

## 齒石의 無機質 分析에 關한 研究

서울대학교 大學院 齒醫學科 口腔病理學 專攻

〈指導教授 趙 漢 國〉

金 顯 豊

### STUDY OF INORGANIC CONSTITUENTS IN DENTAL CALCULUS

*Department of Oral Pathology, Graduate School, Seoul National University.*

〈Directed by Asso. Prof. Han Kuk Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.〉

Hyun Pung Kim, D.D.S., M.S.D.

#### .....〉 Abstract 〈.....

This observation was carried out to investigate the inorganic constituents of dental calculus of varying locations and different ages. Supragingival calculus was obtained from 540 patients with the periodontal disease. The results were as follows:

1. The weight loss rate in ashing by aging was the highest in the 2nd decade (63.7%) and followed in order by 3rd decade (60.8%), seventh decade (59.8%), fourth decade (55.9%), sixth decade (52.6%) and fifth decade (43.2%).
2. The weight loss rate by ashing was more prominent in the buccal surfaces of the upper posterior teeth (62.0%) than in the lingual surfaces of the lower anterior teeth (59.7%).
3. The difference in contents of the inorganic constituents by sex was not remarkable. (male, Ca:373.0 P:333.9, female, Ca: 380.2, P : 339.6  $\mu$ g/mg dry weight)
4. In the dry calculus, contents of the inorganic constituents were as follows:  
Ca:325.80 P:269.10 Mg:1.21  
Na:8.44, K:1.32, Zn:0.67 $\mu$ g/mg.
5. The Ca/P ratio was the lowest in the upper anterior region (1.11) and the highest in the lower posterior region (1.29) and the average was 1.20.

#### — 目 次 —

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- VI. 總括 및 考按
- V. 結 論
- 參 考 文 獻

#### I. 緒 論

齒石의 化學的 造成의 分析 및 形成機轉을 研究하고 齒石의 形成을 豫防하거나 抑制시키는 方法을 實行시키는 것이 아직도 齒醫學 分野의 重要한 課題라 하겠다. 齒石의 分析과 形成原因에 對하여는 지금까지 많은 學者들에 依해 研究되어 왔다[Kleinberg 等<sup>1)</sup> (1971), Baer 等<sup>2)</sup> (1968), Picozzi 等<sup>3)</sup> (1972)], 齒石의 成分에

化學的 Shafer 等<sup>4)</sup>(1963), Glock 等<sup>5)</sup>(1938), Gliman<sup>6)</sup> (1969), Thoma<sup>7)</sup> (1970)等, 物理學的 Retief<sup>8)</sup>(1972), Little 等<sup>9)</sup>(1963), Little 等<sup>10)</sup> (1964), Söresark 等<sup>11)</sup>(1962), Tonogai 等<sup>12)</sup> (1957), 電子顯微鏡的 tumhammers 等<sup>13)</sup> (1967), 細菌學的 Yardeni 等<sup>14)</sup> (1948), 免疫學的 林<sup>15)</sup> (1972), Slack 等<sup>16)</sup> (1971) 및 andel 等<sup>17)</sup> (1957)의 組織化學的 研究가 많이 報告되다.

最近에 이르러서 많은 學者들이 Atomic Absorption pectrometry를 利用하여 여러 種類의 生物學的 物質에 無機質 成分을 測定 報告 하였으며 Grøn과 Spinell<sup>18)</sup> (1969)은 同一한 方法으로 菌膜과 珐瑯質에서 無機物 [의 成分을, 劉<sup>19)</sup>(1974)도 같은 方法으로 白鼠에서 硬組織, 軟骨組織 및 齒牙의 無機物質의 成分을 測定報告 上 바 있다. 著者는 齒周疾患에 罹患된 患者들에서 齒根緣上 齒石을 採取하여 年齡別 및 部位別로 齒石의 a, P, Mg, K, Na, Zn의 含量을 分析하여 比較觀察 上 바 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

### 1) 實驗材料

20代부터 70代까지의 臨床的으로 齒周疾患을 가진 對象人 540名에게 크렌솔水(3倍稀釋)로써 3~4回. 口腔 內 시킨 後 Scaler Sickle B와 Younger Good No 15로 口腔內의 部位別 및 年齡別로 齒石을 分離採取하여 本 實驗 材料로 하였다.

### 2) 實驗方法

① 乾燥 및 灰分 重量測定: 採取한 齒石을 年齡別 및 部位別로 모아 濕重量을 測定한 後에 68°C에서 48時間을 乾燥시킨 다음 重量을 測定했다(乾燥重量). 乾燥된 各各의 試料를 한방울의 濃鹽酸과 함께 넣어 有機質을

完全히 溶解 및 破壞시켜 900°C에서 24時間 加熱해 灰化한 後 分抹을 만들었다. 各群의 試料 10mg을 定量하여 3N HCl 1ml로 溶解시킨 後, 最終溶量이 5ml가 되도록 0.36N HCl로 稀釋하여 無機質 測定의 試料로 하였다.

**Table 1.** Comparison of the percentages in weight loss at drying and ashing of the dental calculi from different ages

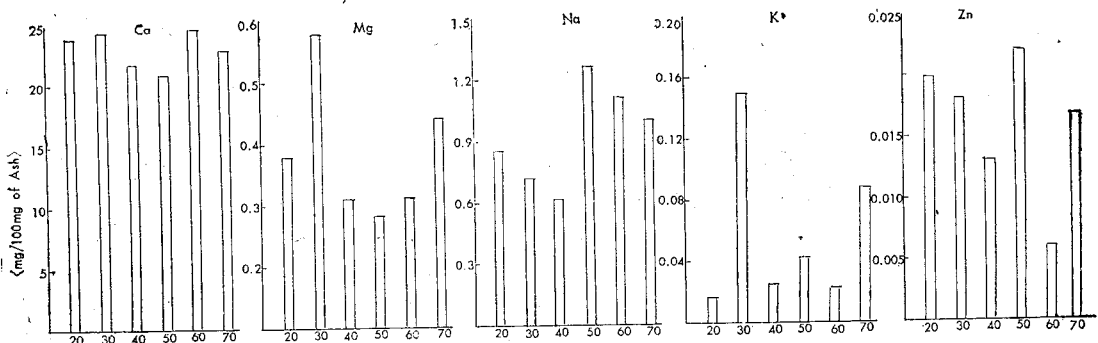
| Age   | Wet weight (mg) | Dry weight (mg) | Weight loss (%) | Ash weight (mg) | Weight loss (%) |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 20~29 | 68              | 65              | 4.7             | 24              | 63.7            |
| 30~39 | 140             | 134             | 3.9             | 54              | 60.8            |
| 40~49 | 252             | 239             | 4.9             | 106             | 55.9            |
| 50~59 | 268             | 254             | 5.0             | 144             | 43.2            |
| 60~69 | 414             | 387             | 6.6             | 183             | 52.6            |
| 70~79 | 119             | 116             | 2.3             | 47              | 59.8            |

**Table 2.** \*Contents of the inorganic constituents of the dental calculi from different age groups

| Age     | Constituents |      |      |       |       |
|---------|--------------|------|------|-------|-------|
|         | Ca           | Mg   | Na   | K     | Zn    |
| 20~29   | 23.7         | 0.38 | 0.85 | 0.016 | 0.020 |
| 30~39   | 24.2         | 0.58 | 0.71 | 0.150 | 0.018 |
| 40~49   | 21.6         | 0.31 | 0.62 | 0.024 | 0.013 |
| 50~59   | 20.9         | 0.28 | 1.26 | 0.042 | 0.022 |
| 60~69   | 24.5         | 0.31 | 1.12 | 0.022 | 0.006 |
| 70~79   | 22.7         | 0.44 | 0.91 | 0.088 | 0.017 |
| average | 22.9         | 0.38 | 0.91 | 0.087 | 0.016 |

\*mg/100mg of ash sample

\*Each data is represented average from 4 times determination.



**Fig. 1** Contents of the inorganic constituents of the dental calculi from different age groups  
\*Each data is represented from 4 times determination.

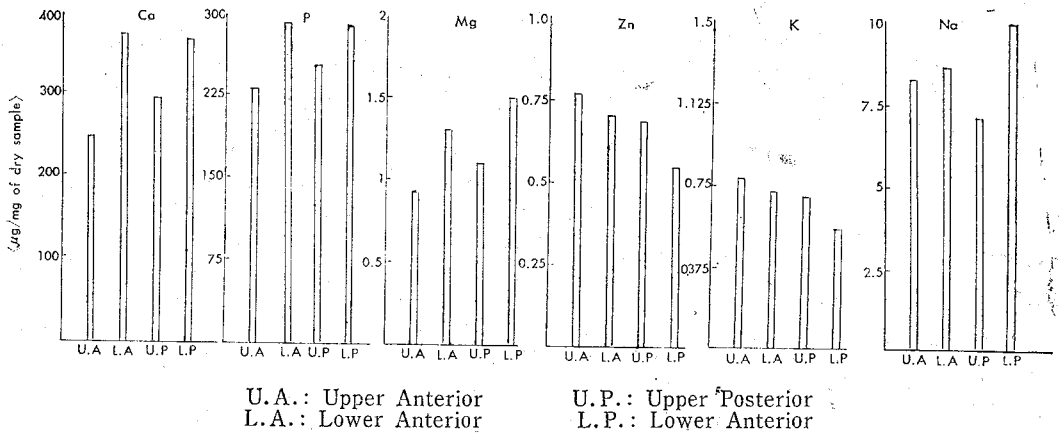
**Table 3.** Contents of the ash inorganic constituents of the dental calculi in the varying intra-oral locations

| Constituents | Location             |                |                   |                 | Average |
|--------------|----------------------|----------------|-------------------|-----------------|---------|
|              | Upper Anterior       | Lower Anterior | Upper Posterior   | Lower Posterior |         |
| Ash          | *<br>735±471<br>(10) |                | 742±232<br>(13)   |                 | 732.3   |
| Ca           | 258±204<br>(10)      | **<br>30.9     | 375±234<br>(13)   | 54.5            | 325.8   |
| P            | 231±195<br>(10)      | 30.1           | 294±244<br>(13)   | 39.7            | 269.1   |
| Mg           | 0.92±0.73<br>(10)    | 1.11           | 1.30±1.24<br>(13) | 0.18            | 1.21    |
| Na           | 8.21±2.62<br>(10)    | 0.12           | 8.61±3.81<br>(13) | 1.16            | 8.44    |
| K            | 1.43±0.26<br>(10)    | 0.20           | 1.39±0.49<br>(13) | 0.19            | 1.32    |
| Zn           | 0.77±0.20<br>(10)    | 0.10           | 0.71±0.26<br>(13) | 0.01            | 0.67    |
| Ca/P         | ***<br>1,11          |                | 1.27              |                 | 1.2     |

( ) : observed N. \* mean±standard deviation ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  of dry sample)

\*\*Percentage to ash

\*\*\*Calcium and Phosphorus ratio



**Fig. 2.** Contents of the ash inorganic constituents of the dental calculi in the varying intra-oral locations.

① Ca, Mg, Na, K, Zn의含量測定: Atomic Absorption Spectrometry를 이용하여 Perkin-Elmer社의 Model 303의 分析 方法에 따라 定量分析을 하였다.

② Phosphorus의含量測定: Fiske-SubbaRow<sup>20)</sup> 法에 의해 定量하였다.

### III. 實驗 成績

1) 齒石의 乾燥 및 灰分 重量의 口腔內 部位와 年齡

### 別 變化

年齡別로 採取한 齒石의 乾燥重量과 灰分重量의 差異는 Table 1에서 보는 바와 같다. 乾燥時 重量의 減少率은 60代가 6.6%로 最高 이었으며 70代가 2.3%로서 最下였고 50代(5.0%), 40代(4.9%), 20代(4.7%), 30代(3.9%)의 順이었다.

下顎前齒 舌側面에서 採取한 齒石과 上顎白齒 頰側面에서 採取한 齒石의 乾燥重量의 比較에 있어서 乾燥時

重量的減少率は上顎臼齒 頰側面이 25.1%로서 下前齒 舌側面의 14.9%보다 높았다. 900°C에서 24時 灰化시킨 後의 重量減少率は上顎臼齒 頰側面이 62.0%로서 下顎前齒 舌側面의 59.7%보다 약간 높았다.

### 2) 年齡에 따른 齒石의 無機質 成分의 含量變化

齡別로 採取한 齒石의 Ca, Mg, Na, K, Zn의 含量을 測定한 結果는 Table 2와 Fig. 1에서 보는 바와 같

100mg의 ash 中 Ca이 22.9mg (20.9~24.5mg), Mg 38mg (0.28~0.58mg), Na이 0.91mg (0.62~0.91g), K이 0.087mg (0.016~0.150mg), 그리고 Zn이 0.16mg (0.006~0.022mg)을 차지하고 있다. 性別에 따른 平均 Ca (男: 373.0 $\mu$ g/mg, 女: 380.3)와 P (男: 333.9, 女: 339.6)의 含量의 變化는 크지 않았다.

### 3) 部位에 따른 齒石의 無機質 成分 含量

口腔內를 上顎前齒部, 上顎臼齒部, 下顎前齒部 및 下顎臼齒部로 나뉜 齒石을 採取해 Ca, P, Mg, Na, K, n의 含量을 測定하여 比較한 結果는 Table 3과 Fig. 에 나타내었다.

本實驗 結果 上顎臼齒部의 齒石 (Ash量, 796 $\mu$ g/mg (dry sample)이 가장 많은 量의 無機質을 含有하는 3位로 나타났다. 그러나 齒石의 主要 無機質인 Ca의 含量은 乾燥重量 mg 中 Ca이 平均 325.8  $\mu$ g으로 下顎前齒部(375 $\mu$ g), 下顎臼齒部(371 $\mu$ g), 上顎臼齒部(299 $\mu$ g), 上顎前齒部(258 $\mu$ g)의 順이었고, P는 平均 39.1 $\mu$ g으로 下顎前齒部(294 $\mu$ g), 下顎臼齒部(289 $\mu$ g), 上顎臼齒部(263 $\mu$ g), 上顎前齒部(231 $\mu$ g)의 順이었다.

Mg는 平均 1.21 $\mu$ g으로 下顎臼齒部(1.50 $\mu$ g), 下顎前齒部(1.30 $\mu$ g), 上顎臼齒部(1.10 $\mu$ g), 上顎前齒部(0.92g)의 順이었고, Na은 平均 8.44 $\mu$ g으로 下顎臼齒部(9.0 $\mu$ g), 下顎前齒部(8.61 $\mu$ g), 上顎前齒部(8.21 $\mu$ g), 上顎臼齒部(7.05 $\mu$ g)의 順이었다. K는 平均 1.32 $\mu$ g으로 下顎前齒部(1.43 $\mu$ g), 下顎前齒部(1.39 $\mu$ g), 下顎臼齒部(1.32 $\mu$ g), 上顎臼齒部(1.13 $\mu$ g)의 順이었다. Zn은 平均 0.67 $\mu$ g으로 上顎前齒部(0.77 $\mu$ g), 下顎前齒部(0.71 $\mu$ g), 下顎臼齒部(0.68 $\mu$ g), 上顎臼齒部(0.53 $\mu$ g)의 順이었다.

Ca/P 比率은 上顎前齒 1.11에서 下顎臼齒 1.29의 範圍로서 平均 1.20이었다.

## IV. 總括 및 考按

齒石의 化學的 成分은 口腔內 環境, 飲食物 攝取의 狀態 등에 依해 多樣할 수 있으나 大體로 一定한 成分을 含有한다. Shafer et al<sup>9)</sup> (1963)은  $Ca_3(PO_4)_2$ 가 75%, 有機質과 水分이 15~25% 차지하며 나머지는 Ca

$CO_3$ ,  $Mg_3(PO_4)_2$ 이고 微量의 K, Na, Fe가 含有된다고 하였고, Glickman<sup>6)</sup> (1969)에 依하면 齒石의 無機成分은  $Ca_3(PO_4)_2$ 가 75%,  $CaCO_3$ 가 3.1%이며 少量의  $Mg_3(PO_4)_2$ 로 構成되고, 有機質로는 酸性粘液多糖質, 脫落 上皮細胞, 白血球, 飲食物 殘渣 및 여러 種類의 細菌으로 構成되며 炭水化合物은 12~20%, 窒素化合物은 36%~40%를 차지한다고 했다.

Tonogai와 Sakuda<sup>12)</sup> (1957)에 依하면 齒石內에는 Zn, Ni, Sr, Ba, Ca, Mn, Fe가 存在함을 證明했고, 前齒와 臼齒 間의 齒石 構造는 大差 없으며, 補綴 및 充填을 한 金屬表面에 沈着한 齒石에는 少量의 金屬合金成分이 包含됨을 報告 하였다

齒石의 乾燥時 重量減少率は 本實驗에서 2.3~6.6%로서 Little과 Hazen<sup>10)</sup> (1964)의 1.1~8.5%, Little et al.<sup>9)</sup> (1963)의 3~8% 등과 近似한 結果를 나타내었다. 그러나 灰分化시켰을 때의 重量減少率は 43~64% 程度로서 Little et al.<sup>9)</sup> (1963)의 11~37%, Little과 Hazen<sup>10)</sup> (1964)의 15.9~32.1%와는 큰 差를 보이고 있다. 上顎臼齒 頰側部位와 下顎前齒 舌側部位를 灰化 시켰을 때의 重量減少率을 各各 62.0%와 59.7%로서, 部位別로 大差가 없으나 Little et al.<sup>9)</sup> (1963)의 14.52~26.68%보다는 훨씬 큰 減少를 보이고 있다. Little et al.<sup>9)</sup> (1964)은 乾燥時와 灰分化時의 重量減少는 生物學的 石灰化 過程에서와 같이 齒石에서도  $CO_2$  含量이 增加함을 意味한다고 하였으며 齒石의 成分과 患者의 年齡 사이에는 別關係가 없고 上顎臼齒 頰側面이 下顎前齒 舌側面보다 灰分 含量이 높다고 했다. 著者의 實驗에서도 上顎臼齒 頰側面(62.0%)이 下顎前齒 舌側面(59.7%)보다 약간 높았다. 이와같이 齒石을 乾燥시키거나 灰化시킬 때 重量減少가 일어나는 것은 原來 齒石에 包含된水分 및 有機質 成分이 消失되고  $CO_2$  含量이 增加하기 때문이라고 말할 수 있으며 各術者들의 齒石採取法 및 乾燥化 或은 灰分化 過程이 약간씩 다르기 때문에 重量減少率에도 差異가 생긴다고 말할 수 있다.

本實驗의 測定結果에 依하면 全體의 으로 各各의 年齡 群別로 無機質 成分의 含量差異는 크게 나타나고 있지 않다. 즉 Ca와 Mg의 경우는 年齡에 따른 含量은 거의 一定하다. 反面에 微量 含有하는 Na, K, Zn의 경우는 一定한 變化없이 不規則的으로 含有하고 있다. 齒石의 無機質 成分 中 Ca 含量 測定에서 Söremark와 Samsahl<sup>11)</sup> (1962)은 21.8~30.2%, Retief et al.<sup>8)</sup> (1972)은 31.5%~40.3%, Little et al.<sup>9)</sup> (1963)은 26~32%라고 報告하였으며 著者는 部位別로 測定한 結果 31~56%로서 여러 研究家의 報告보다 훨씬 높은 값을 보였다. P 含量에 關하여 Söremark와 Samsahl<sup>11)</sup> (1962)은

8.0~15.2% 程度 차지한다고 하였으나 著者の 測定結果는 30~44%로서 상당히 多量의 磷이 檢出되었다. Mg 含量에 關係 Retief et al<sup>9)</sup> (1972)는 0.46~0.54%, Grøn과 VanCampen<sup>22)</sup> (1967)은 0.8% 차지한다고 하였으나 本實驗의 結果는 部位別로 0.12~0.23%를 차지했다. 그리고 齒石의 K 含量은 部位別로 볼 때 最低 0.14%, 最高 0.38%로서 變化가 別로 크지 않았으나 年齡別로는 最高 0.15%, 最低 0.016%로 變化가 컸다. Na 含量에 關係 Söremark와 Samsahl<sup>11)</sup> (1962)는 0.92~2.1%, Retief et al.<sup>9)</sup>(1972)는 0.34~0.4%, Little과 Hazen<sup>10)</sup> (1964)은 1.15~5.35%, Little et al.은 1.8~2.3%라고 했으나 本實驗의 結果 0.62~0.89% 이었다. Zn은 Söremark와 Samsahl<sup>11)</sup> (1962)에 依하면 146~364 ppm이었으나 本實驗에선 10~100ppm으로서 많은 變化를 보이고 있다. 그밖에도 Sn과 Sr에 關係 Söremark와 Samsahl<sup>11)</sup>(1962)은 Sr 含量은 2.3~66.3 ppm이며 Sn에 對해서는 言及이 없이 報告했는데, 著者の 경우 두 金屬 모두 稀釋上의 差異로 測定 되지 않았다.

以上과 같이 齒石의 無機質 構成成分에 關하여 他研究家の 結果와 比較했으나 各實驗者에 따라 커다란 差異를 내고 있다. 上記에서 言及한 研究 結果를 總括하면 灰化時의 重量減少率은 齒牙 部位別로 볼 때 上顎白齒 頰側面이 下顎前齒 舌側面보다 높다는 것은 前者가 많은 水分 및 有機質을 含有하고 있고 無機質化가 減少하여서 CO<sub>2</sub> 含量이 增加하기 때문이라고 할 수 있다. 齒石의 無機質 含量은 大體의 年齡의 增加와는 無關係하며, 部位別로 볼 때 Ca와 P의 含量이 下顎白齒部에서 가장 높으며 上顎前齒部에서 가장 낮다. 石灰化된 齒石에서의 主要 構成成分인 Ca와 P의 比가 本實驗에서 比較의 낮음은 Ca와 P의 測定法이 同一 條件下에서 行하여 지지 않은 實驗 方法上의 오류에 起因하는 것인지 혹은 齒石採取 對象者의 營養學의 環境에 依한 것인지는 좀더 究明 하여야 하겠다. 齒石의 여러 다른 無機質 成分中 Ca 含量이 다른 成分에 비해 多量인 것은 齒牙, 軟骨組織 및 硬組織에서와 같이 Ca가 石灰化 過程에 關與 하듯 齒石의 石灰化 過程에도 다른 無機質보다 더 緊密하게 關與 함을 보여 준다.

### V. 結 論

著者は 齒周疾患, 患者 540名에서 採取한 齒齦線上 齒石의 無機質 中 Ca, P, Mg, K, Na, Zn 含量을 測定한 바 다음의 結論을 얻었다.

1. 年齡別에 依한 灰化時의 重量減少率은 20代가 63.7

%로 最高率이며 30代 60.8%, 70代 59.8%, 40代 59.9%, 60代 52.6%, 50代 43.2%의 順이었다.

2. 齒牙 部位別로 본 重量減少率은 上顎白齒 頰側面이 62.0%로서 下顎前齒 舌側面 59.7%보다 높았다.

3. 性別에 따른 無機質 成分의 含量差異는 크게 나타나지 않았다. (男, Ca: 373.0 $\mu$ g/mg of dry weight, P: 333.9, 女, Ca: 380.2, P: 339.6)

4. 乾燥齒石에서 mg當 Ca: 325.80 $\mu$ g, P: 269.10 $\mu$ g, Mg: 1.21 $\mu$ g, Na: 8.44 $\mu$ g, K: 1.32 $\mu$ g, Zn: 0.67 $\mu$ g

5. Ca/p 比率은 上顎前齒部에서 1.11로 가장 낮았으며 下顎白齒部에서 1.29로 가장 높았고 平均 1.20을 보였다.

(本 論文을 完成 함에 있어 敎示鞭撻하여 주신 恩師이신 金東順 敎授님과 趙漢國 敎授님께 深甚한 謝意를 表하며 始終 指導校閱 하여 주신 林昌潤 助敎授님과 鄭泰英 助敎授님께 感謝드리며 敎室員 諸位께 感謝하마이다)

### References

1. Kleinberg, I., Chatterjee, R., Kaminsky, F. S., Cross, H.G., Goldenberg D.J., and Kaufman, H.W.: Plaque formation and the effect of age. J. Perio. 42: 497-507. 1971.
2. Baer, P.N., Keyes, P.H., and White, C.L.: Studies on experimental calculus formation in the Rat XII. On the transmissibility of factors affecting dental calculus. J. Perio. 39: 26-27. 1968.
3. Picozzi, A., Fischman, S.L., Pader, M., and Cancro, L.P.: Calculus inhibition in humans. J. Perio. 43: 692-695. 1972.
4. Shafer, W.G., Hine, M.K., & Levy, B.M.: Textbook of oral pathology. 2nd ed, 647-648. 1963.
5. Glock, G.E., and Murray, M.M.: Chemical investigation of salivary calculus. Dent. Res. 17: 257. 1938.
6. Glickman, I.: Clinical Periodontology. Saunders, Company. 256-258 1969.
7. Thoma, A.K.: Oral pathology, 395-396. 1970.
8. Retief, D.H., Turkstra, C.J., Smith, H.J., and Pretorius, P.T.: Quantitative analysis of Mg, Na, Cl, Al and Ca in human dental calculus.

- by Neutron Gamma-Spectrometry. J. Dent. Res. 51 : 807-811, 1972.
9. Little, M.F., Casciani, C.A., and Rowley, J.: Dental Calculus. Composition I. supragingival Calculus: Ash. Ca. P., Na and Dent, Res. 42 : 78-86. 1963.
  10. Little, M.F., and Hazen, S.P.: Dental calculus composition. J. Dent. Res. 43 : 645-651. 1964.
  1. Söremark, R., and Samsahl, K.: Analysis of inorganic constituents in dental calculus by means of Neutron activation and gamma-ray spectrometry. J. Dent. Res. 41 : 596-602. 1962.
  2. Tonogai, K., and Sakuda, N.: Studies on dental calculus by x-ray analysis, abstracted. J. Dent. Res. 36 : 363. 1957.
  3. Baumhammers, A., Conway, J.E., Saltzberg, D., and Matta. R.K: Supragingival calculus. J. Perio. 44 : 92-95. 1973.
  14. Yardeni, J.: Dental Calculus. A bacteriological and physical study. J. Dent. Res. 27 : 532-540. 1948.
  5. 林昌潤 : Localization of oral micro-organisms in dental calculus by the fluorescent antibody technic. J. Osaka dent 1972.
  16. Slack, J.M., Landfried, Sand Gerencsner, M. A.: Identification of Actinomyces and related bacteria in dental calculus by the fluorescent antibody technique. J. Dent. Res. 50 : 78-82. 1971.
  17. Mandel, I.D., Levy, B.M., and Wasserman, B.H.: Histochemistry of calculus formation. J. Perio 28 : 132-137. 1957.
  18. Grøn, P., Yao, K., and Spinell, M.: A study of inorganic constituents in dental plaque. J. Dent. Res. 48 : 779-805. 1969.
  19. 유광희 : 성장발육에 따른 백서 경조직의 무기질 함량의 변화 J.K.D.A., Vol.12, No. 4, 1974.
  20. Fiske-SubbaRow: Determination of phosphorus. 112-115. Hawk's physiological chemistry. Copyright renewed 1965 by Philip B. Hawk.
  21. Tonogai, K.: Physico-chemical studies on salivary Calculus, abstracted. J. Dent. Res. 36 : 653. 1957.
  22. Grøn, P., and Van Campen, G.J.: Ca cited by J. Dent. Res. 51 : 807-811. 1972. Mineral composition of human dental calculus. Helv. odontol Acta. 11 : 71-74. 1967.
  23. Hufert, E. Schroeder: Formation and Inhibition of dental calculus by Verlag Hans Huber Berne 1969.

## 三 和 齒 科 技 工 所

代 表 柳 鎮 秀

서울特別市 鍾路區 鍾路 5街 75의 1 (효제빌딩 4층 502호)

電話 (75) 4 2 8 8