JFSS Journal of the FoodService Safety www.fssanitation.com

급식 외식위생학회지 5(1): 1-4, 2024 eISSN 2765-2025
https://doi.org/10.22960/JFSS.2024.5.1

Original Article

고무장갑 재질 및 식품 오염에 따른 살균소독제의 황색포도상구균 저해 효과

오민석 · 이선영*
중앙대학교 생명공학대학 식품영양학과

The Effect of Chemical Sanitizers on Reducing *Staphylococcus aureus* on Rubber Gloves Depending on Material and Food Contaminant

Min-Seok Oh and Sun-Young Lee*
Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract: This study investigated the effect of sodium hypochlorite and ethanol on reducing *Staphylococcus aureus* on gloves depending on material and food contaminant. *S. aureus* inoculated onto rubber gloves with various organic substances (pork extract, perilla leaf extract, and 0.2% peptone water) and inoculated rubber gloves were stored in a desiccator at 100% RH and 25°C for 24 h before treatments with distilled water, ethanol, or sodium hypochlorite. Levels of *S. aureus* were significantly reduced on both types of rubber gloves when treated with ethanol and sodium hypochlorite. However, sodium hypochlorite treatment resulted in 3.27 log CFU/each of *S. aureus* in pork extract on nitrile gloves, indicating that the effectiveness of disinfection may vary depending on the glove material and the type of organic substance. The results of this study suggest that ethanol treatment is the most effective disinfection method for *S. aureus* on rubber gloves, regardless of the material and organic substances.

Key words: *S. aureus*, rubber gloves, food contaminant, sanitizer

I. 서 론

병원성 미생물에 의한 식중독 발생은 계속해서 증가하는 추세이며 인간의 건강을 해치고 있다(Chang *et al.* 2005; Lee *et al.* 2008). 매년 우리나라에서 병원성 미생물에 의한 식중독 사고가 다수 발생하고 있으며, 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*)은 이러한 식중독 사고의 대표적인 원인균 중 하나이다(Fetsch & Johler 2018). 외식산업 발달과 GDP (gross domestic product)의 증가로 외식 인구 증가와 병원, 학교 등의 단체급식이 확대되면서 단체급식과 관련되어 식중독 사고의 규모와 수가 커지는 경향이 있다(Woo *et al.* 2022). 식중독은 병원성 미생물에 오염된 식품 사용 또는 조리, 제조 과정 중에 있어 살균 과정이 적절하지 못했을 때 발생할 수 있으며, 생산, 보관, 저장 등 식품 취급 시 작업자나 기계, 기구로부터 교차오염을 통해 발생할 수 있다(Lee *et al.* 2007; Choi & Lee 2008). 그 중 스펀지, 행주, 고무장갑 등에 의한 병원성 세균의 교차오염은 단체급식에서 식중독의 주요한 원인으로 알려져 있다(Montville *et al.* 2001; Bae *et al.* 2009). 조리기구 및 주방용품의 식품접촉부분에 유기물과 미생물이 부착되어 생물막(biofilm)을 형성함으로써 교차오염이 발생할 수 있다. 특히 고무장갑은 식품과 직접적으로 접촉하기 때문에 작업 과정에서 작업별 또는 취급하는 식품별로 적절히 교체하지 않으면 교차오염의 주요 원인이 될 수 있다. 따라서, 이러한 교차오염을 예방하기 위하여 고무장갑을 용도 별로 나누어 사용하고, 사용 후 적절히 살균소독하여 미생물에 의한 오염을 예방할 필요가 있다. 교차오염은 대규모 식품 가공 및 생산 과정 중에 일어나는 대형 식중독 사고의 주요 원인으로 작용할 수 있으며, 이를 방지하기 위해서 식품 원료의 세척, 살균소독 등 적절한 처리 뿐만 아니라 식품과 접촉하는 모든 작업자와 물체에 대

*Corresponding author: Sun-Young Lee, Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, 4726, Seodong-daero, Anseong-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel: +82-31-670-4587, Fax: +82-31-678-8741
E-mail: nina6026@cau.ac.kr

2024년 6월 13일 접수, 2024년 6월 25일 수정논문접수, 2024년 6월 25일 채택

한 철저한 살균소독이 이루어져야 한다(Bae *et al*. 2012). 살균소독제의 주요 원료 성분 중 국내에서 유통되어 사용되고 있는 것은 차아염소산나트륨, 이염화아이소사이아누르산나트륨, 과산화아세트산, 알코올, 탄화수소암모늄, 과산화초산 등이 있으며 사용되는 주요성분에 의하여 염소계열, 4급암모늄계열, 알코올계열, 과산화수소계열, 요오드계열 등으로 분류될 수 있다(Lee *et al.* 2007). 이 중 외식 및 단체급식에서는 알코올계와 염소계가 살균소독제로 가장 흔하게 사용되고 있으며, 이외에도 단체급식에서는 작업 도구의 소독에 열탕소독, 건열 소독, 자외선소독을 이용하고 있다(Bae *et al.* 2009). 본 연구에서는 교차오염과 잠재적 위험 가능성이 높은 고무장갑의 재질에 따른 살균소독제의 소독 효과와 미생물 저감 효과를 조사하기 위해, 단체급식에서 가장 많이 사용되는 라텍스와 니트릴 고무장갑에 오염된 황색포도상구균의 알코올과 염소계 살균소독제의 저감 효과를 평가하였다. 또한 오염된 식품 성분으로 살균소독제의 효과가 달라질 수 있으므로, 돼지고기, 깻잎 등의 식품 오염물과 혼입되어 오염된 경우에 대한 저감 효과도 함께 평가하였다. 본 연구결과는 단체급식에서 교차오염을 줄이기 위해 사용되는 고무장갑의 살균소독의 방법을 검증하기 위한 유의미한 연구결과를 제공할 수 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용된 고무장갑은 단체급식소에서 가장 많이 사용하는 라텍스와 니트릴 재질 2가지가 사용되었으며 사용된 고무장갑의 정보는 <Table 1>에 나타내었다. 각 고무장갑은 주방세제(순샘; 애경산업, 충남, 한국)로 세척 후, 오염에 노출되기 쉬운 손가락 부분을 멸균된 집게와 가위를 이용하여 잘라 멸균된 호일에 올려 자외선으로 멸균하여 사용하였다.

2. 실험 균주 및 배양 조건

실험에 사용한 *S. aureus* ATCC 10390, ATCC 51651, ATCC 25923는 중앙대학교 식품영양학과 식품 미생물 연구실에서 제공받았다. 각각의 균주는 Tryptic Soy Broth (TSB; Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)를 이용하여 37°C에서 24시간 동안 배양하여 실험에 사용하였다.

3. 식품 오염물 준비

멸균된 샘플백(Smaple Bag; 3M, Seoul, Korea)에 0.2% peptone water (PW; Difco) 80 mL와 돼지고기 20 g 또는 깻잎 20 g을 각각 넣고 1분간 균질화하였다. *S. aureus* cocktail을 만들기 위해, 배양된 균주 3개를 각각 마이크로튜브에 0.4 mL씩, 총 1.2 mL을 담고 3분 동안 원심분리하였다. 그 후 PW로 균질화된 돼지고기액, 깻잎액, 다른 유기물질 없는 0.2% PW로 재현탁하여 실험에 사용하였다.

4. 병원성 미생물 접종

생물막 형성은 앞선 다른 연구의 논문을 참고하였다. 앞서 준비된 멸균 고무장갑에 3가지 식품 오염물인 돼지고기 분쇄액, 깻잎 분쇄액, 0.2% PW에 준비된 *S. aureus* cocktail을 각각 0.3 mL씩 접종하였다. 접종된 시료는 생물막 형성을 위해 RH 100% 데시케이터에 넣어 감압시킨 후, 25°C에서 24시간 보관하였다(Bae *et al*. 2012; Song & Lee 2020).

5. 살균제 및 대조군 준비 및 처리

실험에는 두 가지 종류의 상업적 살균소독제인 차아염소산나트륨(Sodium hypochloride: Daejung, Siheung-si, Korea), 에탄올을 사용하였다. 살균효과를 비교 평가하기 위해 대조군으로 무처리군과 증류수 처리군을 사용했으며, 차아염소산나트륨은 200 ppm, 에탄올은 70% 농도로 사용하였다.

6. 균수 측정

멸균된 비커에 차아염소산나트륨, 에탄올, 증류수를 각각 100 mL씩 나눠 담고 멸균된 집게로 균이 접종된 고무장갑을 넣고 5분간 침지 시켜주었다. 멸균된 샘플백에 0.2% PW 50 mL와 침지시킨 시료를 넣어준 후 1분간 균질화하였다. 균질화된 시료는 멸균된 9 mL의 0.2% PW를 사용하여 10배씩 연속 희석한 후 baird-parker agar (BPA; Difco) 플레이트에 도말하였다. 플레이트는 37°C에서 24시간 배양시킨 후 전형적인 콜로니 수를 측정하여 집락형성단위(CFU; colony forming units)로 나타내었다.

7. 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 수행하였으며 통계분석 전 세포 수는 log CFU/each 단위로 변환되었으며, 관찰된 실험결과는 Statistical Analysis System (SAS 9.1; SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 이때, 유의적인 차이가 있다면 $p<0.05$의 수준에서 Duncan의 다중범위검정을 이용하여 사후검정을 실시하였다.

Table 1. Commercial rubber gloves used in this research

Sample	Product name	Manufacturer	Material
Latex	Mamison	Mamison Co.	Natural rubber latex
Nitrile	Itdeco nitrile rubber gloves	Itdeco	Nitrile

III. 결과 및 고찰

라텍스 고무장갑에 오염된 유기물질에 따른 살균소독제의 황색포도상구균에 대한 처리 효과는 <Table 2>와 같다. 같은 처리용액(대조군, 증류수, 에탄올, 차아염소산나트륨)으로 처리했을 때 식품 오염물별로 유의적인 차이가 나타나지 않아 살균 소독의 효과에 유기물질이 영향을 주지 않는다는 것으로 나타났다(p>0.05). 0.2% PW, 깻잎 분쇄액, 돼지고기 분쇄액 모두에서 무처리군에 비해 증류수를 처리한 경우 유의적인 저감 효과가 없었으나(p>0.05) 에탄올과 차아염소산나트륨을 처리한 경우 균의 검출한계(1.70 log CFU/each) 이하로 감소하여 유의적인 저감 효과를 보였다(p<0.05). Yang *et al.* (2014)은 물세척, 비누를 이용한 물세척, 알콜계 손세정제로 라텍스 장갑 표면의 세균 감소율을 측정하였으며, 그 결과로 물세척은 약 74.3%, 비누를 이용한 물세척은 약 97.5%, 알콜계 손세정제는 99.5%의 표면 미생물 저감 효과를 확인하여, 알콜계 손소독제가 라텍스 장갑 표면에 미생물 저감화에 효과가 있음을 확인하였다.

니트릴 고무장갑에 오염된 유기물질에 따른 살균소독제의 황색포도상구균에 대한 처리 결과는 <Table 3>와 같다. 무처리군에서는 경우 돼지고기 분쇄액, 깻잎 분쇄액, 0.2% PW 순서로 황색포도상구균이 많이 검출되었다. 0.2% PW을 처리한 경우 증류수 에탄올, 차아염소산나트륨 처리군 모두에서 유의적인 저감 효과를 나타내었으며(p<0.05) 에탄올과 차아염소산나트륨의 경우 균의 검출한계(1.70 log CFU/each) 이하로 감소하였다. 깻잎 분쇄액의 경우 무처리군과 비교하여 증류수 처리군에서도 유의미한 저감 효과를 나타내었으며(p<0.05) 에탄올과 차아염소산나트륨 처리군에서는 균의 검출한계(1.70 log CFU/each) 이하로 감소하여 무처리군과 증류수 처리군 과 비교하였을 때 더 효과적인 저감 효과를 나타내었다. 반면에 돼지고기 분쇄액의 경우 대조군과 비교하였을 때 증류수를 처리하였을 경우 유의적인 저감 효과를 보이지 않았으며(p>0.05), 에탄올의 경우 균의 검출한계(1.70 log CFU/each) 이하로 감소하였지만 차아염소산나트륨 처리군의 경우 유의적 차이가 있긴 하지만(p<0.05) 다른 유기물질과 비교하였을 때 저감 효과가 떨어지는 것으로 나타났다.

Kim *et al.* (2008)의 연구에서는 식품접촉표면(스테리리스 스틸, 폴리프로필렌, 실리콘)에 따른 살균소독제의 대장균과 황색포도상구균에 대한 저감 효과를 평가하였으며, 표면 재질은 살균소독제의 유효성에 큰 영향을 미치지 않았으나, 차아염소산나트륨이 유기물질이 존재할 경우 40% 에탄올에 비해 저감화 효과가 낮아지는 것을 관찰하였다. 본 연구 결과에서도 라텍스와 니트릴 재질 고무장갑에서 돼지고기 분쇄액이 같이 오염되어 있는 경우 재질에 따른 차아염소산나트륨의 저감화 효과에 차이가 나타나 재질에 따른 살균효과는 오염물의 종류에 따라 차이가 있을 수 있음이 나타났다. 다만 이러한 살균소독 처리 효과는 에탄올의 경우 오염물질에 상관없이 높은 효과가 관찰되었다.

Landers & Dent (2014)는 니트릴과 라텍스 재질의 장갑에서의 미생물 오염효과를 평가하였으며, 니트릴 재질이 라텍스 재질에 비해 미생물 오염이 적게 일어남을 확인하였다.

Table 2. Effect of sanitizing treatment on reducing *Staphylococcus aureus* (log CFU/each) on latex gloves

Resuspension solution	Treatment solution			
	Non-treated	Water	Ethanol	Sodium hypochlorite
PW	5.11±1.08[1)Aa]	4.56±0.55[Aa]	<1.70[2)Ab]	<1.70[Ab]
Perilla leaf	4.50±2.55[Aa]	3.23±1.40[Aa]	<1.70[Ab]	<1.70[Ab]
Pork	4.46±0.92[Aa]	3.88±0.84[Aa]	<1.70[Ab]	<1.70[Ab]

[1)]Data represent means±standard deviations of three measurements.
[2)]Detection limit=1.70 log CFU/ each
[A)]Means with the same upper case letter within a column are not significant different (p>0.05).
[a-b)]Means with the same lower case letter within a raw are not significant different (p>0.05).

Table 3. Effect of sanitizing treatment on reducing *Staphylococcus aureus* (log CFU/each) on nitrile gloves

Resuspension solution	Treatment solution			
	Non-treated	Water	Ethanol	Sodium hypochlorite
PW	4.44±0.79[1)Aa]	2.23±0.92[Ab]	<1.70[2)Ab]	<1.70[Ab]
Perilla leaf	5.09±0.50[ABa]	3.20±1.31[Ab]	<1.70[Ac]	<1.70[Ac]
Pork	6.50±1.05[Ba]	6.19±0.84[Ba]	<1.70[Ab]	3.27±0.41[Bc]

[1)]Data represent means±standard deviations of three measurements.
[2)]Detection limit=1.70 log CFU/ each.
[A-B)]Means with the same upper case within a column are not significant different (p>0.05).
[a-c)]Means with the same lower case within a raw are not significant different (p>0.05).

또한 니트릴, 라텍스 장갑에서의 황색포도상구균 생존능력을 평가한 George (2023)의 연구결과에서는 황색포도상구균이 니트릴 재질에서 라텍스 재질에 비해 더 많이 저감화가 됨을 확인하였다. 하지만 본 연구 결과 돼지고기 분쇄액 오염된 경우 니트릴 재질 고무장갑에서 차아염소산나트륨의 미생물 저감 효과가 낮아지는 것을 확인하여 니트릴 장갑에서 일부 식품 오염물이 부착이 더 일어날 수 있음을 예측할 수 있다. 하지만 식품 성분 또는 미생물 오염은 장갑의 재질 뿐만 아니라 장갑 표면 모양 및 상태(Frank & Chmielewski 1997)에 따라 달라질 수 있으므로 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

병원성 미생물에 오염된 식품을 사용하거나 조리 및 제조 과정 중에 살균 처리가 적절하지 않으면, 생산, 보관, 저장 등의 식품 취급 과정에서 작업자로부터 교차 오염이 발생하여 식중독이 발생할 수 있으며, 특히 조리 시 사용되는 고무장갑도 교차 오염의 주요 원인 중 하나이다. 이에 본 연구에서는 교차오염과 잠재적 위험 가능성이 높은 고무장갑의 재질에 따른 살균소독제의 소독 효과와 미생물 저감 효과를 조사하고자 하였다. 이를 위해 단체 급식에서 가장 많이 사용되는 라텍스와 니트릴 고무장갑에 오염된 황색포도상구균을 대상으로 알코올 및 염소계 살균 소독제인 차아염소산나트륨의 저감 효과를 평가하였다. 라텍스 고무장갑에서 에탄올과 차아염소산나트륨을 처리했을 경우 식품오염물질에 관계없이 모두 검출한계(<1.70 log CFU/each) 이하의 저감 효과를 보였다. 니트릴 고무장갑의 경우 에탄올을 처리하였을 경우 대부분 검출한계(<1.70 log CFU/each) 이하의 저감 효과를 보였으나 돼지고기 분쇄액을 접종한 경우 차아염소산나트륨을 처리하였을 때 3.27 log CFU/each의 황색포도상구균이 검출되어 살균효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 본 결과로부터 고무장갑의 재질에 따라 살균소독제 특히 염소계 소독제의 효과에 차이가 다를 수 있으며, 따라서 육류와 관련된 식품을 다루는 경우 고무장갑의 소독에 에탄올을 사용한 것이 효과적일 수 있다.

이해 관계의 글

No potential conflict of interest relevant this article was reported.

저자 정보

Min-Seock Oh (Chung-Ang University, Master course, 0009-0006-2330-2070)
Sun-Young Lee (Chung-Ang University, Professor, 0000-0003-3911-4200)

References

Bae YM, Baek SY, Lee SY. 2012. Resistance of pathogenic bacteria on the surface of stainless steel depending on attachment form and efficacy of chemical sanitizers. Int. J. Food Microbiol., 153(3):465-473.

Bae YM, Heu SG. Lee SY. 2009. Inhibitory effect of dry-heat treatment and chemical sanitizers against foodborne pathogens contaminated on the surfaces of materials. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38(9):1265-1270.

Bae YM, Lee SH, Yoo JH, Lee SY. 2012. Survival and growth of foodborne pathogens on commercial dishsponges/cloths and inhibitory effects of sanitizers. Food Sci. Technol. Res., 18(3):437-443.

Chang HJ, Kang YJ, Hong WS, Moon HK. 2005. Analysis of critical control points through field assessment of sanitation management practices in foodservice establishments. Korean J. Food Cook. Sci., 21(3):290-300.

Choi MR, Lee SY. 2008. Inhibitory effects of chlorine dioxide and a commercial chlorine sanitizer against foodborne pathogens on lettuce. Korean J. Food Cook. Sci,, 24(4):445-451.

Fetsch A, Johler S. 2018. *Staphylococcus aureus* as a foodborne pathogen. Current Clinical Microbiology Reports. 5:88-96.

Frank JF, Chmielewski RA. 1997. Effectiveness of sanitation with quaternary ammonium compound or chlorine on stainless steel and other domestic food-preparation surfaces. J. Food Prot., 60(1):43-47.

George A. 2023. The effect of different types of plastic and rubbers often found in healthcare facilities on the survival of potentially pathogenic bacteria. Bachelor's degree, University of Tennessee at Cahttanooga, USA. 12-19

Kim HI, Jeon, DH, Yoon HJ, Choi HC, Eom, MO, Sung JH, Park NY, Won SA, Lee YJ. 2008. Evaluation of the efficacy of sanitizers on food contact surfaces using a surface test method. J. Food Hyg. Saf., 23(4):291-296.

Kim JY, Kim CY, Kim EY, Kim MJ, Kim JB. 2022. Effect of sterilization conditions on microbial reduction in cleaning tools. J. Food Hyg. Saf., 37(5):310-316.

Landers TF, Dent A. 2014. Nitrile versus latex for glove juice sampling. Plos One, 9(10), e110686.

Lee SY, Jung JH, Jin HH, Kim YH, Oh SW. 2007. Inhibitory effect of aerosolized commercial sanitizers against foodborne pathogens. J. Food Hyg. Saf., 22(4):235-242.

Montville R, Chen Y, Schaffner DW. 2001. Glove barriers to bacterial cross-contamination between hands to food. J. Food Prot., 64(6):845-849.

Song H, Lee SY. 2020. Resistance of pathogenic biofilms on glass fiber filters formed under different conditions. Food Sci. Biotechnol., 29:1241-1250.

Woo GJ, Lee DH, Park JS, Kang YS. Kim CM, 2002. Prevention of food poisoning outbreaks and food safety control. Food Ind. Nutr., 7(1):17.

Yang SY, Oh JM, Song DH, Song BR, Kang MJ, Lee MS, Son GY. 2014. Bacteria reduction ratio by cleansing methods of latex gloves. J. Korean Soc. Dent. Hyg., 14(4):593-599.