

가정용 칫솔의 세균학적 오염도  
조사 및 개선책

조 경 순

역 학 조 사 과

# 가정용 칫솔의 세균학적 오염도 조사 및 개선책

역학조사과

조 경 순

## Bacteriological contamination of home toothbrushes and the hygiene improvement

Epidemiology Division

Cho Kyung-Soon

### Abstract

We measured the bacterial contamination of the toothbrushes used at ordinary homes. The ranges of the number of bacteria on toothbrush were  $1 \times 10^6 - 9 \times 10^9$  cells. After we classified all the bacteria, we found they were mostly facultatively

anaerobic bacteria or aerobic bacteria. Among them, gram-negative bacteria occupied approximately 79% and coliform bacteria existed overwhelmingly more than 80% of contaminating bacteria. Opportunistic pathogenic bacteria, which can lead to outbreak of diseases when weak or immune system malfunctions, consisted of about 43% of the whole contaminating bacteria though there were no specific pathogenic bacteria which can cause food poisoning or any other related diseases. For oral hygiene, we tried to find the way of sterilization of constantly existing bacteria on toothbrush by using ozone. We found that 50%–60% of bacteria on toothbrush were sterilized by 20 minute ozone treatment. We made an ozone-producing closed toothbrushbox based on this result and tried to experiment how effective the ozone treatment is. We could get more than 95% of sterilizing effect after 3 times repetition of 20 minute ozone treatment of 30 minute interval.

Key word : toothbrush, toothbrush box, oral hygiene,

## I. 서 론

구강위생을 위한 칫솔질은 현대인에 있어 하루일과 중 거의 무의식적으로 행하고 있는 습관적인 행동 중의 하나라고 할 수 있다. 그래서 치아의 보호를 위하여 칫솔질에 사용되는 세치제에 관한 연구<sup>1-5)</sup>와 구강내 음식물찌꺼기와 치면세균막을 효과적으로 제거하기 위하여 적절한 칫솔의 개발에 대한 연구<sup>6-8)</sup>는 부단히 계속되고 있다. 칫솔질은 치면세균막을 제거함으로써 치아우식증과 치주병의 발생을 예방하기 위한 좋은 수단이 되기 때문에 아직까지 칫솔질을 통한 물리적 구강위생행위가 많이 강조되고 있다<sup>9-10)</sup>. 특히, 칫솔질에 사용되는 칫솔은 구강점막 및 치아와 직접 접촉 하면서 사용되는 매우 중요한 구강위생도구로 사료된다. 그러나, 칫솔은 사용 후에 많은 세균이 오염될 수 있는 환경에 방치 되었다가 다음 칫솔질에 사용되는 것이 현 실정이다. 일반가정에서 사용 중인 칫솔은 보관하는 동안 물, 공기, 구강 및 여러가지 환경으로 부터 유래되는 미생물이 다량 존재할 것으로 예상된다. 그러므로,

칫솔질을 반복할 때마다 오염된 칫솔을 통하여 세균을 다시 입속으로 운반하는 매개체가 될 수 있다는 가능성을 배제할 수 없다. 이러한 관점에서 우리가 사용 중인 칫솔에는 어떠한 세균이 얼마만큼 부착하여 존재하고 있는지 조사하여 밝힐 필요성이 있으며, 동시에 칫솔에 부착된 세균을 살균하거나 정균하여 사용함으로써 세균의 오염을 막아 위생적인 구강 위생관리를 할 필요성이 절실히 요구되기에 본 실험을 행했다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

부산직할시 부산진구 가야동 일대의 일반주택 및 아파트를 대상으로 사용중인 칫솔을 무작위 수거하여 실험재료로 하였다. 수거방법은 식후 이를 닦은 후에 즉시 수거한 사용직후수거와 칫솔질 후 다음 칫솔질 직전에 수거한 사용직전수거로 나누어서 실시했다. 수거된 칫솔은 수거 후 1시간을 넘기지 않고 즉시 실험에 사용하였다.

### 2. 배지 및 배양

총균수측정을 위한 배지는 Blood agar plate [Blood agar base(BBL Co.)+5% 사람의 적혈구농축액]를 사용하였으며, 세균의 분류를 위하여 사용한 배지는 Thioglycolate broth(BBL Co.)와 Blood agar plate를 사용하였다. 배양은 37°C에서 행했으며 균을 활성화시키기 위하여 전배양을 할 때는 진탕하여 호기적인 조건에서 배양했다.

### 3. 총균수측정

수거한 시료는 clean bench내에서 무균적으로 칫솔의 머리부분을 잘라 80ml의

멸균생리식염수가 든 삼각flask에 넣어 저온에서 overnight 진탕하여 칫솔로 부터 균을 분리하였다. 균분리액을 적당히 희석하여 colony수가 200-300개 되게 하여 Blood agar plate에 도말하였다. 37°C에서 18-24시간 배양한 후, 나타난 colony수를 counting하고 희석배수를 감안하여 총균수를 산출하였다.

#### 4. 세균의 분류

총균수측정에서 행한 방법으로 수거된 칫솔로 부터 균을 분리하여 Thioglycolate broth에 이식시켜 약 18시간 전배양을 함으로서 균을 활성화시켰다. 활성화 된 미생물을 Blood agar plate에 도말하여 37°C에서 평판배양을 행한 다음, single colony를 분리했다. 분리된 colony 하나하나에 대하여 형태관찰, 운동성 및 Gram stain 등의 기초조사를 하여 1차분류를 행했다. 1차분류된 균을 Gram-positive와 Gram-negative균으로 분리하여 ID-32 system을 이용한 Rapid identification method에 의하여 동정했다. 결과의 해석은 ATB system으로 similarity를 이용한 computerized analysis로서 행했다.

#### 5. 오존(O<sub>3</sub>)의 처리

일반가정에서 사용 중인 칫솔을 수거하여 칫솔의 머리부분을 세로로 2등분하였다. 2등분 된 한 쪽은 오존 무처리의 대조군으로 하고, 나머지 한 쪽은 오존이 발생하는 밀폐된 칫솔통에 넣고 오존 처리를 한 후, 무처리 대조군과 비교하여 오존의 살균 내지 정균효과를 관정하였다. 오존처리시간은 경시효과를 보기 위하여 0, 5, 10, 20, 30, 40분간 처리하였으며, 단위시간에 대한 오존처리효과를 측정하기 위하여, 30분 간격으로 20분간씩 3회 반복하여 오존처리를 하였다. 오존발생기에서 발생하는 오존의 양은 6-10mg/h 이하가 되도록 하였으며 오존 발생시 칫솔통 내부의 오존농도는 0.1-0.2ppm이하가 된다. 오존처리 실험에서는 한번 실험에 시료 칫솔을 3개씩 사용하였으며, 처리결과중 세균수가 근사한 2개의 값을 채택한 후 그 평균치로서 잔존세균수를 결정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 일반가정에서 사용중인 칫솔에 상존하는 세균의 총균수

환경적인 요인에 따라 일반주택과 아파트로 나누고, 연령적으로는 성인(결혼 후의 성인)과 소인(7세 부터 18세 정도의 미성년)으로 나누고, 칫솔수거 시기에 따라 칫솔질 직후에 수거한 것을 사용직후수거라고 하고, 저녁에 칫솔질을 하고 다음날 칫솔질 직전에 수거된 시료를 사용직전수거라고 구분하고 실험을 행했다. 결과는 표 1에서 보는 바와 같다.

표 1. 칫솔에 상존하는 세균의 총균수

주거 및 사용자 구분		총균수 (cells)	
		사용직전 수거	사용직후 수거
일반주택	대 인	$3 \times 10^6 \sim 1 \times 10^9$	$2 \times 10^7 \sim 6 \times 10^9$
	소 인	$6 \times 10^7 \sim 6 \times 10^8$	$1 \times 10^8 \sim 2 \times 10^9$
아 파 트	대 인	$1 \times 10^5 \sim 2 \times 10^8$	$1 \times 10^7 \sim 9 \times 10^9$
	소 인	$4 \times 10^5 \sim 5 \times 10^8$	$9 \times 10^7 \sim 4 \times 10^9$

- \* 대인 : 결혼 후의 성인
- \* 소인 : 7세 부터 18세 정도의 미성년
- \* 사용직전수거 : 이를 닦은 직후 부터 다음 칫솔질 직전의 시료
- \* 사용직후수거 : 칫솔질 직후의 시료

표 1의 결과에서 보면, 일반가정에서 사용중인 칫솔에는  $1 \times 10^6 - 9 \times 10^9$  개의 세균이 항상 부착되어 존재하고 있는 것으로 나타났다. 환경요인의 차이가 예상되는 일반주택과 아파트에서 수거된 시료에서는 세균수에 있어 별 다른 큰 차를 보이지

않았다. 또한, 연령별의 구분에서도 뚜렷한 차이가 없었으나, 사용직전에 수거한 시료에 비교하여, 사용직후에 수거한 시료에서 월등하게 총균수가 많은 결과를 나타내었다. 이 결과는 칫솔질 직후에는 구강미생물과 물에서 유래된 미생물이 대부분 활성을 잃지 않은 상태로 존재하고 있음을 시사한다. 그러나, 칫솔질 직후부터 다음 칫솔질 직전까지의 긴시간 동안 칫솔이 건조되는 상태에서 일부의 미생물은 활성을 잃기도 하고 약간은 사멸하는 것도 있을 것으로 추정된다. 단, 혐기성 미생물의 존재에 대해서는 조사를 배제하였으며, 그 이유는 세균의 분류에서 언급하였다.

이상의 결과에서 볼 때, 가정에서 일상 사용하고 있는 칫솔 하나에 수백만 내지는 수십억 마리의 세균이 상존하고 있으며, 이들은 다음에 칫솔질을 할 때, 다시 칫솔을 메개로 하여 입속으로 운반된다고 사료된다. 이는 구강위생의 관점에서 볼 때, 상당히 불결한 사실로 판단되어 위생적인 차원에서 그 시정을 위한 연구가 필요하다고 검토된다.

## 2. 칫솔에 상존하는 세균의 분류

앞에서 보인 결과에 의하면, 일반가정에서 일상 사용 중인 칫솔에는 많은 수의 세균이 항시 부착하여 있음을 알 수 있었으며, 이들을 분류한 결과, 표 2와 같이 나타났다. 식후에 칫솔질을 한 후, 다음의 칫솔질까지(5-10시간) 활성을 잃지 않고 남아있는 미생물의 종류는 屬으로 분류하여 14가지의 屬에 28가지의 種이 존재하는 결과를 보였다. 이 결과는 최근에 발표된 바 있는 유통과정에서 냉장 중의 어육에서 분리된 미생물의 종류<sup>10)</sup> 보다 약 4-5배나 더 많았다. 이들 분리미생물의 오염원은 구강내에서 유래된 것보다는 대부분이 토양, 물, 분변 등에서 유래된 것으로 보아서, 일반가정의 물이나 취급자의 불결한 손 등으로 오염된 미생물로 사료된다.

분리미생물은 Gram-negative균이 약 79%이고, Gam-positive균이 약 21%이어서, Gram-negative균이 압도적으로 많았다. 또한, 이들 균 중에는 장내세균이 80% 이상을 차지하고 있었다. 그러나, 장내세균 중에는 식중독을 유발하거나 장내에서 나쁜 병을 유발시키는 균이 있을 수 있으나, 칫솔 상존균에서는 이런 위험한 세균은 존재하지 않았다. 그 대신 주목할 만한 사항으로는 표 2에서 분류한 세균들 중에 '\*' 표시한

기회성감염균이 약 43%를 차지한다는 사실이다. 이들 기회성감염균은 사람에 있어 몸이 쇠약하든지 면역기능이 약화되었을 경우, 병을 유발시킬 수 있는 세균이라는 점에서 더욱 주목할 만하다. 이러한 기회성감염균이 평소 사용중인 칫솔에 많은 수가 존재한다는 것은 구강위생적인 측면에서 상당히 불결하고 위험하다고 검토된다. 실제로 구강에서 충치를 유발시키는 세균은 칫솔에 그렇게 많이 존재하지 않았다. 또한, 본 실험에서는 구강에서 치주질환의 원인균이 되는 혐기성미생물에 대해서는 언급을 피하고자 한다. 왜냐하면, 혐기성 미생물은 구강으로 부터 칫솔에 묻어 나왔다 하더라도 공기 중에서 약 30분간 방치하는 것으로도 그 활성이 저하되기 때문에 약 4-5시간 후에 다시 칫솔질을 하여도 큰 영향이 없을 것으로 사료되기 때문이다. 아울러, 현재 대부분의 가정에서 사용 중인 칫솔은 공기 중에 노출된 상태로 보관하고 있는 것으로 미루어 볼 때, 공기 중의 진균이나 세균이 많이 오염될 것으로 예상했으나 의외로 진균이나 공기 유래의 미생물은 그 수가 적은 편이었다.

이상의 결과에서 보면, 지금까지 우리가 무의식 중에 습관적으로 행하고 있는 칫솔질에 사용하는 칫솔에는 28가지의 세균이 약  $1 \times 10^6 - 9 \times 10^9$  개나 존재하고 있다는 결과는 지금까지 우리가 매일 사용하는 칫솔을 세균 속에 너무 무관심하게 방치해 오고 있었다고 검토된다.



표 2. 일반가정에서 사용 중인 칫솔에 상존하는 세균의 분류.

속 명	종 명	오 염 원	출현율 % (속출 기준으로)
<i>Citrobacter</i>	<i>C. freundii</i> <i>C. diversus/amalonicus</i> *	토양, 물 토양, 물, 입산가검물	2.8
<i>Klebsiella</i>	<i>K. terrigena</i> <i>K. pneumoniae</i> *	토양, 물 동물과 사람의 장관 호흡기	22.5
<i>Enterobacter</i>	<i>E. cloacae</i> *	토양, 물, 분변 물 토양, 물 분변 토양, 물	35.2
<i>Escherichia</i>	<i>E. coli</i>	분변	1.4
<i>Erwinia</i>	<i>E. nifrifluens</i> *	식물병원균	1.4
<i>Serratia</i>	<i>S. liquefaciens</i> *	식물, 동물의 장관  토양, 물	4.2
<i>Chromobacterium</i>	<i>Ch. violaceum</i> *	토양, 물	1.4
<i>Pseudomonas</i>	<i>P. stutzeri</i> <i>P. fluorescens</i>	토양, 물 토양, 물	4.2
<i>Xanthomonas</i>	<i>X. maitophila</i> *	물, 우유, 냉동음식	1.4
<i>Acinetobacter</i>	<i>A. anitratus</i>	물	1.4
<i>Flasobacterium</i>	<i>F. indorogenes</i> <i>F. indorogenes/meningosepticum</i> <i>F. meningasepticum</i> *	사람의 상기도 점막	14.0
<i>Staphylococcus</i>	<i>S. auricularis</i>	사람의 외이(外耳)	1.4
<i>Streptococcus</i>	<i>Streptococcus group "D"</i>	분변	2.8
<i>Bacillus</i>	<i>B. subtilis</i>	토양, 공기	1.4

\* 표시는 기회성감염균을 나타냄

### 3. 오존처리에 의한 세균의 치사효과

오존에 의한 미생물의 살균機構는 Scott<sup>12)</sup>, Christensen<sup>13)</sup>, Barron<sup>14)</sup>, Murray<sup>15)</sup> 등에 의해 보고된 후, 유해 미생물의 제거에 오존을 널리 사용해 오고 있다. 앞의 결과로 미루어 볼 때 일상 사용중인 칫솔에는 다양한 세균이 다수 존재하고 있으므로 구강위생적인 차원에서 살균이나 정균을 해서 사용할 필요성이 있다고 판단된다. 본 실험을 위하여 플라스틱으로 밀폐된 칫솔통(높이23cm, 폭15cm, 길이7cm)을 제작하여 사용하였다. 즉, 제작한 칫솔통 내에 오존발생기를 장치하여 밀폐시킨 상태에서 칫솔에 오존을 처리하였다. 각 시간별로 오존처리를 한 시료를 오존무처리 대조군과 비교하여 살균효과를 확인하였다.

결과는 표 3과 그림 1에서 보는 바와 같이, 오존처리 30분 후에 세균의 치사율은 약 65-70%에 달했다. 그러나, 본 논문에는 기술하지 않았지만, 100%까지 치사시키는 데는 약 1시간 이상이 소요되는 경우도 있었다. 이는 워낙 다양한 종류의 세균이 존재하는 조건에서 세균 상호 간의 오존에 대한 감수성의 차이 때문에 나타난 결과라고 사료된다. 오존처리 20분 후에 치사율 약 50-60%를 보이므로 이 시점이 전 살균시간을 통하여 가장 효율적인 시간으로 판단하였다. 그래서 이번에는 살균 시간 20분을 단위로 하여 30분 간격으로 3회 반복 오존처리를 행하였다. 그 결과, 그림 2에서 보이는 바와 같이 20분을 1회 처리하였을 때는 약 50% 이상의 살균효과를 보이나 이를 3회 반복하였을 때는 거의 95% 이상의 완벽한 살균효과를 보였다. 이 결과를 바탕으로 가정용 칫솔을 오존으로 처리하면서 보존할 수 있는 새로운 위생 칫솔통의 개발이 가능할 수 있다고 사료된다. 물론, 세균의 살균효과는 오존 외에 자외선과 열 같은 물리적인 방법도 고려할 수 있으나, 자외선의 경우는 장시간 조사할 경우, 플라스틱의 탈색을 초래 할 수도 있고 직접 닿는 부위는 살균효과가 없는 등의 비효율적인 점이 많다. 또, 열은 과열의 위험 등으로 실용화 하는데 문제점이 있는 것으로 사료된다. 그에 반하여 오존에 의한 살균방법은 미생물의 종류에 따라서 감수성의 차가 너무 다양하다는 것이 약간의 흠이기는 하나, 가정용 칫솔을 살균 하거나 정균하여 사용하기에 매우 적합한 방법으로 사료된다.

표 3. 칫솔에 부착한 세균에 대한 오존처리의 시간  
경과에 따른 세균수의 변화

시간 (분)	세 균 수 ( $\times 10^6$ )
0	$3.0 \times 10^2$
5	$2.8 \times 10^2$
10	$2.4 \times 10^2$
20	$1.2 \times 10^2$
30	$9.6 \times 10$
40	$6.0 \times 10$

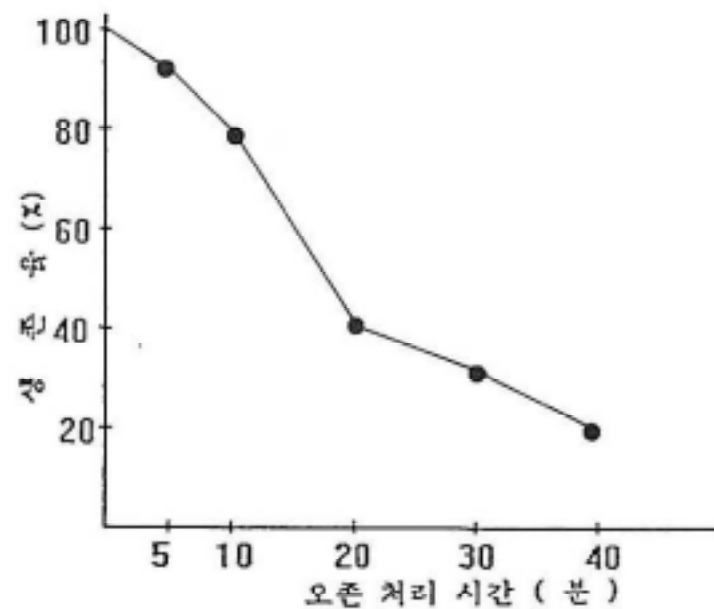


그림 1. 칫솔의 세균에 대하여 시간경과에 따른 오존처리의 효과  
치사율 : 100 - 생존율

## V. 요 약

가정에서 일상 사용하고 있는 칫솔에서 세균의 오염도를 조사하였다. 일반가정에서 사용 중인 한 개의 칫솔에 오염된 세균의 수는  $1 \times 10^6 - 9 \times 10^9$  개에 달하고 있었다. 이들을 분류하여 가정용 칫솔에 상존 가능한 미생물의 종류를 조사한 결과 주로 통성 혐기성 내지는 호기성세균이 대부분을 차지하고 있다는 사실을 알았다. 그 중 Gram-negative균이 약 79%를 차지하였으며, 장내세균이 오염균의 80% 이상으로 압도적으로 많이 존재하고 있었다. 그러나, 특별히 식중독이나 병을 유발시키는 병원성 세균은 없었으나, 몸이 쇠약하든지 면역기능이 저하되었을 때 발병가능성이 큰 기회성감염균이 전체 오염세균의 약 43%를 차지하고 있었다.

구강위생적인 차원에서 오존을 이용하여 칫솔에 상존하는 세균을 살균하거나 정균할 수 있는 방법을 시도하였다. 세균에 오염된 가정용 칫솔은 오존처리 20분 후에 50~60% 살균 효과를 보였다. 이 결과를 바탕으로 밀폐된 칫솔통을 제작하여 그 안에 시료 칫솔을 넣고 20분간의 오존처리를 30분 간격으로 3회 정도 반복했을 때 거의 95% 이상의 살균효과를 얻을 수 있었다.

## 참고문헌

1. Newbrun, E. : Cariology, 3rd ed, Quintessence, 214-217, 1989
2. Southard, G. L., et al. : Sanguinarine, a new antiplaque agent : retention and plaque specificity. J. Am. Dent. Assn. 108 : 338-341, 1984.
3. van der Hoeven, J. S., Schaeken, M. J. M., Cregers, T. J. : Effect of a mouthrinse containing calcium lactate on the formation and mineralization of dental plaque. Caries Res. 23 : 146-150, 1989.
4. Giersten, E., Scheie, A. A., Rolla, G. : Doserelated effects of  $ZnCl_2$  on dental plaque acidogenicity in vivo. Caries Res. 23 : 272-277, 1989.

5. Zdano wicz, J. A. , et al. : Inhibitory effect of barium on caries formation in rats. *Caries Res.* 24 : 113-116, 1990.
6. 박경준, 백대일, 김종배 : 잇솔의 강모속종렬수와 손잡이 모양이 잇솔질의 치면세균막 제거효과에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *대한구강보건학회지*, 15(1), 93-110, 1991.
7. 최원철, 김종배 : 잇솔의 직방강모단면형태가 치면세균막 제거효과에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. *대한구강보건학회지*, 15(1) : 111-128, 1991.
8. 김민석, 백대일, 문혁수, 김종배 : 잇솔사용과정의 강모단모양변화에 관한 실험적 연구. *대한구강보건학회지*, 15(2) : 352-370, 1991.
9. Harris, N. O. , Christen, A. G. : *Primary Preventive Dentistry*, Reston, 58-71, 1982.
10. 김종배, 최유진, 백대일, 신승철, 김동기 : *임상예방치학*, 103-131, 1991.
11. Jung, Hae-man and Cho, Kwang-phil : *Kor. Jour. Microbiol.*, 29 : 195-198, 1991.
12. Scott, D. B. M. and Leshner, E. C. : *J. Bacteriol.*, 85 : 567, 1963.
13. Christensen, E. and Giese, A. C. : *Arch. Biochem. Biophys.*, 51 : 208, 1954.
14. Barron, E. S. : *Radiat. Res.*, 1 : 109, 1954.
15. Murray, R. G. E. : *Can. J. Microbiol.*, 11 : 547, 1965.

사진 1:

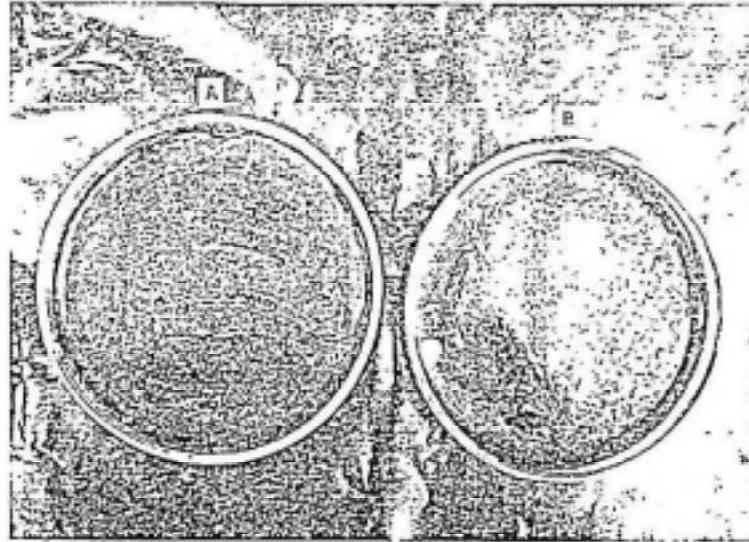


사진 2:

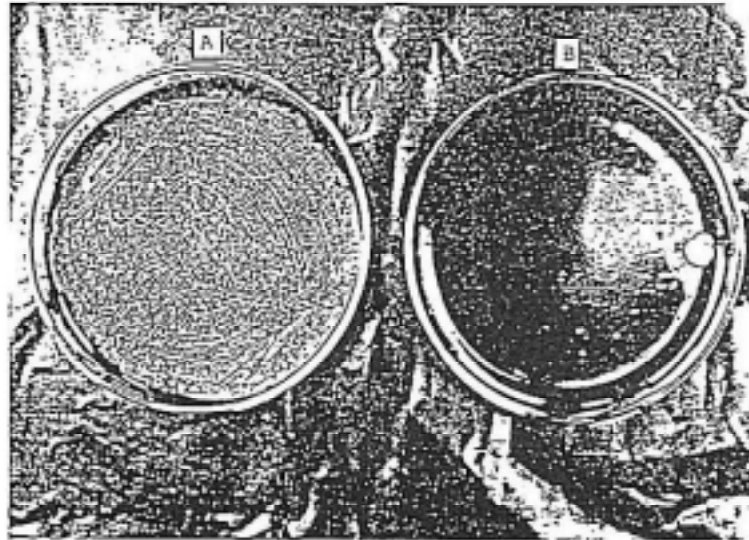


그림 2. 오존처리의 효과.

(사진1) : 20분간 1회 오존처리.

(사진2) : 20분간 3회 오존처리.

A : 무처리 시료, B : 오존처리한 시료.