

치아재식술 시 근관충전재로 사용된 수산화칼슘 제재의 치근단 조직 반응 및 치근 흡수의 평가

송상채 · 이승종 · 정일영 · 이찬영 · 금기연

연세대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

PERIAPICAL TISSUE REACTION AND ROOT RESORPTION FOLLOWING REPLANTATION WITH DIFFERENT CALCIUM HYDROXIDE PASTES IN RAT

Sang-Chai Song, Sung-Jong Lee, Il-Young Jung, Chan-Young Lee, Kee-Yeon Kum

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

Calcium hydroxide pastes is widely used in conventional endodontics. Along with the expanded clinical use of calcium hydroxide, literatures suggest mixing calcium hydroxide with other substance. Among added substances the vehicle plays the most importance role in the overall process because it is directly related with the velocity of ionic dissociation of Ca^{2+} and OH ion.

In this study, we evaluated and compared periapical tissue response and root resorption after canal was filled with mixture of saline and calcium hydroxide(Junsei Chemical Co., Japan) as a aqueous vehicle, Metapaste(Meta Co., Korea) as a viscous vehicle paste, Vitapex(Neo Dental, Japan) as a oily vehicle paste and IRM(Caulk Dentsply, USA) in replantation of rat molar.

A total of 31 maxillary first molars of Sprague Dawley female rats, 30 days old were used. The upper 1st molar was extracted and the mesiobuccal canal was filled with mixture of saline and calcium hydroxide, Metapaste, Vitapex, IRM and then replanted. Rats were sacrificed 3 weeks after replantation, the maxillae were removed, section of 4 micron were cut and stained with hematoxylin eosin. Apical tissue response were observed under light microscope.

The results were as follows:

1. Saline mixing group and Metapaste group were significant different in fibrous capsule width compared to Vitapex group and IRM group($P<0.05$).
2. Saline mixing group, Metapaste group, Vitapex group and IRM group did not prevent root resorption and there were no statistical difference.
3. In saline mixing group and Metapaste group, loss of pastes were observed in all samples.

From the results of our study, we observed loss of pastes in saline mixing group and Metapaste group because of water soluble property and assumed it was related to inflammation in apical area and sealing ability of material.

So, we should study and develop calcium hydroxide vehicle which is easily removed and more stable and because of only 3 weeks observation we need more evaluation in long period.

Key words : Calcium hydroxide, Viscous vehicle, Oily vehicle, Fibrous capsule, Root resorption

* 이 논문은 1999년도 연세대학교 학술연구비의 지원을 받아 이루어진 논문임.

I. 서 론

수산화칼슘(Hermann¹)에 의해 처음 치과계에 소개된 이후 근관치료 영역에서 이 약제는 여러 가지 목적으로 널리 사용되고 있다.

미국 근관치료학회(American association of endodontist)에서는 완전 탈구된 치아의 재식 후에 장기간의 수산화칼슘 치료를 권장하고 있으며 여러 연구^{2~5}에서 생활 치수와 치근단 조직의 치유를 도모하고 경조직 침착을 유도하는 데 있어 수산화칼슘을 추천하고 있다.

현재까지 수산화칼슘의 염증성 흡수 방지와 경조직 침착에 대한 완전한 기전은 이해되지 않았지만, 주로 Ca^{2+} 과 OH이온의 해리 작용에 의해 얻어지는 생물학적 작용으로 알려지고 있다. Tronstad 등⁶에 의하면 수산화칼슘의 높은 pH가 파골세포로부터 나오는 산성 물질을 중화시켜서 경조직의 분해를 막을 뿐만 아니라 염기성 pH가 경조직 형성에 중요한 역할을 하는 alkaline phosphatase의 활성도를 증가시킨다고 하였다. 그리고, pH의 효과 이외에도 높은 calcium 농도가 경조직 형성과 관련이 있는 calcium dependent ATPase의 활성도를 증가시킨다고 하였다.

Siqueira 등⁷은 수산화칼슘의 OH이온이 세균의 세포막이나, 효소 단백질, DNA에 손상을 주어 항미생물 효과^{8~12}를 나타냄을 보고하였다.

Wadachi 등¹³도 수산화칼슘의 높은 pH의 의한 조직용해 효과를 보고하였고 화학적 근관 세척 제재로 수산화칼슘의 사용을 제시하였다.

임상적으로 수산화칼슘 제재는 여러 용도로^{14~18} 다양하게 사용되고 있으며 그 사용빈도가 증가함에 따라 수산화칼슘과 다른 물질의 다양한 혼합이 논의되고 제시되고 있다. 또한 수산화칼슘에 항박테리아 효과, 방사선 불투과성과 흐름성 같은 성질을 증가시키기 위한 물질을 첨가한 제품들이 소개되고 있다.

이러한 수산화칼슘의 주된 생물학적 작용은 Ca^{2+} 과 OH이온의 해리에 의하여 첨가물 중 vehicle이 이를 이온의 해리에 주로 영향을 주게 되므로 vehicle의 역할이 중요하다고 할 수 있다.

수산화칼슘 제재의 vehicle은 일반적으로 수용성(aqueous), 점성(viscous), 유성(oily)의 3가지가 사용되고 있으며 유성 제재로는 Vitapex²⁰가 점성 제재로는 Metapaste가 시판되어 사용되어지고 있다.

따라서 본 연구는 수용성 vehicle로 생리식염수와 수산화칼슘(Junsei Chemical Co., Japan)의 혼합물(이하 생리식염수 혼합군), 점성 vehicle을 가진 Metapaste(Meta Co., Korea), 유성 vehicle을 가진 Vitapex(Neo Dental, Japan)와 IRM(Caulk Dentsply, USA)을 흰 쥐의 상악 제1대구치에서 근관 충전 물질로 사용한 후에 치근단 조직

치유에 있어 조직학적 반응과 치근 흡수정도를 비교 평가하는데 있다.

II. 연구 자료 및 방법

1. 실험 자료

실험 동물은 생후 30일 암컷 Sprague Dawley계(대한실험동물센터(주), Korea) 흰 쥐의 상악 제1대구치 31개를 사용하였다. 발치를 용이하게 하기 위해서 실험을 시작하기 3일전부터 0.4% β aminopropionitrile(β APN, Sigma)를 함유한 purina 분말과 물을 사료로 공급하였다.

2. 실험 방법

1) 실험 치아 발치

실험 동물은 ketamine(유한양행, Korea) 전신 마취(0.15ml)하에 특별히 고안한 고정장치에 고정하였고, 접근이 가장 용이한 상악 좌우측 제1대구치를 날카로운 탐침으로 peritomy한 후에 편셋을 변형하여 만든 발치 겸자로 주위의 치주인대와 치조골에 외상을 최소한으로 하여 발치하였다. 발치와는 면봉으로 출혈을 조절하였다. 발치된 치아는 광학 현미경 하에서 치근 5개의 전전성 여부와 파절선의 유무를 확인하였다²¹.

2) 실험 치아의 처치

발치된 상악 제1대구치에서 가장 길고 굵은 근심협축 치근을 실험근관으로 사용하였다. 근협축 치근의 상방으로 #330 bur를 이용해서 와동을 형성하고, NaOCl로 근관 세척하면서 file로 #40까지 근관을 확대하였다. 마지막으로 saline으로 근관 세척 후에 paper point를 이용하여 근관내를 완전히 건조한 후 개개 치아는 다음과 같이 처치하였다(Table 1).

생리식염수 혼합군 : 7개 근관을 수용성 vehicle인 생리식염수와 수산화칼슘(Junsei Chemical Co., Japan)의 혼합물로 충전하였다. 와동 부위에서는 치관부 유출과 재료의 상실을 막기 위해 IRM으로 충전하였다. 수분에 용해되는 것을 막기 위해 paste 충전 후에는 건조시킨 상태에서 발치

Table 1. Experimental group and number of sample

Experimental group	Number of sample
생리식염수 혼합군	7개
Metapaste 충전군	8개
Vitapex 충전군	8개
IRM 충전군	8개

와의 출혈을 최소한으로 한 후에 재식하였다.

Metapaste 군 : 8개 근관을 점성 vehicle인 polyethylene glycol을 가진 Metapaste(Meta Co., Korea)로 충전하였다. paste가 근단공에서 나오는 것을 확인한 후 여분의 paste는 제거하였다. 와동 형성 부위에서의 재료의 상실을 막기 위해 와동 형성 부위를 Dyract(Dentsply, Switzerland)로 충전하고 광중합하였다. 수분에 용해되는 것을 막기 위해 paste 충전 후에는 건조시킨 상태에서 발치 와의 출혈을 최소한으로 한 후에 재식하였다.

Vitapex 군 : 8개 근관을 지용성 vehicle인 silicone oil 을 가진 Vitapex(Neo Dental, Japan)로 충전하였다. paste가 근단공에서 나오는 것을 확인한 후 여분의 paste는 제거하였다. 와동 형성 부위에서의 재료의 상실을 막기 위해 와동 형성 부위를 Dyract(Dentsply, Switzerland)로 충전하고 광중합하였다.

IRM 군 : 대조군으로는 근첨에서의 조직 반응이 비교적 양호하고 흡수가 일어나지 않는 재료인 IRM(Caulk Dentsply, USA)으로 8개 근관을 와동 형성 부위까지 충전하였다.

치아의 재식은 편셋을 이용하여 발치와에 조심스럽게 재 위치시켰고, 재식의 적합성은 인접치아의 교합평면과의 관계와 동요도를 이용하여 확인하였다. 대부분의 경우 치근이 5개이므로 재식 후 동요도가 거의 없어 특별히 splint는 필요치 않았다(Fig. 1).

3) 조직 표본 제작

실험 동물은 재식 3주 후에 ketamine으로 전신 마취(0.25ml)를 하고 가슴을 절개해서 심장을 노출시킨 후에 하대 경맥과 동맥을 겹자를 이용하여 결찰하였고 양측 목정맥을 절단하여 희생하였다. 좌심실에 23 gauge scalp vein set를 꽂고 10% formalin(40ml)을 흘려보내어 고정한 후에 상악 턱뼈를 적출하였다.

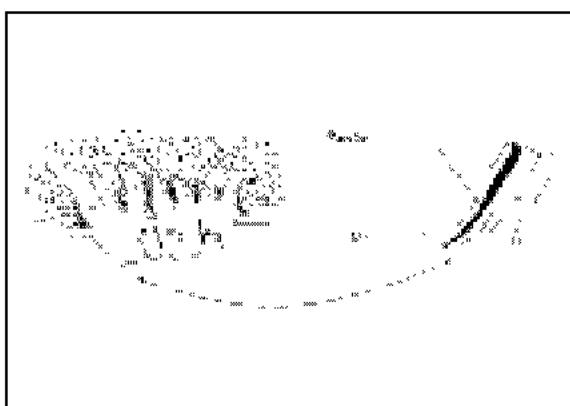


Fig. 1. Schematic diagram of study model.

적출된 상악 턱뼈는 5% nitric acid에 5일간 탈회 후에 상악 제1대구치의 근심 협축 근관의 상방에서 시상면 근원심 방향으로 근단공이 포함되도록 절단하였다.

절단된 표본은 paraffin에 포매하였고, 포매된 표본은 microtome으로 5 μ m로 serial section하면서 근첨을 포함한 표본을 찾아서 hematoxylin eosin 염색을 한 후에 광학 현미경으로 관찰하였다.

3. 조직 표본의 관찰

표본을 광학 현미경으로 관찰하여 각 실험군별로 치근단 부위에서 조직학적 반응과 치근 흡수를 다음과 같이 분류하고 관찰하였다.

1) Fibrous capsule의 width

Fibrous capsule의 width는 재료와 주변 조직과의 반응을 알아보기 위한 것으로서 재료와의 염증반응이 심할수록 염증세포에 의해서 치근의 흡수와 주변 치조골의 흡수가 관찰되었고 육아 조직이 형성되어 그 너비가 넓어졌다.

Fibrous capsule의 width는 광학현미경과 Image Pro Plus System(Version3.0 Media Cybernetics, Maryland, USA)을 이용하여 Fig. 2와 같이 치근단 부위에서 가까운 치조골까지의 거리로 계산하였다.

각 실험군 사이의 너비의 차이를 비교하기 위해서 SPSS 프로그램에서 Kruskal wallis test와 Duncan test를 사용하여 결과를 분석하였다.

2) 치근 흡수

치근의 흡수는 근심 협축 치근의 근심 부위는 재식시에 조직과의 접착이 용이하지 않아 조직 표본상에서 조직이 떨어져 있거나 상피세포의 증식이 관찰되는 경우가 있어 원심 부위의 치근면을 사용하였다.

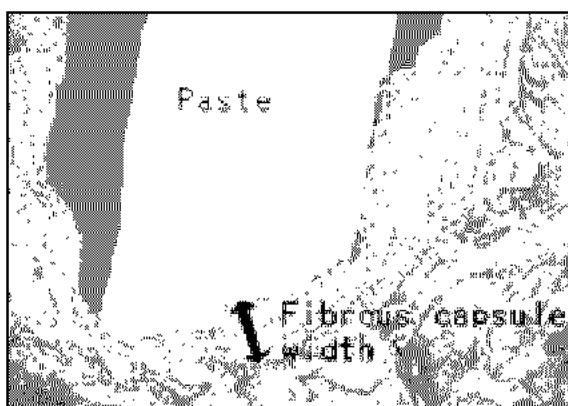


Fig. 2. Measurement of fibrous capsule width.

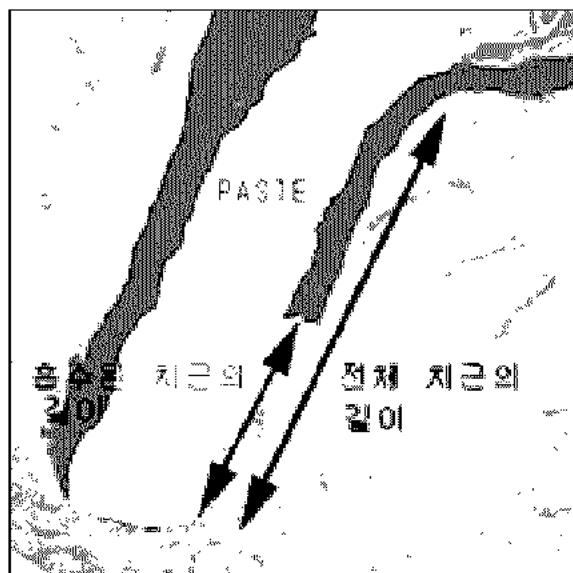


Fig. 3. Measurement of resorption length.

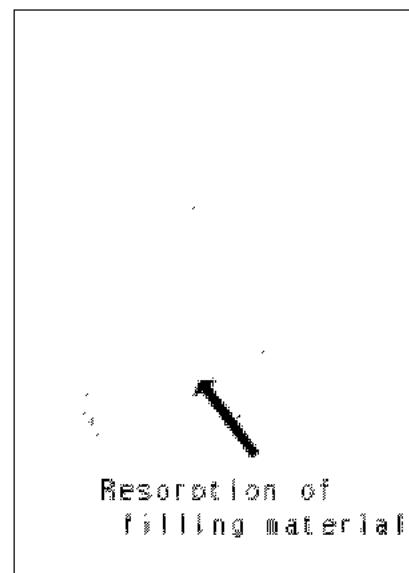


Fig. 4. Resorption of filling material.

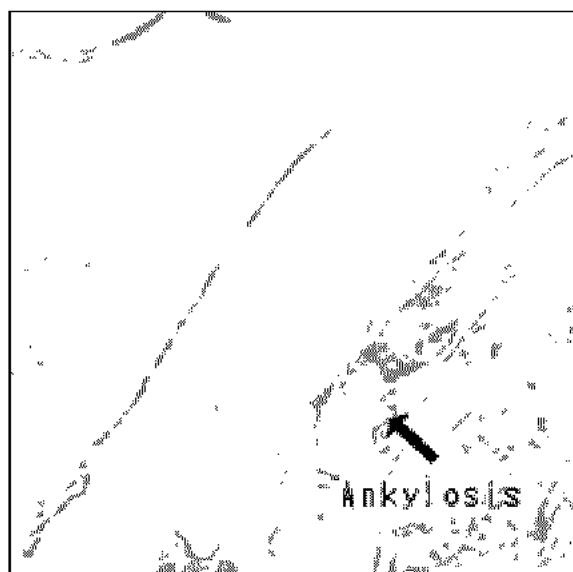


Fig. 5. Ankylosis.

치근의 흡수 정도는 치근마다 그 길이가 다르고 치근을 포함한 표본을 얻기 위해 표본을 자르는 각도에 따라서도 길이의 차이가 나타날 수 있으므로 근심 협측 치근의 전체의 길이에서 표면 흡수(surface resorption)와 염증성 흡수(inflammatory resorption)의 길이의 백분율로 계산하였다.

치근의 흡수는 광학 현미경과 Image Pro Plus System을 이용해서 Fig. 3과 같이 길이를 측정하였다. 치근 흡수 정도는 SPSS program에서 Kruskal wallis tset와 Duncan test를 이용해서 결과를 분석하였다.

$$\text{치근의 흡수 정도}(\%) = \frac{\text{흡수된 치근의 길이}}{\text{전체 치근의 길이}} \times 100$$

3) 이외에 광학 현미경 하에서 근첨 부위에서 충전재료의 흡수 정도와 골성유합(ankylosis)을 관찰하였다(Fig. 4, 5).

III. 결 과

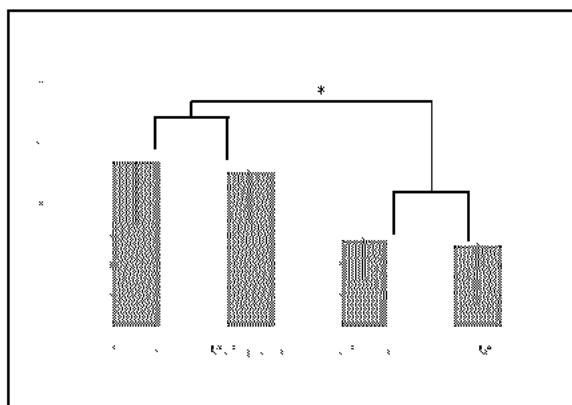
최종적으로 생리식염수 혼합군 7개, Metapaste군 8개, Vitapex군 8개와 IRM군 8개의 표본을 얻어서 각각의 치근단 부위의 조직학적 반응과 치근 흡수를 평가하고 비교하였다.

1. Fibrous capsule의 width

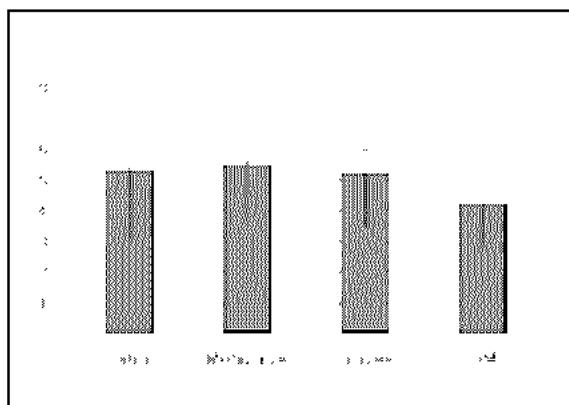
Fibrous capsule의 width는 생리식염수 혼합군, Metapaste군, Vitapex군, IRM군의 순서로 나타났고, IRM군과 Vitapex군에 비해 Metapaste군과 생리식염수 혼합군에서 fibrous capsule의 width가 유의성 있게 큰 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 6, p<0.05).

2. 치근의 흡수

치근의 흡수는 근심협측 근관의 치근단 원심 부위가 재식 시에 힘을 많이 받으므로 대부분의 표본에서 치근단의 원심 부위에서 많은 흡수가 관찰되었다. 모든 표본에서 치근의 흡수가 관찰되었고 치근의 흡수 정도는 Metapaste군, 생리식염수 혼합군, Vitapex군, IRM군의 순서로 나타났으나 그

**Fig. 6.** Fibrous capsule width(μm).

(* : Significantly different at $P<0.05$ by Kruskal-wallis and Duncan test)

**Fig. 7.** Degree of the root resorption(%).

(Not significantly different by Kruskal-wallis and Duncan test)

Table 2. Resorption of filling material

Experimental group	Resorption of filling material
생리식염수 혼합군	7
Metapaste 충전군	8
Vitapex 충전군	2
IRM 충전군	1

통계적 유의차는 없었다(Fig. 7).

3. 재료의 흡수(Resorption of filling material)

Metapaste군과 생리식염수 혼합군에서는 모든 표본에서 치근단 부위에서 재료의 흡수가 관찰되었다(Table 2).

4. 조직학적 소견의 관찰

1) 생리식염수 혼합군

조직 표본 상에서 생리식염수 혼합군은 작은 알갱이들이 모여 있는 형태로 나타난다. 생리식염수 혼합군의 경우 모든 표본에서 근첨 부위에서 재료의 흡수가 보였다. 근관내의 재료가 흡수된 부위를 따라서 다수의 염증세포의 침윤이 관찰되었다. 재료의 흡수 정도에 따라 치근의 염증 반응과 염증성 흡수가 다양하게 나타났다. 치근 전면에서 흡수가 보이며 특히 근첨 원심 부위로 많은 치근의 흡수가 관찰되었다. 골성유합과 근첨 주변에서 신생 백악질의 침착은 관찰할 수 없었다(Fig. 8).

2) Metapaste군

조직 표본 상에서 Metapaste는 하나의 냉어리 형태로 나

타난다. Metapaste의 경우 모든 표본에서 근첨 부위에서 재료의 흡수가 보였다. 근관내의 재료가 흡수된 부위를 따라서 다수의 염증세포의 침윤이 관찰되었다. 재료의 흡수 정도에 따라 치근의 염증 반응과 염증성 흡수가 다양하게 나타났다. 치근 전면에서 흡수가 보이며 특히 근첨 원심 부위로 많은 치근의 흡수가 관찰되었다. 골성유합과 근첨 주변에서 신생 백악질의 침착은 관찰할 수 없었다(Fig. 9).

3) Vitapex군

조직 표본 상에서 Vitapex는 땅사 형태로 나타난다. 보통 Vitapex와 달라있는 근첨 부위에서는 수층의 염증세포가 존재하고 있으며, 그 주위로 fibrous capsule이 형성되어 있는 것을 볼 수 있다. 치근 전면에서 흡수가 관찰 되며, 특히 근첨 원심 부위에서 많은 치근의 흡수가 보여진다. 골성유합은 근첨에서 조금 떨어진 부위에서 3개의 표본에서 나타났다. 신생 백악질의 침착은 1개의 표본에서 볼 수 있었다. 근첨 부위에서 재료가 흡수된 것이 2개가 있었으며, 주위로 다수의 염증 세포의 침윤과 염증성 흡수를 관찰할 수 있었다(Fig. 10).

4) IRM군

조직 표본 상에서 IRM은 다공질의 냉어리로 나타난다. IRM의 경우 재료와 달라있는 근첨 부위에서 적은 염증 세포가 관찰되었다. 치근 전면에서 흡수가 관찰되며, 특히 근첨 원심 부위로 많은 치근의 흡수가 나타났다. 근첨 부위는 fibrous capsule로 둘러싸여 있으며, 골성유합은 근첨에서 조금 떨어진 부위에서 4개의 표본에서 나타났다. 신생 백악질의 축적이 4개의 표본에서 근첨 부위에서 가까운 곳에서 나타났으며 모두 세포성 백악질로 관찰되었다. 재료의 흡수가 있는 표본은 1개가 있었고, 주위에 다수의 염증세포 침

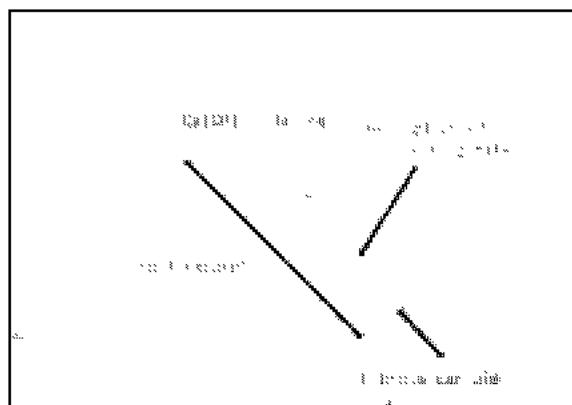


Fig. 8. 생리식염수 혼합군의 조직학적 관찰.

생리식염수와 수산화칼슘의 혼합물은 작은 알갱이 들이 모여 있는 형태로 나타난다. 근첨 부위에서 많은 재료의 상실이 보이고 다수의 염증세포의 침윤이 관찰된다. (Hematoxylin-eosin $\times 40$)

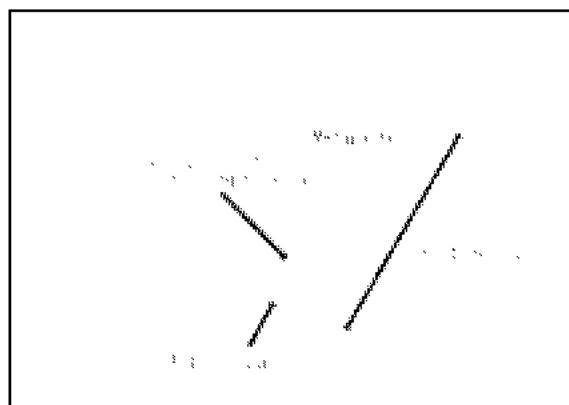


Fig. 9. Metapaste군의 조직학적 관찰.

Metapaste는 하나의 둥어리 형태로 나타난다. 근첨 부위에서 많은 재료의 상실이 보이고 다수의 염증세포의 침윤이 관찰된다. (Hematoxylin-eosin $\times 40$)

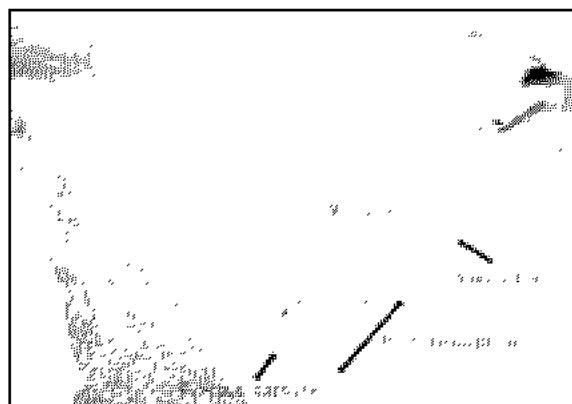


Fig. 10. Vitapex군의 조직학적 관찰.

Vitapex는 망사 형태로 나타난다. 근첨 균심 부위로 많은 흡수가 보여진다. 폴성 유합은 근첨에서 떨어진 부위에서 나타난다.

Vitapex와 fibrous capsule 사이에는 염증 반응이 거의 관찰되지 않는다. (Hematoxylin-eosin $\times 40$)

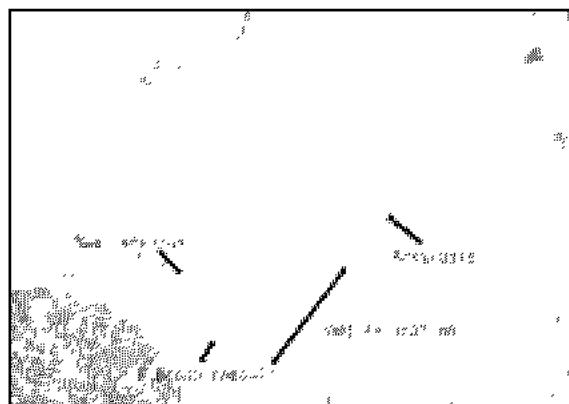


Fig. 11. IRM군의 조직학적 관찰.

IRM은 다공질의 둥어리로 나타난다. 근첨 원심 부위로 많은 치근의 흡수가 보여진다. 폴성 유합은 근첨에서 떨어진 부위에서 나타난다.

IRM과 fibrous capsule 사이에는 염증 반응이 거의 관찰되지 않는다. (Hematoxylin-eosin $\times 40$)

윤이 있었다. 원심 쪽 치근을 따라 상피 세포의 중식이 있는 표본이 2개가 있었고, 상피세포의 중식을 따라 다수의 염증세포의 침윤과 염증성 흡수를 보였다(Fig. 11).

IV. 총괄 및 고찰

수산화칼슘 제재에 있어 vehicle은 이온의 해리속도를 결정하게 된다. 이온의 해리 속도는 paste의 용해와 균관으로부터 치근 주위 조직으로의 흡수에 영향을 주게 되므로 vehicle은 전체 수산화칼슘 제재의 성질에 있어 중요한 역

할을 한다.

Vehicle의 차이에 따른 수산화칼슘 제재의 효과에 대해서, Anthony 등²³은 수산화칼슘을 cresatin, camphorated parachlorophenol, 생리식염수에 혼합하였을 때 pH가 서로 다름을 보고하였으며, Simon 등²⁴은 수산화칼슘을 종류수, 생리식염수, camphoraed monochlorophenol, propylene glycol과 혼합했을 경우 propylene glycol의 경우 pH가 낮지만, Ca²⁺이온의 유리가 높다고 하였다. Siqueira 등²⁵은 수산화칼슘을 생리식염수, camphorated paramonochlorophenol, glycerin과 혼합하였을 때 항미

생물 효과의 차이에 대해서 보고하였다.

Fava 등²⁶⁾은 이들 vehicle을 수용성, 지성과 유성의 3가지 형태로 분류하였다. 먼저 수용성 vehicle은 중류수, 생리식염수, 치과마취액, Ringer's solution, methylcellulose 또는 carboxymethylcellulose의 aqueous suspension 등과의 혼합으로 물에 녹을 수 있는 제재를 말하며 이들 제재와 혼합된 수산화칼슘은 Ca^{2+} 와 OH 이온으로 빠르게 해리되어 원하는 효과를 얻기 위해서는 약제교환의 간격을 증가시켜야 한다.

두 번째로 점성 vehicle 또한 물에 녹을 수 있는 제재이지만, 좀 더 천천히 Ca^{2+} 와 OH 이온을 방출시킬 수 있으며, 수용성 vehicle에 비해 더 큰 분자량을 가지고 있기 때문에 paste가 더 낮은 용해도를 보인다. 점성 vehicle의 예로는 glycerine, polyethylene glycol, propylene glycol 등을 들 수 있다.

유성 vehicle은 물에 녹지 않는 제재로 paste의 가장 낮은 용해도와 확산을 보이며 이들 유성 vehicle의 예로는 olive oil, silicone oil, camphor, metacresylacetate와 oleic, linoleic, isostearic acid와 같은 몇 가지 fatty acid 등을 들 수 있다.

이번 실험에서는 쥐 치아 재식 모델을 사용해서 수용성 vehicle로 생리식염수와 수산화칼슘과의 혼합물, polyethylene glycol이 들어있는 점성 형태의 vehicle을 가진 Metapaste 제재, silicone oil이 들어있는 유성 형태의 vehicle을 가진 Vitapex 제재와 조직액에 녹지 않으면서 조직학적 반응이 비교적 좋은 것으로 알려진 IRM을 근관 총전 물질로 사용한 후 치근단 조직 치유에 있어 조직학적 반응과 치근 흡수를 평가하고 비교하였다.

이러한 쥐 치아 재식 모델을 이용한 방법은 와동 형성이 용이하고, 근관의 타액에 의한 오염을 줄일 수 있으며, 근관내로의 과도한 기구조작을 방지하고 재료가 근첨을 넘어서 충전되어 이물반응을 일으키는 것을 막아서 순수한 재료 자체에 의한 염증 반응을 볼 수 있는 장점이 있다. 또한, 재식 시에 나타나는 염증성 치근 흡수와 골성유합에 대한 수산화칼슘의 효과에 대한 평가도 가능하다. 그러나 치아가 작기 때문에 발치와 와동 형성 중 치아의 파절을 야기할 수 있고, 재식 과정에서 불완전한 재식에 의해서 탈락되거나, 치주 인대 세포의 치유대신 상피세포의 증식을 보여 실패할 가능성이 존재한다. 그리고, 조직 절편을 만드는 데 있어서도 치근단을 지나는 표본을 얻기 위해서는 적절한 각도에서 치아를 절단해야 하는 어려움이 있으며 실제 이번 실험에서도 생리식염수와 수산화칼슘의 혼합된 군에서 와동 형성 중 치아의 파절로 표본 하나를 상실하였다.

Cho 등^{22,27,28)}은 β APN을 처치한 쥐사료 식이요법으로 쥐 상악대구치의 발치와 재식을 용이하게 하였고, 12일 후 치주인대의 재생과 일정한 치근흡수를 발견할 수 있다고 보고

하였다. 이번 실험에서는 3일전부터 β APN을 처치하여 쥐 치아를 외상없이 발치 및 재식 가능하게 하였고, 3주 후 쥐를 희생하여 재료의 조직학적 반응과 치근 흡수를 관찰하였다.

Andreasen 등²⁹⁾은 원숭이의 전치에서 치아를 발치 및 재식 후에 치근의 장축에 수직이 되게 절단하여 조직 표본을 만들고 치근의 흡수정도와 흡수양상을 관찰하는 방법을 제시하였다. 그러나, 이번 실험에서는 쥐의 치아가 작아서 수직 방향의 절단에 어려움이 있어, 치근의 장축 방향으로 절단하여 치근 흡수 정도를 관찰하였다.

치근의 흡수는 근심협축 치근의 근심 부위는 재식시에 조직과의 접착이 용이하지 않아 조직 표본상에서 조직이 떨어져 있거나 상피세포의 증식이 관찰되는 경우가 있어 비교적 일정한 부착을 보이는 원심 부위의 치근면을 사용하였고 그 흡수 정도는 치근 마다 그 길이가 다르고 치근을 포함한 표본을 얻기 위해 표본을 자르는 그 각도에 따라서도 길이의 차이가 나타날 수 있으므로 근심 협축근의 전체의 길이에서 표면 흡수(surface resorption)와 염증성 흡수(inflammatory resorption)의 길이의 백분율로 계산하였다.

치근의 흡수는 근심협축 치근의 원심 치근단 부위에서 가장 많이 나타났는데, 이 부위가 재식시에 많은 힘을 받게 되기 때문에 생각된다. 이 결과는 Andreasen 등³⁰⁾이 발치와 재식시에 힘을 많이 받는 부위에서 치주인대 세포의 손상을 많이 받게 되고 표면 흡수와 염증성 흡수가 많이 나타난다는 보고와 일치하였다.

수산화칼슘이 치근 재식시에 치근 흡수에 미치는 영향에 대해서는 Trope 등^{31,32)}의 실험에 의하면, 개 치아의 재식에 있어 염증성 흡수가 있을 경우 장기간의 수산화칼슘의 처치가 흡수된 부위의 신생 백악질로의 치유를 돋는다고 하였다. 반면 Tronstad 등⁸⁾의 실험에 의하면 원숭이의 재식 치아에 백악질이 전전하게 존재하는 경우 수산화칼슘을 넣었을 때 circumpulpal dentin에서 pH 8.0~11.1, peripheral dentin에서 pH 7.4~9.6을 보여 백악질의 pH에는 영향을 미치지 못함을 보고하였지만 백악질이 흡수되고 상아질이 노출된 부위에서는 염기성의 pH가 나타나는 것을 보고하였다. Tronstad는 이 실험에서 치아의 염증성 흡수의 방지에는 OH 이온의 작용이외에도 Ca^{2+} 이온의 역할이 있을 것이며, 수산화칼슘의 항미생물효과와 단백질의 변성에 의한 독성물질의 제거가 중요한 역할을 할 것이라고 보고하였다.

Lengheden 등³³⁾에 의하면 pH 7.8이상에서는 섭유아세포의 부착과 증식이 매우 감소하고, calcium의 농도가 섭유아세포의 증식에 영향을 주는 것을 보고하였고, 수산화칼슘의 처치가 외상에 의해 백악질이 손상 받은 치아에 있어 치주인대 세포의 치유에 방해가 될 수 있음을 설명하였다.

이번 실험에서는 세 가지 수산화칼슘 제재와 IRM에서 모

두 표면 흡수와 염증성 흡수가 나타났고 그 통계학적인 유의차는 없었다. 수산화칼슘을 사용한 군에서는 IRM군과 비교해서 그 흡수에 큰 차이가 없었던 것은 수산화칼슘의 효과는 주로 근관내의 독성물질의 제거에 있고, 근관외부에까지 그 효과가 미치지 못한다는 Tronstad 등의 실험 결과와 일치한다. 하지만, 3주간의 관찰이었으므로 좀 더 장기간 관찰시의 실험이 더 필요할 것으로 생각된다.

또한 생리식염수 혼합군, Metapaste군, Vitapex군과 IRM군에서의 치근단 부위에서 fibrous capsule의 width를 살펴보았을 때 Vitapex군과 IRM군에 비해 Metapaste 군과 생리식염수 혼합군에서 fibrous capsule의 너비가 유의성 있게 넓게 나타났다. 본 연구에서 측정한 fibrous capsule의 너비는 재료와 주변 조직과의 반응을 알아보기 위한 것으로 일반적으로 재료와의 염증반응이 심할수록 염증세포에 의해서 치근의 흡수와 주변 치조골의 흡수가 나타나게 되고 육아 조직이 형성되어 그 너비가 넓어지게 된다고 알려져 있다.

Pitt Ford 등³⁰에 의하면, 원숭이의 하악 제1대구치를 발치하여 IRM으로 치근단에 역충전하였을 때 IRM 충전 바로 주변에만 염증세포가 관찰되고 전반적으로 염증 반응이 적었다는 것을 보고하였는데, 이번 실험에서도 재료의 상실이나, 치아 재식상의 문제가 있었던 표본을 제외한다면, IRM 경우 대부분의 표본에서 주변으로 염증 세포의 침윤이 가장 적게 관찰되었다.

본 연구에서 치근단 염증 반응은 주로 치아 재식시의 적합도와 재료의 흡수와 연관되어 나타났는데 치아 재식의 적합도가 떨어지고 동요가 있었던 치아에서는 재식 치아의 근심쪽에서 근첨부로 상피세포의 증식과 다수의 염증세포의 침윤이 나타났다.

Metapaste군과 생리식염수 혼합군에서는 근첨 부위에서 재료의 상실이 모든 표본에서 나타났고, Vitapex군은 2개의 표본에서, IRM군의 경우는 1개의 표본에서 나타났다. 이러한 재료의 흡수가 있는 부위는 근관내로 염증세포의 침윤이 있었고 재료의 흡수가 심할수록 fibrous capsule의 너비가 넓었다. 이처럼 충전재료의 흡수와 동반되어 관찰된 치근단 염증반응은 재료 자체가 일으키는 염증 반응이라기보다는 재료의 sealing ability 때문으로 생각되지만 이 부분에 대해서는 좀 더 연구가 필요하리라 생각된다. 조직 시편의 관찰결과 IRM군의 4개의 표본과 Vitapex군의 3개의 표본에서 골성유착을 관찰할 수 있었고, 힘을 적게 받은 치근단 근심부위로는 세포성 백악질로 치유가 일어나는 것이 관찰되었지만 Metapaste군과 생리식염수 혼합군의 경우 골성유착을 보이는 표본은 없었다.

Line 등³⁵은 골성유착을 일으키는 세포들은 골수에서부터 기원하여 치주인대로 이동하여 유착을 일으킨다고 보고하였는데, Line 등의 결과로 미루어 볼 때 Metapaste군과 생

리식염수 혼합군 경우 골성유착이 없었던 것은 치근단 주변의 염증으로 인해 치조골의 파괴가 있었기 때문으로 생각되며 흡수 또한 주로 염증성 흡수가 관찰되었다.

일반적으로 수산화칼슘을 중류수, 생리식염수와 같은 수용성 vehicle에서 사용할 때 조직액과 제재가 닿을 경우 용해가 되기 쉬워 짧은 기간에 근관내는 비게되고 기대한 효과를 얻기 어렵게 된다. 하지만 접성이나 유성 vehicle의 경우는 용해가 잘 되지 않고, 천천히 확산되어 오랫동안 근관내에서 약제의 효과를 유지 할 수 있다는 장점이 있다.

하지만, Ricucci 등³⁶에 의하면 수산화칼슘 제재를 완전히 제거하지 않아 실패한 경우를 보고하였고, 이런 수산화칼슘의 제거의 용이성 또한 임상적으로 중요하다고 할 수 있다. 따라서 유성 vehicle의 경우는 근관내에서 약제의 제거가 용이하지 않아 근관 충전 후 실패의 원인이 될 수 있는 가능성이 있고 접성 vehicle의 경우는 근관내 약제 제거는 용이하나, 근관내의 조직액에 용해될 수 있다는 단점이 있다.

이번 실험에서는 생리식염수 혼합군과 접성 vehicle을 가진 Metapaste군은 물에 녹기 때문에 모든 표본에서 근첨부위에서의 재료의 흡수가 관찰되었고, 이런 재료의 안정성과 치근단 부위의 염증 반응의 정도는 어느 정도 연관성이 있을 것으로 추정된다.

따라서 임상에서 수산화칼슘 제재를 효과적으로 사용하기 위해서는 제거가 용이하면서 좀 더 안정적인 vehicle의 개발이 필요하며, 조직학적인 결과에 대한 평가도 좀 더 장기간의 관찰이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

이 연구에서는 수용성 vehicle로 생리식염수와 수산화칼슘과의 혼합군, 접성 vehicle을 가진 Metapaste, 유성 vehicle을 가진 Vitapex와 IRM을 쥐 치아 재식 모델을 사용하여 충전하였을 때 치근단 부위의 치유 양상과 치근 흡수를 조직학적으로 관찰해 보았다.

생리식염수군 혼합군 7개, Metapaste군 8개, Vitapex군 8개, IRM군 8개의 표본을 조직학적으로 관찰하여 fibrous capsule의 너비, 치근 흡수, 충전재료의 흡수와 골성유착 등을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 생리식염수 혼합군, Metapaste군, Vitapex군, IRM군 모두에서 치근 흡수를 방지할 수 없었고, 치근 흡수에 대한 통계학적 유의차는 없었다.
2. 생리식염수 혼합군과 Metapaste군에서 fibrous capsule의 width가 유의차 있게 넓었다($P<0.05$).
3. 생리식염수 혼합군과 Metapaste군은 모든 표본에서 재료의 흡수가 관찰되었다.

이상의 실험결과 수용성 vehicle을 가진 생리식염수 혼합군과 접성 vehicle을 가진 Metapaste군은 조직액에 녹은

것으로 보이는 충전재료의 흡수가 모든 표본에서 관찰되었고, 이러한 재료의 sealing ability와 치근단 부위의 염증반응은 어느정도 연관성이 있을 것으로 추정된다.

따라서 제거가 용이하면서 좀 더 안정적인 vehicle을 갖는 수산화칼슘 제제의 개발이 필요하며, 3주간의 관찰이었으므로 좀 더 장기간의 관찰이 필요하리라 생각된다.

참 고 문 헌

- Hermann BW. Die behandlung der entzündeten und infizierten pulpa und der pulpagangran nach der caxymethode. *Zahnärztliche Rundschau* 1940;22:23 24.
- Binnie WH, Rowe AHR. A histological study of the periapical tissues of incompletely formed pulpless teeth filled with calcium hydroxide. *J Dent Res* 1972;42(5): 1110 1116.
- Caliskan MK, Turkun M. Peroapical repair and apical closure of a pulpless tooth using calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1997;84:683 687.
- Leonardo MR, Silva AB, Leonardo RT. Histological evaluation of therapy using a calcium hydroxide dressing for teeth with incompletely formed apicaes and periapical lesions. *J Endodon* 1993;19(7):348 352.
- Sheehy EC, Roberts GJ. Use of calcium hydroxide for apical barrier formation and healing in non vital immature permanent teeth:a review. *Brit Dent J* 1997; 187(7):241 246.
- Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endodon* 1981;7(1):17 21.
- Siqueira JF, Lopes HP. Mechanism of antimicrobial activity of calcium hydroxide:a critical review. *Int Endodon J* 1999;32:361 369.
- Estrela C, Pimenta FC, Ito IY, Bammann LL. In vitro determination of direct antimicrobial effect of calcium hydroxide. *J Endodon* 1998;24(1):15 17.
- Estrela C, Pimenta FC, Ito IY, Bammann LL. Antimicrobial evaluation of calcium hydroxide in infected dentinal tubules. *J Endodon* 1999;25(6):416 418.
- Stevens RH, Grossman LI. Evaluation of the antimicrobial potential of calcium hydroxide as an intracanal medicament. *J Endodon* 1983;9(9):372 374.
- Stuart KG, Miller CH, Brown Jr. CE, Newton CW. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72:101 104.
- Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short term intracanal dressing. *Int Endodon J* 1991;24:119 125.
- Wadachi R, Araki K, Suda H. Effect of calcium hydroxide on the dissolution of soft tissue on the root canal wall. *J Endodon* 1998;24(5):326 330.
- Alencar AHG, Leonardo MR, Bezzerra Silva LA, Silva RS, Ito IY. Determination of the P monochlorophenol residue in the calcium hydroxide + P monochlorophenol combination used as an intracanal dressing in pulpless teeth of dogs with induced chronic periapical lesion. *J Endodon* 1997;23(8):522 524.
- Caliskan MK, Turkun M, Turkun LS. Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage. *Int Endodon J* 1998;31:173 177.
- Calt S, Seper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endodon* 1999;25(6):431 433.
- Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. *Endod Dent Traumatol* 1997;13:281 284.
- Bogaerts P. Treatment of root reforations with calcium hydroxide and super EBA cement:a clinical report. *Int Endodon J* 1997;30:210 219.
- Petersson K, Hasselgren G, Tronstad L. Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:22 28.
- Heithersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J British Endodon. Society* 1975;8(2):74 93.
- Nurko C, Garcia Godoy F. Evaluation of a calcium hydroxide/iodoform paste(vitapex) in root canal therapy for primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 1999;23(4):289 294.
- 이승종, Matsura M, Lin WL, 조문일. Morphological study on periodontal regeneration and root resorption following tooth reimplantation in rats. *대한보존학회지*, 1999;24(1):116 122.
- Anthony DR, Gordon TM, del Rio CE. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54(5):560 565.
- Simmon ST, Bhat KS, Francis R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium hydroxide ion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995; 80:459 464.
- Siqueira JF, Milton de Uzeda. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. *J Endodon* 1998;24(10):663 665.
- Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes:calssification and clinical indications. *Int Endodon J* 1999;32:257 282.
- Cho MI, Garant PR. The effect of beta aminopropionitrile on the periodontal ligament : I. Ultrastructure of fibroblast and matrix. *J Periodont Res* 1984;19:247 260.
- Cho MI, Garant PR. The effect of beta aminopropionitrile on the periodontal ligament : II. Radioautographic study of collagen secretion from fibroblast. *The Anatomical Record* 1984;209:41 52.
- Andreasen L, Jonsson BG, Hammarstrom L, Blomlof L, Andreasen JO. Evaluation of statistics and desirable experimental design of a histomorphometrical method for studies of root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1987;3:288 295.
- Andreasen JO. Analysis of topography of surface and inflammatory root resorption after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J* 1980;4:135 144.
- Trope M, Yesilsoy C, Koren L, Moshonov J, Friedman S. Effect of different endodontic treatment protocols on periodontal repair and root resorption of replanted dog teeth. *J Endodon* 1992;18(10):492 496.
- Trope M, Moshonov J, Nissan R, Bux P, Yesilsoy C. Short vs. long term calcium hydroxide treatment of established inflammatory root resorption in replanted dog teeth. *Endod Dent Traumatol* 1995;11:124 128.
- Lengheden A. Influence of pH and calcium on growth and attachment of human fibroblasts in vitro. *Dent Res* 1994;102:130 136.

34. Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of IRM root end fillings on healing after replantation. *J Endodon* 1994;20(8):381-385.
35. Line SE, Polson AM, Zander HA. Relationship between periodontal injury, selective cell repopulation and ankylosis. *J Periodontol* 1974;45:725-730.
36. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: case report. *Int Endodon J*