



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
 한국지역사회생활과학회지 29(3): 323~332, 2018
 Korean J Community Living Sci 29(3): 323~332, 2018
<http://doi.org/10.7856/kjcls.2018.29.3.323>

베이킹 소다와 식초를 이용한 보육시설에서의 칫솔 살균 방법

남 경 희 · 류 호 경^{1)†}

부산대학교 교육대학원 영양교육전공 · 부산대학교 식품영양학과¹⁾

Toothbrush Sterilization Method Using Sodium Bicarbonate and Vinegar in Child Care Facilities

Kyung Hee Nam · Ho Kyung Ryu^{1)†}

Dept. of Nutritional Education Graduate School, Pusan National University, Busan, Korea

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan, Korea¹⁾

ABSTRACT

This study was conducted to compare the effect of toothbrush sterilization using sodium bicarbonate and vinegar. The concentrations of the sodium bicarbonate were set to 1%, 3%, and 5% and the sterilization times were set to 10, 30, and 60 minutes. Additionally, the concentration of vinegar was set to 0.5%, 1%, and 2%, while the sterilization time was set to 5, 15, and 30 minutes. The test bacteria used were *Streptococcus mutans*, which cause cavities, and *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, which cause food poisoning and hygiene problems. The mean value and the significance of the number of bacteria remaining on the toothbrush were examined using the SPSS program and the optimal conditions were identified using Design expert. The results revealed that sodium bicarbonate effectively sterilized the samples when applied at 3% or 5% for 30 minutes, as did 1% or 2% vinegar applied for 30. However, the sterilization rate of sodium bicarbonate was 86–89%, which was more effective than the vinegar sterilization rate of 76–79%. In addition, considering the discomfort caused by the smell of vinegar, the most suitable method for application in child care facilities is sterilization in 3% or 5% solution of sodium bicarbonate for 30 minutes.

Key words: child-care facility, sodium bicarbonate, vinegar, toothbrush, sterilization effect

I. 서론

최근 여성 취업인구의 증가, 핵가족화 경향 및 영
유아 대상 무상교육의 확대로 어린이집 이용 아동

수는 지속적으로 증가하고 있다. 통계청에 따르면
전체 어린이집 수는 매년 증가하여 2016년 12월 기
준 어린이집 수 41,084개소, 어린이 수 1,451,215명
으로 10년 전인 2006년의 어린이집 수 29,233개소,

Received: 2 May, 2018 Revised: 4 July, 2018 Accepted: 6 August, 2018

†Corresponding Author: Ho Kyung Ryu Tel: +82-51-510-7397 E-mail: hokryu@pusan.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

어린이수 1,040,361명에 비해 각각 1.4배 증가한 것으로 보고되었다(Ministry of Health and Welfare 2017). 보육시설은 어린이의 기본적인 생활습관을 함양하는 기관(Jung 2009)으로 개인위생 확보를 위해 손 씻기 및 양치 교육을 지속적으로 실시하고 있다(Jang et al. 2003).

양치는 칫솔을 이용하여 구강 내 세균과 음식물 잔사를 제거하는 물리적 방법이다(Kim et al. 2015). 따라서 칫솔은 구강과 직접 접촉하는 위생용품으로서 부적절하게 관리되면 미생물 번식의 위험성은 높아진다고 할 수 있겠다. Kim & Kim(2015)은 어린이집 칫솔 75개의 미생물을 측정된 결과 일반세균 수는 기준치를 초과하였고, 대장균군이 절반 이상 검출되었다고 보고하였다. 그 원인은 칫솔을 한꺼번에 보관하거나 양치 후 젖은 상태로 밀폐하여 보관하는 등 소독과 보관이 적절하게 이루어지지 않았기 때문인 것으로 밝혀졌다. 이처럼 칫솔 관리 방법에 따라 세균의 존재량이 달라지는데 오염된 칫솔을 사용한다면 칫솔을 통해 많은 세균이 입 속으로 옮겨질 것으로 예상된다(Oh 2013).

현재까지의 칫솔 살균 방법에 관한 연구로는 자외선 칫솔 살균기, Microwave 등의 기구를 이용한 물리적 살균 방법에 관한 것과 소금물, 베이킹 소다액, 식초, 구강 양치액 등의 용액을 이용한 화학적 살균 방법이 있다.

기구를 이용한 물리적 살균 방법 중 자외선 살균기의 자외선은 피조사물에 거의 변화를 주지 않고 조사 중에만 살균효과가 유효하므로 유독물질이 잔존하지 않는 장점이 있다(Kim 2008). Park et al. (2002)은 자외선 칫솔 살균기의 살균효과 조사에서 살균시간이 30분이었을 때 *Escherichia coli*와 *Staphylococcus aureus*가 각각 99.98%, 99.97% 사멸되었다고 보고하였다. 하지만 Mok et al.(2009)에 따르면 자외선 살균기의 살균력은 자외선 램프의 출력 및 수량에 따라 상이하며, 자외선 입사 각도, 살균 대상의 양 및 종류에 따라 달라진다고 하였다.

Microwave의 살균 원리는 마이크로파가 구성 분

자를 상호 충돌시켜 발생한 마찰열에 의해 미생물을 사멸시키는 것이다(Livia et al. 2009). Ji(2012)는 마이크로파의 강도에 따라 칫솔의 물리적 성상이 변할 수 있으므로 칫솔모나 칫솔 손잡이를 저항성이 강한 재료로 만들거나 내구성을 높인 칫솔이 개발된 후 보편적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다고 하였다.

용액을 이용한 화학적 살균 방법 중 소금물은 일상생활에서 손쉽게 활용할 수 있으며 미생물에 대한 번식 저해 또는 사멸 작용이 있다고 알려져 있다. Kim et al.(2014)의 연구에서 *Streptococcus mutans*를 효과적으로 살균할 수 있었으나 Jang et al.(2003)의 연구에서는 *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* 등에 대한 항균 및 정균 효과를 나타나지 않았다고 보고하였다.

베이킹 소다(sodium bicarbonate)는 민간에서 세정 효과를 위해 많이 사용하는 성분으로 현재는 미국에서 시판되는 일부 치아미백용 세척제의 연마제로 사용되고 있다. 민간 의치 세정 제제들의 항균력과 정균력을 관찰한 Lee et al.(2010)의 연구 결과에 따르면 베이킹 소다 10%이하의 농도에서 *Streptococcus mutans*에 대한 성장 억제 효과가 나타났으며 77%의 사멸률을 관찰하였다고 보고하였다.

식초는 산미를 갖게 하는 조미료로 널리 쓰이는 것은 물론이고 민간 세정 물질로서 주로 채소류 및 과일류의 세정 시에 활용되고 있다. Kim et al. (2003) 및 Woo et al.(2004)은 충치 유발균 및 식품 유해세균에 대한 식초의 항균효과 연구에서 *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*의 항균활성이 높게 나타났으며, 미생물의 행태 변화를 전자 현미경으로 관찰한 결과 세포의 팽윤, 세포벽의 파괴가 항균활성과 관련된 것으로 보고하였다.

구강 양치액은 알코올과 클로르헥시딘을 함유한 제품이다. Im et al.(2013)은 구강 내 세균을 채취하여 칫솔에 묻힌 후 10초와 30초 동안 클로르헥시딘 용액을 처리한 그룹에서 98% 이상의 살균효과를 나

타내었다고 보고하였다. 하지만 장시간 사용 시 치아변색 및 미각상실 등을 야기시킨다는 단점이 있다고 알려져 있다(Oh et al. 2005; Lee 2017).

이에 본 연구는 보육시설의 규모와 경제적 부담 등을 고려하여 기구를 이용한 살균 방법보다는 용액을 사용한 방법을 선택하였고, 선행 연구결과를 토대로 베이킹 소다 용액과 식초 용액을 이용한 칫솔의 살균 효과를 측정하였다. 각 용액의 농도와 시간을 달리 한 실험을 통해 *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* 등의 주요 세균의 살균효과를 측정하여 보육기관에서 활용 가능한 최적의 조건을 확립하고 최종적으로 선정된 소독 방법을 보육시설에 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험재료

칫솔(CJ LION Co., Incheon, Korea)은 어린이 4세~6세까지 사용하는 키즈 세이프 2 Step을 날개별 밀봉된 것을 구입하여 사용하였다. 소독액의 제조를 위해 베이킹 소다(100% Sodium bicarbonate; Church & Dwight Co., Inc, USA)와 현미식초(6% Brown rice vinegar; OTTOGI Co., Gyeonggi-do, Korea)를 사용하였으며 회석에 사용한 물은 3차 멸균 증류수를 사용하였다. 실험 과정의 오차를 고려하여 각 군당 3회씩 반복 실험하였다. 본 실험에 사용한 모든 균주는 한국 생명공학연구원 생물자원센터(Korean collection for type cultures, KCTC, Jeollabuk-do, Korea)에서 동결된 상태로 분양받아 사용하였다.

2. 실험방법

1) 균주의 배양

균주의 활성 배양을 위해 *Streptococcus mutans* (KCTC 3065)는 Tryptic Soy Broth(TSB, Difco Laboratories, Detroit, Mich, USA)와 Agar powder (Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 배합

한 TSA배지에 접종하였고, *Staphylococcus aureus* (KCTC 1928) 및 *Escherichia coli*(KCTC 2593)는 Nutrient Broth(NB, Difco Laboratories, Detroit, Mich, USA)와 Agar powder(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 배합한 NA배지에 각각 접종하였다. $36 \pm 1^\circ\text{C}$ incubator(Jisico Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 24 ± 2 시간으로 총 3차 계대배양하였다.

2) 균 배양액 제조 및 부착

활성화된 시험 균을 Tryptic Soy Broth(TSB) 및 Nutrient Broth(NB)에 현탁 시켜 37°C shaking incubator(VS-8480 ; Vision Scientific, Pucheon, Korea)에서 12 ± 2 시간 동안 200 rpm으로 진탕 배양하여 칫솔에 부착시킬 균 배양액을 제조하였다. 이때 균 배양액의 초기 균수는 1.4×10^7 CFU/mL ~ 1.5×10^7 CFU/mL로 600nm흡광도에서 조절하였으며, $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 유지시켜 2시간 이내에 사용하였다. 균 부착을 위해 균배양액 10 mL씩 50 mL conical tube(SPL Life Sciences co., Ltd, Pocheon, Korea)에 담은 후 칫솔 머리가 완전히 잠기도록 하여 30분간 무균작업대 내에서 방치 후 10분 건조하였다. 이때 별도의 처리 없이 현탁 하여 측정할 칫솔의 초기 균수를 대조군으로 설정하였다.

3) 소독액 제조 및 살균시간 설정

베이킹 소다 소독액의 제조 배합 비율은 1%, 3%, 5%, 살균 시간은 10분, 30분, 60분으로 설정하였고, 식초 소독액의 제조 배합 비율은 0.5%, 1%, 2%, 살균 시간은 5분, 15분, 30분으로 설정하였다(Table 1).

4) 소독 실시 및 살균 효과 측정

소독액 10 mL를 50 mL conical tube(SPL Life Sciences co., Ltd, Pocheon, Korea)에 붓고 칫솔모가 완전히 잠기게 하여 설정한 범위의 농도와 시간에 따라 살균을 실시하였다. 살균이 끝난 칫솔은 칫솔모가 Tryptic Soy Broth(TSB) 및 Nutrient Broth (NB)에 완전히 잠기게 하여 vortex mixer로 2분간

Table 1. Experimental design for preparation of sodium bicarbonate solution and vinegar

| Sodium bicarbonate | | | Vinegar | | |
|--------------------------|------------------|-----------|--------------------------|------------------|-----------|
| Sample ¹⁾ No. | Concentration(%) | Time(Min) | Sample ¹⁾ No. | Concentration(%) | Time(Min) |
| C | 0 | 0 | C | 0 | 0 |
| S11 | 1 | 10 | V11 | 0.5 | 5 |
| S21 | 3 | 10 | V21 | 1 | 5 |
| S31 | 5 | 10 | V31 | 2 | 5 |
| S12 | 1 | 30 | V12 | 0.5 | 15 |
| S22 | 3 | 30 | V22 | 1 | 15 |
| S32 | 5 | 30 | V32 | 2 | 15 |
| S13 | 1 | 60 | V13 | 0.5 | 30 |
| S23 | 3 | 60 | V23 | 1 | 30 |
| S33 | 5 | 60 | V33 | 2 | 30 |

¹⁾ C: control, S11-S33: sodium bicarbonate, V11-V33: vinegar

현탁 시켜 칫솔에 남아있는 잔존 균을 분리하였다. 분리한 잔존 균액을 $10^{-1} \sim 10^{-6}$ 까지 희석하여 Tryptic Soy borth Agar(TSA) 및 Nutrient broth Agar(NA)에 각각 0.1 mL씩 접종하고, $36 \pm 1^\circ\text{C}$ incubator(Jisico Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 24 ± 2 시간 배양한 후 생성된 집락 수를 계수하여 colony forming units (CFU/mL)로 나타내었다. 살균효과는 균별 살균율로 나타내었으며 소독을 실시하기 전 칫솔에 잔존하는 균수에 대하여 소독하기 전 칫솔에 존재하는 세균수와 소독 후 칫솔 잔존균수의 차이를 백분율로 환산하여 산출하였다.

살균율(%) =

$$\frac{\text{소독 전 칫솔의 잔존균수} - \text{소독 후 칫솔의 잔존균수}}{\text{소독 전 칫솔의 잔존균수}}$$

× 100

3. 통계 처리 및 분석 방법

SPSS Ver 23.0 for window software(SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 처리한 칫솔의 잔존 균수의 평균값과 유의성을 검정하였으며 Design expert software version 11(Stat-Ease) 프로그램을 사용하여 최적의 소독조건을 규명하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 칫솔 소독 방법에 따른 살균효과

1) 베이킹 소다의 살균효과

베이킹 소다를 이용하여 *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli*를 살균한 결과는 Table 2, Table 3 및 Table 4와 같다. 농도와 시간에 관계없이 모든 처리군에서 살균을 실시하지 않은 대조군에 비해 살균 후 칫솔의 잔존균수가 유의적으로 감소하였다. Desirability는 각 반응의 이상적인 범위를 말하며 가장 바람직한 경우는 1에, 가장 바람직하지 않은 경우는 0에 가까운 값을 나타낸다.

*Streptococcus mutans*에 대한 잔존균수, 살균율 및 desirability는 Table 2와 같다. 이 중 0.8이상의 desirability를 나타낸 것은 S32, S22, S33 등 이었다. 가장 높은 desirability를 나타낸 S32는 $8.28 \pm 0.55 \times 10^5$ CFU/mL로 잔존균수가 가장 낮았으며 87.7%의 살균율을 나타내었다. S22는 $9.02 \pm 0.86 \times 10^5$ CFU/mL, S33은 $9.32 \pm 0.23 \times 10^5$ CFU/mL로 대조군 대비 잔존균수가 감소하여 각각 86.11%, 85.92%의 살균율을 나타내었다. 이상의 결과는 Kim et al.(2014)의 30분간 베이킹 소다 소독을 실시한

Table 2. Sterilization effect of sodium bicarbonate on *Streptococcus mutans*

| Sample No. | Number of remaining bacteria ¹⁾ | Sterilization rate(%) ²⁾ | Desirability ³⁾ |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------------|
| C | 66.33 ± 1.76 | - | - |
| S32 | 8.28 ± 0.55 | 87.70 | 0.967 |
| S22 | 9.02 ± 0.86 | 86.11 | 0.929 |
| S33 | 9.32 ± 0.23 | 85.92 | 0.914 |
| S23 | 10.50 ± 1.13 | 83.74 | 0.853 |
| S21 | 12.30 ± 1.21 | 81.58 | 0.760 |
| S31 | 15.33 ± 1.57 | 76.45 | 0.603 |
| S13 | 22.27 ± 0.67 | 66.26 | 0.245 |
| S12 | 25.07 ± 0.12 | 62.11 | 0.100 |
| S11 | 26.00 ± 0.87 | 60.38 | 0.052 |
| p-value | 0.000*** | - | - |

¹⁾ Units: Mean ± SD (n=3)×10⁵ CFU/mL. ***p<0.001

Each sample was repeated three times

²⁾ Sterilization rate (%)=[(Number of Bacteria for Control)-(Number of Bacteria for Sample)]/(Number of Bacteria for Control)×100

³⁾ Desirability reflects the desirable ranges (0-1) for each response(di)

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n di \right)^{\frac{1}{n}}$$

Table 3. Sterilization effect of sodium bicarbonate in *Staphylococcus aureus*

| Sample No. | Number of remaining bacteria ¹⁾ | Sterilization rate(%) ²⁾ | Desirability ³⁾ |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------------|
| C | 67.50 ± 0.50 | - | - |
| S22 | 8.02 ± 0.31 | 88.07 | 0.984 |
| S32 | 8.47 ± 0.50 | 87.41 | 0.957 |
| S33 | 9.07 ± 0.38 | 86.44 | 0.922 |
| S23 | 10.70 ± 1.21 | 83.63 | 0.825 |
| S12 | 11.07 ± 0.86 | 83.48 | 0.803 |
| S31 | 11.07 ± 0.38 | 83.48 | 0.803 |
| S21 | 11.60 ± 0.60 | 82.81 | 0.772 |
| S13 | 12.20 ± 1.15 | 82.00 | 0.736 |
| S11 | 23.03 ± 1.38 | 65.88 | 0.093 |
| p-value | 0.000*** | - | - |

¹⁾ Unit: Mean ± SD(n=3)×10⁵ CFU/mL. ***p<0.001

Each sample was repeated three times

²⁾ Sterilization rate (%)=[(Number of Bacteria for Control)-(Number of Bacteria for Sample)]/(Number of Bacteria for Control)×100

³⁾ Desirability reflects the desirable ranges (0-1) for each response(di)

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n di \right)^{\frac{1}{n}}$$

그룹에서 *Streptococcus mutans*의 집락수가 유의미하게 감소하였으나 시간을 더 두어도 살균효과는 증가하지 않았다는 연구 및 Lee et al.(2010)의 *Streptococcus mutans*에 대한 성장억제 실험에서 베이킹 소다 1.25%, 2.5%, 5%의 농도에서 균의 성장이 억제되는 양상을 보였다는 연구 결과와 일치하였다.

*Staphylococcus aureus*에 대한 잔존균수, 살균율 및 desirability는 Table 3과 같다. 이 중 0.8이상의 desirability를 나타낸 것은 S22, S32, S33 등이었다. 가장 높은 desirability를 나타낸 S22는 $8.02 \pm 0.31 \times 10^5$ CFU/mL로 잔존 균수가 가장 낮았으며 88.07%의 살균율을 나타내었다. S32는 $8.47 \pm 0.50 \times 10^5$ CFU/mL, S33은 $9.07 \pm 0.38 \times 10^5$ CFU/mL로 대조군 대비 잔존 균수가 감소하여 각각 87.41%, 86.44%의 살균율을 나타내었다. Choi(2014)의 세척제 종류별 침지시간에 따른 미생물 제어효과를 분석한 연구에서 베이킹 소다 1%의 농도로 5분간 살균했을 때 *Staphylococcus aureus*의 감균 효과가

나타났다는 결과와 유사하게 본 연구에서는 그보다 높은 3%의 농도에서 30분간 살균했을 때 가장 큰 감균 효과를 나타내었다.

*Escherichia coli*에 대한 잔존균수, 살균율 및 desirability는 Table 4와 같다. 이 중 0.8이상의 desirability를 나타낸 것은 S32, S33, S23 등 이었다. 가장 높은 desirability를 나타낸 S32는 $7.22 \pm 0.08 \times 10^5$ CFU/mL로 잔존 균수가 가장 낮았으며 88.93%의 살균율을 나타내었다. S33은 $7.65 \pm 0.33 \times 10^5$ CFU/mL, S23은 $8.20 \pm 0.49 \times 10^5$ CFU/mL로 대조군 대비 잔존 균수가 감소하여 각각 88.24%, 87.55%의 살균율을 나타내었다. 이는 자외선 단독 잇솔 살균기를 사용하여 5분간 살균했을 때 89.8%의 살균효과를 나타내었다는 연구 결과(Park et al, 2002)와도 유사한 결과를 나타내었다.

이상을 고려할 때 베이킹 소다 3% 또는 5%의 농도에서 30분간 살균하는 것이 *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli*를 가장 효과적으로 제거할 수 있는 방법이라고 생각된다.

Table 4. Sterilization effect of sodium bicarbonate of *Escherichia coli*

| Sample No. | Number of remaining bacteria ¹⁾ | Sterilization rate(%) ²⁾ | Desirability ³⁾ |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------------|
| C | 65.83 ± 4.37 | - | - |
| S32 | 7.22 ± 0.08 | 88.93 | 0.997 |
| S33 | 7.65 ± 0.33 | 88.24 | 0.976 |
| S23 | 8.20 ± 0.49 | 87.55 | 0.950 |
| S22 | 8.57 ± 0.53 | 86.86 | 0.932 |
| S31 | 10.70 ± 0.10 | 83.60 | 0.831 |
| S12 | 20.90 ± 0.98 | 68.25 | 0.347 |
| S13 | 21.17 ± 0.58 | 67.84 | 0.334 |
| S21 | 21.23 ± 1.48 | 67.75 | 0.331 |
| S11 | 26.30 ± 3.12 | 61.00 | 0.090 |
| p-value | 0.000*** | - | - |

¹⁾ Unit: Mean ± SD(n=3) × 10⁵ CFU/mL. ***p<0.001

Each sample was repeated three times

²⁾ Sterilization rate (%)=[(Number of Bacteria for Control)-(Number of Bacteria for Sample)]/(Number of Bacteria for Control) × 100

³⁾ Desirability reflects the desirable ranges (0-1) for each response(di)

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

2) 식초의 살균 효과

식초를 이용하여 *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli*를 살균한 결과는 Table 5, Table 6 및 Table 7과 같다. 농도와 시간에 관계 없이 모든 처리군에서 살균을 실시하지 않은 대조군에 비해 살균 후 칫솔의 잔존 균수가 유의적으로 감소하였다.

*Streptococcus mutans*에 대한 잔존균수, 살균율 및 desirability는 Table 5와 같다. 이 중 0.8이상의 desirability를 나타낸 것은 V33, V23, V32 이었다. 가장 높은 desirability를 나타낸 V33은 $13.57 \pm 0.35 \times 10^5$ CFU/mL로 잔존 균수가 가장 낮았으며 79.47%의 살균율을 나타내었다. V23은 $14.73 \pm 0.38 \times 10^5$ CFU/mL, V32는 $16.10 \pm 0.20 \times 10^5$ CFU/mL로 대조군 대비 잔존 균수가 감소하여 각각 77.80%, 75.61%의 살균율을 나타내었다. 이상의 결과는 감식초 1.5% 이상의 희석 농도에서 *Streptococcus mutans*의 억제효과가 나타나기 시작하였다는 연구 (Kim et al. 2003) 및 *Streptococcus mutans*와

*Lactobacillus casei*의 혼합균을 Microwave로 30초 살균 후 균수가 78%로 감소되었다는 연구결과(Ji 2012)와 유사한 살균 효과를 나타내었다.

*Staphylococcus aureus*에 대한 잔존균수, 살균율 및 desirability는 Table 6과 같다. 이 중 0.8이상의 desirability를 나타낸 것은 V33, V23, V32 이었다. 가장 높은 desirability를 나타낸 V33은 $15.63 \pm 0.40 \times 10^5$ CFU/mL로 잔존 균수가 가장 낮았으며 77.06%의 살균율을 나타내었다. V23은 $16.07 \pm 0.76 \times 10^5$ CFU/mL, V32는 $16.70 \pm 0.89 \times 10^5$ CFU/mL로 대조군 대비 잔존 균수가 감소하여 각각 76.25%, 75.22%의 살균율을 나타내었다. 이상의 결과는 Kim et al.(2003)의 식초 1% 농도에서 10분간 침지를 하였을 때 *Staphylococcus aureus*가 전혀 측정되지 않았다는 보고 및 Woo et al.(2004)의 식초 1% 농도에서 배양 초기부터 균의 증식이 완전히 억제되어 생육이 되지 않았다는 보고와 일치하게 본 연구에서도 식초 1% 이상의 농도에서 30분간 살균할 경우 76%~77%의 살균효과를 나타내었다.

Table 5. Sterilization effect of vinegar on *Streptococcus mutans*

| Sample No. | Number of remaining bacteria ¹⁾ | Sterilization rate(%) ²⁾ | Desirability ³⁾ |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------------|
| C | 67.00 ± 5.29 | - | - |
| V33 | 13.57 ± 0.35 | 79.47 | 0.977 |
| V23 | 14.73 ± 0.38 | 77.80 | 0.905 |
| V32 | 16.10 ± 0.20 | 75.61 | 0.820 |
| V13 | 18.80 ± 0.75 | 71.59 | 0.652 |
| V22 | 18.87 ± 0.15 | 71.44 | 0.648 |
| V12 | 19.07 ± 0.40 | 71.06 | 0.636 |
| V31 | 20.20 ± 0.62 | 69.24 | 0.565 |
| V21 | 20.97 ± 0.87 | 68.41 | 0.517 |
| V11 | 28.47 ± 0.80 | 56.82 | 0.052 |
| p-value | 0.000*** | - | - |

¹⁾ Unit: Mean ± SD(n=3)×10⁵ CFU/mL. ***p<0.001

Each sample was repeated three times

²⁾ Sterilization rate (%)=[(Number of Bacteria for Control)-(Number of Bacteria for Sample)]/(Number of Bacteria for Control)×100

³⁾ Desirability reflects the desirable ranges (0-1) for each response(di)

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n di \right)^{\frac{1}{n}}$$

Table 6. Sterilization effect of vinegar on *Staphylococcus aureus*

| Sample No. | Number of remaining bacteria ¹⁾ | Sterilization rate(%) ²⁾ | Desirability ³⁾ |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------------|
| C | 68.17 ± 1.04 | - | - |
| V33 | 15.63 ± 0.40 | 77.06 | 0.972 |
| V23 | 16.07 ± 0.76 | 76.25 | 0.943 |
| V32 | 16.70 ± 0.89 | 75.22 | 0.902 |
| V22 | 18.87 ± 0.31 | 72.21 | 0.760 |
| V13 | 19.90 ± 0.53 | 70.59 | 0.693 |
| V12 | 20.63 ± 0.45 | 69.63 | 0.645 |
| V31 | 27.70 ± 0.46 | 59.19 | 0.183 |
| V21 | 29.33 ± 0.57 | 56.99 | 0.076 |
| V11 | 29.93 ± 0.51 | 55.88 | 0.037 |
| p-value | 0.000 ^{***} | - | - |

¹⁾ Unit: Mean ± SD(n=3) × 10⁵ CFU/mL. ^{***}p < 0.001

Each sample was repeated three times

²⁾ Sterilization rate (%) = [(Number of Bacteria for Control) - (Number of Bacteria for Sample)] / (Number of Bacteria for Control) × 100

³⁾ Desirability reflects the desirable ranges (0-1) for each response(di)

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

Table 7. Sterilization effect of vinegar on *Escherichia coli*

| Sample No. | Number of remaining bacteria ¹⁾ | Sterilization rate(%) ²⁾ | Desirability ³⁾ |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------------|
| C | 62.67 ± 1.26 | - | - |
| V33 | 13.53 ± 0.72 | 78.73 | 0.942 |
| V23 | 15.00 ± 0.10 | 76.1 | 0.840 |
| V13 | 16.17 ± 0.21 | 74.18 | 0.759 |
| V32 | 19.20 ± 0.56 | 69.48 | 0.549 |
| V22 | 19.47 ± 0.32 | 69.08 | 0.530 |
| V12 | 21.57 ± 0.81 | 65.34 | 0.384 |
| V31 | 26.30 ± 0.36 | 58.01 | 0.056 |
| V21 | 26.50 ± 0.44 | 57.93 | 0.042 |
| V11 | 26.73 ± 0.35 | 57.37 | 0.025 |
| p-value | 0.000 ^{***} | - | - |

¹⁾ Unit: Mean ± SD(n=3) × 10⁵ CFU/mL. ^{***}p < 0.001

Each sample was repeated three times

²⁾ Sterilization rate (%) = [(Number of Bacteria for Control) - (Number of Bacteria for Sample)] / (Number of Bacteria for Control) × 100

³⁾ Desirability reflects the desirable ranges (0-1) for each response(di)

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

*Escherichia coli*에 대한 잔존균수, 살균율 및 desirability는 Table 7과 같다. 이 중 0.8이상의 desirability를 나타낸 것은 V33, V23이었다. 가장 높은 desirability를 나타낸 V33은 $13.53 \pm 0.72 \times 10^5$ CFU/mL로 잔존 균수가 가장 낮았으며 78.73%의 살균율을 나타내었다. V23은 $15.00 \pm 0.10 \times 10^5$ CFU/mL로 대조군 대비 잔존 균수가 감소하여 76.1%의 살균율을 나타내었다. 이상의 결과는 Woo et al.(2004)의 식초 1% 농도에서 배양 초기부터 균의 증식이 완전히 억제되어 생육이 되지 않았다는 보고와 일치하게 본 연구에서도 식초 1% 이상의 농도에서 30분간 살균할 경우 76%~77%의 살균효과를 나타내었다. 이상의 결과는 식중독 균에 대한 식초 살균 효과 실험에서 식초 1%의 농도로 10분간 살균하였을 때 *Escherichia coli*는 전혀 측정되지 않았다는 연구 결과(Kim & Chung 2003)보다는 낮은 살균력을 나타내었다. 반면 브로콜리씨과 적채 씨에 6.32×10^4 CFU/g의 대장균을 부착 후 식초 10%의 농도에서 살균한 결과 잔존균수는 1.26×10^3 CFU/g로 감소하여 98.1%의 살균력을 나타내었다는 보고(Choi et al., 2015)와 유사하게 본 연구에서는 그보다 낮은 농도의 처리에도 불구하고 *Escherichia coli*에 대한 74%~79%의 높은 살균 효과를 나타내었다. 또한 식초 소독에 의한 새싹채소의 소독 효과에 관한 Lee(2008)의 연구에서 총 균수와 대장균균수 모두 점차 감소하는 경향을 나타내었다는 보고와 같이 본 연구에서도 유사한 결과를 나타내었다

따라서 식초는 1% 또는 2%의 농도에서 30분간 살균하는 것이 *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* 및 *Escherichia coli*를 가장 효과적으로 제거할 수 있는 방법이라고 생각된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 면역력이 취약한 어린이의 건강에 위협을 줄 수 있는 대표적인 구강세균 및 식중독균에 대한 베이킹 소다와 식초의 살균 효과를 비교해 보

고 가장 효과적인 소독 방법을 보육시설에 제안하고자 하였다. 베이킹 소다 소독액의 농도는 1%, 3%, 5%, 살균 시간은 10분, 30분, 60분으로 설정하였으며, 식초 소독액의 농도는 0.5%, 1%, 2%, 살균 시간은 5분, 15분, 30분으로 설정하였다. 살균 효과 측정을 위한 시험 균주는 충치 유발균으로 잘 알려진 *Streptococcus mutans*, 식중독 원인균 및 대표적인 위생 지표균인 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*로 하였다. SPSS 프로그램을 이용하여 처리한 칫솔의 잔존 균수의 평균값과 유의성을 검정하였으며 Design expert를 사용하여 최적의 소독 조건을 규명하였다. 실험 결과 농도와 시간에 관계없이 모든 처리군에서 살균 전에 비해 살균 후 칫솔의 잔존균수가 유의적으로 감소하였다. 베이킹 소다와 식초의 농도와 시간에 따른 균별 살균율 및 desirability를 분석한 결과 베이킹 소다는 3% 또는 5%의 농도에서 30분간 살균하는 것이 효과적이었으며, 식초는 1% 또는 2%의 농도에서 30분간 살균하는 것이 효과적이었다. 그러나 베이킹 소다의 균별 살균율이 86%~89%로 식초의 76%~79%보다 더 높은 것으로 나타났고, 식초의 냄새로 인한 불쾌감 등을 고려하여 최종적으로 베이킹 소다 3% 또는 5% 용액에 30분간 살균하는 것을 보육시설에서 시행하기에 가장 적합한 방법으로 제안한다.

References

- Choi CI(2014) The antimicrobial effect of active ingredients of detergent on food-borne pathogenic bacteria in vegetable. Master's Thesis, Chung-Ang University, p52
- Choi JW, Lee JS, Lee JH, Jung HK, Kim JG(2015) Efficacy of vinegar solution on microbial reduction and sensory quality of broccoli and red cabbage sprouts. Korean J Agr Sci 31(1), 64-69
- Im MH, Jung SJ, Lee KH(2013) The sterilization effect according to the toothbrush management method. J Applied Subtle Energy 11(1), 1-4
- Jang JH, Jang JS, Lee SY, Kim HS, Kang SM, Park JH(2003) Growth inhibition effects of ethanol and sodium chloride on *Bacillus cereus*. J Korean Food

- Sci Technol 35(5), 998-1002
- Ji YJ(2012) Toothbrush sterilizing effects of using microwave. J Korean Dental Hygiene 12(3), 641-646
- Jung HM(2009) Research on the current facts on preschool lunch and the teachers' eating patterns and nutritional knowledge. Master's Thesis, Sungshin Womem's University, pp1-5
- Kim NI(2008) Non-thermal food disinfection using ultraviolet ray and ozone gas. Master's Thesis, Kyungwon University, pp1-2
- Kim JS, Kim JB(2015) Prevalence and toxin genes of food-borne pathogens isolated from toothbrush in child care center. J Food Hyg Sag 30(3), 252-248
- Kim SH, Chung SY(2003) Effect of pre - preparation with vinegar against microorganisms on vegetables in foodservice operations. J Korean Soc Food Sci Nutr 32(2), 230-237
- Kim OM, Ha DJ, Jeong YJ(2003) Antibacterial activity of vinegars on *Streptococcus mutans* caused dental caries. J Korean Food Preserv 10(4), 565-258
- Kim SH, Jo AR, Lee KH(2014) Inhibitory effects of different sterilization methods at toothbrush on *Streptococcus mutans*. J Applied Subtle Energy 12(1), 1-6
- Lee YA(2008) A study on the microbiological quality of sprout vegetables depending on sanitization method in school foods service operations. Master's Thesis, Dong-A University, p33
- Lee JY, Kim YK, Jeong YS, Kang KH, Hwang SJ(2010) The effect of different denture cleansing agents on the abrasion test of denture base material and survival rate of *Candida albicans* and *Streptococcus mutans*. J Korean Academy Oral Health 34(1), 18-27
- Livia ND, Ana CP, Daniela GR(2009) Microwave disinfection of complete dentures contaminated in vitro with selected bacteria. J Prosthodont 18(7), 611-617
- Mok CK, Lee NH(2009) Ultraviolet inactivation of *Escherichia coli* in stainless steel cups. J Korea Industrial Food Eng Prog 13(2), 122-129
- Nam EK(2005) Attenuation of foodborne disease outbreak in institutional food service establishments. Master's Thesis, Kyungpook National University, p61
- Oh SH, Kim SH, Choi MJ, Kim KM, Kim KN(2005) The antibacterial effects of oral rinses containing phytophingosine against oral microorganisms. J Korean Soci Dental Materials 32(4), 351-357
- Oh JH(2013) Micro-organism according to storage method of the tooth-brush. Master's Thesis, Dankook University, p1
- Park KH, Kim JY, Kim JB(2002) Sterilizing effects of the ultraviolet ray toothbrush sterilizing devices. J Korean Acad Dent Health 26(1), 89-97
- Woo SM, Jang SY, Kim OM, Youn KS, Jeong YJ(2004) Antimicrobial effects of vinegar on harmful food-born organisms. Korean J Food Preservation 11(1), 117-121
- Ministry of Health and Welfare(2017) Number of daycare centers and infants using daycare centers. Available from <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action> [cited 2017 October 24]