

## 數種 齒髓藥劑가 齒髓 Alkaline phosphatase의 活性에 미치는 影響에 關한 研究

서울대학교 大學院 齒醫學科 保存學 專攻  
<指導 金 洙 哲 教授>

李 允 相

### A STUDY ON THE INFLUENCE OF MEDICAMENTS TO THE ACTIVITY OF ALKALINE PHOSPHATASE IN PULP TISSUE

Yoon Sang Lee, D.D.S., M.S.D.

*Dept. of Operative Dentistry, Graduate School of Seoul National University.*

*Directed by Prof. Soo Chul Kim, D.D.S., Ph. D.*

#### .....> Abstracts <.....

This investigation was undertaken to determine the alkaline phosphatase activity in dogs' pulp, related to the effect of aging and several pulp medicaments such as zinc oxide eugenol, zinc oxide, Cavitec, calcium hydroxide and magnesium chloride and calcium chloride *in vitro*. Concerning the calcification mechanism, the author discussed the role of pulp alkaline phosphatase in the process of dentine formation. Pulp of molar and incisor from dogs aged 5 to 12 month, was homogenized in 0.25M sucrose solution to obtain 20% (w/v) tissue homogenate. The resulting supernatant of the solution, after centrifuging at 10,000×g for 30 min. were used as the source of alkaline phosphatase.

The reaction mixture for the determination of the pulp alkaline phosphatase activity contained 0.1ml. of enzyme sample, 9 ml. of sod-β-glycerophosphate and 2ml. of diethylbarbiturate buffer, with or without the addition of various amounts of several pulp medicament powder, magnesium chloride and calcium chloride.

The value for the alkaline phosphatase activity represents mg. inorganic phosphorus, which is determined by the method of Fiske-SubbaRow, liberated in 30 min. incubation at 37°C by 100mg. of crude pulp tissue.

The results obtained were as follows.

- 1) Alkaline phosphatase activity was gradually decreased by aging and incisor pulp alkaline phosphatase activity was higher than that of molar.
- 2) Calcium hydroxide powder elevated pulp alkaline phosphatase activity in

\* 本 論文의 趣旨는 5月 4日 1974年度 第3回 大韓齒科保存學會 學術大會에서 發表하였음.

every concentration, small amount of Cavitec showed similar to that of control one, however, the activity was gradually lowered according to increase in powder. Pulp alkaline phosphatase activity was lowered by zinc oxide eugenol or zinc oxide powder.

- 3) Calcium hydroxide played an important role upon calcification in the viewpoint of relationship with pulp alkaline phosphatase.
- 4) Magnesium ion ( $Mg^{++}$ ) seems to stimulate alkaline phosphatase activity.

## — 目 次 —

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- IV. 考 按
- V. 結 論
- 參考文獻

### I. 緒 論

生體中에서 齒髓組織은 가장 銳敏한 組織中의 하나이다. 이 組織은 物理的 化學的 刺激과 細菌에 對하여는 他組織에 比해 防禦力과 再生力이 比較的 낮으므로 結果的으로 病理學的變화를 惹起시키게 된다. 齒髓組織은 硬組織을 形成하는 特殊能力을 갖고 있으며 이에 關與하는 酵素는 주로 alkaline phosphatase로서 齒質形成時에 이 alkaline phosphatase의 어떤 役割이 있음을 Yoshiki<sup>1)</sup>와 Kiguel<sup>2)</sup>이 指適하였다. 即 象牙質形成 初期에 alkaline phosphatase의 活性이 있고 主로 發育中인 造象牙細胞나 象牙基質에 包含되어 있다고 하였으며, Suga<sup>3)</sup>와 Ten Cate<sup>4)</sup>는 alkaline phosphatase는 齒髓細胞間隙 및 造象牙細胞層에 存在한다고 報告하였다.

Engel<sup>5)</sup>, Gomori<sup>6)</sup> 及 Nuki<sup>7)</sup>는 enamel organ에서 的 alkaline phosphatase의 役割이 石灰化過程과 關係가 있음을 示唆하였으며 Glasstone<sup>8)</sup>은 organic matrix와 또 Kiguel<sup>9)</sup>은 多種의 mucopolysaccharide의 合成과, 그리고 Bevelander<sup>10)</sup>, Symons<sup>11)</sup> 及 Mori<sup>12)</sup>는 細胞의 增殖과 分裂에 影響을 미친다고 했고 Burstone<sup>13)</sup><sup>14)</sup>은 細胞가 必要로 하는 代謝產物이 膜透過와 關係를, Lunt<sup>15)</sup>와 Kurahashi<sup>16)</sup>는 電子顯微鏡을 利用하여 發育中인 齒牙나 骨組織에서 alkaline phosphatase의 構造와 存在

部位에 對해서 報告하였으며, alkaline phosphatase의 分布는 種에 따라 약간의 差異가 있다고 Matthiessen<sup>17)</sup>은 말하였다. Robinson<sup>18)</sup>의 報告에 依하여 石灰化가 活潑히 進行되고 있는 骨組織에서는 alkaline phosphatase의 活性이 상당히 增加되었다. 이 酵素가 sugar ester를 分解하여 calcium phosphate의 沈着을 誘導하기에 充分할 程度로 phosphate 이온의 局所濃度를 높여준다고 說明하였으나 石灰化가 完全히 일어난 組織에서도 充分한 sugar phosphate ester를 含有하기 때문에 아직 糾明되지 않은 어떤 二次的인 機轉이 있을 수 있다.

alkaline phosphatase에 依해 加水分解될 수 있는 sugar phosphate ester를 供給한다고 簡單히 說明될 수 있기 때문에 glycogenesis와 alkaline phosphatase 活性을 關聯지어 오랫동안 石灰化過程의 첫단계의 機轉으로 받아들여져 왔으나 그 概念은 아직 論難의 對象이 되고 있는 것이다. 齒髓組織에서는 造象牙細胞內에 多量의 alkaline phosphatase가 存在하며 石灰化가 活潑히 일어날 때와 또는 二次象牙質 沈着活動의 相對的 反應일 수도 있는 齒髓의 慢性炎症狀態에서도 多量 나타난다. Kondo<sup>19)</sup>에 따르면 齒髓의 切斷面에서의 硬組織形成과 關聯있는 造象牙細胞는 齒髓에 存在하는 細胞의 分化에 依한 것이라고 하였으며 Hattori<sup>20)</sup>도 dentine bridge의 形成은 마그네슘, 칼슘, 磷酸 등의 無機鹽이 沈着하면서 일어나기 始作하는 同時에 齒髓細胞에 影響을 주어 結果的으로 造象牙細胞로 移行시킨다고 報告하였다. 이런 報告들과 關聯하여 齒科保存學的인 面에서 過敏한 齒髓 혹은 露出 및 切斷齒髓 등에서 第二次象牙質形成을 促進시킬 수 있는 齒髓藥劑의 必要性이 要求되며 지금까지 第二次象牙質形成을 促進시킬 수 있다고 알려진 것이 水酸化칼슘이다.

Glass<sup>21)</sup>는 水酸化칼슘의 알칼리性이 齒髓內의 alkaline phosphatase 活性을 上昇시켜 준다는 報告를 한 바 있으며 이는 組織液內에 存在하는 磷酸과 함께 그의 칼슘이 結合하여 磷酸칼슘의 沈着이 일어난다는 것이다. 그러나 大部分의 境遇에서는 臨床的으로 藥劑들을 適用한 後에

얻은 결과를 얻었다.

著者は本實驗에서 齒髓의 象牙質形成能力과 關聯있는 alkaline phosphatase에 主로 力點을 두어 여러 藥劑가 齒髓內의 alkaline phosphatase의 活性에 影響을 줄 수 있는지의 如否를 家犬齒髓를 使用하여 生化學的으로 試驗관內에서 實驗을 행한바 意義있는 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

1) 實驗動物: 同一條件下에서 飼育된 生後 5, 7, 9, 10 및 12個月된 同種의 家犬5마리를 實驗動物로 삼았다. 本實驗의 性質로 보아 多量의 齒髓組織이 要求되기 때문에 특히 家犬을 選擇한 것이다.

2) 酵素液의 準備: 實驗動物를 屠殺한後에 即時 上下顎의 前齒와 臼齒를 拔去하였다. 拔去된 齒牙의 硬組織을 破碎한後에 各齒牙의 齒髓를 摘出하여 分類한 即時 冷却된 生理食鹽水로 數回 洗滌하고 餘分의 水分을 濾過紙로 吸着시킨 後 4°C에 保管하면서 使用하였다. 이 齒髓들을 容量 5倍의 冷却 0.25M sucrose 溶液을 加한후 0°C에서 glass homogenizer로 10分間 均質化하였다. 이 均質液을 10,000×g로 30分間 遠心分離하여 上清液을 取하여 alkaline phosphatase 活性測定의 酵素液으로 삼았다.

3) 齒髓藥劑 및 鹽化칼슘과 鹽化마그네슘의 準備  
zinc oxide.  
zinc oxide eugenol  
calcium hydroxide  
Cavitec.

上記藥劑는 製造會社 指示에 따라 混合하여 完全硬化後 粉末化 하여 使用하였다. 그러나 酸化亞鉛과 水酸化칼슘은 粉末을 直接使用하였으며 MgCl<sub>2</sub>와 CaCl<sub>2</sub>는 完全水溶液化한 後 使用하였다.

4) 酵素反應液의 準備: 年齡에 따른 齒髓 alkaline phosphatase 活性變化, 齒髓藥劑가 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響 및 各濃度에 따른 CaCl<sub>2</sub> 및 MgCl<sub>2</sub>가 alkaline phosphatase 活性에 미치는 效果로 區分하여 實驗하였다.

年齡에 따른 前齒와 臼齒齒髓의 alkaline phosphatase 活性測定에서는 生後 5個月에서 12個月에 이르는 家犬을 年齡別로 前齒와 臼齒를 各各分離 抽出하였으며 이에 齒髓藥劑 및 MgCl<sub>2</sub>와 CaCl<sub>2</sub>는 添加하지 않았다.

齒髓藥劑가 齒髓 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響에 關한 實驗에서는 生後 5個月에서 12個月된

Table 1. Change of alkaline phosphatase activity of dog incisor and molar pulp by aging in month.

Age in month	Incisor	Molar
5	1.62	1.60
7	1.22	1.38
9	1.28	1.15
10	1.17	0.71
12	0.99	0.71

Table 2. Effect of several pulp medicament powder on the alkaline phosphatase activity in dog pulp.

Pulp medicament	no added	1mg added	2mg added	3mg added	4mg added
Zinc oxide	2.03	0.87	0.82	1.25	0.93
Zinc oxide eugenol	2.03	1.24	1.24	0.90	0.82
Calcium hydroxide	2.03	7.05	3.96	3.92	4.04
Cavitec	2.03	2.12	1.99	1.50	1.31

Table 3. Effect of calcium and magnesium ion on the dog pulp alkaline phosphatase activity.

	no added	1mg added	2mg added	3mg added	4mg added
CaCl <sub>2</sub>	2.03	1.73	1.80	1.75	1.80
MgCl <sub>2</sub>	2.03	4.29	3.98	4.27	3.98
CaCl <sub>2</sub> +MgCl <sub>2</sub>	2.03	6.22	5.55	5.52	5.84

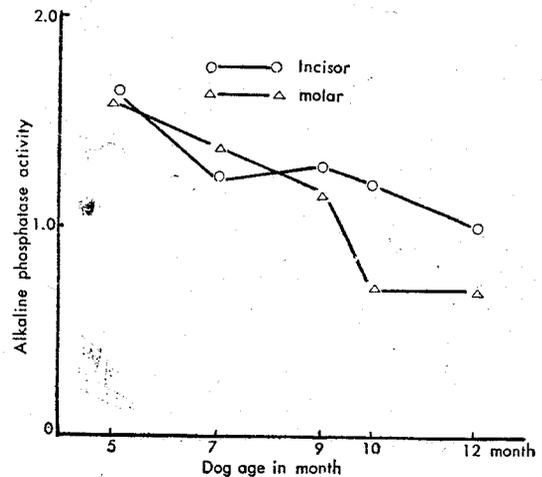
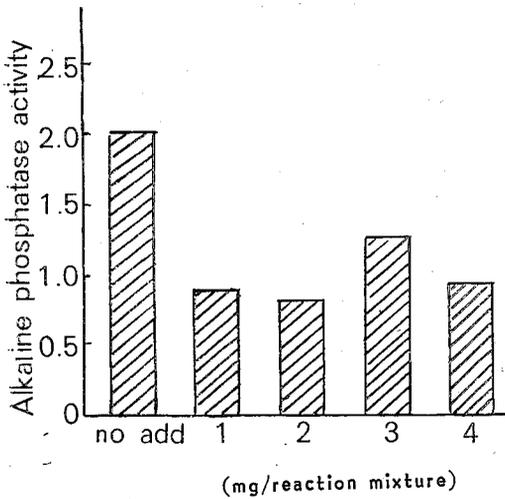
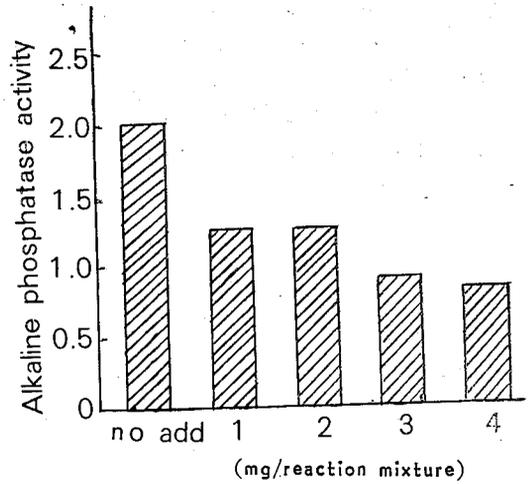


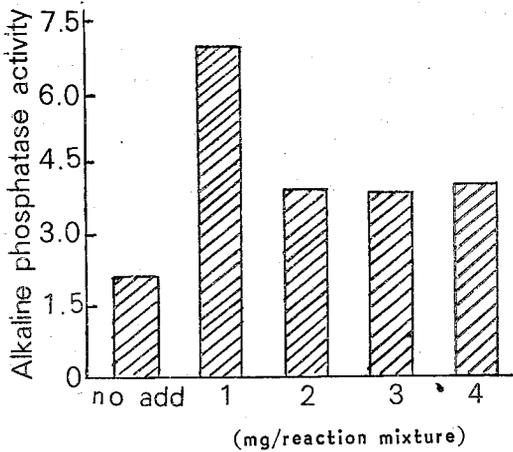
Fig. 1 Change of alkaline phosphatase activity of dog incisor and molar pulp by aging in month.



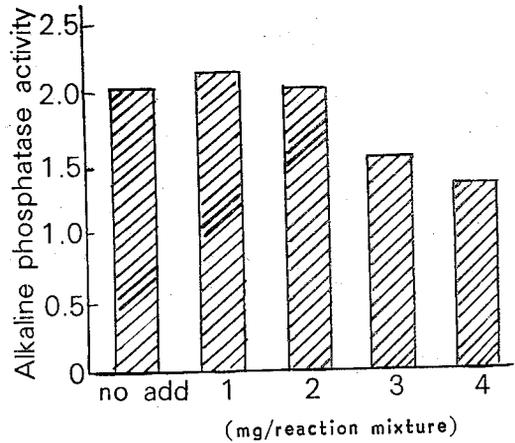
1) Added amount of zinc oxide



2) Added amount of zinc oxide eugenol



3) Added amount of calcium hydroxide



4) Added amount of Cavitec

Fig. 2. Effect of several pulp medicament powder on the alkaline phosphatase activity in dog pulp

家犬의 前齒 및 臼齒의 齒髓를 모두 混合하여 酵素液으로 삼았다.

各 齒髓藥劑와  $\text{CaCl}_2$  및  $\text{MgCl}_2$ 를 酵素反應液에 1mg, 2mg, 3mg, 4mg, 의 量의 差異를 두어 添加하였다.

모든 實驗에서 酵素活性測定은 各各 4回 反復하였다.

5) alkaline phosphatase 活性測定方法: sod- $\beta$ -glycerophosphate를 酵素反應의 基質로 하는 Bodansky<sup>22)</sup> 方法을 利用하였으며 이때 基質로부터 分解되어 遊離生成된 無機磷은 Fiske-SubbaRow<sup>23)</sup> 法을 利用하여 測定하였다. alkaline phosphatase의 活性力價는  $37^\circ\text{C}$ 에서 30分間 incubation後 齒髓 100mg.이 sod- $\beta$ -glycerophosphate로부터 遊離된 無機磷의 mg. 數로 表示하였다.

### III. 實驗成績

1) 年齡이 齒髓 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響: Table I과 Fig.1에서 보는 바와 같이 各 年齡別로 前齒와 臼齒의 alkaline phosphatase 活性比較에서는 7個月의 前齒 1.22 臼齒 1.38인 것을 除外하고는 모두 前齒齒髓의 phosphatase의 活性이 높다. 年齡別로 比較해본 結果 前齒에 있어서 5個月된 개의 境遇 1.62에서 12個月된 境遇의 0.99까지 活性이 減少함을 볼 수 있으며 臼齒의 境遇도 마찬가지로 1.60에서 0.71로 減少하는 傾向을 보이고 있다. 即 未成熟齒의 齒髓에서 活性이 높음을 알 수 있다.

2) 齒髓藥劑가 齒髓 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響

① **zinc oxide** : Table 2와 Fig. 2-1에서 보는 바와 같이 粉末添加量에 따른 큰 差異는 없으나 일반적으로 添加하지 않은 境遇보다 alkaline phosphatase 活性이 減少하였다.

② **zinc oxide eugenol** : Table 2와 Fig. 2-2에서 보는 바와 같이 zinc oxide 添加의 境遇와 類似하게 alkaline phosphatase 活性을 抑制시켰다.

③ **calcium hydroxide** : Table 2와 Fig. 2-3에서 보는 바와 같다. 添加하므로 齒髓의 alkaline phosphatase 活性을 크게 높여주고 있다. 即 1mg. 粉末을 添加時 7.05로서 添加하지 않은 境遇의 2.03에 비해 크게 活性이 增加했다. 그러나 2mg. 添加時 3.96, 3mg. 과 4mg. 인 경우 各各 3.92, 4.04로서 添加量의 增加에 따른 活性變化는 거의 없으며 1mg. 添加時에 alkaline phosphatase 活性을 가장 크게 增加시켰다.

④ **Cavitec** : Table 2와 Fig. 2-4에서 보는 바와 같이 酵素反應液에 1mg. 을 添加時에는 2.12로서 微弱한 活性增加를 보이고 있으나 2mg. 以上 添加量을 增加시킬 때 따라 活性은 漸次 減少되어 4mg. 을 添加時에는 1.31로서 活性減少를 나타내었다.

3) **Ca과 Mg ion이 齒髓 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響** : calcium과 magnesium을 酵素反

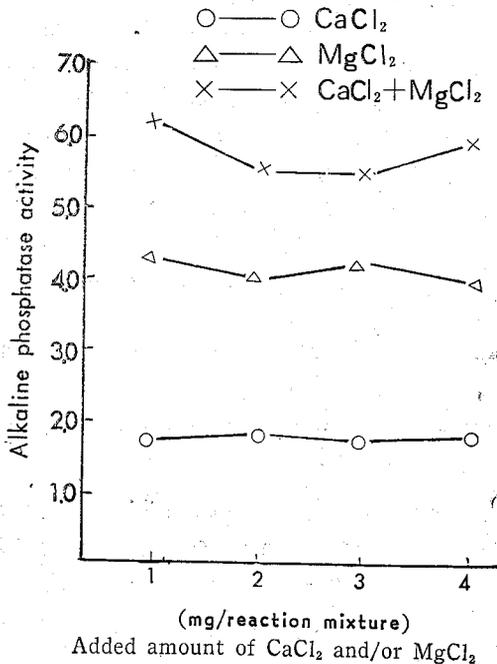


Fig. 3. Effect of calcium and magnesium ion on the alkaline phosphatase activity in dog pulp.

應液에 添加하여 齒髓의 alkaline phosphatase 活性에 미치는 結果는 Table 3과 Fig. 3에서 보는바와 같다. CaCl<sub>2</sub>만 添加時 各 濃度에서 alkaline phosphatase의 活性을 抑制시키고 있다. 그러나 MgCl<sub>2</sub>의 添加時는 濃度의 差異에 따른 活性變化가 있으나 全濃度에서 活性增加를 보이고 있다. 또한 MgCl<sub>2</sub>와 CaCl<sub>2</sub>를 同量을 同時에 添加한 境遇 MgCl<sub>2</sub>만 添加할 때 보다 더 活性增加를 보이고 있다.

#### IV. 考 按

齒科領域에서 酵素에 관한 研究는 대부분이 胎生期齒牙 組織에 對한 組織化學的인 것이 많았으며 石灰化된 齒牙에서의 生化學的인 것은 별로 찾아 볼 수 없었다. 이는 硬組織으로부터 酵素分離 抽出過程이 容易하지 않기 때문이다. 그러나 最近에 Pinus<sup>24)</sup>는 사람齒牙의 齒髓와 象牙質에서 dehydrogenase와 oxidase의 存在를 報告하였으며 鄭<sup>25)</sup> 등은 Co<sup>60</sup> 照射된 쥐의 前齒齒髓의 lactic acid dehydrogenase의 isoenzyme pattern을 比較하고 活性測定하여 Co<sup>60</sup>의 照射效果를 研究한 바있다.

本 實驗에서는 生後 5個月부터 12個月까지의 家犬의 年齡에 따른 alkaline phosphatase 活性을 測定한 結果는 未熟齒牙에서 酵素活性이 높았다. MacKenzie<sup>26)</sup>는 人間齒牙硬組織의 水溶抽出物에서 alkaline phosphatase의 存在를 研究한바 成人齒牙에서는 少量이 存在하고 乳齒에서는 더 많이 含有되었음을 報告한바 있다. 前齒와 臼齒齒髓의 alkaline phosphatase 比較는 前齒齒髓에서 活性이 높았다. 이는 造齒機轉의 活潑度와 관련시켜 說明될 수 있다. 齒髓와 齒牙硬組織은 液相과 固相을 이루어 서로 化學的反應이 傳達 可能한 通路를 갖고 있는 것이다. 그러므로 齒髓의 alkaline phosphatase는 硬組織 即 珐瑯質이나 象牙質의 alkaline phosphatase의 役割과 一致한다. 齒髓를 除外한 硬組織에서 alkaline phosphatase의 存在 및 抽出은 石灰化機轉研究와 함께 試圖되어 왔다. MacKenzie<sup>26)</sup>, Provissonato<sup>27)</sup> 등은 成人의 齒牙에서 微量의 phosphatase를 發見했음을 報告하였다. White<sup>28)</sup>는 사람齒牙의 象牙質과 개 또는 兎의 成熟骨로부터 水溶性 alkaline phosphatase를 分離하려고 試圖하였으나 失敗하였다. 그러나 有機質과 關聯있는 象牙質이나 骨組織에서 結合性 alkaline phosphatase(bound)를 證明하였다. 이 有機質相를 除去한 後에 象牙質이나 骨組織에서 phosphatase와 類似한 性質을 갖는 活性을 確認할 수 있었다. 即 이것은 象牙質이나 骨의 無機質이 phosphate-ester를 加水分解하는데 觸媒役割을 보여 주었다. 그래서 石灰化理論說과 關聯시키기에 이른 것이다. 本實驗에서 數種 齒髓藥劑가 齒髓 alkaline phos-

phatase 活性에 如何한 影響을 미치는가를 實驗한 結果 水酸化칼슘이 他藥劑에 比해 活性을 增加시키는 傾向이 있다.

alkaline phosphatase와 石灰化가 서로 密接한 關係가 있다는 것은 周知의 事實이다. 그러나 William<sup>29)</sup> 등의 研究는 上顎前齒의 抽出可能한 alkaline phosphatase의 量과 齒牙石灰化와는 無關하다고 報告된 것은 特記할만하다. 水酸化칼슘과 象牙質形成과의 關係는 다음과 같이 說明될 수 있다<sup>30)</sup>. 即 水酸化칼슘의 強알카리(pH 12.5)로 因해 Ca(OH)<sub>2</sub>에 接觸하고 있는 齒髓層은 壞死가 일어나며 齒髓로부터 생긴 炭酸과 水酸化칼슘으로부터의 칼슘의 結合으로 炭酸칼슘이 壞死層에 생긴다. 이 壞死層과 炭酸칼슘이 齒髓를 保護하며 한편 壞死層가까이에 있는 生活齒髓에서는 組織液으로부터 由來된 微細한 粒子가 나타나 沈着하면서 層을 形成하고 時間經過에 따라 마그네슘과 phosphate가 沈着하며 膠原細胞로부터 分化된 造象牙細胞가 增加하면서 象牙質을 形成하게 된다. 이러한 觀點과는 달리 水酸化칼슘이 齒髓 alkaline phosphatase의 活性을 높여준다는 것 即 活潑한 石灰化部位에서 alkaline phosphatase의 活性이 增加한다는 것은 또 다른 重要한 點이라 할 수 있다. 이는 dentine bridge의 칼슘이 水酸化칼슘으로부터 由來하지 않는다는 여러 學者의 報告로 보아 더욱 重要視된다.

Berman과 Massler<sup>31)</sup>가 報告한바에 依하면 酸化亞鉛丁香油合劑에 依해서도 石灰化가 일어난다고 하였다. 이는 水酸化칼슘은 칼슘을 含有하고 또한 強알카리성을 나타내므로 石灰化가 일어난다는 것을 反證하는 것이다

그러므로 水酸化칼슘의 alkaline phosphatase에 미치는 影響이 더 重要한 面으로 思慮된다. Sciaky<sup>32)33)</sup>의 研究에 依하면 개의 露出된 齒髓에 塗布된 水酸化칼슘으로부터 나온 칼슘은 새로 形成된 象牙質에 들어가지 않는다는 것을 Ca<sup>45</sup> 靜脈注射한 結果에 依해 報告하면서 二次象牙質의 칼슘은 오히려 血流에서 由來한다고 結論지었다. Haldi<sup>34)</sup>가 成犬을 使用한 實驗에서 齒髓液의 glucose 濃도와 血漿內의 glucose 濃도 사이에는 量的인 比例關係가 있다고 結論을 내린 것은 이를 더 確固히 해주는 것이다. Moss<sup>35) 36)</sup>는 臟器別로 alkaline phosphatase가 相違함을 報告하였다. 即 alkaline phosphatase도 組織抽出의 準備方法에 따라 活性에 影響을 줄 수 있다. 그러나 室內溫度에서 自家分解되어 組織抽出物은 比較的 活性이 적어진다. 이는 alkaline phosphatase와 關係되는 脂肪質(lipoprotein)의 不安全性에 起因한다. 그리고 alkaline phosphatase는 熱에 依한 不活性化程度에 따라 臟器別로 다

름을 Moss와 King<sup>35)</sup>이 이미 報告하였다. 本實驗에서는 마그네슘이온이 alkaline phosphatase의 活性을 上昇시키는 結果를 가져왔다.

이는 Moss<sup>36)</sup>의 臟器別 alkaline phosphatase의 性質 研究에서 마그네슘이온에 依해서는 活性度를 增加시키고 pH 7에서는 抑制시키며 55°C 以上에서도 抑制한다는 結果와 一致한다. Heppel<sup>37)</sup>은 細菌에 存在하는 alkaline phosphatase가 熱에 依해 非活性化되는 것이 magnesium과 phosphate에 依하여 防止된다는 報告를 하였다. 本實驗에서도 齒髓의 alkaline phosphatase의 活性이 마그네슘이온에 依해 크게 上昇되었다. 이는 마그네슘이온을 含有한 齒髓藥劑의 有用度와 關聯하여 重要한 意義를 나타낸다고 思料된다.

## V. 結 論

本實驗은 개의 齒髓를 使用하여 年齡에 따른 齒髓 alkaline phosphatase 活性의 變化, 前齒 및 臼齒의 齒髓 alkaline phosphatase 活性의 比較, 數種의 齒髓藥劑가 齒髓 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響 및 Ca 및 Mg ion이 齒髓 alkaline phosphatase 活性에 미치는 影響等을 觀察하였으며 石灰化過程과 關聯하여 齒髓 alkaline phosphatase에 對하여 實驗한바 아래와 같은 結果를 얻었다.

1) 年齡에 따른 齒髓 alkaline phosphatase 活性의 變化는 未熟齒 일수록 上昇하는 傾向을 보이며 前齒에서의 活性이 臼齒의 境遇보다 높았다.

2) 水酸化칼슘은 全濃度에서 齒髓 alkaline phosphatase 活性을 促進시켰으며 Cavitec은 1mg. 添加時에 對照 alkaline phosphatase 活性과 類似하였으나 添加量을 增加시키에 따라 活性은 漸次 減少하였다. 酸化亞鉛丁香油合劑와 酸化亞鉛은 齒髓의 alkaline phosphatase 活性을 減少시켰다.

3) 水酸化칼슘은 齒髓의 alkaline phosphatase와 關聯하여 石灰化過程에 影響을 준다.

4) 마그네슘이온은 齒髓 alkaline phosphatase 活性을 急激히 增加시켰다.

(本論文을 完成함에 있어 指導校閱하여 주신 金洙哲 教授님과 金英海教授님께 深謝하며 生化學教室 鄭泰英助教님과 教室員 여러분의 協助에 깊은 感謝를 드리는 바입니다.)

## REFERENCES

- 1) Yoshiki, S. and Kurahashi, Y.: A light and

- electron microscopic study of alkaline phosphatase activity in the early stage of dentinogenesis in the young rat. *Archs. Oral Biol.* 16, 1143-1154, 1971.
- 2) Kiguel, E.: A study of tooth development and the possible role of alkaline phosphatase. *Int. Dent. J.* 20, 1-49, 1970.
  - 3) Suga, S., Nakahara, M., Matsuki, T., Kobajashi, A. and Takimoto, H.: Histochemical studies of alkaline phosphatase on dentinogenesis of rat. *Shigaku* 44, 1-15, 1957.
  - 4) Ten Cate, A.R.: The distribution of alkaline phosphatase in the human germ. *Archs. Oral Biol.* 7, 195-205, 1962.
  - 5) Engel, M.B. and Furuta, W.: Histochemical studies of phosphatase distribution in developing teeth of albino rat. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 50, 5-9, 1942.
  - 6) Gomori, G.: Calcification and phosphatase. *Am. J. Pathol.* 19, 197-208, 1943.
  - 7) Nuki, K. and Bonting, S.L.: Quantitative histochemistry of the developing hamster tooth: Alkaline phosphatase and lactic dehydrogenase. *J. Histochem. Cytochem.* 9, 117-125, 1961.
  - 8) Glasstone, S.: The distribution of alkaline phosphatase in normal and transplanted rodent teeth. *Br. Dent. J.* 105, 58-62, 1958.
  - 9) Kiguel, E.: Alkaline phosphatase activity in developing molars of vitamin deficient rat. I. High calcium-phosphorus diet. *J. Dent. Res.* 43, 71-77, 1964.
  - 10) Bevelander, G. and Johnson, P.L.: Alkaline phosphatase in amelogenesis. *Anat. Rec.* 104, 125-135, 1949.
  - 11) Symons, N.B.B.: Alkaline phosphatase activity in the developing teeth of the rat. *J. Anat.* 89, 238-245, 1955.
  - 12) Mori, M., Yoshioka, W., Mizushima, J. and Amatsu, N.: Histochemical observation of phosphatase and nucleotidase activity in the developing teeth. *Archs. Histol. Jap.* 20, 513-522, 1960.
  - 13) Burstone, M.S.: Histochemical observation on enzymatic process in bones and teeth. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 85, 431-444, 1960.
  - 14) Burstone, M.S.: Hydrolytic enzymes in dentinogenesis. *In* Calcification in biological systems (edited by Sognaes, F.R.) *Am. Ass. Adv. Science* 64, 217-243, 1960.
  - 15) Lunt, D.A. and Noble, H.W.: Location of alkaline phosphatases in human cap-stage enamel organs by electron histochemistry. *Archs. Oral Biol.* 17, 761-769, 1972.
  - 16) Kurahashi, Y. and Yoshiki, S.: Electron microscopic localization of alkaline phosphatase in the enamel organ of the young rat. *Archs. Oral Biol.* 17, 155-163, 1972.
  - 17) Matthiessen, M.E.: Comparative enzyme histochemical studies on the development of teeth in man, pig and mouse. *Acta. Anat.* 66, 375-386, 1967.
  - 18) Robinson, R.: The possible significance of hexose phosphoric esters in ossification. *Biochem. J.* 7, 286, 1923.
  - 19) Kondo, S.: Experimental studies on vital amputation with calcium hydroxide. *Shikwa Gak.* 48, 553-566, 609-629, 1943.
  - 20) Hattori, T.: Experimental studies on the dentin formation in the pulp. *Bull. Stomat. Kyoto Univ.* 1, 641-673, 1959.
  - 21) Glass, R.L. and Zander, H.A.: Pulp healing. *J. Dent. Res.* 28, 97-107, 1949.
  - 22) Bodansky, O.: Phosphatase studies: Determination of serum phosphatase. *J. Biol. Chem.* 101, 93, 1933.
  - 23) Fiske and SubbaRow: *J. Biol. Chem.* 66, 375, 1925.
  - 24) Pincus, P.: *Brit. D.J.* 90: 201, 1951 cited in White, A.A., Hess, W.C.: Phosphatase, peroxidase and oxidase activity of dentine and bone. *J. Dent. Res.* 35, 276-285, 1956.
  - 25) 鄭泰英外 4人: Lactic acid dehydrogenase in the cobalt<sup>60</sup> irradiated rat incisor pulp. *J. Korean Dent. Assoc.* 10, 97~102, 1972.
  - 26) MacKenzie, A.S.E.: *Brit. Dent J.* 54, 153, 1933, cited in White, A.A., Hess, W.C.: Phosphatase, peroxidase and oxidase activity of dentine and bone. *J. Dent. Res.* 35, 276-285, 1956.
  - 27) Provissonato, A.: *Stomatologia* 33, 619, 1935.

- cited in White, A. A., Hess, W. C.: Phosphatase, peroxidase and oxidase activity of dentine and bone. J. Dent. Res. 35, 276-285, 1956.
- 28) White, A. A. and Hess, W. C.: Phosphatase, peroxidase, and oxidase activity of dentine and bone. J. Dent. Res. 35, 276-285, 1956.
- 29) William, K. C., Joseph, A. W. and Niel Wald: Abscopal and direct effects on calcium mobilization, alkaline phosphatase levels, and dentine formation following X-irradiation of either the rat incisor or the thyroid-parathyroid region, J. Dent. Res. 45, 1529-1537, 1966.
- 30) Shigeo, E.: Histochemical analysis on the mechanism of dentine formation in dog's pulp. Bull. Tokyo Dent. Coll. 2, 59-88, 1961.
- 31) Berman, D. S. and Massler, M.: Experimental pulpotomies in rat molars. J. Dent. Res. 37, 229-242, 1958.
- 32) Sciaky, I. and Pisanti, S.: Localization of calcium placed over amputated pulps in dog's teeth. J. Dent. Res., 39, 1128-1132, 1960.
- 33) Sciaky, I. and Pisanti, S.: Origin of calcium in the repair wall after pulp exposure in the dog. J. Dent. Res. 43, 641-644, 1964.
- 34) Haldi, J. and John, K.: Correlative rise and fall of glucose in blood plasma and dental pulp fluid. J. Dent. Res. 44, 10-12, 1965.
- 35) Moss, D. W. and King, E. J.: Properties of alkaline phosphatase fractions separated by starch-gel electrophoresis. Biochem. J. 84, 192-195, 1962.
- 36) Moss, D. W.: Nature, Lond. 193, 981, 1962. cited in Moss, D. W. and King, E. J.: Properties of alkaline phosphatase fractions separated by starch gel electrophoresis. Biochem. J. 84, 192-195, 1962.
- 37) Heppel, L. A., Harkness, D. R. and Hilmoe, R. J.: A study of the substrate specificity and other properties of the alkaline phosphatase of Escherichia coli, J. Biol. Chem. 237, 841, 1962.

各種 齒科機器具 材料—賣買·修理·配達—

# 瑞 一 齒 材 商 社

代表 朴 陽 淳

서울特別市 中區 南大門路 5街 6의 24

電話 (22) 7 2 7 5 番