

根管洗滌에 관한 走査電子顯微鏡的 研究*

서울대학교 齒科大學 保存學教室

李 鳴 鍾

A SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDY OF THE EFFICACY OF ROOT CANAL IRRIGATION

Myung Jong Lee, D.D.S., Ph.D.

Dept. of Operative Dentistry, College of Dentistry
Seoul National University

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

The purpose of this study is to observe the effect of cleansing action of irrigation solutions which are 3% hydrogen peroxide, 5% sodium hypochlorite and 15% EDTA solution on the root canal wall. After the root canal wall is enlarged with K-file in distilled water, the canal wall which is irrigated with each irrigant for 2 minutes, is compared with the control group without using any irrigants. Each sample is dehydrated, and coated with 200-250Å of gold, and observations are made with the use of scanning electron microscope.

The results are as follows:

1. The canal walls irrigated with 3% hydrogen peroxide, 5% sodium hypochlorite and 15% EDTA solution are cleaner than the walls without using irrigants.
2. There are no significant difference of cleansing effect among 3% hydrogen peroxide, 5% sodium hypochlorite and 15% EDTA.
3. After using 3% hydrogen peroxide and 5% sodium hypochlorite solution, large debris are removed on root canal walls, but microdebris remain on the canal walls.
4. The root canal walls irrigated with 15% EDTA solution are decalcified slightly and show clean surfaces.

I. 緒 論

根管治療의 主目的은 根管을 包含하여 根端周圍 組織에 發生된 病巢를 治療하는 것이다. 其 具體的인 方法으로는 根管을 擴大 및 洗滌等으로 根管象 牙質壁과 根端周圍組織에 存在하고 있는 爲害性物質을 除去하는 것이며, 더욱이 爲害性物質의 殘留

을 豫測하여 消毒 및 固定等の 操作을 施行하며 더 나가서 緊密한 根管充填을 施行하여 爲害性物質이 殘留하더라도 根端周圍組織에 그 侵入을 沮止 하고 또한 根端周圍組織이 가지고 있는 特有的 治癒能力이나 使用한 根管充填劑가 所有하고 있는 藥效에 依해서 病巢의 治癒를 期待하는 것이다. 根管治療 豫後에 左右되는 가장 큰 因子는 機械的 擴大와 洗滌液으로 爲害性物質을 除去하는데 있다.

*본연구는 1982년도 서울대학교병원 임상연구비의 일부로 이루어진 것임.

Grossman¹⁹, Loel²⁰, Wayman²⁰, Baker³, Goldberg⁴, Jucker⁵ 및 McComb와 Smith等⁶의 여러學者들에 의해서根管洗滌劑의 여러種類의藥物이紹介되었고, 研究報告 되었다. 이들은根管洗滌液들의洗滌效果는同位元素나色素가象牙質內的浸透程度, 細菌培養에 의한殺菌效果등을光學顯微鏡이나走査電子顯微鏡 등에서齒牙의象牙細管의微細構造나形態學的構造등을 또한洗滌液의濃度 및溫度的差異에 따라서組織의溶解效果나脫灰程度등을觀察하는方法으로研究를 하여 왔다. 最近에 Moodnik¹, Gutierrez² 등은根管擴大에 여러가지器具를使用後根管壁面의殘渣나象牙質削片 등이層狀으로根管壁에附差殘留하는 것이나形態的微細構造를觀察報告하였다.

Ingle과 Zeldow⁷는感染根管에서根管의機械的인擴大만으로殺菌效果를 얻었으나 이는殺菌效果보다는一時的으로細菌의數를減少시킨 것이라고報告하였고, Mizrahi⁸, Gutierrez와 Garcia等⁹은根管擴大에 사용되는Reamer나file等に依해서根管象牙質壁의淨化程度에는差異가 없음을報告하였고, Vande Visse等¹⁰은機械的根管擴大만으로는充分한淨化效果를 얻을수 없으며, 效果的인洗滌液 및洗滌方法이必要하다고主張하였다. Stewart¹⁰는根管擴大時 5% 次亜塩素酸나트륨과 3% 過酸化水素溶液을並用하여洗滌液으로使用함으로써殺菌消毒效果를 얻었음을報告하였으며, Lübke¹¹는根管洗滌液이根管形成時根管壁 및根端部位에蓄積된象牙質削片과壞死組織殘渣를溶解시켜容易하게除去할 수 있으며, 또한殺菌效果를 가지고 있어야 한다고報告하였으나 어느洗滌液이 이러한作用을 가졌으며, 또 어떤洗滌方法이 좋은지는論難이 많다. 根管洗滌液으로 3% 過酸化水素溶液을使用함으로써機械的根管擴大時에 생기는象牙質削片과齒髓組織殘渣등을淨化하며, 根管內가濕潤狀態인境遇에는治療器具의破切을防止하고 또한器具가狹少하거나彎曲된根管을運轉적작용으로容易하게通過할 수 있게 하며象牙質削片 등이齒根端部に密着되지 않고浮遊하게되며異物質의有毒性産物を稀釋시키는役割도 한다. 過酸化水素溶液은通常 3% 溶液을使用하며微弱한溶劑效果를 가지고 있으며血液이나組織에接觸할 때는發生期酸素를生成하여根管內不純物を沸騰시켜除去시키는反面에根管內壓을上昇시키는作用으로齒根端周圍組織에爲害作用으로治療後에疼痛이나浮腫등을誘發할境遇가 있어最後의根

管洗滌液으로는次亜塩素酸나트륨溶液으로洗滌하여야 한다. Trepagnier¹², Mc. Comb와 Smith⁶는根管內的齒髓組織殘渣 및壞死組織의除去에次亜塩素酸나트륨이效果的임을報告하였으며, Grossman과 Meiman等¹³은次亜塩素酸나트륨이齒髓의壞死組織이나基質性的異物質에對해溶解效果가 큰 것으로報告하고 있으며, Svec와 Harrison¹⁴은次亜塩素酸나트륨溶液과過酸化水素溶液을交代로使用하면 보다 큰根管淨化效果를 가져옴을報告하였다.

Nygaard-östby¹⁵는最初로 EDTA를根管治療分野에利用하여根管擴大 및淨化를補助하는洗滌劑로提示하였으며, EDTA溶液이象牙質에對한脫灰效果가 있고齒髓組織에對하여非可逆的인病變을誘發하지 않으며, 또한治療器具에對해서는腐蝕作用이 없는 것을報告하였다. McComb과 Smith⁶, Baker³, Zeev Ram等¹⁶은象牙質脫灰目的으로 주로使用하는EDTA를洗滌液으로使用하여塗抹層의淨化效果를研究하여 EDTA는齒冠部根管에서는效果的이었으나根端部에서는齒冠部만큼效果가 적었다고報告한바 있으며, Goldman¹⁰은EDTA溶液使用時根管擴大器具의接觸된根管部位에서는象牙質削片層이大部分除去되나器具의接觸이 되지 않은部分에서는齒髓殘渣 및原生象牙質이殘留함을報告하였고, Seidberg과 shielder¹⁷, Heling과 Shapiro¹⁸, Patterson等²⁰은EDTA와EDTAC의脫灰效果에對해서는 많은研究報告가 있었고, Weinerb等¹⁴은EDTA과EDTAC의 두가지藥劑에는 모두脫灰作用을 가지고 있으나 그效果의差異는 없다고報告했으며, Gutierrez와 Garcia²는EDTA로根管內壁를處理時平滑하고緩慢한象牙質壁과象牙細管이擴大되는 것을觀察報告하였다. Goldberg⁴, Cohen, Stewart and Laster等²¹은EDTA와EDTAC의 두藥劑가 모두象牙質의浸透效果를增加시키며, 또한根管內表面層의象牙質削片과器具使用으로微細削片등을除去해 줌으로써根管의淨化效果와殺菌效果를 얻는다고報告하였다.

이에著者は根管治療時에根管形成時機械的擴大와 널리使用되는過酸化水素溶液, 次亜塩素酸나트륨과EDTA等으로根管을洗滌하여根管의淨化效果 및脫灰效果등을走査電子顯微鏡으로比較觀察하여多少의知見을 얻었기에 그結果를報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 實驗方法

拔去한 齒牙中 齒根端이 完全히 形成된 單根齒 12個를 使用하였고, 主로 矯正治療 目的으로 拔去된 齒牙이고 年齡는 20歲 前後였다. 根管洗滌液은 3% 過酸化水素, 5% 次亜塩素酸나트륨과 EDTA를 使用하였으며 이는 Nygaard östby¹⁵⁾의 提示한 處方에 따라 自製한 15% EDTA水溶液 (pH 7.3) 을 使用하였다.

試片製作은 齒牙를 拔去後 即時 Diamond disk 로 注水下에 齒頸部를 따라 切斷하여 分離해서 殘有된 齒根部的 開放된 齒髓腔을 通하여 barbed broach 로 齒髓組織을 拔去하고 通法에 따라 根管을 Kerr 會社製인 File를 使用하여 처음 根管長을 決定할 때 使用한 file의 크기 보다 3段階의 큰 番號의 file까지 根管을 擴大하였고, file의 番號가 바뀔때 마다 各群의 試片에 各各 5cc의 蒸溜水로 根管을 洗滌하였으며, 根管內面이 油滑하게 느끼며, 象牙質削片이 회고 깨끗할 때 까지 上下運動의 動作으로 擴大 清掃를 實施하였다. 根管擴大形成이 完了된 後 各齒根을 Diamond disk로써 頰舌側에 從으로 흡을 낸 다음 끝과 鐵椎를 使用하여 從斷하고 分割된 齒根을 또다시 齒軸에 直角되게 3等分으로 橫斷하여 中央部位만을 試片으로 使用하여 한 齒根에 2個의 試片을 利用하였다. 各 試片의 根管擴大面을 蒸溜水로 洗滌하고 Air Syringe으로 濕氣를 乾燥시킨後 上記 列擧한 3가지 溶液을 各기 5ml씩 유리용기에 넣고 이 溶液이 各群에 對해서 6個의 試片을 2分間 浸漬시킨 後 蒸溜水로 洗滌하였고, 洗滌液으로 洗滌하지 않은 것은 對照群으로 하였다.

上記의 모든 試片은 Aceton으로 脫水 後 試片을 試片台에 Dotite로 附着시켜 JEC 1100 Vacum apparatus에서 金(Au)으로 200~250Å의 두께로 蒸

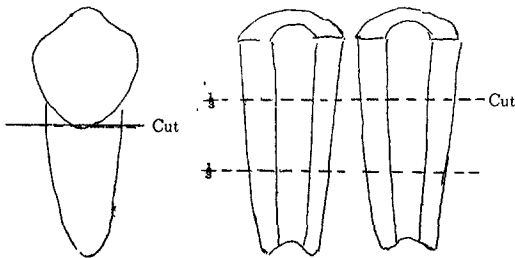


Fig. 1. Specimen

着시킨 後 JSM-35 走査電子顯微鏡으로 根管壁面을 觀察하였다. 또한 EDTA로 象牙質深部に 미치는 影響을 觀察하기 위해서 根管試片을 齒軸에 直角方向으로 割斷시켜 그 割斷面에 對해서도 같이 觀察하였다.

III. 實驗成績

走査電子顯微鏡으로 根管의 機械的擴大面과 洗滌液等으로 處理面을 觀察한 結果는 다음과 같다.

1. 機械的擴大를 實施하고 蒸溜水로 洗滌한 對照群에서는 35倍 擴大像에서는 根管壁 大部分에 無定形의 基質性, 또는 石灰化削片들의 塊狀이 凝結되어 根管壁에 附着되어 있으며, 더우기 微細한 削片들이 根管壁에 全體적으로 散在하고 있으며, 象牙細管은 確認되지 않았으나 750倍 所見에서는 象牙細管이 明瞭하며, 若干의 象牙質削片이 不規則하게 散在하였다. (Fig. 2, 3)

2. 機械的根管擴大後 3% 過酸化水素溶液을 2分間 處理한 群에서는 根管壁이 全體적으로 깨끗한 清掃狀態였으나 部分的으로 不規則한 形態의 削片塊가 散在되어 있고, 大體로 平滑面으로 나타나는 反面에 陷沒된 것 같은 部位도 存在하며 象牙細管은

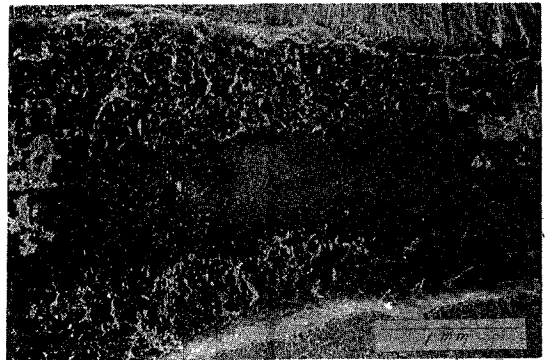


Fig. 2. Root canal wall without using irrigants.

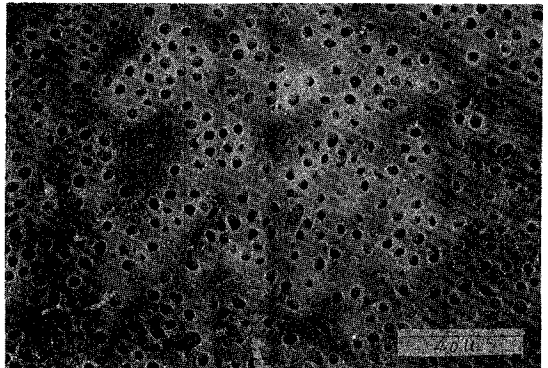


Fig. 3. Root canal wall without using irrigants.

明瞭하게 觀察되며 細管 속에 殘渣도 觀察되었다.
(Fig. 4, 5)

3. 5% 次亜塩素酸 나트륨群에서는 不定形の 象牙質削片이 塊狀으로 若干 散在하고 象牙細管은 大體로 網狀構造로 明瞭하며 廣闊하게 開放되어 있는 像을 볼 수 있었다. 根管壁에 있는 象牙細管内面에는 Tom's Fiber로 보이는 線維端이 보였다. 根管片 中央部に 微細한 削片을 觀察되었으며, 750倍 擴大像에서는 象牙細管開口部가 明瞭하게 開放되어

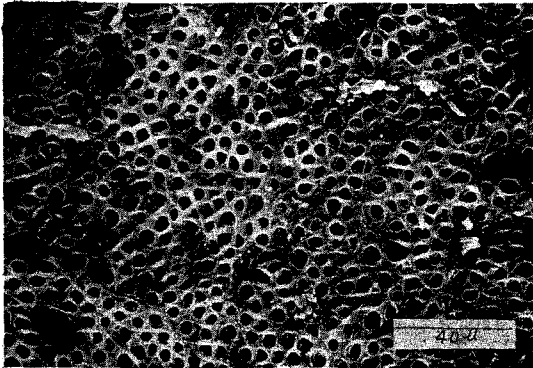


Fig. 4. Root canal wall using 3% hydrogen peroxide solution.

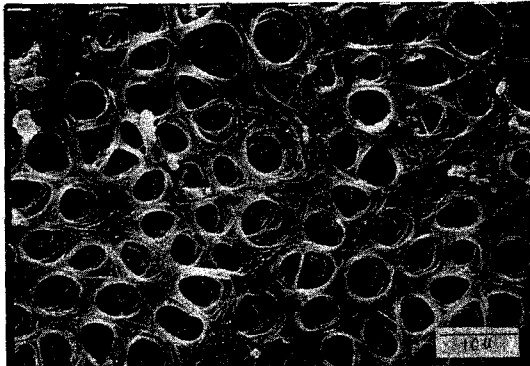


Fig. 5. Root canal wall using 3% hydrogen peroxide solution.

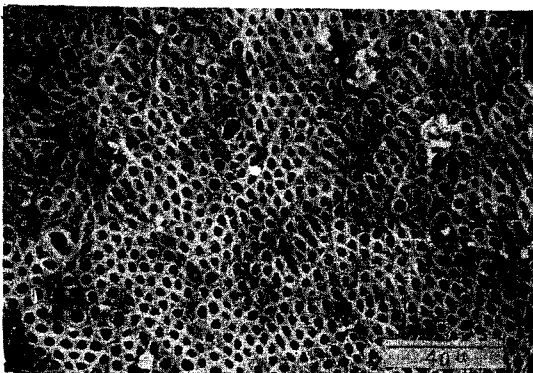


Fig. 6. Root canal wall using 5% sodium hypochlorite solution.

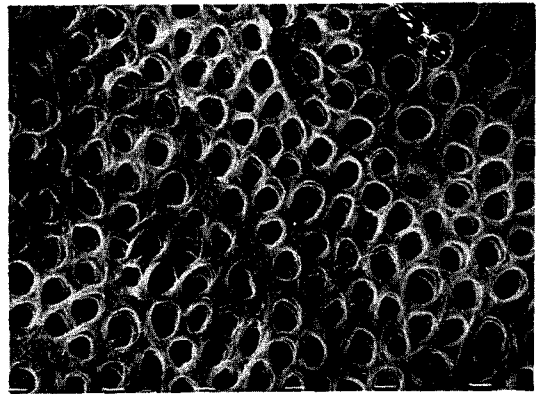


Fig. 7. Root canal wall using 5% sodium hypochlorite solution.

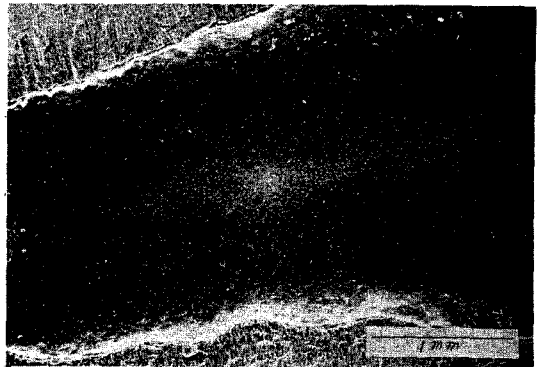


Fig. 8. Root canal wall using 15% EDTA solution.

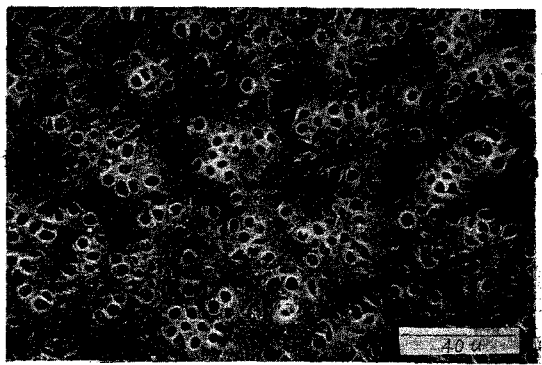


Fig. 9. Root canal wall using 15% EDTA solution.

壁面은 滑澤하게 觀察되었다. (Fig. 6, 7)

4. 15% EDTA群에서의 35倍 擴大像에서는 試 있으나 象牙細管周圍組織이 脱灰되어 部分的으로 陷沒像을 볼 수 있고 또 象牙細管周圍組織의 一部가 脱灰되어 象牙細管의 輪狀構造가 破壞된 像같이 觀察되었다. (Fig. 8, 9)

EDTA處理群에서 根管壁의 割斷面 所見은 側面에서 觀察한것 같이 割斷된 양상을 보였고, 根管壁面上에는 象牙質削片層이 있고 象牙細管도 壁面에

開口되어 있다. (Fig. 10)

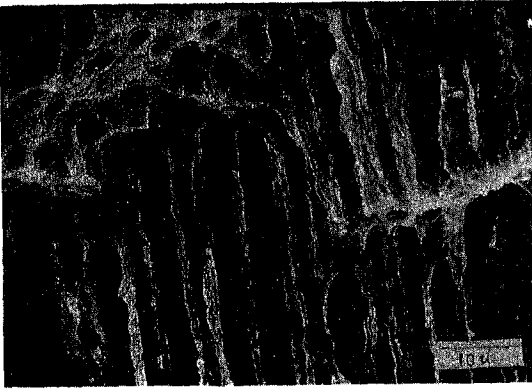


Fig. 10. Root canal wall using 15% EDTA solution.

IV. 總括 및 考按

根管治療에 있어서 根管的 機械的擴大 및 洗滌을 一連의 操作中 가장 重要한 處置의 한 方法이다. 卽 齒髓殘渣와 그 變性物質, 感染軟化象牙質 等を 根管壁面에서 完全히 除去하여 根管을 無菌의 狀態로 形成하여 주며 根管消毒을 위한 前準備로 하는 것 뿐 아니라 根管充填을 하기 위한 前準備段階로 大端히 重要한 意味를 가지고 있는 것이다. 最近에 主로 機械的인 根管擴大 施術으로 因하여 생기는 微細한 象牙質削片이 根管壁面에 附着되어 殘留되는 것을 많은 學者들이 報告하고 있으나 이것이 臨床的으로 어떤 意味를 가지고 있는 지는 明確치 않다. 따라서 象牙質削片은 細菌과 爲害性物質이 混成되어 象牙質面의 象牙細管을 차단하여 消毒劑가 適用되었을시 그 浸透를 막아 藥物效果를 阻止시킨다. 더우기 根管充填을 할때 側枝, 分岐口는 이 象牙質削片으로 閉鎖되어 根管充填劑의 流入을 沮害하거나 象牙質削片이 根管壁에 殘留에 依해서 滑澤한 根管面을 形成치 못하면 根管充填劑가 根管壁面에 適合性이 底下되며 根管充填의 目的인 緊密한 閉鎖性을 低下시키게 된다. 本 實驗에서 根管的 機械的 擴大와 過酸化水素溶液, 次亜塩素酸나트륨溶液 및 EDTA 등으로 洗滌을 하여 根管淨化效果를 이런 目的으로 走査電子顯微鏡으로 觀察하였다. 그 結果는 對照群과 모든 實驗群에서 完全히 깨끗한 根管內面을 가진 例는 없었으나 EDTA를 處理한 群에서는 다른 洗滌液을 處理한 群에 比較하여 象牙質削片도 적고 象牙細管도 明瞭하게 보이며 根管壁도 滑澤한 面으로 보인 點으로 根管淨化效果가 큰 것으로 思料된다. Moodnik¹⁾, Goldberg⁴⁾, McComb과 Smith等⁶⁾이

機械的 擴大한 齒根管壁面에 象牙質削片層의 存在를 確認하여 그 洗滌液을 EDTA를 使用하였더니 根管壁面에 附着되었던 象牙質削片層이 除去되어 根管壁面을 깨끗하고 滑澤하며 象牙細管等이 明瞭하게 나타났다는 報告는 本 實驗 結果와 거의 一致한다. 本 實驗에서 根管的 機械的 擴大만 하고 洗滌液으로 處理치 않는 對照群에서는 象牙質削片塊와 微細削片等이 나타나는 率이 다른 實驗群에 比하여 많았다. Baker等³⁾의 實驗에 依하면 根管洗滌을 하지 않는 것은 根管洗滌을 한 齒牙보다 70%以上의 더 많은 殘渣가 나타남을 報告하였고 根管的 淨化程度는 洗滌劑의 使用量에 比例한다고 하였으며, Vande Visse等⁹⁾은 根管形成과 根管洗滌을 並用한 齒牙를 比較한 結果 根管洗滌을 하지 않은 根管內에는 많은 削片이 있음을 報告한바 있고, Drobotij等²⁵⁾은 洗滌液의 使用量이 根管的 淨化程度를 決定한다고 하였다. 本 實驗의 結果도 이들의 結果와 一致되었으며, 根端組織의 損傷을 주지않고 壞死組織과 爲害性物質等을 除去하며 殺菌, 消毒할 수 있는 洗滌液의 補助效果가 要求된다. 本 實驗에서 機械的인 根管擴大後에 3% 過酸化水素溶液 實驗群과 5% 次亜塩素酸나트륨水溶液 實驗群에서 根管壁面의 淨化效果는 別로 差異가 없었다. 이는 Rubin等¹⁶⁾은 3% 過酸化水素와 2.5% 次亜塩素酸나트륨의 並用, 2.5% 次亜塩素酸나트륨, 生理的食塩水RC-Prep(10% urea peroxide와 EDTA)의 混合 등으로 根管을 洗滌하였을 때 根管的 淨化效果는 모두 類似하였던 것과 一致되었다.

本 實驗에서 次亜塩素酸나트륨 實驗群에서는 根管壁面은 깨끗하나 象牙質削片이 象牙細管內에 存在하는 것을 觀察할 수 있었다. McComb과 Smith⁶⁾, Marshall²⁸⁾, Grossman¹³⁾, Rubin¹⁶⁾, Trepagnier¹²⁾, The等¹⁷⁾은 次亜塩素酸나트륨溶液이 軟組織을 強力하게 溶解시킴을 報告하였고, Wayman等³⁰⁾은 次亜塩素酸나트륨溶液을 利用하여 象牙質에서 遊離되는 칼슘과 Hydroxyproline量을 測定한 結果 次亜塩素酸나트륨은 有機質成分에 對한 溶解效果가 매우 크나 無機質成分에 對해서는 그 效果가 거의 없음을 밝혔다. 本 實驗에서도 軟組織 殘渣는 나타나지 않았으며, 다만 微細象牙質削片등이 보인 것은 이들의 所見과 一致되는 것이다.

本 實驗의 EDTA實驗群에서는 象牙質表面에 象牙細管이 廣闊하게 開口되었으며, 象牙細管 周邊組織이 象牙質間組織에 比하여 더 많이 溶解되어 象

牙細管入口部位가 若干의 陷沒像을 보였다. 이는 EDTA가 有機質成分에는 作用을 하지 않고 石灰化 된 硬組織에만 선택적으로 作用하여 微細한 象牙質 削片과 象牙質表面을 溶解시켰음을 推測케 한다. Patterson²⁰, Cooke²³, Fraser²⁴, Fehr²¹, Zerosi와 Vicitti²², Kaufman等²⁵은 EDTA가 象牙質에 脫灰效果가 優秀하다고 報告한바 있으며, Goldberg와 Abramovich等⁴은 根管을 EDTA에 露出시켰을때 象牙質表層을 덮고 있는 象牙質削片 등이 除去되었고, 象牙細管이 擴大된 것을 觀察 報告하였으며, Goldman等²⁶은 filing과 EDTA洗滌을 並用時 象牙質削片이 除去된다고 發表하였으며, EDTA는 主로 硬組織에만 作用하고 軟組織에는 溶解作用이 거의 없다 하였다. Cohen²⁷, Marshall等²⁸은 EDTA로 處理한 象牙質은 藥液의 浸透性을 增加시킨다고 報告하고 있으며, 本實驗 所見에서 밝혀진 것과 같이 象牙細管을 덮고 있는 象牙質削片層을 除去시키는 것과 象牙細管開口部를 脫灰시켜 開口部를 넓힘으로써 藥液의 浸透性을 增加시켜주는 것으로 생각된다. 따라서 根管의 機械的 擴大後에는 EDTA를 使用함으로써 根管壁面을 滑澤케 하여 根管充填劑의 接觸을 緊密하게 閉鎖시킴으로써 根管充填의 效果를 높일수 있을 것으로 思料된다.

V. 結 論

根管의 機械的 擴大效果와 根管洗滌劑인 3% 過酸化水素溶液, 5% 次亜塩素酸나트륨溶液 및 15% EDTA溶液 등의 洗滌液으로 各各 2分間式 根管壁을 處理하여 根管壁에 附着 殘留하여 있는 齒髓組織殘渣, 象牙質削片 등을 除去시키는 目的과 根管壁의 微細構造의 變化를 走査電子顯微鏡으로 觀察한 結果, 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 根管을 機械的인 擴大만 하고 洗滌液을 處理치 않은 境遇는 洗滌液으로 處理한 것보다 清掃狀態는 差異가 있었다.

2. 根管洗滌液의 種類에 따른 根管淨化 效果는 別로 差異가 없었다.

3. 根管의 機械的인 擴大後 3% 過酸化水素溶液과 5% 次亜塩素酸나트륨溶液으로 處理한 群 사이에는 比較的 큰 微細削片은 除去되었지만 微細象牙削片은 根管壁에 殘留하였다.

4. 15% EDTA를 2分間 處理한 群에서는 根管壁面의 脫灰像을 보이며, 臨床上에 意義를 가지고 있는 것으로 思料된다.

REFERENCES

1. Moodnik, R.M., Dorn, S.O., Feldman, M.J., Meadow, E., Levey, M., Brook, S. and Gorden, B.G.: Efficacy of Biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study; *J. Endo.*, 2:261, 1976.
2. Guitierrez, J.E. and Garcia, J.: Microscopic and Microscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals; *Oral Surg.*, 25:108, 1968.
3. Baker, N.A., Eleazer, P.D., Averach, R.E. and Seltzer, S.: Scanning Electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solution; *J. Endo.*, 1:127, 1975.
4. Goldberg, F. and Abramovich, A.: Analysis of the effect of EDTA on the dentinal walls of the root canal; *J. Endo.*, 3:101, 1977.
5. Jucker, J.W., Mizran, S. and Seltzer, S.: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solution: Urea, Tubulicid Red and Tubulicid Blue; *J. Endo.*, 2:71, 1976.
6. McComb, D. and Smith, D.S.: A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic precedures; *J. Endo.*, 1:238, 1975.
7. Ingle, J.I. and Zeldow, B.J.: An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy.; *J.A.D.A.*, 57:471, Oct. 1958.
8. Mizrahi, S.J.: A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments, *J. Endo.*, 1:324, 1975.
9. Vande Visse, J.E. and Brilliant, J.D.: Irrigation of root canals, *J. Endo.* 1:243, 1975.
10. Stewart, G.G.; Kapsimalas, P., and Rappaport, H.: EDTA and Urea peroxide for root canal preparation, *J.A.D.A.* 78:335 Feb. 1969.
11. Lübke, R.G.: Pulp cavity debridement and

- disinfection, D.C.N.A. 9:603, 1967.
12. Trepagnier, E.M.: Quantitative study of sodium hypochloride as an in vitro endodontic irrigant, J. Endo. 3:194, 1977.
 13. Grossman, L.I., and Meiman, B.W.: Solution of pulp tissue by chemical agent. J.A.D.A. 28:223 Feb. 1941.
 14. Svec, T.A., and Harrison, J.W.: Chemomechanical removal of pulp and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide versus normal saline solution; J. endo. 3:194, 1977.
 15. Nygaard-östby: Chelation in root canal therapy, Ethylenediamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root canals.: Odontol tiolsker, 65:3, 1957.
 16. Goldman, L.B.: Goldman, M., Kronman, J.H.: and Lin, P.S.: Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment Oral Surg. 48:79, 1979.
 17. The S.E.: The solvent action of sodium hypochlorite on fixed and unfixed necrotic tissue, Oral Surg. 47:558, 1979.
 18. Rubin, L.M.: The effect on instrumentation and flushing of freshly extracted teeth in endodontic therapy, J. Endod. 5:328, 1979.
 19. Grossman, L.I.: Irrigation of root Canals. J.A.D.A. 30, 1915, 1943.
 20. Patterson, S.S.: In vivo and vitro studies of the effect of the disodium salt of EDTA on human dentin and its endodontic implications, Oral Surg. 16:83, 1963.
 21. Von der Fehr, F.R. et al.: Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentin, Oral Surg. 16:199, 1963.
 22. Zerosi and Viotti, L.: Rass, trimes. Odont. 89:683, 1958.
 23. Cooke, H. et al.: Effect of instrumentation with a chelating agent on the periapical seal of obturated root canals, J. Endod. 2:312, 1976.
 24. Fraser.: Chelating agents: their softening effect on root canal dentin, Oral Surg. 38: 803, 1974.
 25. Kaufman, H.: Acid solubility of dentin pretreated with EDTA, Salvisol and sodium lauryl sulfate, J. Dent. Res. 56:1232, 1977.
 26. Goldman, L.B.: The efficacy of several irrigating solutions for Endodontics, Oral Surg. 52:197, 1981.
 27. Cohen, S., Stewart, G.G. and Laster, L.: The effects of acids, alkalies and chelating agents in dentin permeability; Oral Surg., 29:631, 1970.
 28. Marshall, F.J., Massler, M. and Dute, H.L.: Effects of endodontic treatments on permeability of root dentine; Oral Surg., 13: 208, 1960.
 29. Loel.: Use of acid cleanser in endodontic therapy, J.A.D.A. 90:148, 1975.
 30. Wayman, B.E.: Citric and lactic acid as root canal irrigants in vitro, J. Endod. 5:258, 1979.
 31. Zeev Ram.: Chelation in root canal therapy, Oral surg. 494, 1980.
 32. Seidberg, B.H. and Shielder, H.: An evaluation of EDTA in Endodontics. Oral Surg. 37:609, 1974.
 33. Heling, B., Shapiro, S., and Sciaky, I.: An in vitro comparison of the amount of calcium removal by the disodium salt of EDTA and Hydrochloric acid during endodontic procedures, Oral Surg. 19:531, 1965.
 34. Weinreb, N.M., and Meier, E.: The relative efficiency of EDTA, sulfuric acid and mechanical instrumentation in the enlargement of the root canals, Oral surg. 19:247, 1965.
 35. Drobotij.: Comprison of the flushing effectiveness of four different types of needles after root canal preparation, J. Endod. 6:870, 1980.