

脫水刺戟이 齒髓組織에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究

서울大學校 大學院 齒醫學科 保存學專攻

<指導 金 洙 哲 教授>

咸 鍾 大

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

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE DAMAGING EFFECTS UPON THE PULP BY DEHYDRATION OF THE EXPOSED DENTIN

Jhong Dai Hahm, D.D.S.

Dept. of Operative Dentistry, Graduate School, S.N.U.

(Directed by prof. Soo Chul Kim, D.D.S., Ph.D.)

The author studied histopathologically on the damaging effects upon the pulp by dehydration of the exposed dentin of dog's teeth, using the air spray (20°C and 50°C) and cleansing medicaments, such as alcohol, chloroform and ethyl-ether.

The results were as follows;

- 1) The early inflammatory changes have been observed in most of the cases.
- 2) All of the cases showed the displacement of the odontoblastic nuclei into the dentin.
- 3) In the odontoblastic layer, capillaries were always observed in the odontoblastic layer but were not visible prior to inflammation.
- 4) The inflammatory changes on pulp tissues showed more obvious in cleansing medicaments than air spray with ordinary chip syringe.
- 5) In control group, the damage of pulp tissues observed more severe in zinc-phosphate cement than zinc-oxide eugenol or gutta-percha.

—目 次—

- 第一章 緒 論
- 第二章 實驗材料 및 實驗方法
- 第三章 實驗成績
- 第四章 總括 및 考按
- 第五章 結 論

第一章 緒 論

生活齒髓는 機械的 및 溫度的, 化學的, 細菌學的 刺

戟等 여러가지 外來刺戟에 對하여 敏感한 反應을 보여 齒髓組織에 炎症을 招來하게되고, 甚한 境遇에는 壞疽 또는 壞死되어 本來의 機能을 잃게 된다.

특히 오늘 날 臨床齒科 領域에 있어서 여러가지 藥物 및 齒科器材의 發展과 더불어 高速엔진이 널리 普及됨에 따라 이로 인한 窩洞形成時에 일어나는 熱發生은 齒髓組織에 甚한 刺戟을 줄 뿐만 아니라 이때 使用되는 冷却劑(Coolant)인 空氣噴霧(Air Spray)와 아울러 窩洞內에 使用되는 窩洞淨淨劑(Cleansing Medicaments)인 알콜(Alcohol), 클로로포름(Chloroform), 過酸化水素(Hydrogen Peroxide) 등의 藥劑들도 齒髓刺戟의 重要한 要因이 되어 齒髓組織에 脫水現象(Dehydration)을 惹起하며 象

本論文의 要旨는 1969年度 第17回 大韓齒科保存學會에서 발표하였음.

Table 1.

Experimented Teeth and Materials

Experimental Materials	Control Group(Right Side Teeth)						Experimented Group(Left Side Teeth)					
							Cold Air Spray (20°C)		Alcohol		Chloroform	
Filling materials	G.P.	Z.O.E.	Z.P.C.	Z.O.E.	Z.O.E.	Z.P.C.	Z.P.C.	Z.O.E.	Z.O.E.	Z.P.C.	Z.O.E.	G.P.
Position of the Teeth	9	8	7	6	4	3	3	4	6	7	8	9
		8	7	6	4			4	6	7	8	
Filling Materials		G.P.	Z.P.C.	Z.O.E.	G.P.			G.P.	Z.O.E.	Z.P.C.	G.P.	
Experimental Materials							Warm Air Spray(50°C)		Ethyl Ether			

牙質層에 存在하는 造象牙細胞의 核이 象牙細管內로 浸透되는 特殊한 現象을 보여 주고있다.¹⁴⁻¹⁸⁾

Brännström,¹⁾ Zach & Cohen,²⁾ Peyton,^{3,4)} Pohto & Scheinin,⁵⁾ Schuchard & Watkins,^{6,7)} Lisanti & Zander⁸⁾ 등은 窩洞形成時에 일어나는 熱發生과 壓力에 따른 齒髓反應을 報告하였고, Swerdlow & Stanley,^{9,10,11)} Langeland,¹²⁾ Marsland & Shovelton¹³⁾ 등은 엔진의 回轉速度와 齒質 削除量에 따른 齒髓反應과 冷却劑의 使用 効果에 對하여 比較發表한 바 있다. 또한 Brännström^{14,15)} 과 Langeland¹⁶⁾ 는 冷却劑로서 空氣噴霧를 使用하여 象牙質層에 일어나는 脫水現象에 對한 組織學的 變化를 報告하였고, Seltzer & Bender¹⁷⁾ 는 窩洞清淨劑로서 알콜, 클로로포름을 使用했을 때 일어나는 脫水現象을 報告하는 한편 Pohto & Scheinin¹⁸⁾ 은 過酸化水素를 使用할 때 象牙質層에 일어나는 脫水現象으로 造象牙細胞核의 移動(Migration)과 齒髓內 炎症反應이 나타남을 報告하였다.

著者は 成犬의 上下顎齒牙 20 個를 實驗對象으로 하여 低溫空氣噴霧와 高溫空氣噴霧 및 窩洞清淨劑인 알콜, 클로로포름, 에테르를 使用했을 때 일어나는 齒髓 및 象牙質層의 脫水現象에 對한 組織學的인 變化를 研究觀察하여 그 結果를 報告하는 바이다.

第二章 實驗材料 및 實驗方法

實驗材料; 本實驗에서는 健康한 2年生 成犬의 上下顎齒牙 20 個를 實驗對象으로 하고 窩洞清淨劑로는 無水알콜(Absolute Alcohol, C₂H₅OH), 에테르(Ethyl-Ether, C₂H₅OC₂H₅), 클로로포름(Chloroform, CHCl₃) 등 三種의 揮發性이 강한 藥物을 選擇하였고 空氣噴霧(Air Spray) 는 20°C 와 50°C 로 나누어 各各 別表에서와 같이 施行하였다.

實驗方法; 10% Phenobarbital Sodium 50 mg/kg 으로 成犬을 全身麻酔하고 1 分間에 5000~8000 回轉하는 齒科用 엔진을 使用하여 齒牙構造에 따라 上顎 8 番齒牙는 一級窩洞을, 其他 齒牙는 五級窩洞을 形成하여 上記 五

種의 實驗材料를 適用한 後 酸化亞鉛유지늘세멘트(Zinc Oxide Eugenol Cement), 燐酸亞鉛세멘트(Zinc Phosphate Cement), 갓타퍼차(Gutta-percha) 등으로 充填하여 充填材料에 따른 變化도 比較 觀察하였다. 實驗이 끝난 成犬은 48 時間 後 犧牲시켜 齒牙는 10% Formalin 溶液에 1 週間 固定하고 5% 窒酸(Nitric Acid)으로 脫灰하여 15~20 μ의 Celloidin 切片을 製作, H-E 重染色 後 鏡檢하였다.

第三章 實驗成績

第一節 對照群

1) 酸化亞鉛유지늘세멘트群: 象牙質과 象牙基質層은 正常이고 造象牙細胞層에는 약간의 造象牙細胞間 小空胞(Interodontoblastic Vacuoles)形成이 있으며 가끔 毛細血管도 보이나 齒髓膜(Pulpo-Dentinal Membrane)의 破壞는 나타나지 않는다. 또한 造象牙細胞層을 따라 그 直下部에는 纖細한 網狀萎縮(Reticular Atrophy)을 나타내고 있으며 炎症細胞는 대개가 淋巴球와 核質細胞이나 中性嗜好性 白血球도 약간 보이고 이들은 齒髓 全體에 걸쳐 散在的으로 浸潤되어 있다.

浮腫性 變化는 거의 나타나지 않으나 때로는 齒髓全體에 걸쳐 散在的으로 나타나 있는 것도 있다.

2) 燐酸亞鉛세멘트群: 象牙質과 象牙基質層은 正常이고 造象牙細胞層內의 造象牙細胞間 小空胞形成은 酸化亞鉛유지늘세멘트群에 비해 약간 甚한 편이어서 齒髓膜이 破壞된 곳을 觀察할 수 있다. 또한 약간의 毛細血管도 나타나며 역시 造象牙細胞層의 直下部에는 網狀萎縮을 보여준다. 慢性 炎症細胞 浸潤과 浮腫性 變化도 酸化亞鉛유지늘세멘트群에 비해서 甚한 편이며 血管은 擴張 充血된 것을 볼 수 있다.

3) 갓타퍼차(Gutta percha)群: 象牙質과 象牙基質層은 正常이나, 造象牙細胞層의 厚徑이 多少 減少되어 있으며 造象牙細胞間 小空胞形成을 자주 볼 수 있고 毛細血管도 가끔 보인다. 또한 齒髓膜의 破壞를 볼 수 있고 造象牙細胞層을 따라 그 直下部 齒髓組織은 약간의 網

狀萎縮을 이루고 있으며 浮腫性變化는 齒髓全體에 걸쳐 觀察되며 炎症細胞 浸潤은 微弱하나 造象牙細胞層 直下部에는 약간 密集되어 있음을 보여준다.

第二節 實驗 群

1) 低溫空氣噴霧群(20°C)

(i) 磷酸亞鉛세멘트群; 象牙質과 象牙基質層은 正常을 維持하고 있으나 造象牙細胞層은 全體에 걸쳐 小空胞形成을 觀察할 수 있으며 가끔 甚한 空胞形成(Vacuolization)으로 因하여 造象牙細胞가 濃縮(Pyknosis)되어 있음을 볼 수 있다. 齒髓組織의 變化는 別로 없으나 輕微한 炎症細胞 浸潤과 浮腫性 變化를 볼 수 있다.

(ii) 酸化亞鉛유지늘세멘트群; 磷酸亞鉛세멘트群과 거의 類似한 所見을 觀察할 수 있다.

2) 高溫空氣噴霧群(50°C)

(i) 酸化亞鉛유지늘세멘트群; 象牙質과 象牙基質層은 正常이나 造象牙細胞層에는 全體에 걸쳐 小空胞形成이 甚한 편이며 이러한 空胞形成으로 因하여 造象牙細胞의 濃縮을 觀察할 수 있다. 또한 象牙基質層의 象牙細管에는 가끔 造象牙細胞의 核이 浸透되어 있는 것을 볼 수 있으며 毛細血管이 造象牙細胞層에 浸透되어 擴張된 像이 보인다. 造象牙細胞層의 直下部에는 약간의 網狀萎縮과 炎症細胞의 浸潤을 보이며 齒髓組織에는 散在性으로 微弱한 浮腫性變化가 있고 血管도 擴張 充血되어 있다.

(ii) Gutta percha 群; 酸化亞鉛유지늘세멘트群에 比해서 炎症細胞 浸潤과 浮腫性 變化가 약간 더 甚하게 나타난다.

3) 無水알콜群

(i) 酸化亞鉛유지늘세멘트群; 象牙質層은 正常이나 象牙基質層은 多少 屈曲되어 있고 其 厚徑도 比較的 減少되어 있어서 均一하지 않다. 造象牙細胞層은 甚한 空胞形成으로 造象牙細胞는 甚히 濃縮되어 있으며, 破壞된 細胞片도 가끔 보인다. 또한 造象牙細胞의 核이 象牙基質層에 埋入된 像을 觀察할 수 있으며 造象牙細胞核들은 象牙基質 쪽으로 偏在되어 있다. 造象牙細胞層으로의 毛細血管 浸透가 많이 나타나며 血管은 擴張되어 있어 작은 出血巢를 본다. 齒髓組織은 造象牙細胞層 直下部에는 甚한 網狀萎縮이 있고 炎症細胞 浸潤이 나타나며, 血管의 擴張 充血이 比較的 甚하여 血管의 破壞로 因한 出血巢도 드물게 觀察할 수 있다. 浮腫性變化는 齒髓全體에 걸쳐 比較的 甚하게 나타난다.

(ii) 磷酸亞鉛세멘트群; 酸化亞鉛유지늘세멘트群과 거의 類似한 所見을 觀察할 수 있다.

4) 클로로포르름群

(i) 酸化亞鉛유지늘세멘트群; 象牙質과 象牙基質層은

配列이 不規則하여 曇니같은 像을 나타내며, 特히 象牙基質層은 厚徑이 減少되었거나 完全히 消失된 部位도 나타난다. 造象牙細胞層은 甚한 空胞形成으로 破壞된 部位가 많으며 그 核들은 象牙基質 또는 象牙質層으로 偏在되어 있어서 마치 齒髓膜이 甚히 肥厚된 것 같은 像으로 나타난다. 變性破壞된 造象牙細胞層內에 毛細血管의 出現을 觀察할 수 있으며 또한 造象牙細胞核이 象牙細管內로 浸透된 像을 볼 수 있다. 浮腫性變化는 齒髓全體에 걸쳐 甚하게 나타나서, 結締織은 甚한 網狀萎縮을 이루고 있다. 血管은 甚히 擴張 充血되고 破壞되어 出血巢가 廣範圍하게 나타나고 있으며 炎症細胞의 浸潤은 거의 나타나지 않는다.

(ii) Gutta percha 群; 酸化亞鉛유지늘세멘트群과 類似한 所見을 觀察할 수 있다.

5) 에테르群

(i) Gutta percha 群; 클로로포르름群과 類似한 像을 보이나 象牙質과 象牙基質層의 配列은 더욱 不規則하여 象牙基質은 大部分이 消失되어 있다. 造象牙細胞層은 空胞形成이 甚하여 거의 完全히 破壞되어 造象牙細胞의 破壞片들만이 象牙質層에 附着密集되어 있으며, 象牙細管內로 造象牙細胞核이 浸透되어 있음을 觀察할 수 있다. 또한 破壞된 造象牙細胞層內에는 毛細血管의 出現을 볼 수 있으며 齒髓組織은 浮腫性 變化가 極甚하여 大部分 甚한 網狀萎縮과 破壞를 보여 주고있다. 血管도 擴張 充血되어 破壞된 像을 觀察할 수 있다. 炎症細胞의 浸潤은 나타나지 않고 있다.

(ii) 磷酸亞鉛세멘트群; Gutta percha 群과 거의 類似한 所見을 觀察할 수 있다.

第四章 總括 및 考按

窩洞形成時 어떤 機械的 刺戟이나 藥物이 象牙質層에 加해지면 먼저 造象牙細胞의 原形質突起(Protoplasmic Process)에 刺戟이 傳達됨으로서 齒髓細胞中 造象牙細胞가 第一 먼저 炎症性 變化를 일으키고 造象牙細胞內의 新陳代謝가 增加하여 滲透壓의 變化가 오게 된다. 이러한 變性이 더욱 進行되면 造象牙細胞의 核이 象牙細管內로 移動되는 것을 볼 수 있는데 이러한 現象은 造象牙細胞層內에 毛細血管의 出現과 함께 初期 炎症性變化 일 뿐만 아니라 脫水刺戟時 나타나는 特徵的 現象이라고 알려져 있다.¹⁹⁾ 이러한 造象牙細胞核의 移動에 對해서는 많은 學者들이 研究發表한 바 있으나 아직도 그 確實한 機轉은 알려지지 않고 있으며 다만 Stanley & Swerdlow²⁰⁾는 齒髓內에 浮腫, 充血等 炎症變化로 因하여 核이 象牙質內로 밀려 나간다고 假定했으나, 이에 反해 Seltzer²¹⁾는 炎症狀態가 아닌 拔齒時의 掌力에 依해

서도 핵의 이동이 올 수 있다고 말했다.

1955年 James & Shour²²⁾는 그들의 實驗에서 窩洞形成時 脫水刺戟의 特徵的인 핵의 移動을 볼 수 있었으나 그들은 이러한 事實을 發表하지 않았으며 其後 Langeland, Brännström 等 여러 學者들에 依하여 脫水刺戟에 依한 齒髓反應이 活潑히 研究發表되었다. 즉 Langeland²³⁾의 實驗에 依하면 窩洞內 象牙質層에 10秒 동안의 空氣噴霧로서 造象牙細胞核의 移動을 볼 수 있었다고 말했으며, Brännström¹⁵⁾의 實驗에서는 窩洞을 室溫의 空氣속에서 30秒 동안 放置시키므로써 핵의 移動을 볼 수 있었다고 報告하였다. 本實驗에서는 窩洞內 象牙質層에 2分 동안 空氣噴霧를 한 實驗群에서 핵의 移動과 齒髓內 炎症變化를 볼 수 있었는데 이러한 炎症變化는 低溫空氣噴霧에서 보다 高溫空氣噴霧에서 좀 더 甚하게 나타남을 본다. Langeland는 이 研究發表에서, 窩洞形成時 乾燥狀態下에서는 象牙細管內로 造象牙細胞核이 移動되고 齒髓內에는 炎症變化가 일어난다고 報告하는 한편 25萬 rpm.의 高速엔진 使用時 熱發生과 脫水現象을 排除하기 爲해 冷却劑로 물 噴霧를 使用함에도 不拘하고 바(Bur)가 接觸되는 部位의 象牙質層의 乾燥狀態는 막을 수 없어 여전히 造象牙細胞의 移動을 觀察할 수 있었으나 6000~5萬 rpm.의 回轉速度에서는 물 噴霧를 해주면 어느 程度 이러한 變化를 減少시킬 수 있었다고 한다.

大部分의 窩洞清淨劑는 揮發性이 강한 藥物이므로 알콜, 클로로포름 등으로 窩洞內面을 洗滌하면 이러한 藥物의 揮發과 함께 齒質內의 水分도 蒸發하여 脫水現象이 일어나게 된다. 즉 Seltzer & Bender¹⁷⁾의 同位元素 實驗에 依하면 알콜로 씻어낸 窩洞에서는 象牙細管을 통한 P³²의 浸透가 더욱 顯著히 나타났고 또한 알콜로 씻어낸 窩洞에 磷酸亞鉛세멘트를 適用해 주었을때 이 藥物의 酸이 훨씬 더 많이 象牙細管內로 浸透하는 것을 볼 수 있었다고 報告하였다. 또한 Pohto & Scheinin¹⁸⁾의 實驗에 依하면 過酸化水素를 象牙質層에 塗布하였을때 이는 象牙細管을 통하여 齒髓組織內에 栓塞(Emboli)를 形成하고, 또 血管은 擴張 充血되어 있거나 過酸化水素의 發生機 酸素로 因해 血液循環에 障碍를 주어 鬱血(Stasis)을 일으키기도 했다고 말했으며 이는 本實驗에서 窩洞清淨劑를 使用한 實驗群에서 나타난 齒髓反應과 거의 一致함을 볼 수 있다. 즉 알콜의 例에서 厚徑이 減少된 象牙基質層으로 造象牙細胞核이 移動된 것을 볼 수 있고 其 下部의 造象牙細胞層은 甚히 濃縮偏在되어 甚한 浮腫性 變化와 血管의 擴張充血을 보며 때로는 血管이 破壞되어 出血巢가 廣範圍하게 散在함을 볼 수 있다. 또 에테르의 例에서도 클로로포름의 例에서와 거의 비슷한

齒髓組織內의 變化를 보이고 있으며 이러한 齒髓內 炎症狀態를 隨伴한 造象牙細胞層의 變化는 Stanley & Swerdlow²⁰⁾의 핵移動說과도 一致하고 있다. 모든 實驗群에서 핵의 移動이나 炎症의 初期變化 外에는 약간의 炎症細胞浸潤을 볼 수 있을뿐 齒髓의 修復過程을 볼 수 없었으며 對照群에서 使用한 臨時充填材中에서는 磷酸亞鉛세멘트가 齒髓損傷이 가장 컸으며 酸化亞鉛유지놀 세멘트가 齒髓損傷이 比較的 적었다.

第五章 結 論

成犬의 上下顎齒牙에 窩洞을 形成한 後 空氣噴霧와 窩洞清淨劑를 使用했을 때 일어나는 齒髓 및 象牙質層의 脫水現象에 對한 組織學的인 變化를 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

- 1) 모든 實驗群에서 炎症의 初期變化를 觀察할 수 있었다.
- 2) 모든 實驗群에서 造象牙細胞核이 象牙細管內로 浸透됨을 볼 수 있었다.
- 3) 모든 實驗群에서 象牙細胞層內 또는 直下에 毛細血管의 出現을 볼 수 있었다.
- 4) 齒髓組織內의 炎症變化는 空氣噴霧時보다 窩洞清淨劑를 使用했을 때 더욱 顯著히 나타났다.
- 5) 對照群에서는 磷酸亞鉛세멘트가 齒髓組織에 미치는 損傷이 가장 크게 나타났다.

(끝으로 本研究을 끝내기까지 始終 指導校閱하여 주신 恩師 金洙哲, 金英海 兩博士님께 眞心으로 感謝드리오며 언젠가 助言을 아끼지 않으신 保存醫局의 諸선생님들과 病理學敎室 諸선생님들께 深甚한 謝意를 表하는 바입니다.)

參 考 文 獻

- 1) Brännström, M.: Dental and Pulpal Response. VI. Some Experiments with Heat and Pressure Illustrating the Movement of Odontoblasts into the Dental Tubules, Oral Surg, Oral Med. & Oral Path. 15: 203, 1962.
- 2) Zach, L., and Cohen, G.: Biology of High Speed Rotary Operative Dental Procedures. I. Correlation of Tooth Volume Removed and Pulpal pathology, J.D. Res. 37: 67, 1958.
- 3) Peyton, F.A.: Temperature Rise in Teeth Developed by Rotating Instrument, J.A.D.A. 50: 629, 1955.
- 4) Peyton, F.A., and Honry, E.E.: The Effect of High Speed Burs, Diamond Instruments and Air Abrasives

- in Cutting Tooth Tissue, J.A.D.A. 49 : 426, 1954.
- 5) Pohto, M., and Scheinin, A.: Microscopic Observations in Living Dental Pulp. II. Effect of Thermal irritants on Circulation of the Pulp in the Lower Rat Incisor, Acta. Odont. Scand. 16 : 315, 1958.
 - 6) Schuchard, A., and Watkins, C.: Temperature Response to Increased Rotational Speeds. J.D. Res. 39 : 738, 1960.
 - 7) Schuchard, A., and Watkins, C.: Temperature Response to Increased Rotational Speeds, J. Pros. Den. 11 : 313, 1961.
 - 8) Lisanti, V.F., and Zander, H.A.: Thermal Injury to Normal Dog Teeth: in vivo Measurement of Pulp Temperature Increases and Their Effect on the Pulp Tissue, J.D. Res. 31 : 548, 1952.
 - 9) Swerdlow, H., and Stanley, H.R., Jr.: Reaction of the Human Dental Pulp to Cavity Preparation. I. Effect of Water Spray at 20,000 rpm, J.A.D.A. 56 : 317, 1958.
 - 10) Swerdlow, H., and Stanley, H.R., Jr.: Reaction of the Human Dental pulp to Cavity Preparation: Results Produced by Eight Different Operative Grinding Techniques, J.A.D.A. 58 : 49, 1959.
 - 11) Swerdlow, H., and Stanley, H.R., Jr.: Reaction of the Human Dental Pulp to Cavity Preparation. II. At 150,000 rpm with an Air-water Spray, J. Pros. Dent. 9 : 121, 1959.
 - 12) Langeland, L.: Pulp Reaction to High-Speed Instrumentation, Norke tannl. Y. 68 : 127, 1958.
 - 13) Marsland, E.A., and Shovelton, D.S.: Effect of Cavity Preparation on the Human Dental Pulp, Brit. Dent. J. 102 : 213, 1957.
 - 14) Brännsteom, M.: Dentinal and Pulpal Response. II. Application of an Air Stream to Exposed Dentin. Short Observation Period. Acta. Odont. Scand., 18, 72~28, 1960.
 - 15) Brännström, M.: Dentinal and Pulpal Response. III. Application of an Air Stream to Exposed Dentin. Long Observation Period. Ibid., pp. 235~232.
 - 16) Langaland, K.: Histologic Evaluation of Pulp Reactions to Operative Procedures. Oral Surg., Oral Med. & Oral Path., 12 : 1357~1369, 1959.
 - 17) Seltzer, S. and Bender, I.B.: Cleansing and Drying Medicaments, The Dental Pulp, 148~149, 1965.
 - 18) Pohto, M., and Scheinin, A.: Mikroskopiska Undersökningar av Levande Tandpulpa, Göttesborgs Tandläkaresällsks Artikelserie, N.: 0298, 1959.
 - 19) Seltzer, S., and Bender, I.B.: Inflammation in the Odontoblastic Layer of the Dental Pulp, J.A.D.A. 59 : 720, 1959.
 - 20) Stanley, H.R., and Swerdlow, H.: Aspiration of Cells into Dentinal Tubules, Oral Surg., Oral Med. & Oral Path., 11 : 1007, 1958.
 - 21) Seltzer, S., and Bender, I.B.: Early Human Pulp Reactions to Full Crown Preparations, J.A.D.A. 59 : 912, 1959.
 - 22) James, V.E., and Schour, I.: Effect of Cavity Preparation Alone on the Human Pulp, J.D. Res., 34 : 758, 1955.
 - 23) Langeland, K.: Tissue Changes in the Dental Pulp, Oslo, Oslo Univ. Press, 1957.

—EXPLANATION OF FIGURES—

- Fig. 1;** Photomicrograph of the upper right 3rd tooth in control group. Note the palisading of the odontoblasts and continuous pulpodentinal membrane. Dilated capillaries in and below the odontoblastic layer.
- Fig. 2;** Photomicrograph of the upper left 4th tooth using of cold air spray. Note the displacement of odontoblastic nuclei in pre-dentin layer and vacuolization with pyknosis in odontoblastic layer.
- Fig. 3;** Photomicrograph of the lower left 6th tooth using of warm air spray. Note the vacuolization with pyknosis in odontoblastic layer and displaced odontoblasts into the dentin.
- Fig. 4;** Photomicrograph of the upper left 7th tooth using of absolute alcohol. Note the displaced odontoblastic nuclei and visible capillaries in destroyed odontoblastic layer. Stasis of the vessels in the deeper pulp tissue has developed.
- Fig. 5;** Photomicrograph of the upper left 8th tooth using of chloroform. Note the nuclei displacement and capillaries in the destroyed pre-dentin and odontoblastic layer. Stasis of the vessels in the deeper pulp tissue has developed.
- Fig. 6;** Photomicrograph of the lower 7th tooth using of ethyl-ether. Note the severe vacuolization and pyknosis. Fragmented cells shown in vacuoles.

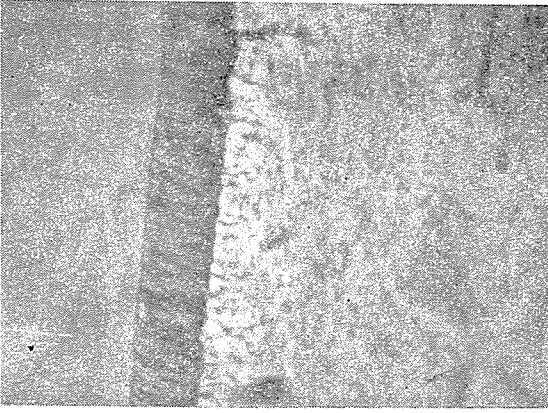


Fig. 1.

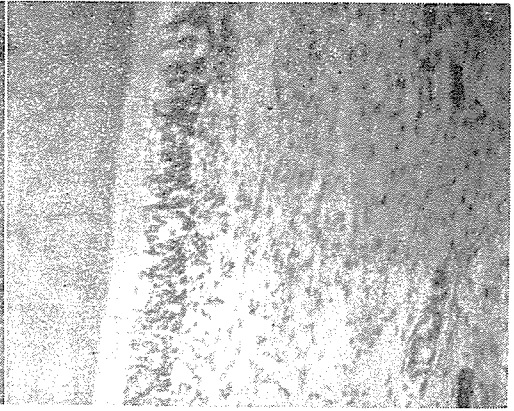


Fig. 2.



Fig. 3.

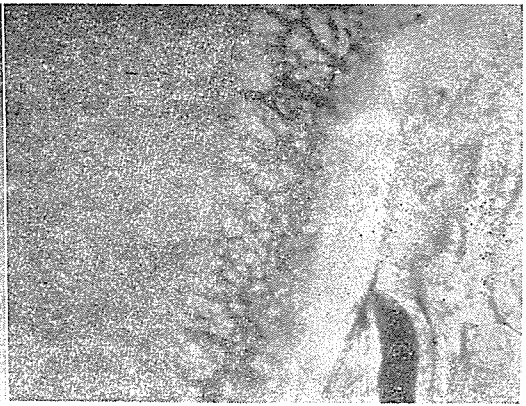


Fig. 4.

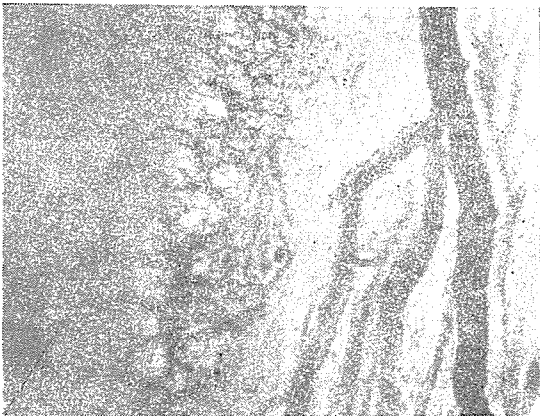


Fig. 5.



Fig. 6.