

## 수산화칼슘계 sealer를 이용한 근관충전후 치근 상아질에서의 염기도 변화

전북대학교 치과대학 치과보존학교실 및 구강생체과학연구소

류 엔 · 전성민

### ABSTRACT

#### PH CHANGES AT THE SURFACE OF ROOT DENTIN WHEN USING ROOT CANAL SEALERS CONTAINING CALCIUM HYDROXIDE

Ean Rheu, Seong-Min Jeon

*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University  
& Institute of Oral Bioscience*

The pH changes in 3 cavities prepared at the facial inner dentin and lingual outer dentin of the cervical portion and apical portion of roots filled with calcium hydroxide containing sealers were investigated. 50 extracted permanent teeth with single canal were instrumented with step-back method. An irrigant of 5% NaOCl was used between files. Then 3 small cavities were prepared. The cavity of apical portion and inner dentin cavity of coronal portion was cut a distance of about 1.0mm from the canal wall and outer dentin cavity of coronal portion was cut to a depth of about 0.5mm from root surface. 10 teeth of control group was not filled, 20 teeth were not flushed with 17% EDTA before using root canal sealers and then divided into 2 groups obturated with Sealapex and Apexit. The remaining 20 teeth were flushed with 17% EDTA and 5% NaOCl to remove smear layer and divided into 2 groups obturated with Sealapex and Apexit. The pH change of the dentin in each cavity was measured at 0, 1, 3, 5, 7, 15, 30 days with pH microelectrode(WPI Co., USA).

The results were as follows:

1. The groups obturated with Sealapex and Apexit(calcium hydroxide based-sealers) have

no increase in the pH level at root dentin. And there is no significant difference in pH level between groups obturated with Sealapex and Apexit( $P>0.05$ ).

2. Differences in pH levels between the treated and untreated groups with EDTA were not significant( $P>0.05$ ).
3. There is no significant difference in pH level between apical and cervical dentin, inner and outer dentin throughout the duration of the experiment( $P>0.05$ ).

## I. 서 론

근관치료 영역에서 수산화칼슘은 1920년대에 Hermann에 의해 치수 복조제와 근관충전용 sealer로서 소개된 이래 항균 작용<sup>1)</sup>, 경조직 형성촉진<sup>2)</sup>, 염증성 치근 흡수의 조절등<sup>3)</sup>의 다양한 목적으로 사용되어 왔다. 수산화칼슘의 작용은 크게 항세균작용과 골형성유도작용으로 대별될 수 있다. 이러한 수산화칼슘의 작용에 대한 명확한 설명은 아직 부족한 것으로 판단되지만 수산화칼슘내의 칼슘이온과 수산화이온이 이러한 효과에 기여할 것으로 추정된다. Javelet등<sup>4)</sup>은 수산화칼슘을 사용하여 경조직 형성을 유도하였을 때 칼슘이온은 별다른 역할을 하지 않는다고 주장하였고 Gordone등<sup>5)</sup>은 수산화칼슘과 수산화바륨의 alkaline phosphatase와 lactic dehydronage의 활성화에 대한 효과가 pH 의존적임을 보고하였다. Tronstad등<sup>6)</sup>은 염증성 치근흡수가 있을 때 치료목적으로 수산화칼슘을 사용할 경우 수산화이온이 상아세관을 통하여 확산되어 pH의 상승을 일으키고 pH의 상승은 osteoclastic activity에 부정적 영향을 미치며 경조직 형성에 중요한 역할을 하게 된다고 주장하였다.

현재 이용되는 sealer는 ZOE계, 레진계, 수산화칼슘계 등이 있지만 수산화칼슘계 sealer는 1980년대에 소개된 이래 점차 ZOE계 sealer를 대체해 가고 있다. Holland등<sup>8)</sup>은 Sealapex를 사용했을 때 치근단에서 백악질 침착을 일으켜 apical closure를 일으킴을 보고하였고 Lim과 Tidmarsh등<sup>7)</sup>, Tagger등<sup>9)</sup>은 우수한 근침밀폐력을 보고하였다. 상품화된 수산화칼슘계 sealer의 생체친화성에 대한 연구로 Tronstad<sup>9)</sup>, Zmener등<sup>10)</sup>은 Sealapex가 미약한 염증 반응을 일으킨다고 보고하였고 Apexit에 대해

Briseno등<sup>11)</sup>은 초기에 높은 독성을 보이다가 점차 독성이 감소함을 보고하였다.

발수와 근관형성후 근관벽은 유기질과 무기질의 잔사로 덮이게 되고 이 도말층은 상아세관의 입구를 막아서 상아질의 투과성을 감소시킨다. 도말층은 상아세관내로의 세균침투를 차단하고 세균확산의 장벽으로 작용하지만 근관내에서의 치료용 약제와 충전재가 상아세관으로 침투하거나 근관벽과 접촉하는 것조차도 차단하는 장벽으로 작용할 수도 있다. Goldberg와 Abramovich<sup>12)</sup>는 도말층의 제거가 상아세관 투과성을 증가시키며 소독용 약제나 치료용 약제 그리고 충전재의 투과성을 높여 근관치료의 성공률을 높인다고 주장하였다. Goldman등<sup>13)</sup>은 도말층 제거를 위한 다양한 세척액의 효과를 조사하여 17% EDTA와 5.25% NaOCl의 병행 사용이 필요함을 지적하였다.

일반적으로 표층 와동에서 상아세관의 수는 심부 상아질에 존재하는 상아세관의 수보다 적는데 이는 상아세관이 근관으로부터 방사되기 때문에 치근 표면으로 갈수록 상아세관의 밀도가 감소하게 된다. Marion등<sup>14)</sup>은 근단부의 상아세관의 직경이 치경부에 비해 작다고 하였고 Carrigan등<sup>15)</sup>은 근단부가 치경부에 비해 더 적은 수의 상아세관을 가진다고 하였다. 상아질을 통한 확산 운동은 상아세관을 경유해서 일어나고 상아세관의 수와 직경의 제곱에 비례하기 때문에 이들 요소는 확산에 지대한 영향을 보임을 알 수 있다.

이에 수산화칼슘계 sealer인 Sealapex와 Apexit로 근관을 충전한 후 근관의 표층 상아질과 심부상아질에서 pH 변화 유무를 관찰하고 EDTA를 사용해 도말층을 제거하였을 때 치근상아질의 염기도가 변화하는지의 여부를 관찰하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하고자 하는 바이다.

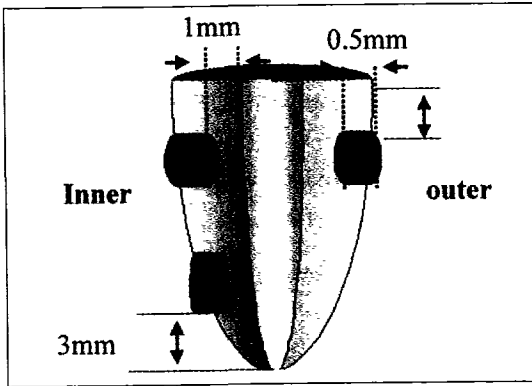


Fig.1. Cavity position on cross-section of experimental tooth position

## II. 실험재료 및 방법

50개의 발거된 단근치를 대상으로 근관치료를 원 활히 하기 위해 diamond disc로 실험치아의 근원 심 상아백악 경계를 중심으로 상방의 치관부를 제거하였다. 남은 치근 부위에 부착된 잔사와 치석을 ultrasonic scaler로 제거하였다. #10 K-flex file을 근관내에 삽입하여 치근단공에서 보이기 시작했을 때의 길이보다 1.0mm 짧은 길이를 근관장으로 하여 통법에 따라 #40 file까지 확대하고 그 후 단계적으로 #60 file까지 근관을 확대하였고 5% NaOCl을 근관세척액으로 사용하였다. 근관벽에서 치근 외면 사이의 두께를 알아보기 위하여 방사선 사진을 촬영하였다. 그 후 carbide bur를 사용하여 각각의 치근에 와동을 형성하였다. 치근단부에는 근침으로부터 3mm떨어진 부위에서 근관벽으로부터

터 1mm지점에 와동을 형성하였고 상아백악경계 3mm하방의 치경부에는 심부외동과 표층외동을 형성하였으며 심부외동은 근관벽으로부터 1mm 떨어진 깊이까지, 표층외동은 치근외면으로부터 0.5mm지점까지 형성하였다(Fig. 2). 그 후 10개의 치아씩 5개의 군으로 나누어 2군은 각각 Sealapex(Kerr Co, Detroit, MI)와 Apexit(Vivadent Co, Schaan, Liechtenstein)를 이용하여 측방가압법으로 근관을 충전하였다. 다른 2군은 형성된 와동과 근관내벽의 도말층을 제거하기 위하여 17% EDTA를 3분간 위치시키고 NaOCl로 최종 세척한 후 각각 10개씩의 치아에 Sealapex와 Apexit를 이용하여 충전하였다. 반면 대조군은 근관을 충전하지 않았다. 각 치아들은 생리 식염수가 담긴 individual vial에 위치시켜 실온 보관하면서 pH microelectrode를 이용하여 각 와동 내에서의 pH를 조사하였다. 조사시 각 치아를 증류수로 세척하였으며 각 와동에 증류수를 채워 10분이 경과후 pH electrode를 위치시켰다. 각 시간별로 수집된 결과는 Kluskal-Wallis one-way ANOVA를 사용하여 통계적 유의성을 검증하였다.

## III. 실험결과

치경부 상아질과 근단부 상아질 그리고 표층 상아질과 심부 상아질에서의 시간에 따른 각 실험군들의 pH 변화를 Table 1에 요약하였다. 각 실험군의 30일 경과시 pH의 변화는 Sealapex와 Apexit를 사용한 군들의 비교(Fig. 2, 3, 4)에서 통계적으로

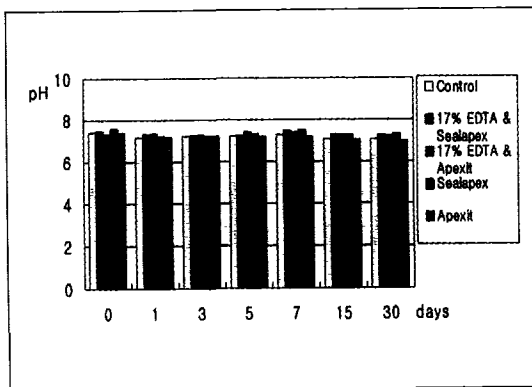


Fig. 2. Mean pH at the cervical inner dentin over 30 days of each group

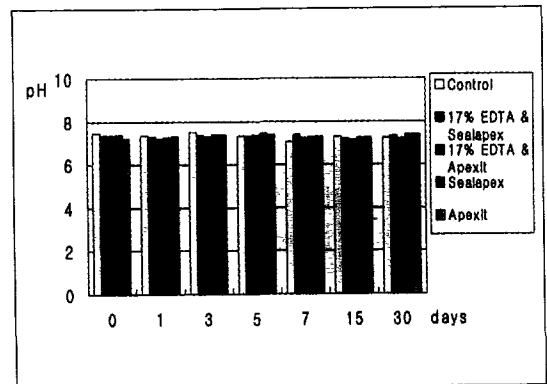


Fig. 3. Mean pH at the cervical outer dentin over 30 days of each group

유의한 차이를 관찰할 수 없었다( $P>0.05$ ). EDTA를 사용한 군과 사용하지 않은 군(Fig. 2, 3, 4) 사이에서도 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 없었다( $P>0.05$ ). 치경부 상아질과 근단부 상아질(Fig. 6,

7, 8, 9)의 pH차이는 통계적으로 유의할만한 차이를 보이지 않았으며 치경부 심부상아질과 표층상아질(Fig. 6, 7, 8, 9) 사이의 차이 역시 통계적으로 유의하지 않았다( $P>0.05$ ).

Table. 1. Mean pH at the 3 cavities of each perimental teeth obturated with root canal sealers containing calcium hydroxide.

Dentin & group		Day						
		0	1	3	5	7	15	30
Cervical inner	Control	7.39	7.15	7.23	7.23	7.29	7.08	7.08
	Group A	7.45	7.32	7.24	7.24	7.46	7.29	7.26
	Group B	7.30	7.33	7.29	7.39	7.37	7.27	7.22
	Group C	7.59	7.21	7.23	7.30	7.50	7.29	7.30
	Group D	7.36	7.15	7.23	7.20	7.18	7.05	7.00
Cervical outer	Control	7.47	7.35	7.49	7.33	7.05	7.28	7.24
	Group A	7.36	7.29	7.35	7.33	7.38	7.20	7.32
	Group B	7.36	7.21	7.29	7.34	7.22	7.14	7.20
	Group C	7.39	7.27	7.38	7.43	7.27	7.23	7.37
	Group D	7.21	7.33	7.39	7.39	7.29	7.22	7.39
Apical	Control	7.46	7.42	7.48	7.29	7.27	7.40	7.24
	Group A	7.39	7.23	7.39	7.43	7.27	7.22	7.36
	Group B	7.13	7.12	7.28	7.31	7.23	7.14	7.06
	Group C	7.19	7.13	7.29	7.45	7.36	7.16	7.10
	Group D	7.12	7.12	7.27	7.38	7.22	7.16	7.07

Group A : root canal not flushed with 17% EDTA & obturated with Sealapex

Group B : root canal not flushed with 17% EDTA & obturated with Apexit

Group C : root canal flushed with 17% EDTA & obturated with Sealapex

Group D : root canal flushed with 17% EDTA & obturated with Apexit

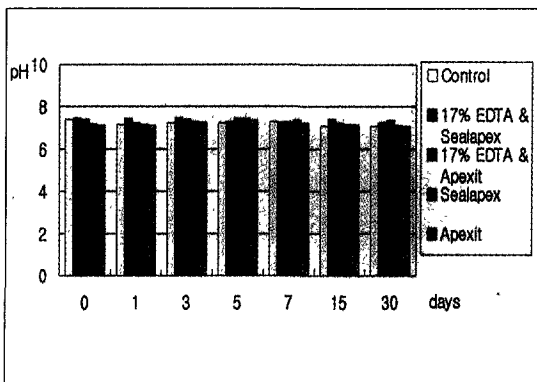


Fig. 4. Mean pH at the apical dentin over 30 days of each group

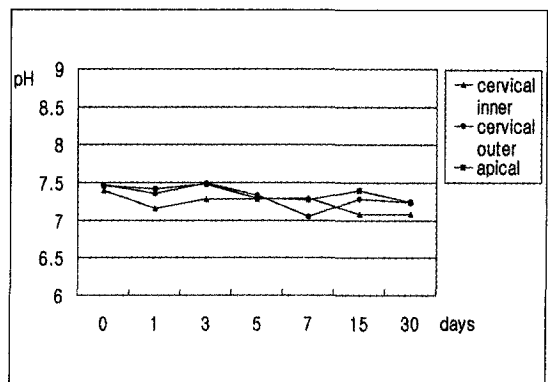


Fig. 5. pH changes in root dentin over 30 days of non-filled control group

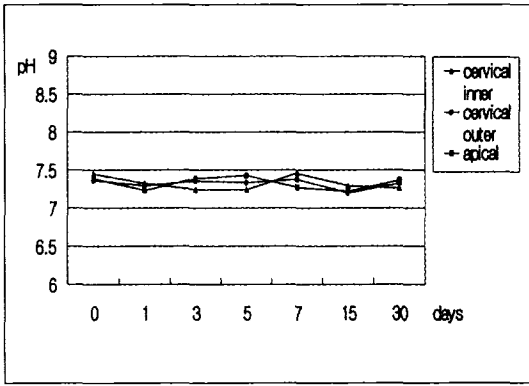


Fig. 6. pH changes in root dentin over 30 days of group A not flushed with 17% EDTA & obturated with Sealapex

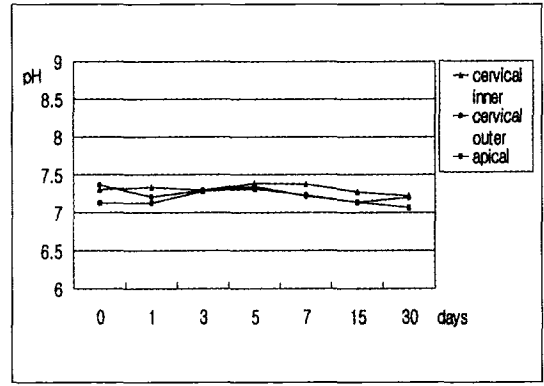


Fig. 7. pH changes in root dentin over 30 days of group B not flushed with 17% EDTA & obturated with Apexit

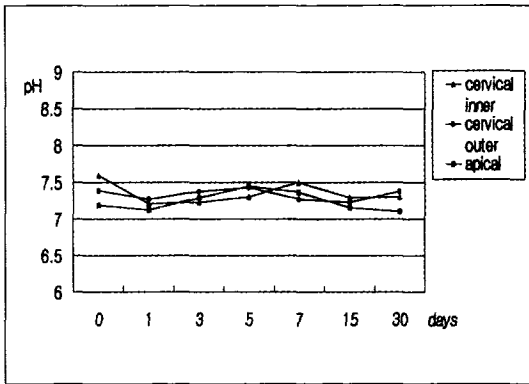


Fig. 8. pH changes in root dentin over 30 days of group C flushed with 17% EDTA & Obturated with Sealapex

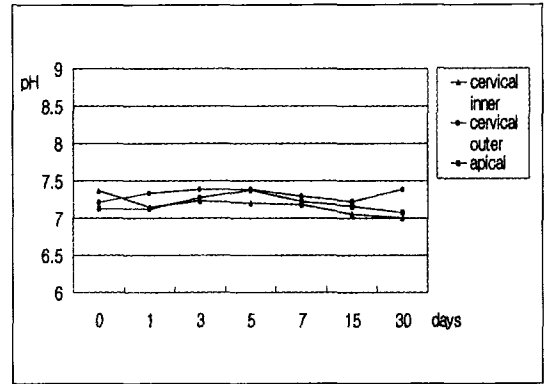


Fig. 9. pH changes in root dentin over 30 days of group D flushed with 17% EDTA & obturated with Apexit

#### IV. 총괄 및 고안

수산화칼슘이 근관치료영역에서 치료효과를 가지기 위해서는 수산화이온이 상아세관을 통해 확산되어야 하며 이러한 확산을 증명하기 위해 여러 가지 방법이 사용되어 왔다. 그 방법으로는 pH indicating solution을 이용한 방법<sup>6)</sup>, 삭제된 상아질에서의 pH 측정을 통한 방법<sup>16)</sup>, 주위medium에서의 pH측정<sup>17)</sup> 등이 시도되어 왔다.

특별히 Wang과 Hume<sup>16)</sup>은 수산화이온과 칼슘이온이 상아세관을 통해 확산됨을 구체적으로 보여주었다. 수산화 칼슘이 채워진 교합면 와동과 생리 식염수가 채워진 치수강 사이에 존재하는 상아질에서의 수산화이온 확산을 pH meter를 이용

하여 측정하였을 때 와동의 기저부로부터 중간부, 치수부로 이동함에 따라 수산화이온의 확산이 느린 속도로 일어남을 관찰하였다. 또한 수산화이온이 상아질내로 확산해 나감에 따라 상아질은 이 이온을 완충할 능력을 가진다는 것을 보여주었다. 수산화칼슘 호제를 근관내에서 사용할 경우 상아질의 pH상승을 일으킬수 있음을 보여주는 여러 실험들이 있다. Hasselgren<sup>18)</sup>의 연구에서는 수산화칼슘 호제로 충전했을 때 치근상아질에서 3일후 11.4-12.2범위의 pH를 보였다. Nerwich<sup>19)</sup>는 치근표면에 와동을 형성하고 수산화칼슘 호제로 근관충전 후 치근상아질에서의 pH가 수시간내에 10.8까지 상승하였다고 보고하였다 상아질에서의 pH를 측정하였을 때 수시간 후 치경부의 심부와동에서 pH 10.8,

치근단부의 심부와동에서 pH 9.7을 보였고 표층와 동에서는 최고 9.3의 pH를 보였으며 최고치에 도달하기까지 2-3주가 걸렸음을 보고하였다. 그리고 치근단에서보다 치경부에서 빠른 확산과 높은 염기도를 보였다고 하였다. 이처럼 수산화칼슘 호제는 상아세관을 통해 확산하여 치근단부보다 치경부측 상아질에서, 그리고 표층보다 심부 상아질에서 더 높은 pH 상승을 야기하였음을 여러 실험에서 보여주었으나 본실험 결과에 따르면 수산화칼슘계 sealer는 도말층을 제거하지 않은 군에서 뿐만 아니라 EDTA를 처리하여 도말층을 처리한 군에서도 유의할만한 상아질의 pH상승을 유도하지 않았고 이것은 상아세관이 좁고 적게 분포한 근단부뿐 아니라 상아세관이 넓고 많이 분포한 치경부 심부 상아질에서조차도 동일한 결과를 보였다.

Gordon등<sup>20)</sup>은 수산화칼슘계 sealer로 근관을 충전하고 생리식염수에 치아를 담근 후 1주일 경과 시까지 식염수의 pH를 측정하였을 때 수산화칼슘으로 충전한 군이 다른 군보다 더 높은 pH를 나타내었다고 보고하였다. 그러나 본실험의 결과에 의하면 그러한 Gordon의 결론을 지지하지 않는 것으로 판단된다.

Huang등<sup>21)</sup>의 최근 연구에 따르면 sealer를 혼합한 후 표면에서 pH를 측정했을 때 수산화칼슘계 sealer의 표면에서 1시간후 최고 7.75의 pH를 보이며 이는 ZOE계나 resin계 sealer보다 높은 수치임을 보고하였다. Tagger등<sup>22)</sup>은 Sealapex에서 수산화이온의 유리는 칼슘이온의 유리와 동반되어 나타나며 이것은 Sealapex의 분해로 인해 나타나는 결과라고 주장하였다. 즉 pH의 상승은 sealer가 용해되면서 나타나는 것으로 판단되며 수산화칼슘계 sealer가 pH상승으로 인한 치료효과와 우수한 밀폐력을 동시에 보이기를 기대하기는 어려우리라 판단된다. 수산화칼슘계 sealer의 수산화이온 확산 정도가 수산화칼슘호제를 사용할 때의 수산화이온의 확산도와 비슷하다면 근관의 충전시에 수산화칼슘계의 sealer를 사용해 치근흡수가 진행중인 치아의 치료를 시도해 볼 수 있을 것이다. 그렇다면 치근흡수가 진행중인 치아를 수산화칼슘 호제로 치료하는 중간 과정을 없앨 수도 있을 것이다. 그러나 이 연구 결과를 보면 수산화칼슘계 sealer를 근관충전용으로 사용하더라도 치근 표면에서 pH를

알칼리화 시키지 않는다. 이것은 아마도 근관내에서 사용되는 sealer의 양이 적어 경화가 빠르게 일어나고 또 재료가 경화후에는 수산화이온이 더 이상 상아질로 확산 될 수 없기 때문으로 추정된다.

한편 최근의 연구에 따르면 외상을 입은 치아처럼 치주인대가 손상을 받은 경우에서 수산화칼슘을 근관치료용 약제로 사용한 경우 염증성 치근흡수를 제거하는 동시에 새로운 치주인대의 성장보다는 대체성 치근흡수로 치유되는 양상을 보인다는 보고가 있다. Lenghedden<sup>23)</sup>은 치주인대의 섬유아세포를 칼슘이온과 수산화이온의 영향아래서 배양했을 때 이 세포들은 칼슘이온보다 pH변화의 영향을 더 받으며 pH 7.8이상인 경우 attachment가 유의하게 감소하였음을 보고하였다. 근관내 감염을 제거하기 위해 사용하는 어떠한 약제도 치주조직의 치유에 부정적인 영향을 미쳐서는 안된다. 이러한 독성은 치근표면이 건전할 때는 문제가 없지만 치근흡수부위에서 상아세관이 치주인대내로 열려있을 때 치근 표면에서 치유되는 세포에 영향을 미칠 수도 있다. 그러나 본 연구 결과에 근거하여 판단할 때 염증성 치근흡수가 있다할지라도 수산화칼슘계 sealer가 이러한 조직에 pH로 인한 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

수산화칼슘계 sealer는 치근표면에서 alkaline pH를 유도하지 않으며 치근흡수에 적절한 치료효과를 기대하기는 어려울 것으로 사료된다. 또한 외상성 손상을 입은 치아나 치근흡수가 있는 치아에서 수산화칼슘계 sealer로 근관을 충전하더라도 치주인대의 재부착이나 치유과정에 부정적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

## V. 결 론

수산화 칼슘계 sealer를 이용하여 gutta percha로 근관을 충전한 후 치근의 근단부와 협설측 치경부에 3개의 와동을 형성하고 와동내에서의 pH 변화를 시간경과에 따라 관찰하였다. 단근관을 갖는 발거된 50개의 영구치에 step-back방법을 이용하여 근관을 형성한 후 3개의 와동을 형성하였다. 치경부에는 근관벽으로부터 1mm떨어진 깊이에 심부 와동을, 치근외면으로부터 0.5mm떨어진 깊이에 표층와동을 형성하였고 근단부에는 근관벽으로부터

1mm떨어진 지점에 와동을 형성하였다. 그 후 20개의 치아를 2군으로 나누어 각각 Sealapex와 Apexit로 근관을 충전하였고 대조군은 근관을 충전하지 않았다. 남은 20개의 치아는 형성된 와동과 근관내벽의 도말층을 제거하기 위하여 17% EDTA와 5% NaOCl로 근관을 세척한 후 각각의 치아의 근관을 충전하였다. 각 와동에서 상아질내의 pH 변화를 pH microelectrode를 이용해 0, 1, 3, 5, 7, 15, 30일째 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수산화칼슘계 sealer인 Sealapex와 Apexit로 근관을 충전한 경우 상아질에서의 pH 변화를 일으키지 않았으며 두 sealer사이의 pH 변화차이는 없었다( $P>0.05$ ).
2. EDTA를 처리한 군과 처리하지 않은 군에서 나타난 상아질에서의 pH 차이는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ).
3. 치근단부 상아질과 치경부 상아질에서의 pH차이는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다( $P>0.05$ ).

### 참 고 문 헌

1. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:170-5.
2. Holland R, de Souza V. Ability of a new calcium hydroxide root canal filling material to induce hard tissue formation. *J. Endod* 1985;11:535-54.
3. Tronstad L. Root resorption-etiology, Terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:241-52.
4. Javelet J, Torabinejad M, Badland LK. Comparison of two pH levels for the induction of apical barriers in immature teeth of monkeys. *J. Endod* 1985;11:375-8.
5. Gordon TM, Randy DM, Boyan BD. The effects of calcium hydroxide on bovine pulp tis-

sue : Variations in pH and and calcium concentration. *J. Endod* 1985;11:156-60.

6. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J. Endod* 1981;7:17-21.
7. Lim K, Tidmarsh B. The sealing ability of Sealapex compared with AH26. *J. Endod* 1986;12:564-6.
8. Tagger M, Tagger E. Periapical reactions to calcium hydroxide-containing sealers and AH26 in monkeys. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:139-46.
9. Tronstad L, Barnett F, Flex M. Solubility and biocompatibility of calcium-containing root canal sealers. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:152-9.
10. Zmener O. Evaluation of the apical seal obtained with two calcium hydroxide based endodontic sealers. *Int Endod J.* 1987;20:87-90.
11. Briseno BM, Willershausen B, Doz P. Root canal sealers cytotoxicity with human gingival fibroblasts III. Calcium hydroxide based sealers. *J. Endod* 1992;18:110-3.
12. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J. Endod* 1977;3:101-5.
13. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. Efficacy of several irrigating solutions for endodontics : a scanning electron microscope study. *Oral Surg* 1981;52:197-204.
14. Marion D, Jean A, Hamel H, Kerebel L, Kerebel B. Scanning electron microscopic study of odontoblasts and circumpulpal dentin in a human tooth. *Oral surg Oral Med Pathol* 1991;72:473-8.
15. Carigon PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dental tubules according to age and location. *J. Endod* 1984;10:357-63.
16. Wang JD, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through

- dentin. *Int Endod J*. 1988; 21:17-26.
17. Fuss Z, Szajkis S, Tagger M. Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J. Endod* 1989;15:362-4
  18. Hasselgren G, Kerekes K, Nellestam P. pH changes in calcium hydroxide-covered dentin. *J. Endod* 1982;8:502-5
  19. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J. Endod* 1993;19:302-305.
  20. Gordon TM, Alexander JB. Influence on pH level of two calcium hydroxide root canal sealers in vitro. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol*. 1986;61:624-8.
  21. Huang TH, Kao CT. pH measurement of root canal sealers. *J. Endod* 1998;24:236-8
  22. Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J. Endod* 1988;14:588-91.
  23. Lengheden A. Influence of pH and calcium on growth and attachment of human fibroblasts in vitro. *Scand J. Dent Res* 1994;102:130-6.