

## EDTA가 상아질의 경도 변화에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보존학 교실

이상기 · 이정석 · 박동수 · 이승종 · 이찬영

### I. 서 론

자연치아를 보존하려는 구강보전에 대한 의식의 변화는 효과적인 근관치료 술식에 대한 새롭고도 효율적인 연구를 필요로하게 되었고, 그러기 위하여 합리적인 근관충전을 위한 근관 세척제의 개발에 많은 연구결과가 발표되어왔다<sup>1,5,15,16,24</sup>). 근관 치료에 있어서 가장 중요한 단계중의 하나는 근관의 생물학적, 기계적 확대이며, 이것은 치수강과 근관내에 존재하는 치수 조직의 잔사나 이물질의 제거와 함께 감염된 상아질을 삭제함으로써 근관벽을 평활하게하여 궁극적으로는 근관충전을 용이하게 하면서 근관 및 치근단 주위 조직에 발생된 병소를 치료하는 것이라 하였다<sup>17,38,40,41</sup>).

Gutierrez 등<sup>18</sup>), Mizrahi 등<sup>25</sup>), Moodnik 등<sup>26</sup>)은 기계적 근관 확대에 사용하는 리머와 화일의 근관 정화효과를 조사한 결과 정화 정도에는 별 차이가 없다고 하였으며, Bolano 등<sup>2</sup>), Weine<sup>38</sup>)은 계단식 근관 형성법과 재래식 근관 형성법의 근관 정화 효과를 비교 고찰한 결과 계단식 형성법이 더욱 정화된 효과가 있었다고 발표하였다. 치수강이나 근관내에 변성 변화가 일어나 치근관이 거의 폐쇄되어 있는 경우나 해부학적 구조의 이상이 있는 경우에는, 기계적 근관 형성만으로는 만족할만한 근관 확대가 어렵거나 불가능하게 되는 경우가 있는데 그전에는 대부분의 근관 세척제가 근관 확대를 쉽게하거나 근관을 소독하기 위하여 주로 20-50%의 황산이나 염산, 질산 등의 산을 사용하였으나 이러한 산은 사용하기가 어렵고 위험하며

치근단 주위 조직에도 자극이 심하고, 특히 염산을 사용했을 때는 반응은 빠르나 조직에 심한 부종을 야기시킬 위험이 있어 사용하지 않고있다<sup>3,7</sup>).

상아질 삭편이나 근관의 만곡, 불규칙한 근관벽으로 인하여 근관의 직경이 매우 작은 경우에 치아 상아질의 경도를 낮춰줄 화학적 용해제의 필요성이 대두하게 되었다. 이러한 화학적 용해제로서의 조건은 치아 경조직을 어느정도 용해시키며 살균 효과도 있어야 하고 치근단과 치아 주위 조직에 해가 없어야 하며 화학적으로는 별도로 중화시킬 필요가 없어야 한다. 이러한 요구조건을 만족시켜 주는 것으로 EDTA(Ethylenediamine tetraacetic acid)가 개발되었다<sup>32,39</sup>). 이 EDTA는 화학적 증성 용액에서 경조직을 탈회시키며 근관 치료시에는 상아질에서 calcium을 제거하는데 효과가 있다<sup>4,27-29</sup>).

Goldberg 등<sup>14</sup>)은 화학적, 기계적 근관 형성에서 화학적 제제를 사용하는 목적은 깨끗하고 평활한 근관벽을 얻어 근관 충전시 root canal sealer가 근관벽에 잘 접촉되어 기대하는 근관충전을 수행하는데 있다고 하였으며 Carig 등<sup>6</sup>)은 범랑질과 상아질의 Knoop hardness number(이하 KHN)를 측정하였고 Ryge 등<sup>34</sup>)은 범랑질, 상아질 및 기타 여러가지 금속의 Knoop and Vicker's microindentation hardness value를 비교 평가하였고 Fusayama 등<sup>12</sup>)은 정상적인 상아질과 우식치아 상아질의 KHN를 비교 평가하여 보고한 바 있으며, Chelating agent의 상아질에 대한 연화효과에 대해서는 Patterson<sup>32</sup>)이 처음으로 KHN의 감소정도를 조사한 이래, Fehr 등

9), Fraser 등<sup>10)</sup>이 chelating agent 가 상아질을 탈회시키는 깊이에 대하여 연구 발표하였다.

국내에서는 이<sup>40)</sup> 이 등<sup>41)</sup>이 EDTA의 근관 세척 효과에 대하여 보고하였으나, EDTA의 작용시간에 따른 상아질의 경도 변화에 대해서는 연구가 태무한 실정이므로, 저자는 EDTA를 치근 상아질에 일정 시간동안 처리한 후 그 KHN를 측정하고, EDTA 처리시간에 따른 상아질의 경도 변화에 대하여 고찰한 바 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 가. 실험재료

#### 1. 시편제작

발거된 사람의 치아중에서 성별과 연령에 관계 없이 치관부와 치경부에 치아 우식증이나 파절이 없는 전치 30개를 선택하여, 치아에 부착된 치석 및 연조직을 완전히 제거하고 치근을 레진에 포매시킨 후 diamond disk로 순면부의 cementoamel junction 직하방 부위를 횡단면으로 절단하고 barbed broach로 발수한 다음, 상아질표면을 연마지 (#400 - #1200)와 coarse, medium 그리고 fine alumina powder의 순서로 연마하였다(Fig. 1).

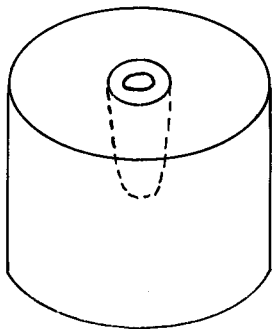


Fig.1. Schematic diagram of specimen

#### 2. EDTA의 용액의 제조

Nygaard - Östby<sup>30)</sup>치방에 따라 제조 사용하였다.

Disodium salt of EDTA .....17.0gm

Distilled water .....100.0ml

5N Sodium hydroxide .....9.25ml

이 용액의 농도는 15%이며 산도는 7.3이다.

### 나. 실험방법

무작위로 치아를 선택하여 각 치아 10개씩을 1군으로 하였다.

본 실험에는 Hardness Tester (Matsuzawa Seiko Co. LTD., Japan)를 사용하였으며 50g의 하중을 5초간 가하였다(Fig. 2).

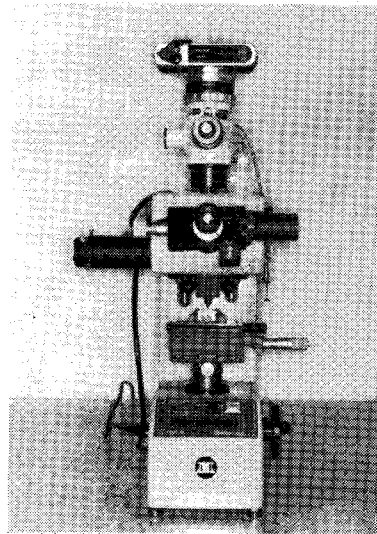


Fig.2. Hardness tester

근관벽 변연에서 0.5mm 떨어진 부위를 상하방향으로 100 $\mu$ m 간격으로 5개의 압흔을 형성한 후 각각의 KHN를 측정하여 5개의 평균치를 계산하여 EDTA 처리 전의 상아질의 KHN로 삼았다.

그 후 치면에 EDTA를 1방울 점적하여 5분, 15분, 30분간 처리하였다. 이때 EDTA는 실온 (20 $^{\circ}$ C - 23 $^{\circ}$ C)에서 보관 사용하였다.

각기 처리시간이 경과하면 흐르는 물로 치면을 20초간 씻고 압축 공기로 상아질 표면을 건조시킨 후 EDTA 처리 전 원래의 압흔을 찾고, 각기 압흔 사이 사이에 5개의 압흔을 형성하여 KHN을 측정 5개의 평균치를 계산하여 EDTA 처리 후의 상아질의 KHN로 삼았다(Fig. 3, Fig. 4).

EDTA 처리 전과 처리 후의 KHN를 측정하여 각 군에 있어서 경도의 감소 정도를 비교 평가하였다.

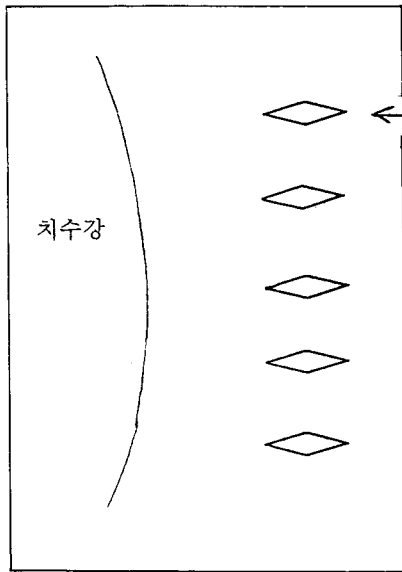


Fig3. EDTA 처리 전

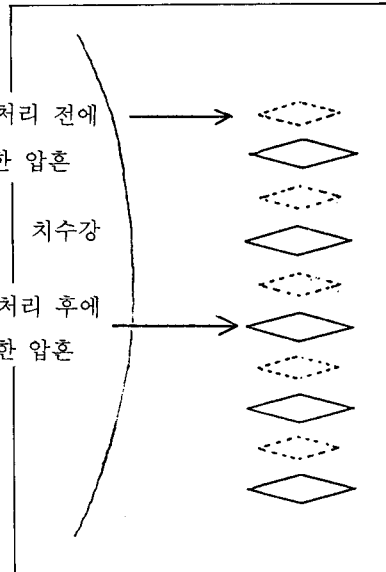


Fig4. EDTA 처리 후

### III. 실험성적

EDTA 처리전과 5분, 15분, 그리고 30분 처리 후의 상아질의 KHN 를 측정 한 결과는 다음과 같았다(Table 1, 2).

상아질의 KHN 는 5분군의 경우 50.8에서 40.0

으로 21.3%, 15분군의 경우 48.4에서 27.0으로 44.2%, 30분군의 경우 48.0에서 23.1로 51.9%가 감소하였으며, 이것은 1분당 감소율이 5분군의 경우 4.3, 15분군의 경우 2.9, 30분군의 경우 1.7 이었다(Fig 5).

5분군과 15분군은 시간이 경과함에 따라 상아

Table 1. Mean and standard deviation of KHN of dentin before and after EDTA application (N=30)

| Group<br>Tooth<br>Number | 5 Min.      |            | 15 Min.     |            | 30 Min.     |            |
|--------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                          | Before EDTA | After EDTA | Before EDTA | After EDTA | Before EDTA | After EDTA |
| 1                        | 55.9±2.1    | 42.5±5.9   | 61.7±3.8    | 26.8±2.5   | 65.3±4.5    | 20.8±1.9   |
| 2                        | 54.4±3.2    | 39.4±5.0   | 29.1±2.8    | 19.7±1.7   | 30.2±2.7    | 24.7±2.3   |
| 3                        | 61.9±5.1    | 37.2±5.2   | 59.1±6.4    | 29.4±4.2   | 53.7±6.1    | 19.1±2.9   |
| 4                        | 55.9±3.2    | 51.4±2.4   | 49.0±4.3    | 21.1±5.7   | 49.6±6.9    | 24.2±4.1   |
| 5                        | 62.8±1.2    | 47.3±5.6   | 56.6±4.5    | 24.1±3.0   | 59.0±8.8    | 33.2±3.9   |
| 6                        | 28.1±2.4    | 24.8±3.3   | 58.3±4.9    | 35.9±1.9   | 54.0±3.0    | 20.1±1.5   |
| 7                        | 54.2±3.3    | 38.4±3.9   | 47.9±8.3    | 26.3±2.8   | 36.7±3.4    | 15.4±1.1   |
| 8                        | 55.3±4.8    | 48.2±4.6   | 54.3±5.3    | 35.9±5.4   | 55.8±6.6    | 26.2±2.5   |
| 9                        | 24.6±3.8    | 22.2±4.3   | 29.4±3.0    | 25.8±4.1   | 41.4±3.2    | 25.1±3.9   |
| 10                       | 54.4±3.0    | 48.9±3.8   | 38.4±3.0    | 21.2±3.4   | 34.0±3.5    | 22.1±1.9   |
| Mean ± S.D.              | 50.8±12.6   | 40.0±9.5   | 48.4±11.5   | 27.0±6.2   | 48.0±11.1   | 23.1±4.6   |

질의 KHN가 뚜렷이 감소하였으나 30분군은 15분군과 별차이가 없는 것으로 나타났으며 3군간에는 통계학적 유의차가 있었다(P<0.05).

Table 2. Decrease rates of KHN of dentin(%) (N=30)

| Group        |  | 5 Min. | 15 Min. | 30 Min. |
|--------------|--|--------|---------|---------|
| Tooth Number |  |        |         |         |
| 1            |  | 24.0   | 56.6    | 68.1    |
| 2            |  | 27.6   | 32.3    | 18.2    |
| 3            |  | 39.9   | 50.3    | 64.4    |
| 4            |  | 8.1    | 56.9    | 51.2    |
| 5            |  | 24.7   | 57.4    | 43.7    |
| 6            |  | 11.7   | 38.4    | 62.8    |
| 7            |  | 29.2   | 45.1    | 58.0    |
| 8            |  | 12.8   | 26.5    | 53.0    |
| 9            |  | 9.8    | 12.2    | 39.4    |
| 10           |  | 10.1   | 44.8    | 35.0    |

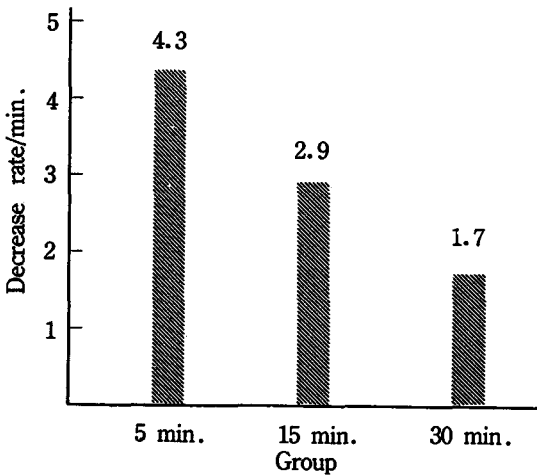


Fig. 5. Decrease rate of KHN of dentin per minute

IV. 총괄 및 고찰

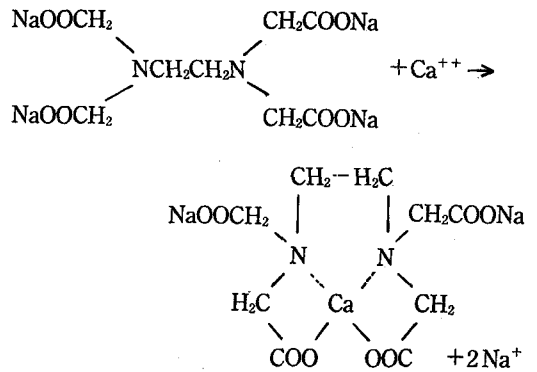
근관치료 영역에서 EDTA는 화학적 근관 형성의 목적으로 주로 사용되며 EDTA의 탈회작용, 미생물학적 효과 및 연조직에 미치는 영향에 관하여 많은 연구가 보고되었다<sup>4, 9, 10, 19, 20, 27-29, 32, 35</sup>. 즉

EDTA에 의한 근관 세척효과를 생리식염수, 과산화수소 용액, 차아염소산 나트륨 용액 등의 근관 세척제와 비교하여 치수잔사나 상아질 삭편, 그리고 미생물을 제거하는데는 다른 근관 세척제와 별 차이가 없고, EDTA는 치근관 상아세관의 직경을 크게하여 상아세관의 침투도를 증가시켜 근관 치료약제가 용이하게 침투함으로써 잔존 세균의 살균 및 세균에 의한 감염을 줄여주며, 근관충전 물질의 근관벽으로의 접합도를 향상시켜 준다고 하였다<sup>1, 7, 13, 23, 37</sup>.

Buonocore 등<sup>4)</sup>이 조사한 상아질과 법랑질의 탈회속도와 탈회정도에서는, 용해도의 차이는 산이 갖고 있는 음이온의 화학적 구조의 차이와 관계되고, 산도 4의 완충용액에서 법랑질의 용해도는 산의 종류에 따라 다르나, 상아질의 용해도가 모든 산에서 별 차이가 없는 것은 완충용액의 산도와 음이온의 농도에 좌우됨을 나타내며, Nicholson 등<sup>2)</sup>은 적절히 완충된 10-15%의 EDTA 용액은 근관 형성에 많은 도움을 줄 수 있다고 하였고 EDTA가 탈회작용을 하는 것은 이것의 높은 수소이온 농도 때문이 아니라 chelating 성질 때문이라 하였다.

EDTA가 제거하는 calcium의 양과 EDTA의 상아질 삭편 용해도를 측정하여보면 20%의 염산이 제거하는 calcium의 양과 별 차이가 없는데 이것은 hydroxyapatite가 상아질의 주된 무기물 구성 성분이므로 EDTA가 근관을 확장시키는데 20% 염산만큼의 효과가 있다는 것을 의미한다<sup>19, 21</sup>.

EDTA의 sodium salt는 non-colloidal한 유기성 chelating agent로써 많은 수의 금속 이온과 결합하여 수용성의 non-ionic chelate를 형성하며, calcium과는 다음과 같은 반응이 일어난다<sup>29</sup>.



완전히 폐쇄된 근관의 경우, 극히 작은 공간이라도 존재하면 상아질을 용해시키는 용액은 이곳으로 스며들어 근관확대를 가능케하여 주므로, 용액의 표면 장력을 낮추어 침투 효과를 높이거나 세척효과를 증가시켜 calcium chelate의 제거를 용이하도록 하기위하여 quarternary ammonium compound인 Cetavlon을 첨가한 것이 EDTAC이며, EDTA와 EDTAC의 chelating 효과에는 별 차이가 없는데 compound 자체는 chelating action에 아무런 영향도 미치지않기 때문이라고 하였다<sup>9,31,35</sup>.

EDTA의 chelating 효과를 높이기 위하여 여러 첨가물을 넣은 약제가 개발되어, 15% EDTA에 10% urea peroxide와 수용성의 carbowax를 섞어 만든 RC-Prep은 수용성으로 체온에서 용해되고, 건조되지 않으며 화학적으로도 안정성을 높였으며, 또 carbowax는 근관형성시 근관확대 기구의 윤활제로도 작용하여 근관기구 조작을 용이하게 함으로써 치수잔사를 근관으로부터 쉽게 제거할 수 있게 하여준다<sup>37</sup>. Stewart 등<sup>36</sup>은 Gly-oxide(무수 glycol에 10% urea peroxide를 첨가한 것)가 과산화수소수 용액보다 감염근관에서 항균작용이 더 강하다고 하였으며, Cooke 등<sup>8</sup>은 RC-Prep을 사용하여 근관형성을 한 경우, 차아염소산 나트륨 용액만을 사용한 경우보다 근관충전시 치근단 변연 누출이 2배정도 증가한다고 하였는데 이것은 chelator가 치근단 부위의 상아질을 탈회시켜 불규칙한 근관벽을 만들었기 때문이라 하였다. 본 실험에서도 EDTA 처리시간이 길수록 EDTA의 탈회작용에 의하여 EDTA 처리전에 형성한 압흔은 회미한 흔적으로 남아 있었으며 상아질 표면이 불규칙하게 탈회한 양상을 볼 수가 있었다.

Ram<sup>38</sup>은 3가지 chelating agent(EDTA, RC-Prep, and Salvisol)의 chelating 효과에 대하여 SEM으로 조사하여, 근관기구 조작을 하지 않은 근관 표면에서는 Salvisol이 가장 효과가 좋았고 근관기구 조작을 한 근관에서는 EDTA가 가장 효과적이라고 하였는데, 이것은 근관기구 조작을 한 경우가 하지 않은 경우보다 치근관 용량이 증가하여 반응 가능한 chelator의 양이 많아진 것 때문이지 chelator 자체의 chelating 효과와는 무관하며, 치근관 용량이 큰 치근의 치경부와 중앙부에서는 탈회가 잘 일어나나 용량이 작은 치근단 부위에서는 탈회가 거의

일어나지 않는다는 Fraser 등<sup>10</sup>의 연구 보고와도 일치한다. 본 실험에서는 여러 chelating agent중 가장 기본적인 화합물인 EDTA를 실험용액으로 사용하였다.

EDTA의 탈회효과는 농도가 진할수록, 온도가 높을수록 상아질의 탈회속도가 빨라지며, 산도 6 이상에서는 탈회효과가 강력하나 산도 7.5 이상에서는 별다른 차이가 없으며 산도 6 이하에서는 급격히 떨어진다고 하였는데, EDTA가 산성용액에서 보다는 오히려 중성용액에서 탈회효과가 더 크다는 것을 가리키며<sup>20,22,29</sup>, 본 실험에서도 EDTA 용액은 농도 15% 그리고 화학적 중성에 가깝도록 산도 7.3으로 제조 사용하였다.

Fehr 등<sup>9</sup>은 치근관에 EDTAC를 5분간 처리한 경우 부분적으로 약 20-30 $\mu$ m의 깊이로 상아질내로 탈회가 일어났고, 15분을 처리한 경우 더욱 탈회가 많이 일어났으며, 30분을 처리한 경우 약 30-40 $\mu$ m의 깊이로 탈회되었다. 그러나 EDTAC를 24시간-48시간 처리한 경우 50 $\mu$ m 이상이 탈회되었지만 30분간 처리한 경우와 별 차이가 없는 것으로 보아 EDTAC를 근관내에 장시간 작용시켜도 EDTAC의 침투는 50 $\mu$ m를 넘지 못한다고 하였다. 또한 Patterson<sup>32</sup>은 EDTAC의 탈회작용은 5일간 지속된다고 하였으나 대부분의 탈회가 초기에 일어나며, 상아질을 EDTAC에 9분간 처리한 결과 상아질의 KHN가 60에서 45로 25% 감소한 것을 보여주었으며 본 실험에서도 EDTA를 5분간 처리한 경우 21.3%, 15분간 처리한 경우 44.2%가 감소한 것과 비교하여 볼 때 상당히 유사한 결과임을 알 수 있다.

Goldberg 등<sup>14</sup>은 형성된 근관벽에 대한 EDTAC의 정화효과를 연구 보고하였는데 EDTAC의 정화효과는 15분에서 가장 높게 나타났으며 그 이후에는 아무런 증가도 보여주질 못하여 EDTAC의 적정 처리시간은 15분이라고 하였고, EDTAC를 오래 적용할 경우는 15분마다 새 용액으로 사용할 것을 권한 바 있다.

본 실험에서는 상아질에 EDTA를 일정시간 처리한 후 시간경과에 따른 상아질의 경도변화를 측정, 평가해 보았는데, 시간이 경과할수록 상아질의 경도는 감소하였으나 그 정도는 점차 둔화되는 양상을 보였다. 또한 EDTA를 상아질에 30분이상

처리할 경우 상아질의 KHN가 어느정도 지속적으로 감소할지 정확히 예측할 수 없으나, Fehr 등<sup>9)</sup>의 실험으로 미루어 볼때 상아질에 EDTA를 장시간 처리하여도 30분간 처리한 것과 별 차이가 없을 것으로 사료되므로 EDTA를 근관내에 30분이상 방치하는 것은 아무런 의의가 없는 것으로 간주된다. 또한 본 실험의 결과에서 1분당 상아질 KHN의 감소율은 5분군에서 4.3으로 최대이나, 실제 임상에서 어느정도 상아질을 연화시키기 위하여 상아질에 EDTA를 15분정도 처리할때, 효과를 얻을 수 있으리라고 생각할 수 있다.

EDTA는 calcium과 매우 안정된 결합을 형성하기 때문에 모든 반응 가능한 chelating ion이 반응하면 화학적 평형상태에 도달하기 때문에 더 이상의 용해는 일어나지 않는다. 즉 self-limiting한 성질을 갖고 있는데<sup>9,30)</sup>, 이러한 특성 때문에 본실험에서도 EDTA처리시간이 어느정도 경과하면 KHN감소율이 처음보다 둔화되는 것으로 생각되며, chelating agent를 장시간 지속적으로 사용하는 것보다 3분간격으로 새 용액으로 갈아주는 것이 훨씬 효과적이며, EDTA를 근관에 2분간 처리한후 1분간 근관기구 조작을 하고, 다시 이와같은 방법을 여러번 반복하는 것이 근관 확대시 가장 좋은 효과를 얻을 수 있다고 하였다<sup>30)</sup>.

본 실험의 결과에서 보면, 상아질의 경도가 낮은 치아는 경도가 높은 치아에 비하여 EDTA처리후의 상아질 KHN의 감소율이 둔화되는데, 상아질 경도가 낮은 치아는 상아질의 주 구성 성분인 calcium의 양이 적기때문에 상대적으로 탈회되는 calcium의 양도 적어 상아질 KHN의 감소율이 평균치보다 낮은 것으로 생각되며, 그밖에 연령이 증가함에 따라 발생하는 상아질 경화증도 상아질의 calcium구성비를 변화시키므로 상아질 KHN의 감소정도에 영향을 미치리라 생각되어, 앞으로도 이에 대한 더많은 연구가 요망된다고 하겠다.

## V. 결 론

발거된 전치 30개를 사용하여 각기 10개씩 3군으로 나누어 EDTA를 상아질 표면에 5분, 15분, 30분간 처리한후 상아질 경도의 감소정도를 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상아질의 KHN는 5분군의 경우 50.8에서 40.0으로 21.3%, 15분군의 경우 48.4에서 27.0으로 44.2%, 30분군의 경우 48.0에서 23.1로 51.9%가 감소하였다.
2. 상아질 KHN의 1분당 감소율은 5분군의 경우 4.3, 15분군의 경우 2.9, 30분군의 경우 1.7이었다.
3. 5분군과 15분군은 시간이 경과함에 따라 상아질의 KHN가 뚜렷이 감소하였으나 30분군은 15분군과 별 차이가 없는 것으로 나타났으며 3군간에는 통계학적 유의차가 있었다( $P < 0.05$ ).

## 참 고 문 헌

1. Baker, NA, et al : Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions, J. Endod., 1 : 127, 1975.
2. Bolanos, OR and Jensen, JR : Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation, J. Endod., 6 : 815, 1980.
3. Brain, EB and Eastoe, JE : Studies in the decalcification of dental tissues for histologic purposes, Brit. D.J., 112 : 277, 1962.
4. Buonocore, MG : Dissolution rates of enamel and dentin in acid buffers, J. Dent. Res., 40 : 561, 1961.
5. Brännström, M and Johnson, G : Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surface : A scanning electron microscopic investigation, J. Prosth. Dent., 31 : 422, 1974.
6. Carig, RG and Peyton, FA : The microhardness of enamel and dentin, J. Dent. Res., 37 : 661, 1958.
7. Cohen, S, Stewart, GG and Laster, LL : The effects of acids, alkalies, and chelating agents on dentin permeabilities, Oral Surg., 29 : 431, 1970.
8. Cooke, HG, Grower, MF and Rio, C : Effects of instrumentation with a chelating agent on the periapical seal of obturated canals, J. Endod., 2 : 312, 1976.
9. Fehr, FR and Östby, BN : Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentin, Oral Surg., 16 : 199, 1963.

10. Fraser, JG : Chelating agents : Their softening effect on root canal dentin, *Oral Surg.*, 37 : 803, 1974.
11. Fraser, JG and Laws, AJ : Chelating agents : Their effect on the permeability of root canal dentin, *Oral Surg.*, 41 : 534, 1976.
12. Fusayama, T, Okuse, K and Hosoda, H : Relationship between hardness, discoloration, and microbial invasion in carious dentin, *J. Dent. Res.*, 45 : 1033, 1966.
13. Goldberg, F and Abramovich, A : Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal, *J. Endod.*, 3 : 101, 1977.
14. Goldberg, F and Spielberg, C : The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy, *Oral Surg.*, 53 : 74, 1982.
15. Goldman, LB, et al : Scanning electron microscope study of a new irrigation method in endodontic treatment, *Oral Surg.*, 48 : 79, 1979.
16. \_\_\_\_\_ : The efficacy of several irrigating solutions for endodontics : A scanning electron microscopic study, *Oral Surg.*, 52 : 197, 1981.
17. Grossman, LI : *Endodontic Practice*, 10/e, pp. 200 - 2, Philadelphia : Lea & Febiger, 1981.
18. Gutierrez, JH and Garcia, J : Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals, *Oral Surg.*, 25 : 108, 1968.
19. Heiling, B, Shapiro, S and Sciaky, I : An in vitro comparison of the amount of calcium removed by the disodium salts of EDTA and hydrochloric acid during endodontic procedures, *Oral Surg.*, 19 : 531, 1965.
20. Hunter, HA and Nikiforuk, G : Staining reactions following demineralization of hard tissues by chelating and other decalcifying agents. *J. Dent. Res.*, 33 : 136, 1954.
21. Kaufman, A. et al : Acid solubility of dentin pretreated with EDTA, Salvizol, and sodium lauryl sulfate, *J. Dent. Res.*, 56 : 1232, 1977.
22. Koulourides, TA and Buonocore, MG : Effect of organic ions on solubility of enamel and dentin in acid buffers, *J. Dent. Res.*, 40 : 578, 1961.
23. Marshall, FJ, Massler, M and Dute, HL : Effects of endodontic treatments on permeability of root dentin, *Oral Surg.*, 13 : 208, 1960.
24. McComb, D and Smith, DC : A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures, *J. Endod.*, 1 : 238, 1975.
25. Mizrahi, SJ, Tucker, JW and Seltzer, S : A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments, *J. Endod.*, 1 : 324, 1975.
26. Moodnik, RM, et al : Efficacy of biomechanical instrumentation : a scanning electron microscopic study, *J. Endod.*, 2 : 261, 1976.
27. Nicholson, R, et al : Autoradiographic tracing utilizing  $Ca^{45}$  - labeled ethylenediamine tetraacetic acid, *Oral Surg.*, 26 : 583, 1968.
28. Nikiforuk, G and Sreebny, LM : Demineralization of hard tissues by organic chelating agents, *J. Dent. Res.*, 30 : 472, 1951.
29. \_\_\_\_\_ : Demineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral PH, *J. Dent. Res.*, 32 : 859, 1953.
30. Nygaard - Östby, B : Chelation in root canal therapy, ethylenediamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root canals, *Odont. Tidskr.*, 65 : 1, 1957. (cited from #17)
31. Oraly, HG : Chelating agents in endodontics, *Brit. D.J.*, 112 : 427, 1962.
32. Patterson, SS : In vivo and in vitro studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra - acetate on human dentin and its endodontic implications, *Oral Surg.*, 16 : 83, 1963.
33. Ram, Z : Chelation in root canal therapy, *Oral Surg.*, 49 : 64, 1980.
34. Ryge, G, Foley, DE and Fairhurst, CW : Micro-indentation hardness, *J. Dent. Res.*, 40 : 1116, 1961.
35. Seidberg, BH and Schiller, H : An evaluation of

- EDTA in endodontics, Oral Surg., 37 : 609, 1974.
36. Stewart, GG, Cobe, HM and Rappaport, H : A study of a new medicament in the chemomechanical preparation of infected root canals, J Am Dent Assoc, 63 : 33, 1961.
  37. Stewart, GG, Kapsimalas, P and Rappaport, H : EDTA and urea peroxide for root canal preparation, J Am Dent Assoc, 78 : 335, 1969.
  38. Weine, FS : Endodontic Therapy, 4/e, p.303, St. Louis : C.V.Mosby Co., 1989.
  39. Weinreb, MM and Meier, E : The relative efficiency of EDTA, sulfuric acid, and mechanical instrumentation in the enlargement of root canals, Oral Surg., 19 : 247, 1965.
  40. 이명중 : 근관세척에 관한 주사전자현미경적 연구, 대한치과의사협회지, 8 : 147, 1982.
  41. 이명중, 김영혜 : EDTA 의 근관세척 효과에 관한 주사전자현미경적 연구, 대한치과의사협회지, 9 : 204, 1983.



## 사진부도 설명

Fig. 6. EDTA 처리 전 Knoop indentations. ( $\times 100$ )

Fig. 7. EDTA 처리 전의 Knoop indentation 보다 indentation 크기가 약간 커졌으며 EDTA 처리 전의 indentation 흔적은 거의 그대로 남아있다. ( $\times 100$ )

Fig. 8. EDTA 처리 전 Knoop indentations. ( $\times 100$ )

Fig. 9. EDTA 처리 전의 Knoop indentation 보다 indentation 크기가 현저히 커졌으며 EDTA 처리 전의 indentation 흔적도 많이 소실되었다. ( $\times 100$ )

Fig. 10. EDTA 처리 전 Knoop indentations ( $\times 100$ )

Fig. 11. EDTA 처리 전의 Knoop indentation 보다 indentation 크기가 더욱 현저하게 커졌으며 EDTA 처리 전의 indentation 흔적도 거의 소실되었다. ( $\times 100$ )

이상기 논문 사진부도

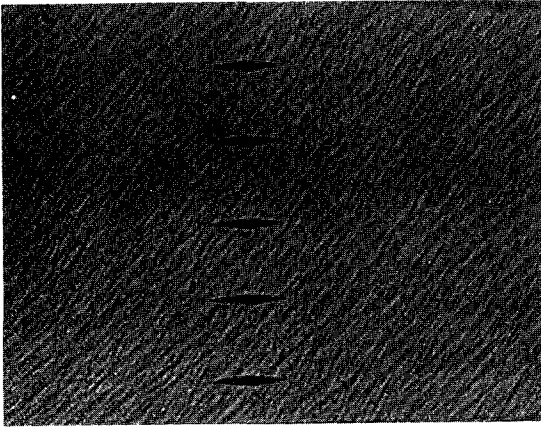


Fig. 6.

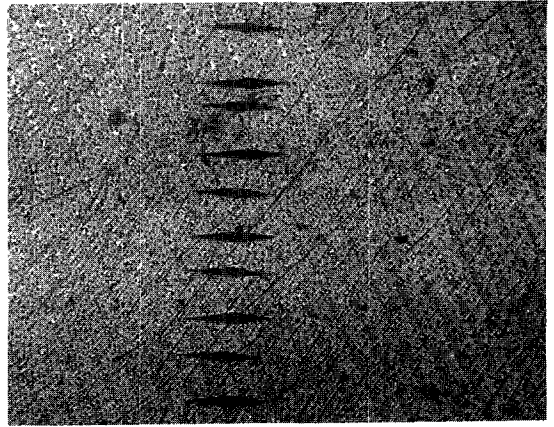


Fig. 7.

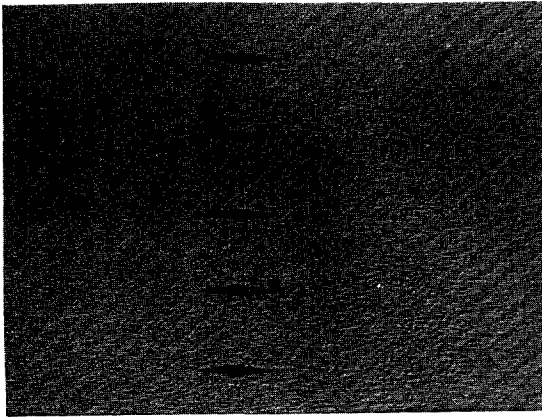


Fig. 8.

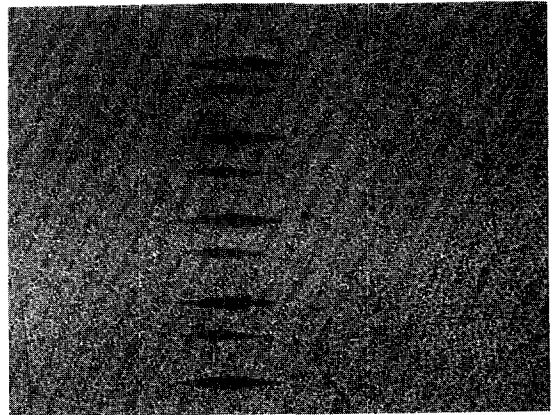


Fig. 9.

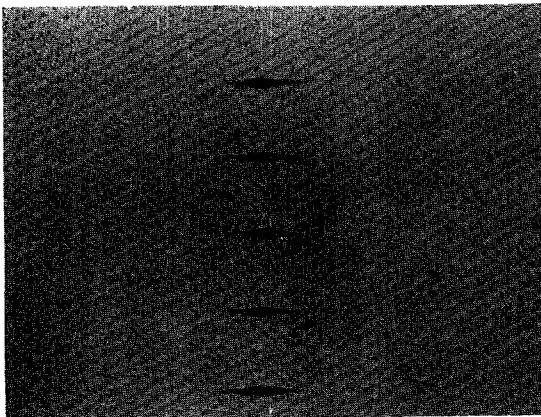


Fig. 10.

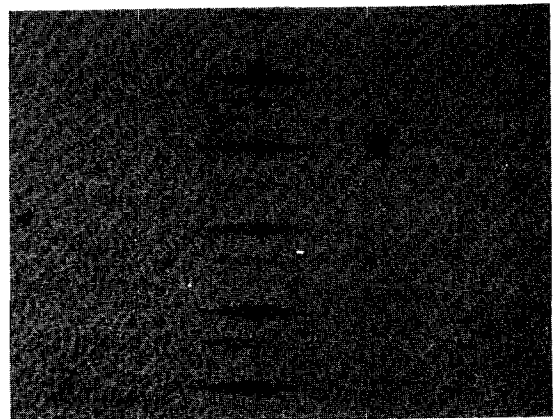


Fig. 11.

## AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF THE EDTA ON HUMAN DENTIN HARDNESS

Sang Ki Lee, Chung Suck Lee,  
Dong Soo Park, Seung Jong Lee, Chan Young Lee

*Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University*

The primary purpose of this study was to assess the effect of the EDTA on human dentin hardness of root.

The 30 extracted human anterior teeth were divided into three groups, and EDTA was applied on the each tooth root dentin surface for 5, 15 and 30 minutes to evaluate the dentin hardness.

The following results were obtained :

1. The KHN of dentin was decreased by 21.3% from 50.8 to 40.0 in 5 min. group, 44.2% from 48.4 to 27.0 in 15 min. group, and 51.9% from 48.0 to 23.1 in 30 min group.
2. The decrease rate per 1 min. of KHN of dentin was 4.3 in 5 min. group, 2.9 in 15 min. group, and 1.7 in 30 min. group.
3. As time passed, the KHN of dentin of 5 min. group and 15 min. group were significantly decreased, but the KHN of dentin of 30 min. was not significantly decreased compared with 15 min. group.

There was a statistical significance in the decrease rate of KHN of dentin among 3 groups( $P < 0.05$ ).