

Microwave를 이용한 칫솔 살균효과

지윤정

영동대학교 치위생학과

Toothbrush sterilizing effects of using microwave

Yun-Jeong Ji

Dept. of Dental Hygiene, Youngdong University

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this study is to analyze the sterilizing effects of toothbrushes by administering bacteria into toothbrushes and reproducing the antibacterial effects using a microwave oven.

Methods : The heads of four-row mid-strength toothbrushes were cut, put in a bacterial solution (3×10^9 cells/ml) for vortexing, and sterilized with microwaves for 0, 30, and 60 seconds. They were then moved into four tubes containing DW 10 ml and suspended in a vortex mixer for two minutes to separate bacteria from them. DW 9ml was added by 1ml of bacteria for dilution of $10 \sim 10^6$ times. It was then administered to the BHI agar plate by 0.1ml and cultured at 37°C for 24 hours. Total number of bacteria adhered to a toothbrush was obtained by multiplying the number of colonies by the dilution factor. The experiment was done in the first, second, and third step, being repeated in a normal temperature drier (23°C) after 5, 9 and 24 hours.

Results : The results of the experiment revealed that the sterilizing effects were 95% or over. When toothbrushes were sterilized for 60 seconds, the number of colonies is about 11 after drying for 5 hours, 7 after drying for 9 hours and 2 after drying for 24 hours.

The sterilizing effects reached 98% when the bacteria-administered toothbrush was sterilized for 1 minute after drying for 24 hours.

Conclusions : The results demonstrated that toothbrush sterilizing by using microwave is a suitable way to prevent cross-contamination of toothbrushes by oral bacterial infection and thus easy to use at home. However, this study suggests that toothbrush sterilizing by using microwave should be limited within two times a week because the physical properties of toothbrush might be changed. (J Korean Soc Dent Hygiene 2012;12(3):641-646)

Keywords : microwave, sterilizing effects, toothbrush

색인 : microwave, 칫솔, 살균효과

1. 서론

칫솔은 치아표면을 닦고 치은을 마사지하는 도구로 치면세균막을 제거하는 가장 일차적인 방법인 칫솔질은 치아표면에서 세균과 음식 잔사를 제거하고 치은을 적절히 자극하여, 치아우식증이나 치주병을 예방할 수 있다. 칫솔은 사용 후 흐르는 물에 잘 씻어 건조한 곳에서 서로 닿지 않게 보관하도록 권장되고 있다¹⁾. 그러나 보관법에 대한 중요성을 인지하지 못하고 관리를 소홀히 하여 많은 세균이 오염될 수 있는 환경에 방치되었다가 반복 사용하고 있다. 칫솔들은 공기 중의 먼지나 오염원으로부터 격리되지 못한 환경에서 보관되어 세균으로 오염되어 있다. 이²⁾는 칫솔의 관리 행동이 세균 오염에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보고자 칫솔을 수거하여 잔존 세균 오염도를 분석한 결과 칫솔 관리 행동 중 세척시간별로 조사했을 때 15초 세척이 10초 세척보다 세균수가 적었다고 보고하였다. Caudry와 Klitorinos³⁾는 건강한 성인 칫솔에서 세균을 분리하였을 때 평균 4×10^3 CFU/ml로 나타났으며, Verran과 Leahy-Glimartin⁴⁾은 칫솔에서 분리된 세균은 총 4×10^8 CFU/ml까지 다양하였으며 이중 *Staphylococci*는 64%, *Coliforms* 57%, *Pseudomonads* 28%, 효모는 39%의 비율로 검출되었다고 보고하였다. 안 등⁵⁾은 사용기간과 세척시간에 따라 칫솔의 세균오염도를 조사한 결과 1주일 동안 5초간 세척을 하여 사용한 칫솔모에서 평균 세균수는 5.6×10^9 CFU/ml이었고, 10초간 세척 시 4.7×10^8 CFU/ml로 세척시간이 길어질수록 칫솔의 세균이 감소한 것으로 나타났다고 보고하였다. 따라서 일정시간 오존 또는 자외선을 조사하여 칫솔에 부착된 세균을 살균하는 방법이 사용되고 있으며 업계에서는 수종의 칫솔 살균기를 만들어 시판하고 있다. 단체용에서 휴대용까지 다양한 자외선 칫솔 살균기들이 상품화되어 시판되고 있으나 확실한 살균효과가 검증되지 않은 제품들이 많고 소모품 중 램프의 가격에 따라 차이가 많으며 소모품의 교체 등 경제적인 면과 번거로움이 따른다. Microwave는 전자파의 일종으로 통상 주파수가 300~3,000 MHz 이상의 극초단파로 현재 많이 쓰이고 있는 것은 915 MHz와 2,450 MHz이며 식품의 데치기, 공정, 조리, 건조, 살균 및 해동 등의 다양한 공정으로

식품산업에 이용되고 있다. Microwave의 살균원리는 구성 분자를 마이크로파가 상호 충돌시켜 발생한 마찰열에 의해 미생물이 사멸하는 원리로 세균의 세포막과 세포벽 구조변화, 단백질 구조 변화, DNA 절단 등 가열방법으로 살균한다. 현재 Microwave를 이용한 식품 살균법들이 선행되어 왔고 외국의 수술실에서는 수술복이나 글러브, 마스크 등을 Microwave를 이용한 살균법이 사용되고 있기도 하다. Livia 등⁶⁾은 Microwave를 650W로 3분에서 5분 조사 시 틀니에 존재하는 *Bacillus subtilis*균이 소독된다고 보고하였고, Cardoso 등⁷⁾은 *Staphylococcus aureus*와 *Bacillus subtilis*를 대퇴골두 동종이식편에 감염시켜 전자레인을 이용하여 2분간 살균하였을 때 살균효과가 나타났다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 Microwave의 칫솔 살균효과를 관찰하기 위하여 가정용 전자레인을 이용하여 건조시간과 Microwave 조사 시간에 따라 살균효과를 분석하였다. 가정에서 간단하고 편리하게 칫솔 세균수를 줄이는 방법을 모색하여 구강질환 예방에 기인하고자 이 연구를 시행하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1 연구재료

2.1.1 칫솔

시중에 판매되는 4줄모 중강도 칫솔[#811, (주)한미이크린, 코리아]]의 두부를 절단하여 실험재료로 사용하였다. 건조시간별 4그룹으로 나누어 한 그룹당 칫솔 8개씩 총 24개를 사용하였으며 실험과정의 오차를 고려하여 전 과정을 3회 반복 실시하였다.

2.1.2 전자레인지

마이크로파를 재현하기 위하여 1100W/고주파 : 700W의 전자레인지(RE-C23DT, 삼성전자)를 이용하여 살균 과정을 진행하였다.

2.1.3 균주 및 세균배양 방법

본 실험에 사용된 균주는 한국생명공학연구소(KTCT)에서 분양받은 *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus*

*casei*균을 혼합하여 사용하였고 칫솔에 접촉시킨 세균을 배양하기 위한 배지로 Brain Heart Infusion(BHI, Bacto)에 Agar(Becton Dickinson company, U.S.A)를 첨가하여 사용하였으며 배양 온도는 37℃로 하였다. BHI 한 천배지에 각 실험군에서 0.1 ml씩 배지에 각각 접종하고 37℃에서 24시간 배양하여 나타난 집락(Colony)수에 희석배수를 곱하여 총 세균수를 측정하였다.

2.2 연구방법

2.2.1 살균효과 측정

실험은 4그룹으로 나누어 진행하였다. 1군은 0시간 건조 후, 2군은 5시간 건조 후, 3군은 9시간 건조 후, 4군은 24시간 건조 후로 나누고 각각 살균 시간은 0초, 30초, 1분 간격으로 실시하였다. 실온 상태를 재현하기 위하여 BOD INCUBATER(MIR-250, SANYO)에서 24℃로 실험군별로 5시간, 9시간, 24시간 배양 건조하였다. 10 ml 증류수가 담긴 8개의 튜브에 세균 혼합 용액 1 ml씩 넣고 칫솔 머리가 잠기도록 한 후 Vortex mixer로 2분간 현탁하여 칫솔에 세균이 충분히 부착되도록 하였다. 튜브에서 칫솔을 꺼내어 1군은 0분, 30초, 1분간 Microwave에 살균 후 10 ml의 멸균된 증류수가 담긴 튜브 6개에 칫솔을 넣고 Vortex mixer로 2분간 현탁하여 칫솔로부터 세균을 분리하였다. 살균 시간별로 세균 분리액 1 ml씩 증류수 9 ml에 넣고 10배에서 10⁶배까지 희석하였고 BHI배지에 각각 0.1 ml씩 접종하고 37℃에서 24시간 배양하고 나타난 Colony수에 희석배수를 곱함으로써 살균 시간별 칫솔의 총 세균수를 측정하였다. 2군, 3군, 4군은 각각 5시간 건조, 9시간 건조, 24시간

건조 후 위와 동일하게 진행하였다.

2.2.2 자료분석

결과의 분석은 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 건조시간과 살균시간별 세균의 살균효과 분석은 일변량 분석(One-way ANOVA)으로 유의성을 검정하고 Tukey test로 사후검정을 시행하여 분석하였다.

3. 연구결과

3.1 세균접종 후의 살균효과

세균을 칫솔에 접촉시켜 살균 후 건조시간과 살균시간 별로 칫솔에 부착한 세균의 살균효과를 분석한 결과 <Table 1>과 같이 나타났고 <Figure 1>과 같다. 세균 접촉직후의 세균수보다 30초 살균 후 세균수가 현저하게 감소하였고 24시간 건조 후 1분간 살균한 세균 배양 배지에서는 Colony가 전혀 관찰되지 않거나 평균 2개 이하로 98%의 살균효과가 나타났다.

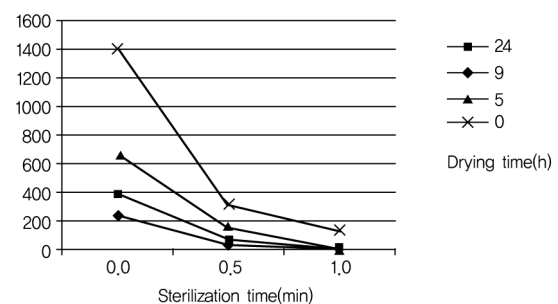


Figure 1. Disinfection effects for sterilization time and drying time

Table.1 Disinfection effects for sterilization time and drying time

Sterilization time (min)	Drying time(h)				F	p-value
	0	5	9	24		
0.0	1406.00 ± 356.92 ^b	665.66 ± 74.79 ^c	384.66 ± 19.85 ^c	240.00 ± 50.08 ^b	23.71	.000 ^{***}
0.5	309.66 ± 101.00 ^a	151.33 ± 21.38 ^b	58.00 ± 10.00 ^b	30.66 ± 8.08 ^a	17.57	.001 ^{**}
1.0	133.33 ± 22.03 ^a	11.66 ± 1.52 ^a	7.33 ± 0.57 ^a	0.66 ± 0.57 ^a	99.24	.000 ^{***}
p-value	.001 ^{**}	.000 ^{***}	.000 ^{***}	.000 ^{***}		

Values represent the Mean±SD(×10³ CFU) from triplicate experiments.

** p<.01, *** p<.001 as per repeated-measures ANOVA

^{a,b,c} The same letter indicates no significant difference according to Tukey's test at α=0.05

4. 총괄 및 고안

살균력을 작용할 수 있는 종류로는 자외선, 적외선, 오존, Microwave 등이 있다. 자외선 살균법에 사용되는 자외선의 살균 효과는 자외선양이나 세균의 종류에 따라 다르다. 자외선의 살균은 화장실이나 식품 공장의 기구, 원료, 포장 재료, 각종 기구소독, 물, 공기, 생리식염수 등의 살균에 이용되며, 특히 일단 살균한 것의 재오염을 막는 경우에 유효하다.

더불어 최근 적외선을 방출하는 물체의 제조기술의 진보와 적외선분광법의 기술 확립으로 가열, 건조, 살균 등의 식품 가공공정에서 적외선 가열이 적극적으로 도입되고 있다⁸⁾. 오존살균법에 사용되는 오존의 항균성은 일반적으로는 영양세포의 경우 실온에서는 0.5 ppm으로 약 15초 동안에 사멸되고 세균포자의 경우는 2~5 ppm으로 수분 내에 사멸시킬 수 있으며 살균작용은 온습도 함량이 높을 경우 더 강한 살균성을 나타내서 물의 살균, 소독에 이용된다. 정 등⁹⁾은 세균에 오염된 가정용 칫솔은 오존처리 20분 후에 50~60%의 살균효과를 보였다고 보고하였다. Microwave 살균법은 가열 수단으로 빵, 과자, 수산가공식품, 분체식품, 도시락 등에 적용 예가 있고 각종 포장식품의 보존성 향상에 유효하다. 세균은 그 생명화학 과정에서 모두 화학분해로 말미암아 대량의 자연 상태의 전자와 이온 및 기타 전기를 띤 미립자들이 나타난다. 마이크로파의 작용 하에서 전계의 힘에 의해 이온들이 세포막 부근의 전하 분포에 영향을 주어서 반투과성 작용이 손상을 입으면 Na-K 펌프의 기능에 영향을 주고 세포막 기능 장애를 초래하여 세포의 정상적인 신진대사 기능이 방해를 받거나 파괴되게 된다. 결국 세균 생장의 억제와 정지 및 멸균을 초래한다. 또한 마이크로파의 미생물에 대한 살균작용은 가열에 의한 효과 이외에 비 가열효과 즉 마이크로파 자체의 생리적 작용에 의한 효과도 생각되고 있다¹⁰⁾. 현재 많이 사용되는 칫솔 살균기는 대부분 자외선을 이용한 살균기가 많다. 박 등¹¹⁾은 시판되고 있는 자외선 단독 칫솔 살균기와 공기 환류형, 세라믹 발열 자외선 칫솔살균기 4종을 살균 시간별로 사멸률을 조사한 결과 만족할 만한 사멸 효과가 있었으며 세라믹 발열 자외선 살균 소독기가 초기 사

멸률이 가장 높았고, 자외선 단독 칫솔 살균기에서 비교적 낮았다고 보고하였다. 자외선 살균법은 칫솔에 존재하는 수많은 균들을 살균해 주는 역할을 한다. 그러나 다양한 세균 중에는 칫솔살균기에서 사용할 수 있을 정도의 자외선만으로는 사멸되지 않는 세균도 상당수 존재하기 때문에 자외선만으로는 사멸되지 않는 세균을 확실하게 살균하기 위하여 새로운 방법들이 시도되고 있다. Microwave를 사용하여 발표한 연구 중 Banik 등¹²⁾은 Microwave가 인간뿐만 아니라 동물의 세포에 유전적 생체 시스템 향상을 증진시킨다고 보고한바 있다. Latimer와 Matsen¹³⁾은 Microwave를 사용하여 실험실 도구들을 살균한 결과 Microwave에 5분 이상 노출 시 충분한 살균이 된다고 보고하였고 Andrea 등¹⁴⁾은 환자들의 노도관을 가정에서 Microwave를 재현할 수 있는 전자레인지에 이용하여 살균이 가능하다고 보고하였다. Nelson-Filho 등¹⁵⁾은 칫솔을 Microwave에 7분간 조사 시 살균 효과가 있었다고 보고하였다. Deniela 등¹⁶⁾은 microwave를 3분정도 조사하였을 경우 교차 감염을 유발하는 Candida의 상당한 감소를 보여 Candida 감염증에 대한 치료가능성이 있다고 보고하였으며 Dreyfuss 등¹⁷⁾은 2450MHz의 Microwave로 *Staphylococcus aureus*에 10~40초간 조사하였을 때 세포벽과 세포 용해에 작용하는 효소적 활성이 나타났다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 Microwave의 살균력을 재현할 수 있는 전자레인지를 이용하여 칫솔의 살균시간별 세균의 사멸률을 분석한 결과 24시간 건조 후 1분 살균한 배지에서 Colony의 감소율이 98%로 나타나 선행연구의 결과를 입증하였다. 건조시간을 5시간에서 24시간으로 증가시켰을 때 5시간 건조 시 세균 감소율보다 24시간 건조 시 세균 감소율이 감소하는 것으로 보아 Kozai 등¹⁸⁾의 칫솔 건조시간이 칫솔의 세균오염도와 관련이 있다는 보고와 일치하였으므로 칫솔을 통풍이 잘되는 곳에 보관할 경우 칫솔에 존재하는 세균수를 감소시킬 수 있다고 사료된다. 하지만 Microwave가 칫솔모가 물리적 기계적 성질에 영향을 미칠 수 있으므로 칫솔모나 칫솔 손잡이를 Microwave에 저항성에 강한 재료로 만들거나 내구성을 높인 칫솔을 개발하는 연구와 노력이 요구된다고 사료된다. 또한 Microwave의 강도에 따른 물리적 성상

이 변할 수 있으므로 매일 사용하는 것보다 주 1~2회 사용이 적합할 것으로 사료되며 더불어 주거생활의 변화로 인해 새로이 요구되는 칫솔 살균분야에 대하여 더욱 확실한 연구와 검토가 필요한 것으로 사료된다. 본 연구의 제한점은 칫솔에 부착된 구강 내의 세균총을 분리하여 상주 세균의 살균효과를 분석하지 않고 세균혼합액을 사용하여 Microwave의 살균효과를 재현하였다. 그리고 다른 종류의 칫솔살균기와 살균효과를 비교 분석한다면 다양한 결과 분석이 이루어졌을 것으로 사료되었다.

5. 결론

본 연구에서는 전자레인지의 Microwave를 이용하여 칫솔의 살균효과를 분석하였다. 세균을 칫솔에 접촉시켜 건조시간과 살균시간별로 칫솔에 부착한 세균의 살균효과를 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 칫솔에 잔존하는 세균수는 30초 및 1분 살균 후에 현저하게 감소하였다.
2. 건조시간별로 1분간 살균하였을 때 평균 Colony의 개수는 5시간 건조 후 11개, 9시간 건조 후는 7개, 24시간 건조 후 2개로 90% 이상의 살균효과가 나타났다.
3. 가장 효과적인 세균 사멸률은 24시간 건조 후 1분간 살균한 세균 배양 배지에서는 Colony가 전혀 관찰되지 않거나 평균 2개로 98%의 살균효과가 나타났다.

본 실험을 통하여 Microwave를 이용한 칫솔 살균은 구강 내 세균과 오염 요인들로 칫솔의 교차 감염을 예방하기 위하여 가정에서 쉽게 살균하여 사용하기 적합한 방법으로 사료된다. 그러나 강한 Microwave로 인한 칫솔의 물리적 성질 변화가 우려될 수도 있으므로 매일 사용하는 것 보다 주 1~2회 정도 살균하여 사용하면 좋을 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Paik DI et al. Clinical Preventive Dentistry. Fifth Edition. Seoul:Komoomsa;2011:81-90.
2. Lee MO. Bacteriological contamination of toothbrushes by dental plaque acidogenicity and related behaviors to toothbrush use. J Korean Society of Dental Hygiene 2004;4(2):255-263.
3. Caudry SD, Klitorinos A. Contaminated toothbrushes and their disinfection. J Can Dent Assoc 1995;61(6):511-516.
4. Verran J, Leahy-Glimartin AA. Investigation into the microbial contamination of toothbrushes. Microbios 1996;85(345):231-238.
5. Sang Hee An, Jin Hyo Seong, Dong Kie Kim. The measurement of toothbrush contamination. Korean Academy Of Oral Health 1996;20(1):121-135.
6. Livia Nordi Dovigo, Ana claudia pavarina, Daniela Garcia Ribeiro et al. Microwave Disinfection of complete Dentures Contaminated In Vitro With Selected Bacteria. J Prosthodont 2009;18(7):611-617.
7. Cardoso VH, Goncalves DL, Angioletto E et al. Microwave disinfection of gauze contaminated with bacteria and fungi. Indian J Med Microbiol 2007;25(4):428-429.
8. Kim YH et al. Disinfection and sterilization. Seoul:Korea Medical Book;1995:227-252.
9. Jeong YK, Seong YR, Cho KS, Seong HK, Kim JB. Bacteriological Contamination of Home Toothbrushes and Hygiene Improvement. Korean Academy Of Oral Health 1992;16(1):15-17.
10. Guan D, Gray P, Kang DH et al. Microbiological validation of microwave-circulated water combination heating technology by inoculated pack studies. J. Food Sci 2003;68(4):1428-1432.
11. Park KH, Kim JY, Kim JB. Sterilizing effects

- of the ultraviolet ray toothbrush sterilizing devices. Korean Academy Of Oral Health 2002; 26(1):89-99.
12. Banik S, Bandyopadhyay S, Ganguly S. Bioeffects of microwave—a brief review. Bioresource Technology 2003;87(2):155-159.
13. Latimer JM, Matsen JM. Microwave oven irradiation as a method for bacterial decontamination in a clinical microbiology laboratory. J Clin Microbiol 1977;6(4):340-342.
14. Sherbondy AL, Cooper CS, Kalinowski SE, Boyt MA, Hawtrey CE. Variability in catheter microwave sterilization techniques in a single clinic population. J Urol 2002;168(2):562-564.
15. Nelson-Filho P, da Silva LA, Ds Silva RA et al. Efficacy of microwaves and chlorhexidine on the disinfection of pacifiers and toothbrushes: an in vitro study. Pediatr Dent 2011;33(1): 10-13.
16. Ribeiro DG , Pavarina AC, Dovigo LN et al. Denture disinfection by microwave irradiation: A randomized clinical study. J Dent 2009;37(9): 666-672.
17. Dreyfuss MS, Chipley JR. Comparison of effects of sublethal microwave radiation and conventional heating on the metabolic activity of Staphylococcus aureus. Appl Environ Microbiol. 1980;39(1):13-6.
18. Kozai K, Iwai T, Miura K. Residual contamination of toothbrushes by microorganisms. ASDC J Dent Child. 1989;56(3):201-204.
19. Kim JB, Paik DI, Moon HS, Jin BH, Song YH. Dentists and dental patients attitudes toward oral hygiene devices selection. Korean Academy Of Oral Health 1992;16(2):493-504.