

치경부의 상아세관을 통하여 추출된 표백제가 배양 섬유모세포에 미치는 영향에 관한 연구

* 원광대학교 치과대학 보존학교실

** 경희대학교 치과대학 보존학교실

추광문* · 최기운** · 한두석*

Abstract

STUDIES ON THE EFFECTS OF BLEACHING AGENT LEAKED THROUGH THE DENTINAL TUBULES OF CERVICAL AREA ON CULTURED FIBROBLAST CELLS

Kwang Moon Chu, D.D.S.*, Gi Woon Choi, D.D.S., M.S.D., Ph.D.**,
Du Seok Han, D.D.S., M.S.D., Ph.D.*

* Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Won Kwang University

** Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study was to evaluate the effects of bleaching agent through the dentinal tubules of cervical area in the intracoronal bleaching of pulpless teeth on cultured fibroblast cells.

Extracted human incisors were enlarged to #40 K-file and obturated with gutta-percha and AH 26 sealer. The gutta-percha was removed to 2mm below the cementoenamel junction of the root. The teeth were divided into 3 experimental and control groups.

Experimental groups :

Experimental group 1 : Temporary inlay wax fill with 30% H₂O₂ in pulp cavity.

Experimental group 2 : Temporary inlay wax fill with 30% H₂O₂ in pulp cavity after placement of ZOE cement to cementoenamel junction.

Experimental group 3 : Temporary inlay wax fill with 30% H₂O₂ in pulp cavity after application of Copalite to cementoenamel junction.

Control group : Temporary inlay wax filled without 30% H₂O₂ in pulp cavity under the same condition at each experimental group.

Each tooth was immersed in well of multidish cultured fibroblast cell for 48 hours. The cellular multiplication and cell viability were calculated at the interval of 1, 3, 5, 7 hours and the morphological changes in well were observed and their photographs were taken with inverted microscope.

The obtained results were as follows :

- (1) The cellular multiplication and cell viability decreased in all experimental groups at 1 hour after experiment and the morphology of fibroblast cell was changed from star shape to round.
- (2) The cell viability was lowered to 34% in experimental group 1, 44% in experimental group 2, and 38% in experimental group 3 at 3 hours after experiment.

- (3) The cell multiplication was decreased to 54% in experimental group 1, 47% in experimental group 2, and 40% in experimental group 3 at 7 hours after experiment.
- (4) The decrease of cell number and morphological changes of fibroblast cell were remarkable in experimental group 1, group 3 and 2 in order.

These results suggest that the fibroblast cells receive severe damage by 30% H₂O₂ solution leaked through the dentinal tubules and the dentinal tubules are able to be obturated better by ZOE cement than by Copalite.

I. 서 론

치아의 변색은 일반적으로 치수내 출혈, 치수의 괴사, 세판내의 약물 및 충전재와 봉합제에 의하여 야기된다¹⁾. 변색된 치아를 표백하기 위하여 여러 가지 방법이 이용되고 있으나 치수의 분해산물이나 상아세판에 침투되어 유기물질을 생성하는 음식물의 잔사, 색소를 생성하는 세균등에 의하여 야기된 경우에는 표백이 가능하지만, 금속염에 의하여 변색된 치아의 표백은 불가능한 경우도 있다²⁾.

변색된 무수치의 표백 방법으로 Pearson(1950)³⁾은 열에 의해 활성화되는 Superoxol을 사용하였고, Spasser(1961)⁴⁾는 과봉산 나트륨만을 치수강내에 넣어 표백하는 방법을 사용하였으며, Nutting과 Poe(1967)⁵⁾은 30% 과산화수소용액과 과봉산나트륨을 혼합한 호제를 치수강내에 넣고 밀봉하는 walking bleach를 시행하였다.

계속적인 표백제의 개발에도 불구하고 표백제에 의한 부작용으로 치경부의 외흡수와 치근단 조직의 염증에 관한 많은 중례 보고가 있다⁶⁻¹²⁾. 한편, 치경부의 외흡수는 외상과 밀접한 관련성이 없다고 보고 하였으며⁹⁾, 열은 치경부의 치근흡수를 반드시 일으키는 요소가 아니라고 보고 하였다¹⁰⁾. Seale 등(1981)¹³⁾과 많은 연구자들^{14,15)}은 치아 미세소관에 의한 표백제의 확산과 투과성에 관한 실험을 실시하여 치수강으로부터 치은구나 치근막으로 표백제가 확산된다고 보고 하였으며, Orban(1967)¹⁶⁾은 치아의 약 10%는 상아질과 백악질이 치경부에서 만나지 않아 백악-법랑경계부에는 상아질과 백악질이 없다고 하였다.

결국 치수강내의 표백제 특히 액체인 30% 과산화수소 용액은 상아세판을 통하여 치근막에 확산 된다는 생각으로 많은 연구자들¹⁷⁻²¹⁾은 Walking bleach 후 시험판내에서 산도의 변화를 측정하였으

며, 그 결과 시험판내의 배지는 알카리성화 된다고 보고 하였다.

치경부의 흡수와 치근단 조직의 염증은 치수강내의 표백제가 상아세판을 통하여 치은구나 치은막에 확산되어 야기되므로 외흡수와 염증을 방지하기 위하여는 치경부의 상아세판의 폐쇄가 필요하다. Lado 등(1983)¹³⁾과 Webber(1983)²²⁾는 치경부의 치주조직내로 표백제의 침투를 방지하기 위하여 gutta-percha상방에 이장제를 위치시켜야 한다고 하였으며, Gimlin과 Schindler(1990)²³⁾는 표백제가 치주조직내로 침투해서 산도의 변화를 일으켜 치경부의 외흡수를 야기할 수 있으므로 표백이 끝난 후 2일동안 치수강내에 수산화칼슘을 넣어야 한다고 보고하였다.

본 연구는 표백제가 상아세판을 통하여 확산되어 생체내에서 치경부의 외흡수를 일으키고, 시험판내에서 산도를 알카리성이 되게 한다는 많은 보고는 있으나 시험판내의 세포에 미치는 영향에 관한 보고가 없다. 이에 본인은 상아세판 폐쇄시 세포의 손상을 방지할 수 있다고 사료되어, 상아세판을 폐쇄시키지 않은 경우와 산화아연유지늘 시멘트와 Copalite로 폐쇄시킨 경우의 무수치를 48시간 배양한 세포의 시험판내에 넣고 경시적으로 세포의 성장을, 생존력 및 세포의 형태를 관찰한 결과 몇 가지 지론을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

(1) 실험치아 제작

발거한 상하악 전치중 치근단이 완성된 단근치만을 발거즉시 0.85% 생리식염수에 보관하였고, 통법에 따라 근관의동을 형성하였다. #10 K-file (Matsutani Seisakusho Co., Japan)을 치근단공 밖으로 통과시켜 치근단공을 확인하고 근관질이는

해부학적 치근단으로 부터 1mm 짧게 하였다. 그리고 5% 차아염소산나트륨용액하에서 step-back method를 이용하여 #40 K-file 크기까지 근관형 성후 #2-3 Gates-Glidden drill(Maillefer, Switzerland)을 사용하여 근관입구를 확대하고 생리적 식염수로 세척한 후 paper point로 근관을 건조시켰다. 근관을 형성한 후 gutta-percha와 accessory cone(SureEndo, Sure products Ltd, Korea), 호제(AH 26, DE Trey Co., Switzerland)를 사용하여 측방가압법으로 근관충전하였다. 근관충전한 치아는 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전재를 제거하고 치수강에 30% 과산화수소용액을 넣고 치관입구의 변연누출을 방지하기 위하여 inlay wax(G-C Co., Japan)로 밀봉한 다음 3개의 실험군과 각실험군에 따른 대조군으로 나누었으며, 각 치아는 autoclave(Pelton & Crane Co., U.S.A.)에 넣어 멸균시켰다.

(1) 실험군

1군 : 근관충전후 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전재를 제거하고 치수강에 30% 과산화수소용액 20 μ l씩 넣고 inlay wax로 밀봉한 군.

2군 : 근관충전후 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전재를 제거하고 산화아연유지늘 시멘트를 백악-법랑경계까지 채운 다음 치수강에 30% 과산화수소용액을 20 μ l씩 넣고 inlay wax로 밀봉한 군.

3군 : 근관충전후 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전재를 제거하고 Copalite로 백악-법랑경계까지 바른 다음 치수강에 30% 과산화수소용액을 20 μ l씩 넣고 inlay wax로 밀봉한 군.

(2) 실험군에 따른 대조군

1군 : 실험 1군과 동일한 조건에서 30% 과산화수소용액을 넣지 않은 군

2군 : 실험 2군과 동일한 조건에서 30% 과산화수소용액을 넣지 않은 군

3군 : 실험 3군과 동일한 조건에서 30% 과산화수소용액을 넣지 않은 군

(2) 세포배양

본 실험에서 사용한 L-strain cell²³⁾은 mouse의 fibroblasts로써 tissue culture flask(25cm², Nunclon)

에 stock culture하였다. 배양액으로는 MEM(Gibco)에 10% fetal bovine serum(FBS, Gibco)과 penicillin G : 25unit/ml, streptomycine 25 μ g/ml 및 Fungizone 0.25 μ g/ml를 넣어 사용하였다.

배양은 온도 37°C, 습도 95%, 탄산가스농도 5%의 CO₂ incubator(Shel-Lab, U.S.A.)를 사용하였으며, 배양액 교환은 4일마다 한번씩 하였다. 실험을 위하여 stock culture한 flask의 세포를 0.25% trypsin으로 처리하여 세포를 부유시키고 세포수를 산정하기 위하여 0.2% trypan blue로 염색한 후 혈구계산기를 이용하여 세포수를 계산하였고 세포수가 2×10⁴cells/ml가 되도록 분주하여 48시간 배양한 후 시험치아를 넣어 CO₂ incubator에서 1시간, 3시간, 5시간, 7시간 배양하였다. 시험치아 제작에 사용된 재료들의 세포독성도를 알아보기 위하여 inlay wax와 밀봉직후 생리식염수에 보관된 치아를 멸균하여 실험에 사용하였다.

(3) 세포수 산정

실험시작 후 1시간, 3시간, 5시간 및 7시간째에 세포수를 산정하기 위하여 각 well의 배양액을 버리고 시험편을 제거하였다. 0.25% trypsin으로 세포를 박리 부유시키고 0.2% trypan blue로 염색한 후 혈구계산기를 이용하여 살아있는 세포수와 죽은 세포수를 100배의 inverted microscope(Olympus, Japan)에서 산정하였다. 자료는 전산처리하여 평균치 및 표준편차를 구하고 평균치의 동일 실험시기의 대조군에 대한 상대세포증식율을 산정하고, 세포 생존능력도 산정하였다.

(4) 세포의 형태관찰

시험편에 대한 세포증식율과 세포생존능력을 형태학적으로 관찰하기 위하여 1시간, 3시간, 5시간 및 7시간째에 multidish를 inverted microscope상에 장치하고 각 well에서 시험편과 함께 증식되고 있는 세포를 관찰하고 사진 촬영하였다.

III. 실험성적

변색된 치아의 표백제인 30% 과산화수소 용액이 배양중인 섬유모세포에 미치는 세포성장을과 생존능력 및 산화아연유지늘 시멘트와 Copalite의 상아

세관 폐쇄능을 조사하기 위하여 2×10^4 cell/well수의 세포를 multidish에 넣고 48시간 배양한 후 실험군과 대조군의 치아를 동시에 각 well에 넣은 후 1시간, 3시간, 5시간 및 7시간째에 세포수를 산정하여 세포증식과 세포생존율 및 세포의 형태를 관찰하였다.

(1) 대조군

대조군에서의 세포수는 분주 후 2시간이 지나면 대부분 dish의 바닥에 부착되어 세포의 형태는 원형에서 섬유모세포의 고유한 형태로 변하였다. 배양 48시간째에는 세포수가 3.2배로 증가하여 well 바닥에 monolayer cell sheet를 이루었다. 한편 세

포수는 실험 개시시에 $6.5 - 10^4$ cell/well에서 1시간 째에는 $7.8 - 10^4$ cell/well, 3시간째는 $8.1 - 10^4$ cell/well, 5시간째는 $8.5 - 10^4$ cell/well, 7시간째는 10.2×10^4 cell/well로 증가하였다(표 1, 2). 세포생존율은 실험 개시후 7시간까지 98% 생존율을 나타냈으며(표 3), 세포의 형태는 시간이 경과함에 따라 세포체에서부터 뻗어나간 잘 발달된 돌기를 다수 관찰할 수 있었다(사진 1).

(2) 실험군

실험 1시간째 : 실험후 1시간째에 실험 1군에서 많은 세포수의 감소를 현미경하에서 관찰할 수 있었으며 세포수를 산정한 결과 실험 1군에서 증

Table 1 Effects 30% H₂O₂ within pulp cavity upon cell multiplication($\times 10^4$ cell/ml).

Group	Stat	After 48hours	Experimental hour			
			1hr	3hr	5hr	7hr
Control	2.0	$6.5 \pm 1.4^*$	7.8 ± 0.4	8.1 ± 0.5	8.5 ± 0.5	10.2 ± 0.5
Wax only	2.0	6.6 ± 2.4	7.5 ± 1.2	7.65 ± 2.1	8.08 ± 2.3	8.18 ± 2.2
Tooth only	2.0	6.5 ± 0.4	7.6 ± 1.2	7.5 ± 2.9	7.88 ± 0.6	8.75 ± 1.7
Exp. 1.	2.0	6.4 ± 2.4	5.59 ± 1.4	5.08 ± 1.5	5.41 ± 2.0	4.41 ± 2.0
Exp. 2.	2.0	6.5 ± 2.4	5.96 ± 2.7	5.41 ± 2.1	5.83 ± 1.1	4.75 ± 1.7
Exp. 3.	2.0	6.5 ± 2.4	5.81 ± 1.6	5.58 ± 2.4	5.41 ± 0.8	4.08 ± 1.6
Exp. 1. Control	2.0	6.5 ± 2.4	7.3 ± 1.3	7.55 ± 3.1	7.55 ± 1.8	8.37 ± 0.7
Exp. 2. Control	2.0	6.5 ± 2.4	7.6 ± 1.2	7.5 ± 2.5	7.8 ± 2.1	8.12 ± 0.4
Exp. 3. Control	2.0	6.5 ± 2.4	6.25 ± 1.2	7.0 ± 0.3	7.3 ± 1.1	8.37 ± 1.1
Mean \pm S.D.						

Table 2. Relative growth rate(R.G.R) as assessed by cell colony area.

Group	Experimental hour			
	1hr	3hr	5hr	7hr
Wax only	90	94	95	81
Tooth only	94	93	92	85
Exp. 1.	71	63	64	43
Exp. 2.	76	67	69	47
Exp. 3.	75	69	64	40
Exp. 1. Control	93	93	88	81
Exp. 2. Control	92	93	92	80
Exp. 3. Control	80	86	86	81

$$R.G.R = \frac{\text{Mean number of living cell in the respective specimen}}{\text{Mean number of living cell in normal control}}$$

Table 3. Viable cell(%) in well treat with 30% H₂O₂ within pulp cavity.

Group	Experimental hour			
	1hr	3hr	5hr	7hr
Control	99	99	99	98
Wax only	92	81	85	82
Tooth only	95	88	89	83
Exp. 1.	65	34	27	26
Exp. 2.	79	44	38	39
Exp. 3.	70	38	23	22
Exp. 1. Control	81	73	73	73
Exp. 2. Control	83	78	78	77
Exp. 3. Control	74	74	71	70

$$\text{Viable cell(%)} = \frac{\text{number of viable cells}}{\text{number of viable cells} + \text{number of dead cells}} \times 100\%$$

식율이 71%로 감소하였으며, 실험 2군에서는 76%로, 실험 3군에서는 75%로 감소하여 실험 1군에서 가장 많은 감소율을 나타냈다(표 2). 세포생존율에서도 실험 1군 65%, 실험 2군 79% 및 실험 3군 70%로 실험 1군의 세포생존율이 가장 낮았다(표 3). 실험군에 따른 대조군에서도 세포증식율은 대조군에 비하여 감소하였으며, wax와 치아만을 넣은 경우에도 대조군에 비하여 세포증식율이 감소하였다(표 2). 세포생존율은 대조군에 비하여 실험 대조군이 현저히 감소하였다(표 3). 세포의 형태는 실험 1시간째에 실험 1, 2, 3군에서 모두 치아의 치경부 주위의 세포수가 감소하고 세포의 형태는 방추형 및 성상형에서 원형으로 변하기 시작하였다.

실험 3시간째 : 실험 3시간째에는 세포증식율이 현저히 감소하였으며(표 1, 2), 세포 생존율은 실험 1, 2, 3군 모두 50% 이하로 낮아졌다. 실험군간에는 실험 1군이 가장 낮은 34%였으며, 실험 2군은 44%, 실험 3군은 38%이었다(표 3). 실험 대조군의 증식율과 세포생존율은 1시간째와 유사하였다. 세포의 형태는 실험 1군에서 가장 많은 세포수의 감소를 관찰할 수 있었고, 치아의 치경부 주위에서는 세포를 관찰할 수 없었다(사진 2). 실험 2군에서는 세포수의 감소는 관찰할 수 있었으나 치경부 가까이에서 원형으로 변형된 세포를 다수 관찰할 수 있었으며(사진 3), 실험 3군에서는 실험 1군과 실험 2군의 중간정도의 변화를 관찰할 수 있었다

(사진 4). 실험대조군의 세포 형태는 1, 2, 3군에서 모두 세포수의 감소와 형태 변화를 현미경으로 관찰할 수 없었다(사진 5, 6, 7).

실험 5시간째 : 세포증식율은 3일째와 유사하였다(표 2). 세포생존율은 실험 1군에서 27%, 실험 2군에서 38%, 실험 3군에서 23%로 실험 3일째보다 감소하였으며, 실험 3군이 실험 1군보다 세포생존율이 낮았다(표 3). 세포 형태의 변화는 3일째보다 심하게 나타났다(사진 8).

실험 7시간째 : 세포증식율은 실험 1, 2, 3군에서 공히 50% 이하로 감소하였으며, 세포생존율은 5시간째보다 더욱 낮아졌다. 세포는 치아에서 먼부분까지 거의 없었으며(사진 9), 세포 형태는 세포체의 모양이 작아지는 경향이었다.

IV. 총괄 및 고안

변색된 치아의 표백제로 사용되고 있는 30% 과산화수소 용액이 치경부의 상아세관을 통하여 누출되므로 치경부의 외흡수와 치주조직에 염증을 일으키고 시험관 내에서는 산도변화를 일으킨다는 많은 증례 보고가 있다^{7,9,11,17~19)}. 30% 과산화수소 용액외에도 발거한 치아의 치수실에 염료를 넣어 두면 상아세관을 통하여 치아주위로 확산된다고 보고하였으며²⁵⁾, 방사선 동위원소인 Parachlorophenol도 치수실에서 상아세관을 통하여 백악-법랑 경계부로 침투된다고 보고하였다¹⁶⁾. Fuss 등(1989)

²⁰⁾은 치수강에 표백제를 넣어 paraffin으로 봉합하여 종류수에 넣은 후 1시간째에 산도가 7.9±1.2까지 상승한다고 보고하였다.

이와같이 치경부의 상아세판을 통하여 치수강내의 물질들이 누출되는 것을 알 수 있다. 본 실험에서도 근관 충전후 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전재를 제거하고 치수강내에 30% 과산화수소 용액만을 넣고 inlay wax로 밀봉한 실험 1군에서 실험 시작후 1시간째에 세포증식율이 71%로 감소하고, 세포생존율도 65%로 낮아졌으며, 세포의 형태가 방추형에서 원형으로 퇴행성 변화를 일으킨 이유는 치수강내의 30% 과산화수소 용액이 치경부의 상아세판을 통하여 누출된 결과로 생각된다. 한편, 근관 충전후 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전재를 제거하고 산화아연유지늘 시멘트를 백악-법랑경계까지 채운 다음 치수강에 과산화수소용액을 넣고 inlay wax로 밀봉한 실험 2군에서 실험 1군보다 세포증식율과 세포생존율이 높은 결과는 치경부에 존재하는 상아세판을 이장제로 폐쇄하였기 때문으로 사료되며, 근관충전부 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전제를 제거하고 Copalite를 백악-법랑경계까지 도포한 후 치수강에 30% 과산화수소 용액을 넣고 inlay wax로 밀봉한 3군에서는 실험개시후 1시간째와 3시간째에는 세포의 증식율과 세포의 생존율이 실험 1군보다 높았으나 실험 5시간째와 7시간째에는 세포의 증식율과 세포성장율이 실험 1군보다 오히려 낮은 이유는 Copalite의 상아세판 폐쇄능에 문제가 있다고 사료된다. 불완전하게 근관 충전된 치아를 표백한 경우 치근단 조직에 염증이 일어난다는 Snyder²¹⁾의 보고와 치경부의 치주조직내로 표백제의 침투를 방지하기 위해서는 gutta-percha 상방에 이장제를 위치시켜야 한다는 Lado(1983) 등¹²⁾과 Webber(1983)²²⁾의 보고를 종합하여 볼 때, 본 실험에서 사용한 산화유지늘 시멘트는 상아세판을 완전하게 폐쇄하지는 못하지만 그 효과를 인정할 수 있으며, Copalite는 30% 과산화수소 용액에 의하여 상아세판을 폐쇄할 수 있는 능력을 상실하는 것으로 생각된다. 변색된 무수치의 치관내 표백시에는 최대의 표백효과를 얻으면서 동시에 치경부의 상아세판을 보다 효과적으로 폐쇄할 수 있는 재료와 방법이 계속적으로 연구되어야 할 것이다.

V. 결 론

변색된 무수치의 치관내 표백시 치경부의 상아세판을 통한 표백제가 배양 섬유모세포에 미치는 영향을 알아보기 위하여 단근치를 통법에 따라 #40 K-file가지 근관을 확대하고 충전한 후 실험군 3개군과 실험에 따른 대조군 3개군으로 분류하였다. 실험 1군은 백악-법랑경계 2mm 하방까지 충전제를 제거하고 30% 과산화수소 용액을 넣은 군이며, 2군은 백악-법랑경계까지 산화아연유지늘 시멘트를 위치시킨 후 30% 과산화수소 용액을 넣은 군이다. 3군은 백악-법랑경계까지 Copalite를 도포한 후 30% 과산화수소 용액을 넣은 군이며, 대조군은 각 실험군과 동일한 조건하에서 30% 과산화수소 용액을 넣지 않은 군으로 하였다. 이와같은 실험군과 실험군에 따른 대조군의 치아를 섬유모세포로 48시간 배양한 multidish의 각 well에 하나씩 넣고 경시적으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험 1시간째에 세포증식율과 세포생존율이 감소하였으며, 세포형태는 성상에서 원형으로 변하였다.
 2. 3시간째에 세포생존율은 실험 1군에서 34%, 실험 2군에서 44%, 실험 3군에서 38%로 3군 모두 50% 이하로 낮아졌다.
 3. 7시간째에 세포증식은 실험 1군에서 43%, 실험 2군에서 47%, 실험 3군에서 40%로 3군 모두 50% 이하로 감소하였다.
 4. 3시간째의 세포수 감소와 세포 형태의 변화는 실험 1군에서 가장 높았으며, 실험 2군에서 가장 낮았다.
- 이상에서 30% 과산화수소 용액은 상아세판을 통해 누출되므로써 세포에 심한 손상을 주며, 실험 2군에서 사용된 산화아연유지늘 시멘트는 Copalite보다 좋은 폐쇄능이 있음을 알 수 있었다.

REFERENCES

1. Walton, R : Bleaching discolored teeth : internal and external. principles and Practice of endodontics. Philadelphia, WB Saunders, 385-97, 1989.
2. Grossman, L. I. : Endodontics. 11th ed., Philadel-

- phia, Lea & Febiger, 271-7, 1988.
3. Pearson, H. : Bleaching of the discolored pulpless tooth. *J Am Dent Assoc*, 86 : 64, 1958.
 4. Spasser, H.F. : A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent*, 27 : 322-4, 1989.
 5. Nutting, E. B. and Poe, G.S. : A new combination for bleaching teeth. *Dent Clin North Am*, 11 : 655-62, 1970.
 6. Neil, L. L. : Postbleaching cervical resorption. *J Endodon*, 12 : 262-4, 1986.
 7. Sandra, M. and Walton, R. : Cervical root restoration following bleaching of endodontically treated teeth. *J Endodon*, 16 : 570-4, 1990.
 8. Montgomery, S. : External cervical resorption after bleaching a pulpless tooth. *Oral Surg*, 57 : 203-6, 1984.
 9. Harrington, G. W. and Natkin, E. : External resorption associated with bleaching of pulpless teeth. *J Endodon*, 5 : 344-8, 1979.
 10. Goon, W. Y., Cohen, S. and Borer, F. : External cervical root resorption following bleaching. *J Endodon*, 12 : 23-6, 1988.
 11. Friedman, S., Rotstein, I., Libfeld, H., Staholz, A. and Heling, I. : Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Endodon Dent Traumatol*, 4 : 23+26, 1988.
 12. Lado, E. A., Stanley, H. R. and Wesiman, M. J. : Cervical resorption in bleached teeth. *Oral Surg*, 55 : 78-80, 1983.
 13. Seale, N. S., McIntosh, J. E. and Taylor, A. N. : Pulpal reaction to bleaching of teeth in dogs. *J Dent Res*, 60 : 984-93, 1981.
 14. Atkison, H. F. : An investigation into the permeability human enamel using osmotic methods. *Br Dent J*, 83 : 205-14, 1947.
 15. Wainwright, W. W. and Lemoine, F. A. : Rapid diffuse penetration fo intact enamel and dentin by carbon¹⁴-labeled urea. *J Am Dent Assoc*, 41 : 135-45, 1950.
 16. Avny, W. Y., Heiman, G. R., Madonia, J. V., Wood, N. K. and Smulson, M. H. : Autoradiographic studies of the intracanal diffusion of aqueous and camphorated parachlorophenol in endodontics. *Oral Surg*, 36 : 80-9, 1979.
 17. Brasker, S. N. : Orban's histology and embryology. 8th ed., St. Louis, CV Mosby, 195, 1976.
 18. McCormick, J. E., Weine, F. S. and Maggio, J. D. : Tissue pH of developing petriapical lesions in dogs. *j Endodon*, 9 : 477-51, 1983.
 19. Tronstad, L., Andreason, J. O., Hasselgren, G., Kristerson, L. and Rus, I. : pH changes in dental tissue after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endodon*, 7 : 17-21, 1981.
 20. Kehoe, J. C. : pH reversal following in vitro bleaching of pulpless teeth. *J Endodon*, 13 : 6-9, 1987.
 21. 김현규, 최기운 : 무수치의 치관내 표백시 치경부의 상아세판을 통한 표백제의 누출에 관한 실험적 연구, 원광대학교 대학원 석사학위논문, 1990.
 22. Webber, R. T. : Traumatic injuries and the expanded endodontic role of calcium hydroxide. Cited from : Gerstein, H.(ed.) *Techniques in clinical endodontics*. Philadelphia, WB Saunders, 210-1, 1983.
 23. Gimlin, D. R. and Schindler, W.G. : The management of postbleaching cervical resorption. *J Endodon*, 6 : 292-7, 1990.
 24. Earle, W. R. : Production of malignancy in vitro. IV. The mouse fibroblast cultures and changes seen in the living cells. *J Nat Cancer Inst*, 4 : 1165-212, 1943. Anderson, D. J. and Ronning, G. A. : Autoradiographic studies of the intracanal diffusion of aqueous and comphorated parachlorophenol in endodontics. *Oral Surg*, 36 : 80-9, 1973.
 25. Fuss, Z., Szajkis, S. and Tagger, M. : Tubular permeability to calcium hydroxide and to bleaching agents. *J Endodon*, 15 : 362-4, 1989.
 26. Snyder, D. E. : Endodontic failure following bleaching. *Gen Dent*, 11 : 54, 1977.

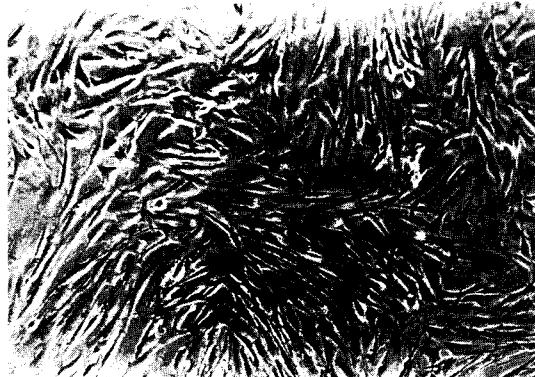


Fig. 1. Control group at 2 days after cultivation. The fibroblast cells have normally their stretched cytoplasmic processes. The cells were observed densit of cells. x100.



Fig. 2. Experimental 1 group at 3 hours after experiment. The number of cells were decreased and were not observed fibroblast cells around the dentinal tubules of tooth. The cells showed clump of round cells. T : tooth. x100.



Fig. 3. Experimental 2 group at 3 hours after experiment. The number of cells were not decreased, but the cells showed moderate morphological changes. T : tooth. x100.



Fig. 4. Experimental 3 group at 3 hours after experiment. The decrease of cell number and morphological change of cell shape showed moderately between Experimental 1 group and Experimental 2 group. T : tooth. x100.

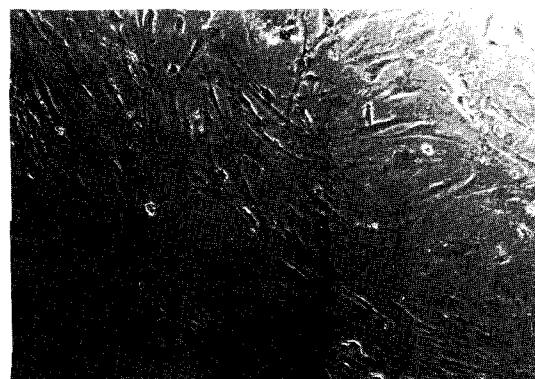


Fig. 5. Control group for Experimental 1 group at 3 hours after experiment. The cells showed moderate compact and have their developed process. T : tooth. x100.

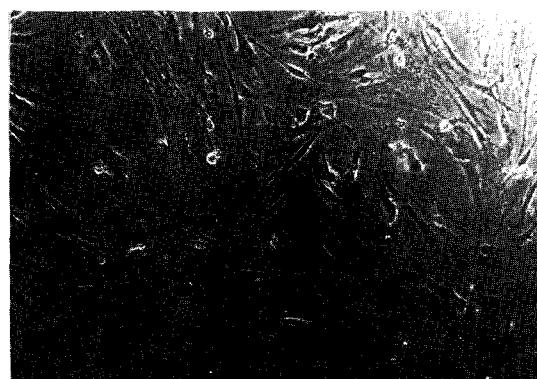


Fig. 6. Control group for Experimental 2 group at 3 hours after experiment. The finding showed the same as Fig. 5. T : tooth. x100.

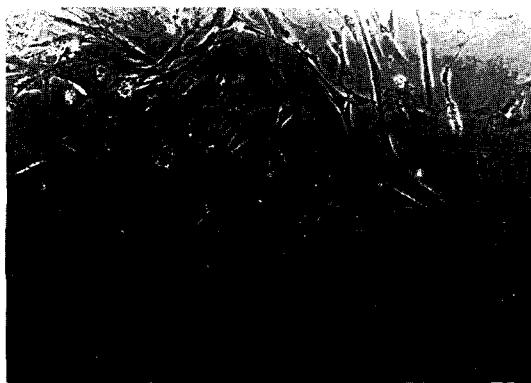


Fig. 7. Control group for experimental 3 group at 3 hours after experiment. The finding showed the same as Fig. 5. T : tooth. x100

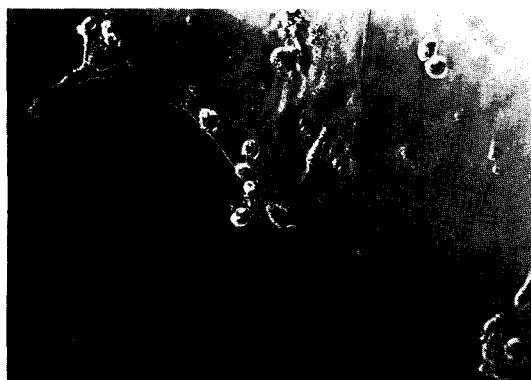


Fig. 8. Experimental 1 group at 5 hours after experiment. The decrease of cell number and morphological change of cell shape were severer than Experimental 1 group at 3 hours. Most of cells showed cytoplasmic shrinkage around the dentinal tubules of T : tooth. x100.

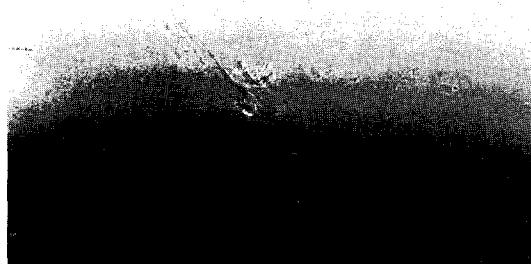


Fig. 9. Experimental 1 group at 7 hours after experiment. The cells showed remarkable degeneration far from the dentinal tubules of tooth. T : tooth. x100.