

근관세척액의 항균효과에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과보존학 교실

임미경 · 이정식

목 차

- I. 서 론
- II. 재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

근관이 감염되면 근단부 조직에 병변을 유발하게 되므로 근관치료의 목적은 근관의 세균을 감소시키거나 제거하는 것이다¹⁾.

근관은 아주 복잡하고 불규칙한 형태를 갖고 있어서^{2,3)} 근관형성을 잘해도 근관내에는 치수조직 잔사와 미생물 및 상아질 삭편이 남게되고 기구가 도달하지 못하는 부분이 있다^{4,5)}. 따라서 근관내에 구석진 부위나 부근관 같이 기구가 도달할 수 없는 부위는 근관 세척액을 사용하여 잔사들을 세척하고 세균을 죽이거나 감소시켜야 한다. 이상적인 근관 세척액은 항균효과와 아울러 유기 및 무기조직에 용해효과가 있어야 하며 근침공을 넘어갔을 때 근단부 조직에 위해성이 적어야 한다⁶⁾.

NaOCl은 근관세척액으로 널리 사용되어져 왔으며 항균범위가 넓은 항균제로서 피사조직과 세포 잔사에 대해서도 용해효과가 있다⁷⁾. Spangberg 등은 세포독성 연구 결과 5.25% NaOCl은 근관세척액으로 사용하기에는 너무 독성이 강하다고 보고했다⁸⁾. 동통과 근단부 조직 자극이 5.25% NaOCl과 관련이 있다고 시사된 바 있으며⁹⁾, Becker⁹⁾들은

NaOCl이 근침공을 넘어갔을 때 동통, 부종과 혈종을 일으킨 증례를 보고한 바 있다.

Grossman¹⁰⁾에 의해 3% H₂O₂과 5.25% NaOCl을 교대로 사용하는 방법이 소개되었으며 이때 생성되는 거품은 근관세척을 도우므로 많이 사용되어 왔다. 또한 근단부 정상조직에 자극성이 적은 생리식염수도 근관세척액으로 사용되고 있다^{11,12)}.

근관형성시 수동기구에 의해 근관 벽에 생기는 도말층에 관해서는 이의 정확한 성분이 아직 밝혀지지 않았으며^{4,13,14)} 제거 여부에 대해서도 논란의 대상이 되고 있지만 이의 제거방법에 관한 연구가 있다^{15,18)}. 구연산(citric acid)은 NaOCl과 병행하여 사용시 효과적인 근관세척액으로 평가되었으며, 근관세척과 아울러 상아 세관을 개방시키고, NaOCl을 단독으로 사용한 경우보다 도말층 제거에 효과적이라고 보고되었다¹⁹⁾. Daly²⁰⁾는 치주병이 있는 치근면에서 구연산 처리를 하여 구연산이 항균효과가 있음을 보고했다.

Smith²¹⁾등은 *S. faecalis*, *Bacillus sp.*, *C. albicans*에 대한 25% 구연산과 50% 구연산 및 5.25% NaOCl과 생리식염수가 갖는 항균효과를 비교하여 구연산이 항균효과가 있지만 5.25% NaOCl보다는 약하다고 보고했다. Nikolaus²²⁾등은 근관에서 발견되는 4종의 혐기성 세균에 대해서 50% 구연산과 5.25% NaOCl이 같은 정도의 항균효과가 있다고 했다.

최근 혐기성 세균을 분리하고 배양하는 방법이 발달함에 따라 혐기성 세균이 치근단 병소를 일으키는 중요한 원인균으로 밝혀진 바 있다^{23,25)}. Sabiston^{26,27)}등은 8 증례의 급성 구내 농양에서 다양한 종류의 절대 혐기성 세균을 발견했으며, 65 증례의

본 논문은 1988년 서울대학교병원 임상연구비로 이루어진 것임.

치성농양을 연구하여 분리된 세균 중 65% 이상이 절대혐기성 세균이었으며 이중 그람음성간균과 통성의 streptococcus가 가장 높은 빈도로 검출되었다고 보고하였다. Bartlett²⁸⁾ 등은 21 증례의 하악주위부감염을 연구하여 혐기성 세균이 우세하게 나타난다고 보고했으며, Kannagara²⁹⁾ 등도 61 증례의 화농성 치성농양에서 74%의 환자가 혐기성 세균에 의한 감염이라고 보고했다. Labriola³⁰⁾ 등도 50 증례의 구개안면부 농양에서 86%의 검체에서 혐기성 세균이 포함되어 있다고 보고했다. 또한 Zavistoski³¹⁾에 의하면 근단부 감염에서는 90% 증례에서 호기성과 혐기성세균이 혼재되어 있다고 보고되었다.

이에 저자는 근관세척액으로 널리 사용되는 NaOCl과 H₂O₂, 생리식염수와 도말층 제거효과와 항균효과가 있다고 알려진 구연산이 치근단 질환의 원인이 되는 혐기성 세균 7종과 호기성 세균 2종에 대해 어느정도 항균력이 있는지 비교하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 균종 및 균주

서울대학교병원의 입원환자의 검체에서 분리된 균주들 중에서 혐기성세균 7종과 호기성 세균 2종을 선택했으며, 호기성 세균중 S. aureus는 ATCC 25293 표준균주를 사용하였다. 실험한 균종과 균주는 다음과 같다.

혐기성 세균 : Clostridium perfringens

- Clostridium spp.
- Peptostreptococcus anaerobius
- Bacteroides fragilis
- Bacteroides melaninogenicus
- Propionibacterium acnes
- Streptococcus intermedius

호기성 세균 : Staphylococcus aureus(ATCC 25293)

Group-D Enterococcus

2. Irrigation solution의 종류

- Normal Saline(0.9% NaCl)
- 3% H₂O₂
- 10% Citric Acid(H₃C₆H₅O₇, H₂O, M. W. 210. 14)
- 50% Citric Acid(H₃C₆H₅O₇, H₂O, M.

- W. 210. 14)
- 0.5% NaOCl
- 3.5% NaOCl
- 3% H₂O₂+3.5% NaOCl

3. 재료 및 기재

- Enriched thioglycolate broth(hemin, Vit-K, bicarbonate)
- Brucella agar plate
- Aerobic incubator
- Anaerobic incubator
- Autoclave
- No. 80 Paper point
- Kahn tube
- Vortex mixer
- Stop watch
- Pincet
- Vitek colorimeter(Vitek Product No 52-1210)
- Alcohol lamp

4. 항균력 평가방법

각종 균주들을 15ml thioglycolate broth에 넣고 37°C에서 48시간동안 증균시킨 뒤 Vitek colorimeter로 균수를 9×10⁸/ml(MacFaland 3)에 맞는지 확인한 후 sterile Petri dish에 옮긴다.

1) 방법 I (표 1)

Autoclave에 No. 80 paper point 65개를 소독하여 7개는 음성대조균으로 사용하고 나머지는 균주가 담긴 Petri dish에 약 10분간 담근다. 5ml Kahn tube 65개를 준비하여 9개 Kahn tube에 각각의 근관 세척액을 약 5ml씩 담근다. Petri dish에서 paper point를 소독된 pincet으로 꺼내어 8개 Kahn tube에 각기 1개씩 넣고, 나머지 1개의 Kahn tube에는 음성대조균으로 균이 묻지않은 paper point를 1개 넣는다. 5분 후에 4개의 Kahn tube에서 paper point를 꺼내어 15ml thioglycolate broth에 옮긴 뒤, vortex mixer로 10초간 잘 섞은 뒤 37°C에서 48시간동안 증균시킨다. 나머지 4개의 Kahn tube의 paper point와 음성대조균의 paper point를 15분 후에 꺼내어 위와 같은 방법으로 증균시켰다(표 3).

48시간 후에 thioglycolate broth에서 turbidity가

표 1. 항균력 평가방법

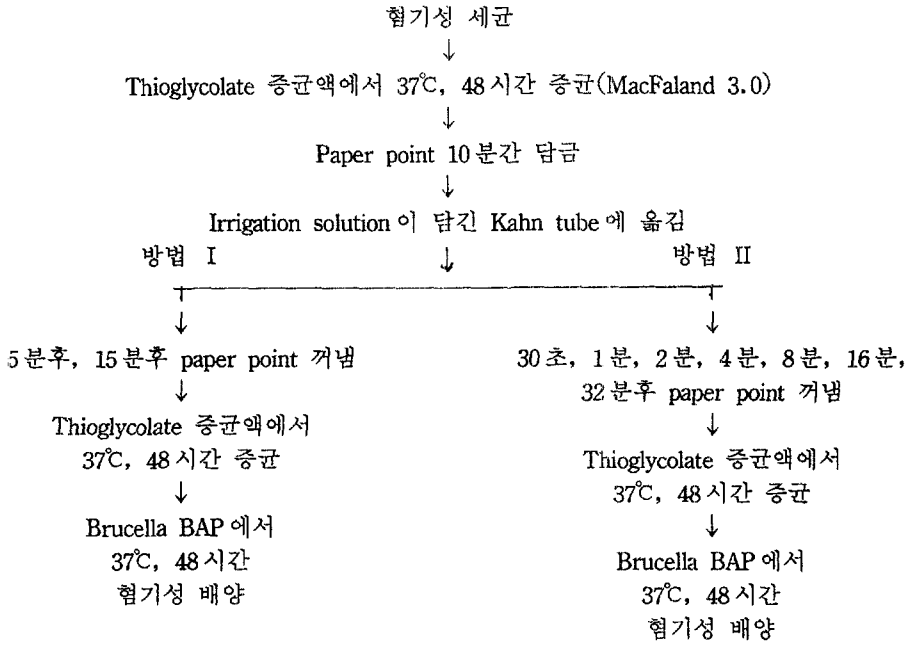
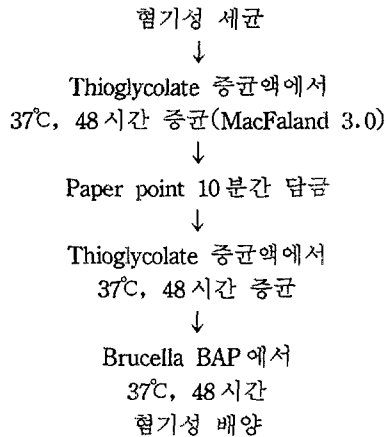


표 2. 양성대조군



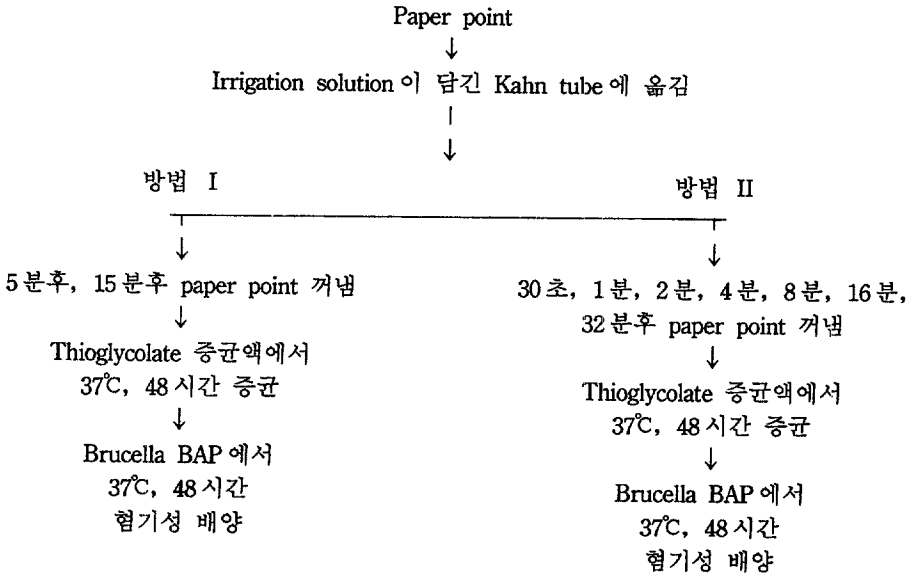
있는지 관찰하여 기록하고 Brucella blood agar plate (Brucella BAP)에 subculture 하여 anaerobic chamber 에 37°C, 48 시간동안 배양하여 집락(colony)의 생성유무를 확인하고 기록한다. Petri dish 에 남은 paper point 1개는 근관세척액에 넣지않고 직접 thioglycolate broth 에 넣어 증균시킨 뒤 Brucella

BAP 에 배양시켜 양성대조군으로 사용하였다. 호기성 세균은 blood agar plate(BAP)에 subculture 하여 aerobic incubator 에서 37°C에서 24 시간동안 배양하였다.

2) 방법 II(표 1)

소독된 No. 80 paper point 60개를 7개는 음성

표 3. 음성대조군



대조군으로 사용하고 나머지는 균주가 담긴 Petri dish 에 담그었다. Kahn tube 56개를 준비하여 8개의 Kahn tube 에 각각의 근관세척액을 약 5ml씩 담았다.

소독된 pincet 으로 균주에 담긴 paper point 를 30초, 1분, 2분, 4분, 8분, 16분, 32분에 하나씩 꺼내어 thioglycolate broth 에 방법 I 과 같은 방법으로 증균시켰다. 증균 후 혐기성 세균은 Brucella BAP 에 subculture 하고 호기성 세균은 BAP 에 subculture 하여 방법 I 과 같은 방법으로 배양하였다. 양성대조군 및 음성대조군도 방법 I 과 같이 모든 실험균주에 대해 시행하였다(표 2, 표 3).

III. 실험성적

방법 I 에 따라 시행한 균주는 혐기성 세균 5종, 호기성 세균 2종이었다. 이중 혐기성 균주는 *B. melaninogenicus*, *C. perfringens*, *P. anaerobius*, *P. acnes*, *S. intermedius* 이고, 호기성 균주는 *S. aureus*, *Gp-D Enterococcus* 이었다. 모든 균에서 양성대조군과 음성대조군을 시행하여 각각 양성 및 음성임을 확인하였다.

각각의 균에 대해서 살펴보면, *B. melanogenicus* 는 Table 1 에서 보는 것처럼 normal saline 과 3% H_2O_2 + 3.5% NaOCl mixture(이하 mixture)에서 모두 자랐다. 3% H_2O_2 에서 5분 Brucella BAP 중 하나만 양성이었다고, mixture 에서 15분 Brucella BAP 중 하나만 음성이었다. 나머지 10% citric acid, 50% citric acid, 0.5% NaOCl, 3.5% NaOCl 에서는 모두 음성이었다.

C. perfringens 는 normal saline 에서 자랐고, 10% citric acid 에서 5분에는 thioglycolate 에서 모두 음성이었으나 Brucella BAP 에서는 4개 모두 자랐고, 15분에는 thioglycolate broth 에서 1개만 혼탁하였는데 Brucella BAP 에서는 역시 4개 모두 자랐다. 다른 혐기성세균은 모두 mixture 에서 자랐지만, *C. perfringens* 는 thioglycolate broth, Brucella BAP 모두 음성이었다. 그밖에 3% H_2O_2 , 50% citric acid, 0.5% NaOCl, 3.5% NaOCl 에서도 음성이었다(Table 2).

P. anaerobius 는 normal saline 과 mixture 에서 모두 자랐고, 10% citric acid 에서는 5분에 1개만 thioglycolate broth 에서 혼탁하였고 Brucella BAP 에서도 1개만 자랐다. 0.5% NaOCl 과 3.5%

NaOCl에서는 5분에 각각 2개와 1개씩 양성으로 나왔다. 3% H₂O₂와 50% citric acid에서는 모두 음성이었다(Table 3).

*P. acnes*는 normal saline, 10% citric acid, mixture에서는 모두 양성이었고 3% H₂O₂, 50% citric acid, 0.5% NaOCl, 3.5% NaOCl에서는 모두 음성이었다(Table 4).

*S. intermedius*는 normal saline, 10% citric acid, 50% citric acid, mixture에서는 모두 양성이었고, 0.5% NaOCl에서는 5분에 1개만 양성이었다. 3% H₂O₂와 3.5% NaOCl에서는 모두 음성이었다(Table 5).

호기성균주인 *S. aureus*는 normal saline 과 10% citric acid에서는 모두 양성이었고, 50% citric acid에서 5분에 thioglycolate broth와 Brucella BAP에서 양성이었다고 15분에는 음성이었다. mixture에서는 5분에 Brucella BAP에서만 양성이었다. 그외에 3% H₂O₂와 0.5% NaOCl, 3.5% NaOCl에서는 모두 음성이었다(Table 6).

Group-D Enterococcus는 normal saline, 3% H₂O₂, 10% citric acid, 50% citric acid, mixture에서 모두 양성이었다고, 3.5% NaOCl에서는 모두 음성이었다. 0.5% NaOCl에서는 15분에 Brucella BAP에서 1개만 양성으로 나왔는데 아마도 실험상의 오차로 생각된다(Table 7).

방법 2에 따라 실험한 균주는 4균주로 혐기성 세균은 *B. fragilis*, *Clostridium* spp., *P. acnes* 3종이었고 호기성 세균은 *S. aureus* 1종이었다.

*B. fragilis*는 normal saline, 10% citric acid, mixture에서는 32분까지 모두 자랐고, 50% citric acid와 0.5% NaOCl은 8분까지 자랐으며 3% H₂O₂

는 2분, 3.5% NaOCl은 1분까지 자라서 3.5% NaOCl이 *B. fragilis*에 대해 가장 항균력이 우수한 것으로 평가되었다. 각 시간과 thioglycolate broth의 혼탁도결과와 Brucella BAP의 배양결과는 일치하였다(Table 8).

Clostridium spp.는 normal saline에서는 모두 자랐으나, mixture에서는 8분까지 자랐다. 0.5% NaOCl에서는 4분, 10% citric acid에서는 2분까지 자랐고, 3.5% NaOCl에서는 1분까지 자랐다. 3% H₂O₂와 50% citric acid는 모두 음성으로 나와 *Clostridium* spp.에 대해 가장 항균력이 높은 것으로 평가되었다(Table 9).

*P. acnes*는 normal saline에서 모두 자랐고, 10% citric acid에서는 16분까지 자랐는데 1분에서 16분까지는 thioglycolate broth에서 매우 약한 혼탁도를 보였으나 Brucella BAP에서는 균이 잘 성장하였다. mixture에서는 30초까지만 thioglycolate broth에서 혼탁하였지만 Brucella BAP에서 배양한 결과 8분까지 균이 자란 것으로 보아 적은 농도이지만 1분에서 8분까지는 thioglycolate broth에 균이 존재하는 것으로 생각되었다. 0.5% NaOCl에서는 1분까지 thioglycolate broth에서 혼탁하였지만 Brucella BAP에서는 4분까지 균이 자란 것으로 보아 2분과 4분의 thioglycolate broth에서 작은 농도로 균이 존재하는 것으로 생각되었다. 3% H₂O₂와 50% citric acid, 3.5% NaOCl은 thioglycolate broth에서는 모두 음성이었지만 Brucella BAP 배양 결과 3% H₂O₂는 2분까지 양성이고, 50% citric acid와 3.5% NaOCl에서는 30초에서 양성으로 나와 50% citric acid와 3.5% NaOCl이 *P. acnes*에 대해 가장 항균력이 우수한 것으로 평가되었다(Table 10).

Table 1. *Bacteroides melaninogenicus*

Irrigation soln	5 min				15 min											
	Thioglycolate				Brucella BAP											
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50% Citric Acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-

Table 2. *Clostridium perfringens*

Irrigation soln	5 min				15 min							
	Thioglycolate		Brucella BAP		Thioglycolate		Brucella BAP					
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-
50% Citric Acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 3. *Peptostreptococcus anaerobius*

Irrigation soln	5 min				15 min							
	Thioglycolate		Brucella BAP		Thioglycolate		Brucella BAP					
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
50% Citric Acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5% NaOCl	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
3.5% NaOCl	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Table 4. *Propionibacterium acnes*

Irrigation soln	5 min				15 min							
	Thioglycolate		Brucella BAP		Thioglycolate		Brucella BAP					
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50% Citric Acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Table 5. *Streptococcus intermedius*

Irrigation soln	5 min				15 min							
	Thioglycolate		Brucella BAP		Thioglycolate		Brucella BAP					
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.5% NaOCl	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Table 6. Staphylococcus aureus

Irrigation soln	5 min				15 min							
	Thioglycolate				Brucella BAP							
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
0.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-

Table 7. Gp-D Enterococcus

Irrigation soln	5 min				15 min							
	Thioglycolate				Brucella BAP							
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Table 8. Bacteroides fragilis

Irrigation soln	30sec	1min	2min	4min	8min	16min	32min
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	+	+	+	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+
50% Citric Acid	+	+	+	+	+	-	-
0.5% NaOCl	+	+	+	+	+	-	-
3.5% NaOCl	+	+	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	+	+

Table 9. Clostridium spp.

Irrigation soln	30sec	1min	2min	4min	8min	16min	32min
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	-	-	-	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+	+	-	-	-	-
50% Citric Acid	-	-	-	-	-	-	-
0.5% NaOCl	+	+	+	+	-	-	-
3.5% NaOCl	+	+	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+	+	-	-

Table 10. Propionibacterium acnes

Irrigation soln	30sec	1min	2min	4min	8min	16min	32min
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	+*	+*	+*	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+**	+**	+**	+**	+**	-
50% Citric Acid	+*	-	-	-	-	-	-
0.5% NaOCl	+	+	+*	+*	-	-	-
3.5% NaOCl	+*	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+*	+*	+*	+*	-	-

* No turbidity in Thioglycolate broth, growth on Brucella BAP

** Very weak turbidity in Thioglycolate broth

Table 11. Staphylococcus aureus

Irrigation soln	30sec	1min	2min	4min	8min	16min	32min
Normal Saline	+	+	+	+	+	+	+
3% H ₂ O ₂	+*	+*	+*	-	-	-	-
10% Citric Acid	+	+	+	+	+	+	+
50% Citric Acid	+	+	+	+	-	-	-
0.5% NaOCl	+	+	+	+	-	-	-
3.5% NaOCl	-	-	-	-	-	-	-
3% H ₂ O ₂ +3.5% NaOCl	+	+	+	+*	+*	-	-

* No turbidity in Thioglycolate broth, growth on Brucella BAP

호기성 세균인 *S. aureus* 는 normal saline 과 10% citric acid 에서 모두 자랐고 50% citric acid, 0.5% NaOCl 에서는 4분까지 자랐다. Mixture 에서는 thioglycolate broth 에서 2분까지 양성이었으나, Brucella BAP 에서 8분까지 균이 배양되었다. 3% H₂O₂ 와 3.5% NaOCl 에서 thioglycolate broth 에서 모두 음성이었으나, 3% H₂O₂ 는 Brucella BAP 에서 2분까지 균이 자라 3.5% NaOCl 이 *S. aureus* 에 대해 가장 항균력이 우수한 것으로 평가되었다(Table 11).

IV. 총괄 및 고안

B. fragilis 는 혐기성 그람음성간균으로서 penicillin 에 내성이 있고 하악외상후 일어나는 감염에서 가장 흔한 원인균으로 보고되었다^{29,30}.

B. melaninogenicus 는 그람음성의 다형성간균이며, 이균이 생성하는 흑색소는 hematin이다³⁰. Su-

ndqvist¹ 등은 치근단 병소가 있고 치수가 피사된 치아에서 동통이 있는 경우에는 *B. melaninogenicus* 가 적어도 1종의 다른 혐기성 세균과 혼합되어 나타난다고 보고했다. Griffe³¹ 등도 *B. melaninogenicus* 존재와 동통, 누공 형성, 악취 등이 관계가 있다고 하였다.

*Clostridium spp.*³² 는 근관내에서 발현 빈도는 높지 않지만 아포(spore)를 형성하는 혐기성 간균으로서 강력한 외독소를 형성한다.

P. anaerobius 는 혐기성 그람양성구균으로 드물게 구강안면 농양을 일으킨다³².

S. aureus 는 그람양성, 통기성 세균이며 감염된 근관내에서 흔히 발견된다³².

Enterococcus 는 그람양성 호기성 세균이며 streptococcus 를 혈청형에 따라 나눈 것 중에서 group-D streptococcus 에 속한다³².

생리식염수는 다른 근관세척액보다 조직독성이 적으나 도말층을 제거시킬 수 없으며 항균작용도

없는 것으로 보고되었다^{11, 12, 19, 21, 22, 33, 35, 36}. 본 실험에서도 생리식염수는 혐기성 세균 7종과 호기성 세균 2종에 대해 모두 항균력이 없는 것으로 나타났다.

3% H₂O₂는 호기성세균인 group-D enterococcus를 제외하면 7종의 혐기성세균과 *S. aureus*에서 4분 이상에서 항균력이 있는 것으로 나타나 비교적 우수한 항균제로 평가되었다.

H₂O₂는 단독으로보다는 NaOCl과 병용하여 사용함으로써 두 용액이 상호 작용하여 산소와 chlorine 거품을 생성한다¹⁰. 이는 근관세척을 돕지만 근침공을 넘어가면 근관내 유기물질을 근침공 밖으로 밀어내어 치근단 부에 급성발작(flare-up)을 유발시킬 수도 있다⁹.

Svec³⁷등은 NaOCl과 H₂O₂를 교대로 사용한 경우와 생리식염수를 사용한 경우에서 근침에서 1mm와 3mm에서는 두 용액을 병용한 경우가 잔사제거능력이 우수하나 5mm 수준에서는 효과가 동등하다고 보고했다. Baker¹²등도 두 용액을 병용한 경우와 생리식염수를 사용한 경우에서 잔사 제거효과가 같다고 했다. 또한 Harrison³⁰등은 두 용액을 동량으로 섞어서 사용했을 때 *S. faecalis*에 대해서는 항균력이 없다고 보고한 바 있다.

본 연구에서도 *C. perfringens*에서만 5분 이내에 항균력이 나타났고, *Clostridium spp.*, *P. acnes*, *S. aureus*에서는 8분 이상, 그밖의 다른 균에 대해서는 15분 이상 노출시켜도 항균력이 나타나지 않아 비교적 약한 항균제로 생각된다.

Harrison과 본 실험은 두 근관세척액을 동량으로 섞은 용액에서 항균력을 평가하였으므로 반드시 임상에서와 같은 조건이라고 볼 수는 없다. 그러나 근관이 두 용액에 의하여 교대로 세척되면서 잔여의 용액이 남아있는 기회가 같으므로 두 용액이 같은 정도로 접촉하며 서로 섞이면서 항균력을 발휘한다고 생각할 수 있다. 따라서 NaOCl과 H₂O₂를 교대로 사용하는 방법이 NaOCl만을 사용하는 방법보다 반드시 효과적인 근관세척법은 아니라고 생각된다.

근관치료시 기구가 지나간 근관 벽에 생기는 도말층은 구성성분이나 제거여부에 논란의 여지가 있다. 다만 도말층이 유기조직용매로는 용해되지 않고 chelating agent에 의해서 완전히 제거되므로 상아질 삭편이 서로 연결된, 석회화된 물질로 구

성된 것으로 생각되고 있다¹⁵. 도말층은 유량(flow)과 동위원소의 투과도, 미생물의 침입을 감소시킨다¹⁹. 도말층이 방어벽의 역할을 하여 충전을 보강시킬 수 있다. 또한 역으로 도말층은 세균과 유기조직 잔사가 남아있는 상아세관을 막아서 근관세척액이 효과적으로 작용하지 못하게 하며 충전제의 침투를 방해한다¹⁸.

Loel³⁸은 citric acid를 NaOCl과 교대로 사용하여 효과적인 근관세척을 하였다고 보고하였으며, Baumgartner¹⁹등은 citric acid 단독이나, NaOCl과 병용한 경우가 NaOCl만을 사용한 경우보다는 도말층 제거효과가 우수하다고 보고하였다. 또한 Daly²⁰는 citric acid가 치태세균에 항균효과가 있다고 보고한 바 있다. 이러한 항균효과는 citric acid의 낮은 pH 때문인데, 고농도의 수소이온이 세포표면이나 세포 주위부의 민감한 성분을 변형시키거나 세균내부로 침투하여 생긴다.

Smith²¹등은 근관세척제로 citric acid를 사용한 경우 수종의 호기성 세균에 대하여 5.25% NaOCl보다는 약하지만 항균효과가 있다고 했으며, Nikolaus²²등은 혐기성세균에 대하여 50% citric acid와 5.25% NaOCl은 동등한 항균효과가 있다고 보고하였다.

본 실험에서는 citric acid 농도로서 상아세관 개방능력이 있다고 보고된 가장 낮은 농도인 10% 용액과, 도말층 제거효과 및 항균효과를 가진 농도로 자주 연구되는 50% 용액을 사용하였다.

10% citric acid는 사용한 균주 중 *B. melaninogenicus*와 *P. anaerobius*, *Clostridium spp.*에서만 5분 이하에서 항균력이 있을 뿐 나머지 5종의 혐기성 세균과 2종의 호기성 세균에 대하여 15분 이상 노출시켜도 항균력이 없는 것으로 보아 비교적 항균력이 약하며, 0.5% NaOCl과 3.5% NaOCl, 50% citric acid 보다는 약한 항균제로 생각된다.

50% citric acid는 *S. intermedius*와 Gp-D enterococcus에서 15분 이상 노출시켜도 균이 죽지 않는데 반해, *B. fragilis*는 8분, *S. aureus*는 5분 이상 노출시키면 항균력이 나타나고 나머지 혐기성 세균에 대해서는 30초만 노출되어도 모두 항균효과가 있었다. 방법 I을 사용한 실험에서는 *S. intermedius*를 제외하면, 0.5% NaOCl, 3.5% NaOCl은 5분과 15분에서 나머지 혐기성 세균 6종에

대해 같은 항균효과를 나타내어 Smith 등의 연구 결과와 일치하였다.

B. melaninogenicus, *C. perfringens*, *P. anaerobius*는 50% citric acid에 5분만 노출되어도, 성장이 억제되는 것은 Nikolaus 등의 결과와 일치하였으나, *B. fragilis*는 5분에서 8분 사이에 항균력이 나타났으므로 5분에도 항균력을 나타낸 Nikolaus 등의 결과와는 달랐다. 방법 II에 따른 결과를 보면 50% citric acid와 0.5% NaOCl, 3.5% NaOCl은 각 균주에 따라 항균력을 나타내는 시간이 달랐다.

NaOCl은 세균과 직접 접촉하거나 NaOCl의 증기에 의해 항균효과를 나타내는데, 대부분의 세균이 있는 전상아질과 상아세관을 용해시킬 수 있으므로 임상에서 유용하다^{7,39)}.

NaOCl은 5.25% NaOCl 용액이 근관세척액으로서 가장 많이 사용되는데^{40,41)} in vitro에서는 조직에 독성이 강한 것으로 보고되어 Bystrom³⁶⁾과 Spangberg⁶⁾등은 0.5% NaOCl을 추천한 바 있다. 그러나 Hand⁴²⁾등은 5.25% NaOCl을 희석한 용액은 피사 조직 용해성이 현저히 감소된다고 했으며, Trepagnier⁴⁰⁾등도 0.5% NaOCl 용액은 용해작용이 거의 없음을 보고한 바 있다. Shih³⁹⁾등은 근관에 *S. faecalis*나 *S. aureus*를 배양시켜 5.25% NaOCl와 0.5% NaOCl이 갖는 항균효과를 연구한 결과 5.25% NaOCl은 항균효과가 좋은 반면 0.5% NaOCl 용액은 비효과적이라고 보고했다.

Harrison³⁵⁾등은 5.25% NaOCl을 희석하면 *S. faecalis*에 대한 항균효과가 저하된다고 보고했다.

본 실험에서는 0.5% NaOCl과 3.5% NaOCl 용액을 선택하였다. 0.5% NaOCl 용액은 여러 연구가에 의하여 조직 독성이 적은 것으로 보고된 바 있으므로 사용하였고, 3.5% NaOCl 용액은 본 보 존과에서 치료시 사용하는 농도이다.

0.5% NaOCl은 *B. fragilis*는 8분, *S. aureus*, *P. acnes*, *Clostridium spp.*는 4분에 항균력을 나타냈고, 나머지 균주에서도 5분만 노출되어도 성장이 억제되어 비교적 강한 항균력을 나타냈다. 또한 3.5% NaOCl은 5분이상 노출되면 모든 균주에서 항균력을 나타내어 실험에 사용한 7종의 근관세척액중 가장 우수한 항균제로 평가되었다.

방법 I은 Nikolaus²³⁾등과 같이 5분과 15분을

선택하였다. 5분은 근관치료시 근관세척액이 근관내에 남아서 항균효과를 나타내는 최소의 시간으로 생각될 수 있으며, 15분은 비교적 복잡한 근관을 가진 증례에서 충분한 시간을 두고 치료하는 경우에 근관세척액이 세균과 접촉가능한 시간으로서 선택하였다.

근관세척액으로 8ml을 사용하였는데 이는 실제로 근관에서 세균이 접촉하는 양보다 많은 것으로서 임상에서의와 같은 조건은 아니라 생각된다. 근관의 크기는 제한되어 있고, 모양도 복잡하므로 단위시간당 세균과 실제로 접촉하는 근관세척액의 양은 아주 소량이 된다. 또한 근관의 복잡한 부위와 기구가 도달되지 않는 부근관에는 기계적으로 제거되지 않는 유기조직이 있어서 근관세척액의 성분과 결합하여 항균효과를 감소시킬 수도 있다³⁹⁾. 본 실험에서는 항균효과를 각각의 세균에 대해 실험하였으나 실제 근관내에서는 여러 세균이 혼재되어 있으므로 성장력이나 저항력도 다르리라 생각된다.

방법 II에서는 Shih³⁹⁾, Harrison³⁵⁾, Foley³⁸⁾, Smith²¹⁾, 김⁴³⁾등과 같이 세균에 근관세척액을 노출한 뒤 성장을 억제시킨 시간에 의하여 항균력을 비교, 평가하였다. 이 방법에 의하여 각 근관세척액이 주어진 세균에 대하여 항균력을 나타내는 최소의 시간을 알 수 있으므로, 상대적인 항균력의 비교가 가능하다고 생각된다. *P. acnes*와 *S. aureus*는 thioglycolate broth에서는 혼탁도가 나타나지 않아 균의 성장이 없는 것으로 보이거나⁴⁴⁾ BAP에서는 colony가 관찰되었다. 이는 thioglycolate broth에서는 육안으로 혼탁도가 식별되지 않으나 BAP subculture는 이보다 적은 수의 세균이 존재해도 균의 성장이 가능하기 때문이다. 방법 I, II에서 각 근관세척액에 대해 음성대조군을 사용하여 근관세척액 자체의 오염여부를 평가하였다.

본 실험결과에 의하면 생리식염수로 근관을 세척할 때는 항균효과를 기대할 수 없으며 단순히 근관내의 물질을 씻어내는 작용을 기대하고 사용해야 할 것으로 생각된다.

또한 NaOCl이 이상적인 근관세척액이 되기 위해서는 항균효과 뿐 아니라 조직용해효과도 지녀야 하므로 농도가 적어도 2-3%는 되어야 하며, 임상에서 근관형성시 근침공을 넘지 않는다면 이 농

도에서 치료후 심한 동통이나 염증같은 독성 반응을 일으키지 않는다⁴⁵⁾.

최근 연구되고 있는 citric acid는 50% 정도면 항균력도 NaOCl만큼 우수하고 도말층 제거효과도 우수하므로 계속 연구되어야 할 것으로 생각된다. NaOCl과 H₂O₂를 교대로 사용한 경우도 임상과 비슷한 실험조건을 만들어 그 효과를 연구해야 할 것이다.

또한 본 실험에서 사용한 균주는 감염된 근관에서 분리된 균주가 아니므로 근관내 균과 완전히 같은 성상을 갖는다고 볼 수 없으므로 근관내에서 분리한 세균으로 연구가 계속되어야 할 것이다.

V. 결 론

생리식염수와 0.5%, 3.5% NaOCl 및 10%, 50% 구연산, 3% H₂O₂, 3% H₂O₂와 3.5% NaOCl을 동량으로 섞은 용액 등 7종의 근관세척액이 감염된 근관에서 흔히 발견되는 혐기성 세균 7종과 호기성 세균 2종에 대해 갖는 항균력을 비교하였다. Paper point를 균주에 담근 뒤, 각 근관세척액에 옮겨서 일정시간동안 방치 후 꺼내어 thioglycolate 증균배지에서 배양 후 agar plate에 subculture 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 생리식염수는 항균력을 나타내지 않았다.
2. 3% H₂O₂와 3.5% NaOCl을 동량으로 섞은 용액과 10% 구연산은 비교적 약한 항균효과를 나타내었다.
3. 3% H₂O₂, 50% 구연산, 0.5% NaOCl은 비교적 강한 항균효과를 나타내었다.
4. 3.5% NaOCl은 사용한 7종의 근관세척액중 가장 강한 항균효과를 보였다.

REFERENCES

1. Sundqvist, G: Bacteriologic Studies of Necrotic Dental Pulps, Umea University Odontological Dissertation. No. 7, University of Umea, Sweden, 1976.
2. Gutierrez, J.H., Garcia: Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. Oral Surg., 25: 108,

Jan 1968.

3. Davis, S.R., Brayton, S.M., Goldman, M.: The morphology of prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. Oral Surg. 34: 642 Oct 1972.
4. Moondik, R.M., et al.: Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. J. Endod 2(9): 261-266, 1976.
5. Mizrahi, S.J., Tucker, J.W.: Seltzer, S.: A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. J. Endod 1 (10): 324-333, 1975.
6. L. Spangberg, B. Engstrom, Kaare Langeland, et al: Biologic effects of dental materials: 3. Toxicity and antimicrobial effect of endontic antiseptics in vitro, Oral Surg 36: 856-871, 1973.
7. T.C.F Mentz: The use of sodium hypochlorite as a general endodontic medicament. Int. Endo. J 15: 132-136, 1982.
8. Weine, F.S. Endodontic therapy. st. Louis, C.V. Mosby Co., p. 217, 1972.
9. G.L. Becker., S. Cohen, Ronald Borer.: The sequelae of accidentally injecting sodium hypochlorite beyond the root apex. Oral surg. 38: 633-638, 1974.
10. Grossman, L.I. Irrigation of root canals. JADA. 30: 1915, 1943.
11. Seltzer, S Endodontology. New York, McGraw-Hill Co.: 251, 1971.
12. Baker, N.A., Eleazer, P.D., Averbach, R.E. & seltzer, S.: Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. J. Endod 1: 127, 1975.
13. Bolanos OR, Jensen JR.: Scanning electron microscopic comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation. J. Endod. 6: 815-22, 1980.
14. McComb D, Smith DC.: A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. J. Endod. 1: 238-42, 1975.
15. Goldman LB, Goldman H, Kronmn JH, Lin PS:

- The efficacy of several endodontic irrigating solutions : a scanning electron microscopic study. *Oral Surg* 52 : 199 - 204, 1981.
16. Tidmarsh BG, Acid - cleansed and resin - sealed root canals : *J. Endod.* 4 : 117 - 21, 1978.
 17. Goldman LB, Bogis J, Cavalieri R, Lin PS : Scanning electron microscopic study of the effects of various irrigants and combinations on the walls of prepared root canals. *J. Endod.* 11 : 487 - 92, 1982.
 18. R.S. Yamada, A. Armas, M. Goldman, P.S. Lin : A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions : Part 3. *J. Endod.* 9 : 137 - 42, 1983.
 19. J.C. Baumgartner, C.H. Brown, C.L. Mader, D.D. Peters : A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid, *J. Endod.* 11 : 525 - 31, 1984.
 20. C.G. Daly : Anti - bacterial effect of citric acid treatment of periodontally diseased root surfaces. *J. Cl. perio.* 9 : 386 - 92, 1982.
 21. J.J. Smith, B.E. wayman : An evaluation of the antimicrobial effectiveness of citric acid as a root canal irrigant. *J. Endod.* 2 : 54 - 58, 1986.
 22. B.E. Nikolaus, B.E. wayman, E. Encinal : The bactericidal effect of citric acid and sodium hypochlorite on anaerobic bacteria. *J. Endod.* 1 : 31 - 34, 1988.
 23. L. Aderhold, H. Knothe, G. Frenkel : The bacteriology of dentogenous pyogenic infections. *Oral Surg.* 6 : 583 - 87, 1981.
 24. R. J. Matusow, L.B Goodall : Anaerobic Isolates in primary pulpal - alveolar cellulitis cases : Endodontic resolutions and Drug therapy considerations. *J. Endod.* 12, 535 - 43, Dec 1983.
 25. G. K. Sundqvist, M.I Eckerbon et al : Capacity of anaerobic bacteria from necrotic dental pulps to induce purulent infections. *Infection and Immunity*, 685 - 93, Aug 1979.
 26. C.B. Sabiston, W.R. Grigsby, et al : Bacterial study of Pyogenic infections of dental origin. *Oral surg* 4 : 430 - 35, 1976.
 27. C.B. sabiston, W.A. Gold : Anaerobic bacteria in oral infections. *Oral Surg.* 2 : 187 - 92, 1974.
 28. J.G. Bartlett, P. O'keefe : The bacteriology of perimandibular space infections. *Oral Surg.* Vol 37, June, 1979.
 29. D.W Kannangara, H. Thadepalli, J.L. Mcquinter : Bacteriology and treatment of dental infections. *Oral Surg.* 2 : 103 - 9, 1980.
 30. J.D. Labriola, J. Mascard, B. Alpert : The microbiologic flora of orofacial abscesses. *Oral Surg.* 41 : 711 - 14, 1983.
 31. J. Zaviskoski, J. Dzink, A. Onderdonk, J. Bartlett : Quantitative bacteriology of endodontic infections. *Oral Surg.* 2 : 171 - 74, 1980.
 32. Zinsser H. *Microbiology.* New York : Appleton - century - crofts, 1980.
 33. D.B. Foley, F.S. Weine, J.C. Hagen, J.J. deobarrio : Effectiveness of Selected Irrigants in the elimination of *B. melaninogenicus* from the root canal system : An in vitro study *J. Endod.* 6 : 236 - 41, 1983.
 34. Griffee M.B, Patterson SS, Miller CH, Kafrawy AH, Newton CW. The relationship of *B. melani-nogenicus* to symptoms associated with pulpal necrosis. *Oral Surg* 50 : 457, 1980.
 35. J. W Harrison, R.E Hand : The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5.25% sodium hypochlorite. *J Endodo* 3 : 128 - 32, 1981.
 36. A. Bystrom, G. Sundqvist : Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5% sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg* 3 : 307 - 12, 1983.
 37. T. A. Svec, J.W. Harrison : Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide, normal saline solution. *J. Endod.* 2 : 49 - 53, 1977.
 38. D. Arnold : Use of acid cleanser in endodontic therapy. *JADA* 90 : 148 - 51, 1975.

39. M. Shih, F.J. Marshall, S. Rosen : The bactericidal efficiency of sodium hypochlorite as an endodontic irrigant. *Oral Surg* 4 : 613-19, 1970.
40. C.M. Trepagnier, R.H. Madden, E.P. Lazzari : Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J. Endod* 5 : 194-96, 1977.
41. H. Martin, S. Spring : Quantitative bactericidal effectiveness of an old and a new endodontic irrigant. *J. Endod* 5 : 164-67, 1975.
42. R.E. Hand, M. L. Smith, J.W. Harrison : Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J. Endod.* 2 : 60-64, 1978.
43. 조한익등 : 병원에서 사용하는 각종 소독제의 살균 효과에 관한 조사 연구. *대한의학협회지* 제 29권 제 10호, 1115-23, 1986.
44. S.M. Finegold, E.J. Baron : *Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology*, 7th ed., St. Louis : The C.V. Mosby Company : 176, 1986.
45. J.W. Harrison, T.A. Svec, J.C. Baumgartner : Analysis of clinical toxicity of Endodontic Irrigants. *J. Endod.* 1 : 6-11, 1978.

A STUDY ON THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF IRRIGATION SOLUTIONS

Mi Kyung Im, D. D. S., Jung Sik Lee, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University.

The purpose of this study was to investigate antimicrobial effect of several irrigation solutions on 7 anaerobes and 2 aerobes, which are found frequently in infected root canals.

The antimicrobial effects of normal saline, 3% H₂O₂, 0.5% & 3.5% NaOCl, 10% & 50% citric acid and mixed solutions of 3% H₂O₂ plus 3.5% NaOCl were compared. No. 80 paper points dipped in bacterial broth were soaked in each irrigation solutions and moved into thioglycolate broth, subcultured in agar plate for bacterial growth.

The results were as follows :

1. Normal saline had no antimicrobial effect.
2. Mixed solutions of 3% H₂O₂ plus 3.5% NaOCl, 10% citric acid had relatively weak antimicrobial effect.
3. 3% H₂O₂, 50% citric acid, 0.5% NaOCl showed relatively strong antimicrobial effect.
4. 3.5% NaOCl had the strongest antimicrobial effect among used 7 irrigation solutions.