

어린이집 급식실 정수기의 미생물학적 오염 평가

윤미혜¹ · 김중범¹ · 오혁수²⁺

경기도보건환경연구원 보건연구부¹

신안산대학교 호텔조리과²⁺

Prevalence of Microbiological Contamination on Water Purifiers at Lunchroom in Child Care Center

Mi-Hye Yoon¹, Jung-Beom Kim¹ and Hyuk-Soo Oh²⁺

¹Health Research Department, Gyeonggi-do Institute of Health & Environment

²Department of Hotel Culinary Arts, Shinansan University

Abstract

In this study, the prevalence of microbiological hazard on water purifiers at lunchroom in child care center was investigated. A total of 49 water purifiers and their purified cold water were sampled to test about the total aerobic bacteria, coliform bacteria, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, and *Salmonella* spp. Total aerobic bacteria was detected over 2.0 log CFU/mL in 6 out of 49 purified cold water (12.2%), ranged from 2.0 to 2.4 log CFU/mL, and the average number of total aerobic bacteria was showed to be 3.3 log CFU/drain spout. The drain spout turned out to be a major contaminant in water purifier and needs to be improved. Coliform bacteria were also detected in 7 out of 49 cold faucets (14.3%) and 7 out of 49 drain spouts (14.3%), but not detected in purified cold water. All samples were not contaminated with the pathogens tested in this study, except for *B. cereus*, which was contaminated on 2 out of 49 cold faucets (4.1%) and 4 out of 49 drain spouts (8.2%). All of *B. cereus* isolates produced enterotoxin, such as heamolysin BL enterotoxin (HBL) or non-heamolysin enterotoxin (NHE). The HBL was detected in 5 out of 6 *B. cereus* isolates (83.3%), including *B. cereus* PCF-11 and *B. cereus* PDS-30 isolate only produced NHE (16.7%). These results showed that the sanitary conditions of cold faucets and drain spouts should be improved promptly.

Key words : child care center, lunch room, water purifier, microbiological hazard.

1. 서론

최근 우리나라는 가족구조의 변화와 여성 경제 활동 증가 및 육아와 교육에 대한 부담으로 세계적으로 가장 낮은 출산율을 나타내고 있으며 이러한 사회적 현상을 극복하고자 영유아 보육을 가정뿐만 아니라 사회도 함께 책임져야한다는 인식이 확산되고 있다(Lee YM 2005). 이러한 저출산 현상을

극복하고자 국가에서는 보육시설의 확충과 보육 서비스 향상을 위해 노력하여 보육시설은 1990년 1,919개소에서 2010년 38,021개소로 19.8배 증가하였고 보육 영유아수는 48,000명에서 1,279,910명으로 266.6배 증가하였다(Central Childcare Information Center 2011). 보육 서비스의 질적 향상을 위해 어린이집 등에서는 단체급식을 제공하고 심야까지 영유아를 돌보아주는 종일제반을 운영하고 있다(Jang ML과 Kim YB 2003). 또한 쾌적하고 건강한 삶을 추구하는 사회적 추세와 수질오염 증가에 따른 깨끗하고 건강한 음용수에 대한 관심이 고조되어(Lee LJ 등 2009) 보육시설 내에 정수기를 설치하여 영유아에게 정수된 음용수를 제공하고 있다.

식품위생 및 안전에 관한 소비자 인식이 강화되고 있음에도 불구하고 단체급식 및 외식의 증가와 지구온난화로 인해 집단식중독 발생이 지속적으로 증가하고 있으며 식품의약품

⁺Corresponding author : Hyuk Soo Oh, Department of Hotel Culinary Arts, Shinansan University, Korea.

Tel: +82-31-490-6104

Fax: +82-31-492-9992

E-mail: ohsu@sau.ac.kr

안전청의 식중독발생 보고에 따르면 2002년 77건, 2,939명에서 2010년 271건 7,218명으로 발생건수는 3.5배, 환자수는 2.5배 증가하였다(Korea Food & Drug Administration 2012). 식품의약품안전청의 2010년 식중독발생 보고를 원인시설별로 분석해 보면 음식점 49.0%, 학교 집단급식소 14.0%, 기업체 집단급식소 5.5%, 가정집 1.1%로 집단급식시설이 주요 식중독 발생장소로 보고되고 있다(Korea Food & Drug Administration 2012). 집단급식시설의 식중독 발생 원인은 식재료 및 급식의 안전성 확보 미흡과 시설·설비의 부족이 원인으로 보고되고 있으며(Kim JH 등 2004) 조리기구 등에 의한 교차오염이 주요 원인으로 보고되고 있다(Zhao P 등 1998). 또한 집단급식 시설에서 제공되는 음용수의 관리상태가 비위생적이면 질병을 일으킨다는 보고(Lee LJ 등 2009)를 고려 할 때 보육시설의 음용수와 정수기에 대한 위생 관리가 미흡할 경우 집단식중독을 발생 시킬 수 있는 가능성이 상존한다 하겠다. 그러나 현재까지의 연구 동향을 살펴보면 가정용 정수기의 미생물 안전성 평가(Sohn SW 등 2010), 근산지역 초등학교 정수기 물의 미생물학적 수질(Lee LJ 등 2009), 초등학교 정수기 통과수의 수질특성(Kim SC와 Bae HK 2011), 냉온수기의 미생물학적 위해 평가(Lee EH 등 2008) 및 초등학교 교실 급식환경의 미생물학적 오염도 평가(Kim SA 등 2007)에 한정되어 있다. 어린이집 등 보육시설에 관한 연구는 보육시설과 유치원 급식의 미생물 오염도 평가(Seol HR 등 2009)와 어린이집 영유아 휴대 수저 및 수저집의 미생물학적 위해평가(Kim JB 등 2011c) 등에 한정되어 있고 영유아가 급식 시 음용하는 정수기와 음용수에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 어린이집 급식 시 이용되는 정수기의 물, 수도꼭지, 물받이의 미생물 오염도를 분석하여 어린이집 영유아들이 이용하는 정수기의 위생 안전성을 확보할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상 및 시료채취

경기도 남부 지역 어린이집 49곳을 선정하여 급식 시 어린이들이 이용하는 정수기를 연구대상으로 하였다. 어린이들이 음용하는 정수기 물의 미생물 오염도를 실험하기 위하여 정수기의 수도꼭지(냉수)를 2~3분간 틀어 정수기 물을 흘려보낸 후 무균 채수병에 담아 아이스박스를 이용 3시간 이내에 실험실로 운송한 후 시험용액으로 사용하였다. 정수기의 수도꼭지(손잡이 부분 포함)와 물받이 부분의 미생물 오염도를 실험하기 위하여 각각 정수기의 수도꼭지와 물받이 바닥 부분을 Pipette Swab(Saline 10 mL; 3M, Korea)의 멸균 면봉을 이용하여 세밀히 닦아서 채취한 후 아이스박스를 이용 3시간 이내에 실험실로 운송하였으며 saline 20 mL에 무균적으로 넣어 균질화한 후 시험용액으로 사용하였다.

2. 일반세균수 및 대장균군수 측정

일반세균수는 먹는물 수질공정 시험기준에(Ministry of Environment 2011) 따라 측정하였으며 10 단계 희석법에 따라 희석한 각각의 희석액과 시험용액을 멸균 Petri dish 2매에 각각 1 mL씩 분주한 후 Standard Plate Count agar(Oxoid, England)를 무균적으로 분주하여 냉각 응고시킨 후 35°C에서 48시간 배양하였다. 대장균군수는 식품공전에(Korea Food & Drug Administration 2005) 따라 측정하였으며 10 단계 희석법에 따라 희석한 각각의 희석액과 시험용액을 멸균 Petri dish 2매에 각각 1 mL씩 분주한 후 Desoxycholate Lactose agar(Oxoid, England)를 무균적으로 분주하여 냉각 응고시킨 후 35°C에서 24시간 배양하였다. 집락수는 평판 당 30~300개의 집락을 형성하는 평판을 선택하여 계수하였다.

3. 식중독 미생물 분리 동정

식중독 미생물의 분리 동정은 식품공전에(Korea Food & Drug Administration 2005) 준용하여 실험하였으며 *B. cereus*는 시험용액 100 μ L를 Bacillus cereus Rapid agar(BACARA; AES Chemunex, France)에 도말하여 35°C에서 18시간 배양한 후 분홍색의 혼탁한 환을 갖는 집락을 선별하여 혈액한천배지(Komed, Korea)에 도말하였으며, β -hemolysis를 나타내는 균주에 대하여 Gram stain, Catalase test를 실시한 후 API 50CHB와 API 20E(bioMerieux, France)를 이용 동정하였다.

Salmonella spp.는 Peptone water(Oxoid, England) 45 mL에 시험용액 5 mL를 가하여 35°C에서 24시간 1차 증균 배양한 후 배양액 0.1 mL를 10 mL의 Rappaport-Vassiliadis broth(Oxoid, England)에 접종하여 42°C에서 24시간 2차 증균 배양하여 MacConkey agar(Oxoid, England)에 희석 도말하였다. 35°C에서 24시간 배양한 결과 흰색 집락을 선별하여 Tryptic Soy agar(TSA; Oxoid, England)에 희석 도말하여 35°C에서 18시간 배양한 후 배양된 집락에 대하여 살모넬라 O 혼합혈청 응집실험을 실시하였다. 혈청응집 양성반응을 나타낸 집락에 대하여 API 20E(bioMerieux, France)를 이용하여 *Salmonella* spp.를 동정하였다.

*Staphylococcus aureus*는 10% NaCl을 첨가한 45 mL Tryptic Soy broth(TSB; Oxoid, England)에 시험용액 5 mL를 가하여 35°C에서 24시간 증균한 후, 난황이 첨가된 Baird-Parker agar(Oxoid, England)에 희석 도말하여 35°C에서 18시간 배양하였다. 배양한 결과 혼탁한 백색환을 나타내는 검은색 집락을 선별하여 TSA(Oxoid, England)에 희석 도말하여 35°C에서 18시간 배양한 후 배양된 집락에 대하여 coagulase test(Staphylase, Oxoid, England)를 실시하였다. coagulase 양성반응을 나타낸 집락에 대하여 API Staph (bioMerieux, France)를 애용하여 *Staph. aureus*를 동정하였다.

4. 독소 생산능 확인실험

B. cereus 균주의 enterotoxin 생성능을 확인하기 위하여 분리균주를 TSB에 접종하여 35°C에서 18시간 배양한 후 3000×g에서 10분간 원심분리 하여 상등액을 enterotoxin 생성능 실험에 사용하였다. *B. cereus*의 enterotoxin 중 heamolysin BL enterotoxin(HBL) 생성능은 *B. cereus* enterotoxin-reversed passive latex agglutination kit(BCET-RPLA; Oxoid, England)를 사용하였고, non-heamolysin enterotoxin(NHE)은 *Bacillus* diarrheal enterotoxin visual immunoassay kit(BDE-VIA; Tecra international pty Ltd., Australia)를 사용하였다.

5. 항생제 감수성 실험

*B. cereus*로 동정된 균주의 항생제 감수성 실험은 Clinical and Laboratory Standard Institute(2005)에서 추천하는 디스크 확산법으로 실시하였다. *B. cereus*에 관한 항생제 내성기준이 설정되어 있지 않아 *Staph. aureus* 균의 항생제 감수성 검사 기준을 적용 판단하였으며 대조균으로 *Staph. aureus* ATCC 25923을 사용하였다. 사용한 항생제의 종류는 ampicillin(10 µg), cefepime(30 µg), cefotetan(30 µg), ciprofloxacin(5 µg), chloramphenicol(30 µg), clindamycin(2 µg), erythromycin(15 µg), gentamicin(10 µg), imipenem(10 µg), oxacillin(1 µg), penicillin(10 U), rifampin(5 µg), tetracycline(30 µg), trimethoprim/sulfamethoxazole(1.255 µg/ 23.75 µg), vancomycin(30 µg)으로 Oxoid(England) 제품을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 어린이집 정수기의 미생물 오염도

1) 일반세균

어린이집 급식실 정수기의 미생물 오염도를 분석하고자 일반세균수 및 대장균군수를 실험하였으며, 그 결과는 Table 1에 나타내었다. 일반세균수의 경우 정수기 물 49건 중 18건(36.7%), 수도꼭지 49건 중 34건(69.4%) 및 물받이 49건 중 30건(61.2%)에서 검출되었으며, 정수기 물 1 mL에 평균 1.5 log CFU, 수도꼭지 평균 2.7 log CFU 및 물받이 평균 3.3 log CFU를 나타내어 정수기 물에 비해 수도꼭지와 물받이의 일반세균 오염도가 높게 나타났다. 일반세균수가 검출된 정수기 물 중 먹는물 수질기준(Ministry of Environment 2011) 2.0 log CFU/mL를 초과한 정수기 물은 6건(12.2%)으로 나타났으며 검출범위는 2.0~2.4 log CFU/mL로 기준을 다소 상회하는 오염도를 나타내었다. 이러한 결과는 울산지역 회사와 고등학교에 설치된 냉온수기 물의 일반세균수 평균 오염도가 1.7 log CFU/mL와 1.9 log CFU/mL 이었고 먹는물 수질기준을 초과한 경우가 각각 38%와 42%였다는 보고(Lee EH 등 2008)에 비하여 낮은 오염도를 나타내어 어린이집 급식실에 설치된 정수

기 물의 위생관리는 회사나 학교에 비해 위생적으로 관리되고 있는 것으로 판단되나 일부 정수기의 경우 필터 교환 등 철저한 위생관리가 필요한 것으로 판단되었다. 식품 취급기구 표면에 대한 일반세균수 위해 수준을 100 cm²당 2.7 log CFU 미만은 만족한 수준, 2.7~3.4 log CFU는 시정이 필요한 수준, 3.4 log CFU 이상은 즉각적인 위생조치를 강구하여야 하는 수준이라는 Harrigan WF와 McCance ME(1976)의 보고와 수도꼭지 및 물받이 바닥의 면적을 비교할 때 어린이집 급식실에 설치된 정수기의 위생 안전성 확보를 위해 수도꼭지 및 물받이에 대한 위생조치가 필요한 것으로 판단되었다.

Table 1. Microbiological evaluation of water purifiers at lunchroom in child care center

Type	Total aerobic bacteria		Coliform bacteria	
	Range ¹⁾	Mean	Range	Mean
Cold water	ND ²⁾ ~ 2.4	1.5	<ND	-
Cold faucet	ND ~ 3.8	2.7	ND ~ 2.2	1.0
Drain spout	ND ~ 4.2	3.3	ND ~ 3.2	1.9

¹⁾ Unit: log CFU / mL, faucet or drain spout.

²⁾ ND: Not detected (detection limit: (1.3 log CFU).

2) 대장균군

위생지표미생물인 대장균군수의 경우 정수기 물에서는 검출되지 않았으며, 수도꼭지 49건 중 7건(14.3%) 및 물받이 49건 중 7건(14.3%)에서 검출되었으며, 수도꼭지 평균 1.0 log CFU, 물받이 평균 1.9 log CFU를 나타내어 정수기 물에 비해 수도꼭지와 물받이의 대장균군 오염도가 높게 나타났다. 이러한 결과는 정기수 물의 경우 경기지역 학교급식에 이용되는 정수기 물에서 대장균군이 검출되지 않았다는 보고(Kim EJ 등 2009)와 유사한 결과이며, 수도꼭지와 물받이의 경우 인천대학교 내 정수기의 위생안전성을 조사한 결과 정수기 주변 고인 물에서 대장균군이 52.5% 검출되었다는 보고(Song YW 등 2007)에 비하여 낮은 결과로서 어린이집 급식실내 정수기의 위생관리가 이루어지고 있는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 일부 정수기 물받이의 경우 건조 상태를 유지하지 못하고 항상 습기가 잔류하여 미생물이 번식하고, 수도꼭지의 경우 정수기 물 음용을 위하여 어린이집 유아들이 지속적으로 조작하여 손으로부터 교차오염 될 수 있는 가능성이 상존하는 것으로 판단된다. 식품 기구 및 용기 표면에 대한 대장균군수 위해 수준을 100 cm²당 1.0 log CFU 미만이어야 하고 검출되지 않아야 양호한 수준이라는 Harrigan WF와 McCance ME(1976)의 보고와 비교할 때 물받이에 대한 즉각적인 위생조치가 필요한 것으로 판단된다. 특히, 대장균군은 식품 및 기구·용기의 위생상태와 청결상태를 나타내는 위생 지표세균으로 대장균군이 검출될 경우 식중독 미생물 등 병원성 미생물이 검출될 확률이 높아 면역력이 취약한 어린이들이 생활하는 어린이집에 설치된 정수기의 위생 안전성 확보를 위한 예방조치가 필요하며, 가장 높은 위해수준을 나타낸 물받

이에 대한 주기적 세척과 건조 등 각별한 주의가 필요한 것으로 판단되었다.

2. 어린이집 정수기의 식중독 미생물 오염도

어린이집 급식실 정수기의 식중독 미생물 오염도를 평가하고자 *B. cereus*, *Salmonella* spp., *Staph. aureus*를 실험하였으며, 그 결과는 Table 2에 나타내었다. *Salmonella* spp.와 *Staph. aureus*의 경우 정수기 물, 수도꼭지, 물받이 모두에서 검출되지 않았으나, *B. cereus*의 경우 정수기 물에서만 검출되지 않고 수도꼭지 49건 중 2건(4.1%), 물받이 49건 중 4건(8.2%)에서 검출되어 물받이 부분의 위생상태가 가장 취약한 것으로 나타났다. 수도꼭지에서 *B. cereus*가 검출된 것은 광주지역 유치원생 손에서 *B. cereus*가 검출되었다는 보고를 (Chung JK 등 2008) 고려할 때 정수기물을 음용하기 위하여 어린이집 유아 손이 수도꼭지에(손잡이 부분 포함) 접촉할 때 교차오염되어 포자를 형성한 후 건조 환경에서 생존한 *B. cereus*의 특성에 기인하는 것으로 판단된다. 또한, 물받이의 경우 항상 습기가 잔존하고 있어 *B. cereus* 등 식중독 세균의 증식에 취약한 환경을 가지고 있어 수도꼭지보다 더 높은 검출율을 나타낸 것으로 판단된다. 이러한 결과는 군산지역 학교 정수기 물에서 *Salmonella* spp.가 검출되지 않았다는 보고 (Lee LJ 등 2009)와 경기도지역 학교급식소 정수기 물에서 *Staph. aureus*가 검출되지 않았다는 보고(Kim EJ 등 2009)와 일치하는 결과이며 미래 집단급식 식중독 발생 예측 조사 결과 *Staph. aureus*, *Escherichia coli* (EPEC, ETEC), *Salmonella* spp. 등이 주요 원인 미생물이라는 보고(Jo SH 등 2009)를 고려할 때 주요 식중독 미생물에 대한 어린이집 정수기 물의 위생안전성은 확보된 것으로 판단된다. 그러나 조리기구 등에 의한 교차오염이 식중독발생의 주요한 원인이라는 보고를(Bryan FL 1996, Stauffer LD 1971) 고려할 때 수도꼭지와 물받이 부분에서 검출된 *B. cereus*가 교차오염되어 집단 식중독을 발생시킬 수 있는 위험성이 상존하여 수도꼭지와 물받이 부분의 주기적인 세척 및 건조 상태를 유지하여야 할 것으로 판단되었다. 또한, 어린이집 유아 휴대 수저집과 손에서 *Staph. aureus*와 *B. cereus*가 검출되었다는 보고(Kim JB 등 2011c)를 바탕으로 향후 어린이집 단체급식과 환경오염을 조사할 경우 *Staph. aureus*와 함께 *B. cereus*에 대한 오염도 분석도 추가적으로 고려하여야 할 것으로 판단된다.

Table 2. Foodborne pathogen evaluation of water purifiers at lunchroom in child care center

Type	No. of foodborne pathogens (%)		
	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Staphylococcus aureus</i>
Cold water	ND ¹⁾	ND	ND
Cold faucet	2 (4.1)	ND	ND
Drain spout	4 (8.2)	ND	ND

¹⁾ ND: Not detected.

3. 식중독 미생물의 독소생산 특성 및 항생제 내성

분리 동정된 *B. cereus* 식중독 미생물의 균주 특성을 분석하고자 독소 생산능과 항생제 내성 실험을 실시하였으며, *B. cereus*의 독소 생산능은 Table 3에 나타내었고 항생제 내성은 Fig. 1에 나타내었다. *B. cereus* 장독소 실험결과 HBL 장독소는 분리 동정된 6균주 중 *B. cereus* PCF-11 균주 등 총 5균주(83.3%)에서 검출되었으며, NHE 장독소는 *B. cereus* PDS-30 1균주(16.7%)에서 검출되었다. HBL과 NHE는 *B. cereus*의 대표적인 장독소로서 HBL 장독소는 *hblC*, *hblD* 및 *hblA* 유전자로부터 생산되는 B, L1 및 L2 component로 구성되어 있으며 각각의 구성요소가 모두 있어야 식중독을 일으킨다고 보고되고 있다(Beecher DJ 등 1995, Schoeni JL과 Wong ACL 1999). NHE 장독소는 *nheA*, *nheB* 및 *nheC* 유전자로부터 생산되는 NheA, NheB 및 NheC 단백질의 complex 구조를 이루고 있다(Granum PE 등 1999). 이러한 결과는 국내에서 분리된 대부분의 *B. cereus* 균주가 HBL, NHE 등 한 가지 이상의 장독소를 생산한다는 보고(Kim JB 등 2010b, Kim JB 등 2011a)와 일치하는 결과로서 어린이집 정수기 수도꼭지와 물받이에 오염된 *B. cereus*의 교차오염에 따른 식중독 위험성이 상존하는 것으로 판단되었다. *B. cereus*의 항생제 내성 실험결과 ciprofloxacin, chloramphenicol, clindamycin, gentamycin, imipenem, trimethoprim/sulfamethoxazole, vancomycin에 감수성을 나타내었으며, ampicillin, cefepime, oxacillin, penicillin에 내성을 나타내었다. 이러한 결과는 imipenem, vancomycin, chloramphenicol, gentamicin, ciprofloxacin에 감수성을 나타내고 penicillin, oxacillin에 내성을 나타내었다는 Weber T와 Marahiel MA(2001) 등의 보고와 일치하는 결과로서 *B. cereus*가 β -lactamase를 생산 penicillin, cefepime, ampicillin 등의 β -lactam계 항생제에 내성을 나타낸다는 보고와(Kim JB 2010a, Kim JB 2011b) 일치하는 결과였다.

Table 3. Toxin production of *Bacillus cereus* isolated from water purifiers at lunchroom in child care center

Isolates	Enterotoxin	
	HBL ¹⁾	NHE ²⁾
PCF-11	+ ³⁾	- ⁴⁾
PCF-19	+	-
PDS-1	+	-
PDS-17	+	-
PDS-18	+	-
PDS-30	-	+

¹⁾ *Bacillus cereus* heamolysin BL enterotoxin (HBL) was detected using *Bacillus cereus* enterotoxin reversed passive latex agglutination (BCET-RPLA) kit.

²⁾ *Bacillus cereus* non-heamolysin enterotoxin (NHE) was detected using *Bacillus* diarrheal enterotoxin visual immunoassay (BDE-VIA) kit.

³⁾ +: Detected.

⁴⁾ -: Not detected.

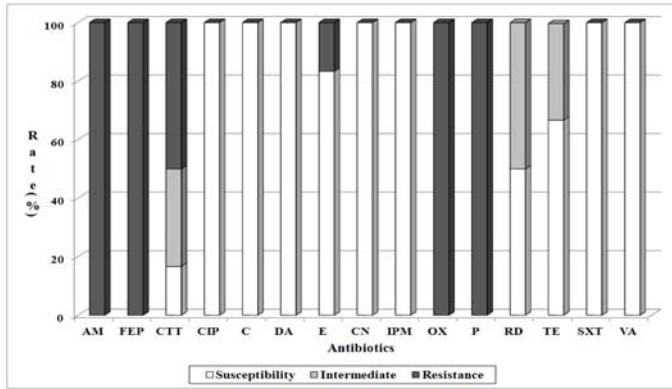


Fig. 1. Antibiotic resistance of *Bacillus cereus* isolated from water purifiers at lunchroom in child care center. AM; ampicillin (10 µg), FEP; cefepime (30 µg), CTT; cefotetan (30 µg), CIP; ciprofloxacin(5 µg), C; chloramphenicol(30 µg), DA; clindamycin (2 µg), E; erythromycin (15 µg), CN; gentamicin (10 µg), IPM; imipenem (10 µg), OX; oxacillin (1 µg), P; penicillin (10 U), RD; rifampin (5 µg), TE; tetracycline (30 µg), SXT; trimethoprim/sulfamethoxazole (1,255 µg / 23.75 µg), VA; vancomycin (30 µg).

IV. 요약 및 결론

어린이집 단체급식의 위생안전성을 확보하고자 어린이집 유아들이 급식 시 이용하는 정수기 49건의 물, 수도꼭지, 물받이를 대상으로 미생물 오염도를 실험하였다. 정수기 물 49건 중 18건(36.7%), 수도꼭지 49건 중 34건(69.4%) 및 물받이 49건 중 30건(61.2%)에서 일반세균이 검출되었으며, 일반세균수가 검출된 정수기 물 중 먹는 물 수질기준 2.0 log CFU/mL를 초과한 정수기 물은 6건 (2.0~2.4 log CFU/mL, 12.2%)으로 정수기 필터 등의 관리가 필요하며 물받이의 경우 평균 3.3 log CFU를 나타내어 정수기 물받이 부분에 대한 즉각적인 위생조치를 강구해야 하는 수준으로 판단되었다. 또한, 정수기 물에서는 대장균군이 검출되지 않았으나 수도꼭지 49건 중 7건(14.3%) 및 물받이 49건 중 7건(14.3%)에서 대장균군이 검출되어 어린이집에 설치된 정수기의 위생 안전성 확보를 위한 예방조치가 필요하며, 가장 높은 위해수준을 나타낸 물받이에 대한 주기적 세척과 건조 등 각별한 주의가 필요한 것으로 판단되었다. *Salmonella* spp.와 *Staph. aureus*의 경우 정수기 물, 수도꼭지, 물받이 모두에서 검출되지 않았으나, *B. cereus*의 경우 정수기 물에서만 검출되지 않고 수도꼭지 49건 중 2건(4.1%), 물받이 49건 중 4건(8.2%)에서 검출되어 물받이 부분의 위생상태가 가장 취약한 것으로 나타났다. 주요 식중독 미생물에 대한 어린이집 정수기 물의 위생안전성은 확보된 것으로 판단되나 수도꼭지와 물받이 부분에서 검출된 *B. cereus*가 교차오염되어 집단 식중독을 발생 시킬 수 있는

위험성이 상존하여 수도꼭지와 물받이 부분의 주기적인 세척 및 건조 상태를 유지하여야 할 것으로 판단되었다. *B. cereus* 장독소 실험결과 HBL 장독소는 분리 동정된 6균주 중 *B. cereus* PCF-11 균주 등 총 5균주(83.3%)에서 검출되었으며, NHE 장독소는 *B. cereus* PDS-30 1균주(16.7%)에서 검출되어 어린이집 정수기 수도꼭지와 물받이에 오염된 *B. cereus*의 교차오염에 따른 식중독 위험성이 상존하는 것으로 판단되었다. 어린이집 정수기의 물은 음용수나 조리용수로서 어린이집의 아동은 물론이고, 그들을 지도하는 선생님들과 학부모들까지 이용하기 때문에, 정수기의 관리가 부실할 경우 아동들이나 그 가족들에게까지 위해가 가해질 수 있다. 본 연구결과와 같이 어린이집 정수기에서 정수된 물이라 하더라도 식중독의 위험이 있고, 더욱이 면역력이 약한 어린아이들에게는 자칫 질병유발의 원인이 될 수도 있다. 따라서 정수기의 수도꼭지와 물받이 부분에서의 식중독 발생 가능성을 항상 염두에 두고 특별히 관리되어야 할 것이며, 이를 위한 정기적인 검사와 관리감독 대책 수립이 조속히 이루어져야 하겠다.

참고문헌

- Beecher DJ, Schoeni JL, Wong ACL. 1995. Enterotoxic activity of haemolysin BL from *Bacillus cereus*. *Infect Immun* 63:4423-4428
- Bryan FL. 1996. Hazard analysis: the link between epidemiology and microbiology. *J Food Prot* 59:102-107
- Central Childcare Information Center. 2011. Statistics on Child Care Service. 2012 May 16. Available at: <http://central.childcare.go.kr>
- Chung JK, Kim MJ, Kee YH, Choi MH, Seo JJ, Kim SH, Park JT, Kim MG, Kim ES. 2008. Prevalence of food poisoning bacteria on hands in various age groups. *J Fd Hyg Safety* 23(1):40-50
- Clinical & Laboratory Standards Institute. 2005. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 15th informational supplement. M100-S15
- Granum PE, O'Sullivan K, Lund T. 1999. The sequence of the non-hemolytic enterotoxin operon from *Bacillus cereus*. *FEMS Microbiol Lett* 177:225-229
- Hanigan WF, McCance ME. 1976. The examination of food processing plant. In *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic Press. London, pp 231-236
- Jang ML, Kim YB. 2003. A study of the actual conditions of kindergarten meals program. *J Korean Soc Early Childhood Education* 23: 261-284
- Jo SH, Kim CI, Ha SD. 2009. Outbreak pattern forecasting of food-borne disease in group food services in Korea. *J Fd Hyg Safety* 24:19-26

- Kim EJ, Choi JH, Kwak TK. 2009. Analysis of microbiological hazards to determine *S. aureus* contamination levels at school foodservice operation in Gyeonggi province. *Korean J Food Cookery Sci* 25(3):365-378
- Kim JB, Jeong HR, Park YB, Kim JM, Oh DH. 2010a. Food poisoning associated with emetic-type of *Bacillus cereus* in Korea. *Foodborne Pathog Dis* 7(5):555-563
- Kim JB, Kim JM, Kim SY, Kim JH, Park YB, Choi NJ, Oh DH. 2010b. Comparison of enterotoxin production and phenotypic characteristics between emetic and enterotoxic *Bacillus cereus*. *J Food Prot* 73(7):1219-1224
- Kim JB, Kim JM, Cho SH, Oh HS, Choi NJ, Oh DH. 2011a. Toxin genes profiles and toxin production ability of *Bacillus cereus* isolated from clinical and food samples. *J Food Sci* 76(1):T25-29
- Kim JB, Park JS, Kim MS, Hong SC, Park JH, Oh DH. 2011b. Genetic diversity of emetic toxin producing *Bacillus cereus* Korean strains. *Int J Food Microbiol* 150(1):66-72
- Kim JB, Park YB, Kim KC, Kim DH, Kang SH, Lim YS, Park PH, Yoon MH, Lee JB. 2011c. Evaluation and reduction of microbiological hazards of spoon and spoon case carried by nursery school children. *J. Korean Soc Food Sci Nutr* 40(1):116-122
- Kim JH, Kim YS, Han JS. 2004. Disinfection state and effective factors of facilities and utilities of elementary school in Busan-based in the characteristics of dietitian, employee and foodservice. *J Korean Diet Assoc* 10(1):34-46
- Kim SA, Yi HC, Kim EM, Lee MA, Park JA, Kim JW. 2007. Assessment of microbial contamination Levels of elementary school classrooms as foodservice environments. *Korean J Food Cookery Sci* 23(3):321-326
- Kim SC, Bae HK. 2011. A Study on the Characteristics of Water Quality for Groundwater and Purified Water of Several Schools in Gyeongsangbukdo Province. *J Environ Sci* 20(5):575-580
- Korea Food & Drug Administration. 2005. Food Code of Korea. Seoul, Korea. pp. 97-11
- Korea Food & Drug Administration. 2012. Information of Food Poison. 2012 May 16. Available at: <http://e-stat.kfda.go.kr>
- Lee EH, Koh JY, Kim J. 2008. Distribution and characteristics of heterotrophic plate count bacteria in water samples from drinking water dispensers. *Korean J Microbiol* 44(3):244-250
- Lee LJ, Park SH, Lee GH. 2009. Microbiological water quality of water purifiers at elementary schools in Gunsan area. *Korean J Microbiol* 45(1):74-81
- Lee YM. 2005. The different view point of child education center food service program between the parents and the teachers. *Korean J Comm Nutr* 10:654-667
- Ministry of Environment. 2011. Drinking Water Code of Korea. Seoul, Korea. pp. 675-680
- Schoeni JL, Wong ACL. 1999. Heterogeneity observed in the components of haemolysin BL, an enterotoxin produced by *Bacillus cereus*. *Int J Food Microbiol* 53:159-167
- Seol HR, Park HS, Park KH, Park AK, Ryu K. 2009. Microbiological evaluation of food and kitchen environments in childcare center and kindergarten foodservice operations. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:252-260
- Sohn SW, Jang WW, Yoon SH, Oh TK, Kim YJ, Lim YK. 2010. Evaluation of microbial safety issue of a water purifier for home-use. *Kor J Vet Publ Hlth* 34(4):325-330
- Song YW, Jang HK, Yoon YJ, Kim JW. 2007. Monitoring bacterial contamination of the water purifiers in university of Incheon. *J Nat Sci U of Incheon* 18:161-173
- Stauffer LD. 1971. Sanitation and the human ingredient. *Hospital* 45:62-67
- Weber T, Marahiel MA. 2001. Exploring the domain structure of modular nonribosomal peptide synthetases. *Structure* 2001(9):R3-R9
- Zhao P, Zhao T, Dolye MP, Rubino JR, Meng J. 1998. Development of a model for evaluation of microbial cross-contamination in the kitchen. *J Food Prot* 61(8):960-963