

근관 충전된 치아에서의 혐기성세균을 이용한 치관부 미세누출측정에 관한 연구

김진우

강릉대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

AN *in vitro* STUDY OF THE CORONAL LEAKAGE OF TWO ROOT CANAL FILLING TECHNIQUE USING ANAEROBIC BACTERIAL LEAKAGE MODEL

Jin-Woo, Kim, D.D.S., M.S.D.

Department of Conservative dentistry, College of Dentistry, Kangnung National University

The aim of this *in vitro* study was to investigate the coronal leakage of obligate anaerobes into root canals obturated with two different techniques.

48 extracted human teeth with straight, single root canals were prepared with crown-down technique with Profile under copious irrigation until the master apical file was size 40. The teeth were divided randomly into experimental groups (40 teeth) and control groups (8 teeth). In the experimental groups, 20 teeth were obturated with lateral condensation and other 20 teeth were obturated with continuous wave technique with System B. Coronal leakage of two root canal filing technique was evaluated using anaerobic bacterial leakage model with *Fusobacterium nucleatum*(ATCC 25586) for 60 days

The results were as follows

1. The incidence of bacterial leakage of experimental groups was 65 % in group 1 (lateral condensation) and 60% in group 2 (continuous wave technique with System B). This difference was not statistically significant ($P>0/05$).
2. There was no statistically significant difference($P>0/05$) in leakage score between group 1 (lateral condensation) and group2 (continuous wave technique with System B).

Key Words : Coronal leakage, Lateral condensation, Continuous wave technique, Anaerobe

I. 서 론

근관치료는 근관와동형성, 근관형성 및 근관충전 단계로 나누며, 근관치료의 성공여부는 복잡하고 불규칙한 근관계에 대한 근관형성과 근관충전을 얼마나 완벽하게 시행하는가에 좌우된다고 할 수 있다¹⁾. 그러나 아무리 근관형성과정을 완벽히 하였다 하더라도 최종과정인 근관충전 과정을 완벽히 하지 못한다면 근관의부로부터의 자극원이 근관계를 통하여 치근단부로 침투하여 점차 치근단 병소가 발생하거

나 재발할 가능성이 높다. 완전한 근관의 밀폐는 치주조직의 생물학적 파괴를 일으키는 자극원의 침윤과 축적을 방지하는데 필수적이다. Dow와 Ingle은 근관치료 실패의 약 60%가 불완전한 근관폐쇄 때문이라고 하였다²⁾.

현재 가장 널리 사용되고 있는 근관충전재는 gutta-percha이며, 이 gutta-percha를 사용하는 여러 가지 근관충전법 중 측방가압법이 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 이는 gutta-percha cone를 균질한 한 덩어리로 만들지 못하고, gutta-percha가 근관벽에 sealer에 의해서만 접착해야하

본 논문은 1998학년도 강릉대학교 신진교수연구비 지원에 의해 이루어졌음.

는 문제점이 있다⁹⁾. 이러한 측방가압법의 단점을 보완 하고자 1967년 Schilder에 의해 수직가압법이 소개 되었고, 최근 전기적으로 원하는 온도를 자동 유지시켜주는 장치인 System B heat source와 여기에 부착해 사용하는 수직 가압용 plugger인 Buchanan plugger가 개발되어, 이 기구들을 이용해 근관 충전하는 continuous wave법⁴⁾이 소개되었으나 아직 이에 대한 연구결과는 미비한 실정이다.

최근에는 근관치료의 성공을 위해서는 치근단 부위의 폐쇄 능력뿐만 아니라 치관부의 폐쇄능력도 중요하다고 보고되고 있다¹¹⁾. 임시 또는 영구 수복물이 파절, 탈락된 경우, 치질의 파절, 이차 우식으로 근관충전재가 노출된 경우, 또는 영구수복물의 장착이 지연된 경우 등 여러 가지 이유로 인해 폐쇄된 근관이 재감염 되면 세균과 그 대사산물이 치근단조직으로 유입 되 근관치료의 실패로 이어지게 된다¹²⁾. 근관충전재의 근관 밀폐효능은 근관치료 성공의 관건으로서 근관충전재의 효과를 평가하는 수많은 실험 방법이 이용되어 왔다. 그 방법은 항상 in vitro에서 추적자(tracer)가 충전된 근관을 따라 침투되는 것을 평가하는 누출실험이 대부분이며¹³⁾, 최근 수 십 년간 누출실험연구가 폭발적인 증가 추세에 있으나, 유사한 실험 방법을 사용하는 경우에도 그 결과는 매우 다양하게 나타나고 있다¹⁴⁾. 따라서 보다 효과적인 근관충전방법과 근관충전재의 미세누출 실험방법론에 대한 더욱 많은 연구가 필요한 실정이다.

치근단 질환에서 미생물의 역할은 점차 중요시되고 있으며, 미생물 혹은 그 대사산물의 누출이 치근단 병소의 주원인으로 믿어지고 있다¹⁵⁻⁸⁾. 근관 치료의 누출실험에서 미생물의 침투를 살피는 것이 색소나 동위원소를 추적자로 사용하는 것보다 임상에 근접한 방법이 될 수 있으며¹⁹⁾, 최근 배 등²⁰⁾은 감염 근관 내에서 많이 발견되는 혐기성 세균을 추적자로 사용하여 미세누출을 측정할 수 있는 모델을 개발 발표하였다.

본 연구에서는 현재 가장 널리 권장, 사용되고 있는 근관 충전법인 측방가압법과 최근의 방법인 Continuous wave법의 근관폐쇄효과를 혐기성세균을 이용한 미세누출 법으로 측정, 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근 발거된 치아 중 치근단이 완성되고 방사선 촬영 시 정상적인 근관 형태를 가진 48개의 단근치를 대상으로 하여 20개의 치아를 한 군으로 하여 두 군으로 나누고, 8개의 치아는 대조군으로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 근관 형성

준비된 치아를 통법에 따라 치수강 개방을 하고, 개방된 근관을 통하여 # 10 k-file(MANI, Nakaakutsu, Japan)로 해부학적 치근단공보다 0.5mm 짧게 근관 작업장을 정하였다. 모든 근관은 04 및 06 taper Profile(Dentsply, Maillefer, Swiss)로 근관형성을 시행하였으며, 이때 master apical file은 #40 file로 정하였으며, 근관 세척은 2.5% 차아염소산 나트륨을 사용하여 시행하였다. 치질 잔사에 의해 치근단공이 막히는 것을 방지하기 위해, 매 근관 형성 때마다 #10 file을 patency file로 하여 치근단공을 개방시켰다.

2) 실험군의 분류

실험치아의 근관형성을 완료한 다음 paper point로 근관을 건조시켰으며 2개의 실험군에 각각 20개씩, 양성 대조군과 음성 대조군에 각각 8개씩의 치아를 무작위로 배정하였다.

각 근관충전법에 따른 실험군 분류는 다음과 같다.

-1 군 : 측방가압법으로 근관충전한 군

-2 군 : system B를 이용한 continuous wave법으로 근관충전한 군

-음성대조군 : 근관충전하지 않고 nail polish로 근단공까지 폐쇄

-양성대조군 : 근관충전하지 않음.

3) 근관충전

- 1 군 : 측방가압법으로 근관충전을 한 군으로, #40 gutta percha cone (.04 taper, Diadent, Korea)을 master cone으로 작업장 길이까지 도달시켜 tugback을 확인하였다. #40 file로 sealer를 근관 내에 도포한 다음, master cone에 sealer를 묻혀서 근관 내에 삽입하였다. NiTi root canal spreader (Brasseler, U.S.A.)와 다수의 accessory gutta percha cone을 사용하여 root canal spreader가 근관입구 3 - 4mm 이상 들어가지 않을 때까지 충전한 다음 잉여 충전물은 가열된 기구로 잘라내었다.

- 2 군 : system B를 이용한 continuous wave법으로 근관충전을 한 군으로, sealer를 묻힌 #40 gutta percha cone (.04 taper, Diadent, Korea)을 근관 내에 삽입한 다음, fine, fine-medium, large의 네 가지 Buchanan plugger중 치근단공에서 5 - 7mm 떨어진 곳까지 도달되는 것을 선택하여 200℃로 조절한 system B의 스위치를 눌러 가열시키면서 근관 내에 적용시켜 plugger가 근관벽에 밀착되기 직전까지 진행시키고 스위치를 놓은 상태에서 5 - 10 초 동안 유지시켰다. 250℃로 1 - 2초 동안 열을 가한 후 plugger를 근관에서 제거하고, 나머지 충전되지 않은

부분은 Obtura II (Obtura co., U.S.A.)를 이용하여 근관 충전을 완료하였다.

모든 실험치아는 표준화를 위해 근관내의 충전물의 길이가 10mm가 되게 조절하였고, 충전 완료 후 방사선 사진으로 근관충전의 이상유무를 확인하고 sealer의 경화를 위해 실온에서 2일 동안 보관하였다.

2 혐기성 세균을 이용한 미세누출 측정모델 제작

5ml irrigation syringe와 20ml scintillation vial을 사용하여 Fig. 1과 같이 혐기성 세균을 이용한 미세누출 측정 모델을 제작하였다. syringe는 20ml scintillation vial의 마개에 구멍을 뚫어 삽입한 다음 cyanoacrylate cement로 고정시켰다. 치아는 syringe의 tip 부위에 cyanoacrylate cement와 sticky wax로 고정시킨 다음 연결부위에 nail varnish를 두 번 도포하였다. 치아의 치근단공을 제외한 부위에 nail varnish를 두 번 도포하였다. 전체 실험모델을 E.O gas로 소독하였다. 배양액으로는 Brain Heart Infusion Broth with Yeast extract(5g/L), Hemin(5 mg/L) and Menadione(10mg/L)의 배양액(BBL/VWR, Seattle, WA, U.S.A.)을 사용하였고, pH 변화에 따른 chromogenic indicator인 Bromcresol purple(Sigma) 20mg/L을 첨가하였다(bpBHI). Vial을 혐기성 세균 배양

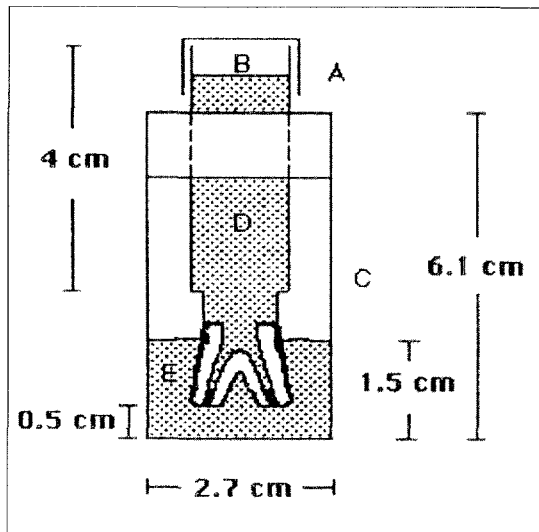


Fig. 1. Anaerobic microbial leakage model

- A. Cap of Monoject 1cc tuberculin syringe rigid package (Sherwood medical company, St Lous,MO,63103 U.S.A.)
- B Monoject 6cc syringes with plastic luer lock tip (Sherwood medical company, St.Lous,MO,63103 U.S.A.)
- C Disposable 20ml glass scintillation vials with screw cap (Wheaton , Millville,NJ,U.S.A.)
- D Upper chamber with broth
- E. Lower chamber with broth

기에 위치시킨 다음 2 일 동안 산소를 제거하였다 상저수실 (upper chamber)에는 혐기성 세균인 *Fusobacterium nucleatum*(ATCC 25586)이 배양된 100 μ g의 배양액과 멸균된 배양액 3ml를 주입하고 2 주마다 3ml의 새 배양액을 보충하였다. 하저수실(lower chamber)인 20ml scintillation vial에는 5ml의 배양액을 넣었다. 혐기성 세균 배양기에서 37 $^{\circ}$ C로 배양하고, 근관벽과 근관 충전물 사이의 미세누출로 인해 세균이나 세균 대사산물이 하실(lower chamber)의 배양액에 유입되어 배양액의 색 변화(보라색에서 노란색) 및 혼탁 되는 시간을 기록한 다음, 그람 염색을 통해 *F. nucleatum*의 존재를 확인하였으며, 각 군의 미세누출 성적 판단 기준은 Table 1과 같다.

3. 실험성적

모든 양성 대조군 치아에서는 2일 이내에 미세누출이 일어났고, 음성 대조군에서는 실험기간동안 미세누출이 일어나지 않았다. 양성 대조군의 하실의 배양액에서 그람염색을 통해 *F. nucleatum*의 존재를 확인하였다

각 군의 실험성적은 Table 2와 같다.

실험기간동안 미세누출을 보인 치아 수는 측방가압법으로 근관충전을 한 1군에서 13개(65%)이며, system B를 이용한 continuous wave법으로 근관충전을 한 2군에서 12개(60%)였고, Mann-Whitney test로 검정한 결과 두 실험군 사이의 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었다 (P 0.05).

Table 1. Criteria for coronal leakage scores

Degree of leakage	Time(days) for leakage to occur
0	no leakage at 60 days
1	37-60
2	25-36
3	13-24
4	1-12

Table 2. leakage scores for experimental groups

Group	Leakage scores					Percentage of specimens showing leakage
	0	1	2	3	4	
lateral condensation (n=20)	7	1	2	3	7	65
Continuous wave tech. with System B (n=20)	8	2	3	2	5	60

IV. 총괄 및 고안

근관충전의 목적은 근침에서 치관부까지의 전 근관세를 불활성 재료로서 밀폐하여 치근단 및 치근 주위 조직과의 통로를 차단시킴으로서 근관의 재감염을 방지하는데 있다²¹⁾. 근관충전 후 미세누출을 측정하는 방법으로는 색소 침투법^{22,23)}, 방사선 동위원소 침투법²⁴⁾, 미생물 침투법²⁵⁾, 전기화학법²⁶⁾, 주사현미경법²⁷⁾ 등 다수의 방법이 사용되고 있으며, 본 실험에서는 미세누출을 측정하기 위해 혐기성 세균인 *F. nucleatum*을 추적자로 사용한 미생물 침투법을 사용하였다

미세누출을 측정을 비교적 간편히 할 수 있는, 색소침투법이 근관충전의 폐쇄효과에 관한 연구에서 흔히 사용되고 있으나, 객관적인 정량적 평가라기보다는 정성적인 평가이고, 주관적인 면이 강하게 작용하는 단점이 있다. Siqueira²⁸⁾는 색소침투법은 색소가 분자량이 작기 때문에 미생물이 침투할 수 없는 좁은 공간에도 침투할 수 있으므로, 결과가 과장되어 나타난다고 하였고, Magura²⁹⁾는 근관치료한 치아에서 치관부 쪽에서 근침부로의 미세누출을 측정하기 위해, 치수실에 타액을 주입하고, 타액의 세균이 침투되는 정도를 측정할 실험에서, 추적자로 타액을 사용한 타액의 누출속도가 색소보다 느리다고 보고하였다.

이번 실험에 사용한 모델은 이실법(two chamber method)으로서 각 대상에 대해 한 기간동안의 평가가 가능한, 즉, 시간적으로 단층적인 평가만 가능한 일실법(one chamber method)과는 달리 여러 시기에 평가가 가능하다는 장점을 가지고 있으며, 치아를 추적자 용액이 담긴 상저수실(upper reservoir chamber)과 검침액(detecting solution)이 담긴 하실 사이에 위치시켜, 추적자가 치아를 지나 하실에 도달할 시기나 양을 측정하며, 추적자로 세균을 사용한 경우 세균이 하실에 도달해 성장함에 따라 하실의 배양액의 탁도(turbidity)를 관찰하거나, 세균 또는 세균 대사산물이 하실에 도달해 검침액의 산도가 높아짐에 따라 검침액의 색 변화를 관찰하게 된다¹⁹⁾.

추적자로 사용한 *F. nucleatum*은 인간의 구강 상주균 중의 하나이며, 다른 세균과 함께 감염질환에서 자주 발견되는 혐기성 세균으로, Wayman³⁰⁾등의 연구에 의하면 구강과 교통되지 않은 29개의 치근단질환에서 가장 많이 분리되는 세균으로 보고되었으며, 배³¹⁾등에 의하면 배양액에서 2주 이상 생활력을 유지하고, 하실의 검침액에 도달하면 하루만에 혼탁도와 색 변화를 보여, 혐기성 세균을 이용한 누출실험에 적당한 균으로 추천되어 이번 실험에 사용하였다.

실험기간동안 미세누출을 보인 치아 수는 측방가압법으로 근관충전을 한 1군에서 13개(65%)이며, system B를 이용한 continuous wave법으로 근관충전을 한 2군에서 12개(60%)였고, Mann-Whitney test로 검정한 결과 두 실

험군 사이의 통계학적으로 유의할 만한 차이는 없었나($P > 0.05$)

Torabinejad³²⁾ 등은 근관충전 후 *Staphylococcus epidermidis*와 *Proteus vulgaris* 두 가지 세균으로 미세누출을 측정할 결과 *Staphylococcus epidermidis*에 노출시킨 후 30일 안에 88%의 치아에서 미세누출이 발생하였고, *Proteus vulgaris*에 노출시킨 후 66일 안에 85%의 치아에서 미세누출이 발생하였다고 보고하였다. Chaiertanitkul³³⁾ 등은 측방가압법으로 근관충전 시 sealer에 따른 근관폐쇄정도의 차이를 비교하기 위해 sealer로 AH26과 TubliSeal EWT를 사용하고, *Fusobacterium nucleatum*을 이용해 미세누출을 측정하였으며, 평균값은 AH26군에서 8.4주, TubliSeal군에서 8.2주이었으며, 12주안에 모든 실험 군에서 미세누출이 발생하였다고 보고하였다. Khayat³⁴⁾ 등은 발거한 치아를 측방가압법과 수직가압법 두 군으로 나누어 충전한 다음, 치관부의 미세누출을 타액을 이용해 측정할 결과, 두 군사이의 유의할 만한 차이는 없었으며, 모든 실험 군에서 30일 이내에 미세누출이 일어났다고 보고하였다

Chaiertanitkul³³⁾은 근관충전 후 레진 강화형 글래스 아이오노머 이장재인 Vitrebond를 도포 한 군과 도포하지 않은 군 사이의 치관부 미세누출을 Anaerobic streptococci와 *F. nucleatum*의 혼합 균주를 이용해 각각 15개의 치아를 대상으로, 60일간 측정할 결과 Vitrebond를 도포한 군에서는 미세누출이 일어난 치아가 없었으나, 도포하지 않은 군에서는 9개의 치아에서 미세누출이 발생하였다고 보고하고, 근관 충전한 치아의 수복 시 미세누출을 효과적으로 방지하기 위해 레진 강화형 글래스 아이오노머 이장재의 사용을 권장하였다

이번 실험은 기존의 실제 치근단 질환에 주로 존재하는 세균을 사용했고, 이실법을 사용해 장기간에 걸친 미세누출 측정을 할 수 있다는 장점이 있으나, 실제 구강내의 환경을 그대로 재현했다고는 보기 어렵다. 앞으로 이에 대한 더 많은 연구와 실험방법의 개발이 있어야 할 것으로 사료되며, 실험군 간의 미세누출 수치의 단순한 비교보다는 근관충전 방법에 상관없이 그람 음성 혐기성세균인 *F. nucleatum*과, 그 대사산물이 근관충전을 한 근관을 통해서 치근단 조직으로 침투해 들어갈 수 있으며, 이를 방지하기 위해서는 가급적 빨리 치관부 수복을 해야 한다는 사실을 확인했다는 것에 더 큰 의미를 둘 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 혐기성세균을 이용한 미세누출 측정모델을 통해 근관충전방법에 따른 치관부 미세누출의 차이를 비교, 연구하기 위함이다

근관충전방법에 따른 치관부 미세누출을 평가하기 위해

최근에 발거된 단근치 48개를 실험대상으로 하여, Profile 을 사용해 crown-down법으로 #40 까지 근관형성 한 다음, 근관충진법에 따라 두 군으로 분류하였다. 20개의 치아는 측방가압법으로, 20개의 치아는 System B를 이용한 Continuous wave법으로 충전하였고, 나머지 8개의 치아는 대조군으로 사용하였다. 혐기성세균 이용한 미세누출 측정모델을 이용해 60일간 치관부 미세누출을 측정하였고, 추적자로는 *Fusobacterium nucleatum* (ATCC 25586)을 사용하였다. 실험 결과를 Mann-Whitney test로 검정하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험기간동안 미세누출을 나타낸 경우는 1군(측방가압법)에서 65%, 2군(System B를 이용한 Continuous wave법)에서 60% 이었다.
2. 1군(측방가압법)과 2군(System B를 이용한 Continuous wave법)사이의 통계학적으로 유의할만한 미세누출의 차이는 없었다. ($P>0.05$)

참 고 문 헌

1. Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics, WB Saunders 1989; 224-7.
2. Dow PR, Ingle JI Isotope determination of root canal failure. Oral Surg 1955; 8 : 149-51.
3. Eguchi DS et al A comparison of the area of canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using procosol sealer. JOE 1985; 11:84-6.
4. Buchanan LS The continuous wave of condensation technique : A convergence of conceptual and procedural advances in obturation Dentistry Today 1994; Oct : 80-5
5. Swanson K, Madison S An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part 1. time periods JOE 1987; 13:56-9
6. Madison S et. al. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part 2. sealer type JOE 1987. 13 :109-12.
7. Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth Part 3. In vivo study JOE 1988; 14 455-8.
8. Khayat A. et. al. Human saliva penetration of coronally unsealed obturation root canals JOE 1993; 19:458-61.
9. Chailertvanitkul P. et. al. An in vitro study of the coronal leakage of two root canal sealers using an obligate anaerobe microbial marker IEJ 1996; 29:249-55.
10. Chailertvanitkul P. et al An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root-canal treated multirouted teeth IEJ 1997; 30:318-22.
11. Chailertvanitkul P. et al. Coronal leakage in teeth root-filled with gutta-percha and two different sealers after long-term storage Endodon. Dent Traumatol. 1997; 13: 82-7
12. Siqueira JF et. al. Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva JOE 1999. 25:14-6.
13. Al-Ajam ADK, McGregor AJ. Comparison of the sealing capabilities of Ketac-Silver and extra high cooper alloy amalgam when used as retrograde root canal filling. JOE 1993; 19:353-356.
14. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studiesreconsidered, Part 1 Methodology, application and relevance Int Endod J 1993; 26(1):37-43.
15. Torabinejad M. Mediators of acute and chronic periradicular lesions. Oral Surg 1994; 78(4):511-523
16. Baumgartner JC. Microbiologic and pathologic aspects of endodontics. Current Opinion in Dentistry 1991. 1(6) 737-743.
17. Miller AJR, et. al Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkey. Scand. J. Dent Res. 1981; 89:475-484.
18. Gomes et. al. Association of specific bacteria with some endodontic sign and symptoms. IEJ 1994; 27:291-98.
19. 배광식 근관충진의 미세누출과 혐기성세균. 대치협회지 1996. 34(12):847-50.
20. Bae KS, et al Development of an anaerobic bacterial leakage model. JOE 1998. 24:233-5.
21. Nguyen NT Obturation of the root canal system. In: Cohen S, Burns RC Pathways of the pulps 6th ed. St. Louis: CV Mosby, 1994: 219-71.
22. Beatty RG et. al. The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. JADA 1989; 119:633-7.
23. 유형준, 홍찬의 근관충진방법에 따른 치근단부 근관의 미세누출에 관한 연구. 대한치과보존학회지 1998; 23:213-22.
24. Director RC et. al. The short-term sealling of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron using C human serum albumin JOE 1982. 8:149-51.
25. Kersten HW, Moorer WR Particles and molecules in endodontic leakage IEJ 1989; 22:118-24
26. Jacobson, SM et. al. The investigation of microleakage in root canal therapy. Oral Surg 1976; 42:817.
27. Torabinejad M et. al. Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta percha JOE 1978; 4:245-50.
28. Magura ME et. al. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. JOE 1991; 17: 324-30.
29. Wayman BE et. al. A bacteriological and histological evaluation of 58 periapical lesions JOE 1992; 18:152-5
30. Torabinejad M, et. al. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth JOE 1990. 16:566-569.