium fluoride solutions under the different concentration, temperature, acidity and electrical stimulus. Thereafter, x-ray diffractogram was obtained from the x-ray diffractometer, and the changes of the apatite crystals were analysed and discussed.

The results were as follow:

1. The topical application of 2% sodium fluoride with the electrical stimulus changed the enamel crystals.
  2. The changes of enamel crystals were increased as increasingly the acidity.
  3. It seemed that the appropriate concentration and time of sodium fluoride topical application was 2% and 4 minutes respectively.
  4. The temperature of the sodium fluoride solution was seemed to effect the changes of enamel crystals.
- .....