

학교식당 및 교실배식 과정 전·후 미생물 오염에 관한 연구

정해용 · 손주혜 · 이재윤 · 이인애 · 고지연 · 고나윤 · 박성준 · 고광표 · 김성균[†]

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

Assessment Report of Bacterial Contamination in Some School Dining Services with Table Swabs and Air Samples

HeaYong Jung, JuHae Sohn, JaeYoon Lee, InAe Lee, JiYean Ko, NaYun Ko,
SungJun Park, GwangPyo Ko, and Sungkyoon Kim[†]

Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study is to investigate microbial contamination in the school food service environment for the assessment of microbial food safety.

Methods: We collected both swab samples from tables and desks and airborne bacterial samples from an elementary school (School A) and a high school (School B). Heterotrophic plate count, total coliform, *Staphylococcus aureus*, and *Bacillus cereus* were measured with selective media to quantify microbial concentration. PCR assay targeting 16S rRNA genes was performed to identify the strains of *S. aureus* and *B. cereus* isolated. In addition, we made a food service checklist for the locations to evaluate the food service environment. A Wilcoxon test was employed to examine the differences in microbial concentration between before lunchtime and afterwards.

Results: Heterotrophic plate counts showed higher levels after-lunch compared to before-lunch at School B. However, levels of *S. aureus* were higher in the after-lunch period ($p < 0.05$) in both classrooms and in the cafeteria in School A. *B. cereus* was only sparsely detected in School B. Several samples from food dining carts were found to be contaminated with bacteria, and facilities associated with food delivery were found to be vulnerable to bacterial contamination. Although microbial concentrations in the air showed little difference between before- and after-lunchtime in the cafeteria in School A, those in classrooms were greater after-lunchtime at both schools.

Conclusion: Our results suggested that the microbial safety in schools after lunchtime of concern. Necessary preventive measures such as hygiene education for students and food handlers should be required to minimize microbial contamination during food service processes in schools.

Key words: Food poisoning, microorganism, school meal system

I. 서 론

우리나라의 단체급식은 6·25 전쟁 후 국제연합학
생기금 등의 외국원조기관에 의하여 전쟁재해 아동

구호의 목적으로 시작되었으며, 1981년에는 「학교
급식법」을 제정하여 우리나라 식문화에 맞는 체계
적인 학교급식 제도의 틀을 갖추었고, 1990년대에
들어 여성들의 취업 및 교육복지 증진에 대한 요구

[†]Corresponding author: Department of Environmental Health Sciences, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Seoul 08826, S. Korea, Tel: +82-2-880-2732, Fax: +82-2-745-9104, E-mail: ddr2@snu.ac.kr
Received: 20 July 2015, Revised: 19 October 2015, Accepted: 22 October 2015

Table 1. Sampling sites and sample numbers in two schools

| Sampling site | Before serving | | | After serving | | |
|---------------|----------------|-----------|------------|---------------|-----------|------------|
| | Table/desk | Food cart | Air sample | Table/desk | Food cart | Air sample |
| School A | | | | | | |
| Class #1 | 10 | - | 1 | 10 | - | 1 |
| Class #2 | 10 | 4 | 1 | 10 | 4 | 1 |
| Cafeteria | 10 | | 1 | 10 | | 1 |
| School B | | | | | | |
| Class #1 | 10 | 4 | 1 | 10 | 4 | 1 |
| Class #2 | 10 | 4 | 1 | 10 | 4 | 1 |
| Total samples | 50 | 12 | 5 | 50 | 12 | 5 |

가 증가됨과 함께 정부의 적극적인 노력에 따라 크게 확대되었다. 현재의 학교 급식은 학생의 건전한 심신의 발달과 국민 식생활 개선을 목적으로 시행하고 있다.¹⁾

2013년 전국 모든 초·중·고교에서 학교 급식을 실시하고 있으며, 99.5%에 달하는 약 6,449,000명의 학생이 학교에서 단체 급식을 제공받고 있다.^{2,3)} 이에 교육과학기술부에서는 학교급식의 위생과 안전성 확보를 위하여 2002년부터 식품 위해 요소 중점관리기준 (HACCP, Hazard Analysis and Critical Control Point)을 도입 및 시행하고 있으며⁴⁾ 「학교급식법」 시행규칙 제3조 제1항은 ‘안전하고 위생적인 공간에서 식사를 할 수 있도록 급식인원 수를 고려한 크기의 식당을 갖추어야 한다. 다만, 공간이 부족한 경우 등 식당을 따로 갖추기 곤란한 학교는 교실배식에 필요한 운반기구와 위생적인 배식도구를 갖추어야 한다.’고 규정하고 있다.⁵⁾ 2012년, 국내 학교 중 14.7%가 교실 급식을 시행하고 있으며⁶⁾ 전체 식중독 발생 중 학교 급식이 차지하는 비율은 개선되지 않고 있다.⁷⁾ 아울러, 배식 과정 중에 오염된 손 및 조리/배식도구 등에 의하여 유해미생물이 전파될 여지가 크다고 불구하고^{8,9)} 학생들에 대한 배식이 이루어지는 식당 및 교실의 미생물학적 안전성을 확보하기 위한 연구 및 보고자료가 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 식당배식과 교실배식을 동시에 실시하는 초등학교 (A학교)와 교실배식만 실시하는 고등학교 (B학교)를 대상으로 학교급식을 이용하는 학생들이 사용하는 식당 식탁 및 교실 책상의 표면 미생물 오염도를 살펴보았다. 또한 교실배식의 경우 이동 전·후 배식차 (food cart)의 이동에 따른

미생물의 오염 양상을 확인하였으며, 식당 및 학급의 부유세균 농도를 측정하여 배식장소에 따른 부착 미생물과 부유세균의 오염도 차이를 확인함으로써, 배식 전·후의 미생물 오염도 변화에 영향을 미칠 수 있는 주요 요인들에 대해 고려하고 주요 관리방안 수립에 있어서의 기초 연구자료를 제공코자 한다.

II. 연구 방법

1. 대상 선정

2014년 6월 중, 식당배식과 교실배식을 동시에 실시하는 A학교 (초등학교)의 교실 2개 반과 식당, 그리고 교실배식만 시행하는 B학교 (고등학교)의 교실 2개 반을 선정하여 시료 채취를 실시하였다. 먼저 식당배식장소 및 교실배식장소 사이의 미생물 오염도 차이를 확인하기 위해, 각 채취 장소 당 10개의 부착 미생물 시료들을 무작위 선정하여 채취하였다. (Table 1). 또한, 배식차 상의 부착 미생물의 농도 변화를 확인하기 위하여 A학교의 학급 2 및 B학교 학급 1, 2의 배식차 및 배식차용 승강기를 대상으로 부착 미생물 시료를 채취하였다. 아울러, 급식이 이루어지는 장소인 각 식당 및 학급의 온·습도를 측정하였으며 각 장소의 부유세균 시료 역시 회수하였다. 모든 시료는 배식 전 (3교시 종료 후) 및 배식 후 (5교시 종료 후)에 시료 채취를 수행하였다.

2. 부착 시료 미생물 분석

배식 전·후 A학교와 B학교의 식탁과 책상에서 각각 10개의 부착 미생물 시료를 단순 무작위 추출법 (simple random sampling)법을 적용하여 채취하

였고, 배식 전·후 승강기 바다 및 배식차 손잡이, 배식차 상단과 내부에서 부착 미생물 시료를 채취하였다. 시료 채취 방법은 swab sampling method을 실시하였으며, 이에 swab kit (3M™ Pipette Swab, 3M Korea Ltd.)을 이용하여 10 cm×10 cm의 면적을 swabbing하였다.⁴⁾ 채취한 시료들은 시료원액을 단계 희석하여 시료 원액 및 희석액을 100 µL씩 평판배지에 분주하여 접종하였고 일반적인 미생물 지표인 일반세균 (Heterotrophic plate count) 및 대장균군 (Total coliform)과 식중독 미생물 지표인 황색포도알균 (*Staphylococcus aureus*) 및 바실러스 세레우스균 (*Bacillus cereus*)을 대상으로 정량적 분석을 실시하였다.⁴⁾ 일반세균은 TSA (Tryptic Soy Agar, Difco, USA)에 37°C에서 48시간 배양 후 집락을 계수하였고⁴⁾ 대장균군은 VRBA (Violet Red Bile Lactose Agar, Difco, USA)에 37°C에서 48시간 배양 후 분홍색 집락을 계수하였으며¹⁰⁾ 황색포도알균은 Baird-Parker Media (Oxoid, UK)에 37°C에서 48시간 배양 후 불투명한 환으로 둘러싸인 검정색 집락수를 계수하였다.¹¹⁾ 바실러스 세레우스균은 MYP (Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin Agar, Oxoid, UK)에 30°C에서 48시간 배양 후 불투명한 환을 갖는 분홍색 집락을 계수하였다.¹²⁾ 황색포도알균 및 바실러스 세레우스균에 대한 동정 확인은 16S rRNA 증폭법을 이용하였다.⁴⁾ 증류수 10 µL에 균일하게 희석하여 96°C에서 5분간 열처리 및 5분간 얼음을 이용한 냉각 과정을 거쳐 세포막을 파괴하였으며, 이를 DNA 주형 (template)으로 활용하였다. 16S rRNA 증폭에는 universal primer set (27F, 5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3' 및 1492R, 5'-GGY TAC CTT CTT ACG ACT T-3')을 이용하였으며, 반응시킨 증폭산물은 QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen, USA)를 사용하여 정제 후 염기서열 분석을 의뢰하였다 (Cosmo Genetech Corp, Korea). 염기서열을 바탕으로 미국 NCBI (National Center for Biotechnology Information) BLAST를 이용하여 최종 동정하였다.

3. 공기 중 부유세균 측정

배식 전·후 교실과 식당 각각 1 곳을 선정하여 Andersen sampler (N6 Single-Stage Viable Andersen Cascade Impactor, SKC Inc, USA)에 28.3 L/min의

유량으로 보정된 펌프 (Quick Take TM 30, SKC Inc, USA)를 3분 30초 간 연결하여, TSA에 부유세균 시료를 채취하는 동시에 온·습도기 (Oregon, JB913R, USA)를 사용하여 실내 온·습도를 측정하였다.¹³⁾ 공기시료를 포집한 TSA 배지를 37°C에서 24시간 배양 후 총 집락을 계수하였다. 계수한 집락은 실내공기질 공정시험기준의 충돌방식 시료 채취기의 집락계수 환산표에 따라 보정하였으며 이때 총 부유세균의 농도 계산 (CFU/m³)식은 다음과 같다.¹⁴⁾

$$C = \frac{CFU}{V}$$

C: 실내 공기 중 총부유세균의 농도(CFU/m³)

CFU: 보정된 집락수 (colony forming unit)

V: 25°C, 1 atm으로 환산된 채취공기량(m³)

4. 학교급식 점검리스트

식당 및 교실에서 급식의 운반, 배식 및 위생환경을 비교하기 위하여 '학교급식 위생 안전 점검 항목별 세부 점검 기준'¹⁵⁾을 토대로 '식당/배식 점검리스트'를 작성하였다. 각 장소에 대한 점검리스트는 두 명의 관찰자가 동시에 동일한 방법으로 관찰하여 작성한 후 비교평가 하였다.

5. 결과분석 및 통계처리

배식 전·후 부착 미생물 오염도 차이를 비교하기 위하여 Wilcoxon test를 실시하였으며, 부유세균의 변화를 확인하기 위해 paired t-test를 실시하였다. 비모수통계분석시 ND (Not detected)는 계산 목적상 '0'으로 처리하여 분석하였으며, 각 분석에서 통계적으로 유의한 차이의 기준은 p<0.05로 설정하였다. 모든 통계분석은 SAS 9.4 (SAS institute, USA) 및 MS Excel 2010 (Microsoft Corp, USA)으로 수행하였다.

III. 연구결과

1. 시료 채취 지점의 실내 온·습도

시료 채취 지점별 온·습도는 Table 2에 나타내었다. 식당 및 교실의 온도는 최저 26.3°C에서 최고 29.7°C였고, 습도의 범위는 44%에서 54%의 범위를 나타내었다.

Table 2. Temperature and humidity in cafeteria and classrooms

| Sampling site | Before serving | | After serving | |
|---------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Temperature (°C) | Humidity (%) | Temperature (°C) | Humidity (%) |
| School A | | | | |
| Class #1 | 29.7 | 46 | 29.1 | 44 |
| Class #2 | 27.8 | 49 | 27.3 | 51 |
| Cafeteria | 26.7 | 51 | 26.3 | 54 |
| School B | | | | |
| Class #1 | 28.4 | 45 | 28.5 | 47 |
| Class #2 | 27.6 | 47 | 27.7 | 47 |

Table 3. Heterotrophic plate counts on tables and desks by dining status

| Sampling site | Before serving | | After serving | |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Detection rate ^a | Median (Range) ^b | Detection rate ^a | Median (Range) ^b |
| School A | | | | |
| Class #1 | 2/10 | 51 (1 ~ 100) | 1/10 | 20 (-) |
| Class #2 | 4/10 | 135 (51 ~ 585) | 2/10 | 7 (3 ~ 10) |
| Cafeteria | 1/10 | 1 (-) | 2/10 | 6 (2 ~ 10) |
| School B* | | | | |
| Class #1 | 0/10 | ND | 3/10 | 1000 (4 ~ 1600) |
| Class #2 | 0/10 | ND | 1/10 | 100 (-) |

Note. Unit: CFU/100 cm², ND: Not detected, -: Not available, ^a Detection counts among total observations, ^b counts in samples detected only.

* After-serving showed significant increase of total bacteria on dining tables in school B ($p = 0.0235$).

Table 4. Counts of *Staphylococcus aureus* on tables and desks by dining status

| Sampling site | Before serving | | After serving | |
|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Detection rate ^a | Median (Range) ^b | Detection rate ^a | Median (Range) ^b |
| School A* | | | | |
| Class #1 | 0/10 | ND | 0/10 | ND |
| Class #2 | 0/10 | ND | 3/10 | 50 (1 ~ 1100) |
| Cafeteria | 4/10 | 12 (3 ~ 100) | 8/10 | 250 (20 ~ 1000) |
| School B | | | | |
| Class #1 | 0/10 | ND | 0/10 | ND |
| Class #2 | 0/10 | ND | 0/10 | ND |

Note. Unit: CFU/100 cm², ND: Not detected, -: Not available, ^a Detection counts among total observations, ^b counts in samples detected only

* After-serving showed significant increase in *S. aureus* on dining tables in school A ($p = 0.0115$)

2. 식탁 및 책상의 미생물 오염수준 분석

A학교와 B학교의 식당 식탁과 교실 책상의 부착 미생물을 분석한 결과, 일반세균의 농도 중위수 (Median)는 1~1,000 CFU/100 cm²로 다양하게 검출 되었으며, 특히 배식 후 B학교 교실 시료 상의 농

도가 배식 전보다 유의하게 높게 나타났다 ($p=0.0235$; Table 3). 황색포도알균의 경우 시료 채취 장소에 따라 검출률이 0~80% (양성 시료수 8/10)로 차이를 보였으며, 배식 후의 A학교의 식당 및 교실 시료에서 배식 전과 비교하여 유의하게 높게 검출되는 것

을 확인하였다 ($p=0.0115$; Table 4). 바실러스 세레우스균은 B학교 학급 1의 배식 전 시료에서만 검출되었으며 (1개 시료; 117 CFU/100 cm²), 대장균군은 검출되지 않았다.

3. 배식차 이동 전·후의 미생물 오염수준 분석

이동 전 A학교 배식차의 손잡이 (200 CFU/100 cm²) 및 배식차 상단 (600 CFU/100 cm²), 배식차 내부 (10 CFU/100 cm²) 등에서 일반세균이 발견되었으며, 승강기 바닥에서도 일반세균이 검출됨을 확인하였다 (505 CFU/100 cm²). B학교의 경우 이동 전 학급 1 및 2의 승강기 바닥 (10 CFU/100 cm²) 과 학급 2의 배식차 상단 (30 CFU/100 cm²)에서 일반세균이 검출되었다. 아울러 이동 전의 A학교 배식차에서 황색포도알균은 손잡이 (100 CFU/100 cm²) 및 배식차 내부 (400 CFU/100 cm²) 에서만 검출된 반면, 이동 후에는 배식차 손잡이 및 상단내부, 승강기 바닥 시료 전체에서 중위수 1,100 CFU/100 cm²의 높은 농도로 검출되었다. 이동 전 B학교 학급 2의 배식차 상단에서 대장균군이 검출되었으며 (30 CFU/100 cm²), 바실러스 세레우스균은 A학교와 B학교 상의 모든 시료에서 검출되지 않았다.

Table 5. Air concentrations of total bacteria by dining status

| Sampling site | Before serving* | After serving* |
|---------------|-----------------|----------------|
| School A | | |
| Class #1 | 39 | 126 |
| Class #2 | 6 | 267 |
| Cafeteria | 12 | 13 |
| School B | | |
| Class #1 | 88 | 183 |
| Class #2 | 9 | 10 |

Unit: CFU/m³

* After-serving showed significant increase of air concentrations of total bacteria in general (paired t-test, $p = 0.0019$)

4. 부유세균 오염도 분석

전반적으로 배식 전에 비해 배식 후 측정된 부유세균 농도가 높게 나타났으며 ($p = 0.0019$, $n = 5$; Table 5), A학교 식당과 B학교 학급 2의 경우 배식 전·후 부유세균 농도 차이가 크지 않았다.

5. 식당/교실배식 점검리스트 결과 분석

학교 급식 점검리스트 결과는 Table 6과 같다. A학교 학급 2는 운반 용기를 보온·보냉 용기로 사

Table 6. Evaluation of dining place in school with check list

| | Check List for Food Service in School Cafeteria/Classroom | School A | | School B | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
| | | Class #2 Cafeteria | Class #1 | Class #2 | Class #2 |
| Delivery | 1. Are there any spilled water, food or food tray at the bottom of the Elevator? | Y | - | N | N |
| | 2. Are there any separate cover for the food utensils? | Y | - | Y | N |
| | 3. Are there any thermostat to keep optimum temperature during delivery? | N | - | Y | Y |
| | 4. Are food containers sealed to prevent from contaminant or spill during delivery? | Y | - | Y | Y |
| Serving | 1. Do they place new food on the existing food container? | Y | Y | Y | Y |
| | 2. Do they use sanitary gloves, etc during food serving? | Y | Y | Y | Y |
| | 3. Do they use sanitary clothes, hat, and mask during food serving? | Y | Y | N | N |
| | 4. Are there any thermostat to keep optimum temperature during food serving? | N | Y | Y | Y |
| | 5. Do they place each food separately on their food tray? | Y | Y | Y | Y |
| General | 1. Are trash bin and leftover food container clearly divided? | Y | Y | Y | Y |
| | 2. Are trash bin and leftover food container filled more than 2/3 of its volume? | Y | Y | N | N |
| | 3. Are there any pedaled trash bin equipped with cover? | N | N | N | N |
| | 4. Do they hide the leftover food container during food serving? | N | N | N | N |

용하지 않았으며, B학교는 학급 1, 2 모두 배식차용 승강기 바닥에 물이 고여 있었다. 또 학급 2에서는 덮개 없이 식기류를 배식차 위에 올려놓았다. 배식에 대한 점검 결과, A학교 식당은 배식 5항목 모두 적절하게 관리가 되는 것으로 관찰되었고 A학교 학급 2와 B학교 학급 1, 2에서 5개 항목 중 각각 4개 항목을 만족시켰다. 그러나 A학교 학급 2는 배식 동안 보온·보냉 배식대를 사용하지 않았고, B학교는 두 학급 모두 배식 담당자의 위생복, 위생모, 마스크 착용상태가 미흡했다. 또한 A학교는 쓰레기통이 페달 뚜껑 개폐방식이 아니었고 배식 동안 잔반통을 학생들이 보이는 곳에 비치하였다. B학교는 쓰레기통 및 잔반 수거통의 2/3 이상을 담았으며, 쓰레기통은 페달 뚜껑 개폐방식이 아니었고, 배식 동안 학생들이 보이는 곳에 잔반 수거통을 비치하였다.

IV. 고 찰

A학교 (초등학교) 및 B학교 (고등학교)의 교실 책상 및 식당 테이블을 대상으로 부착 미생물 오염도를 조사한 결과, 특히 배식 후의 A학교 교실 책상 및 식당 테이블에서 일반세균과 황색포도알균 농도가 높게 검출됨을 확인하였다 ($p < 0.05$; Table 3, Table 4). 세균의 증식에 있어 실내 온도 및 습도 등의 실내 환경이 영향을 미칠 수 있으며,¹⁶⁾ 시료 채취 당시의 교실 및 식당의 온·습도가 비교적 높다는 점을 고려하였을 때 전반적으로 교실 및 식당 모두 유해미생물의 증식이 용이한 환경이 조성되어 있음을 알 수 있다 (Table 2). 또한 이동 후의 A학교 배식차 및 승강기의 황색포도알균 오염도가 이동 전에 비하여 큰 폭으로 증가하였다. 황색포도알균은 자연계에 널리 존재하며, 보균자 및 매개체와의 접촉을 통해 손쉽게 전파될 수 있다.¹⁷⁾ 따라서 양 학교 시료상에서 확인할 수 있는 미생물 농도 차이는 곧 접촉 매개로 인한 것일 수 있으며, 각 장소에서 주로 활동하는 학생들의 행동 양상 차이가 주요한 요인으로 작용할 수 있다. 학생들의 체중 당 활동량을 비교하여 보았을 때, 초등학생-중학생-고등학생 순으로 나타나 고학년일수록 활동량이 적어짐을 알 수 있으며,¹⁸⁾ 고등학생의 학교 체육활동 시간 역시 작은 것으로 나타났다.¹⁹⁾ 더욱이 초등학생은 주된 여가 및 놀이 활동으로 축구 및 물놀이 등의 외부 신체 활

동을 선호하는 반면, 고등학생들은 음악 연주 등의 시설 내에서의 기술기반활동을 선호하는 것으로 조사되었다.²⁰⁾ 따라서, 이러한 학생들 사이의 선호 여가 활동 및 신체활동량의 차이가 미생물 농도 차이에 기여했을 것으로 추정할 수 있다. 특히 손씻기 활동은 사람의 접촉으로 매개되는 미생물 오염 차단에 효과적인 것으로 알려져 있기에,²¹⁾ 학교에서의 ‘표준세척방법²¹⁾’ 및 외부 활동 후의 올바른 손씻기 수행교육 지도 등은 교실 및 식당 내 미생물 오염의 직·간접적인 경로를 차단하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

교실배식의 경우 조리된 식품을 교실로 운반하는 과정이 발생하며, 이에 배식차 등을 이용한 식품의 이동 중에 미생물 오염이 발생할 소지가 크다. 또한 A학교는 당번 학생들이, B학교는 학생 각자가 배식하는 등 학생들을 통하여 배식이 진행되기에, 학생들의 배식 태도 및 위생 상태가 곧 배식의 미생물학적 안전성에 영향을 미치는 주요한 요소로 작용할 수 있다. 배식담당자의 교육이 주기적으로 이루어지는 학교의 식기류 오염도가 그렇지 않은 학교의 식기류 미생물 오염도보다 낮게 나타나는 박성준 (2013) 등의 연구 결과에 근거하였을 때,⁴⁾ 올바른 식품 운반 및 식기류 관리 등에 대한 배식담당자 및 학생들에 대한 주기적인 교육이 이루어지는 것이 바람직하다고 사료된다.

부유세균 측정 결과 A학교 및 B학교 교실에서의 배식 후 부유세균의 농도가 배식 전보다 유의하게 높아지는 것을 확인하였으며, 배식 전·후 모두 부유세균이 낮은 농도로 검출된 B학교 학급 2의 경우 타 장소와는 달리 측정 당시 자연 환기를 실시하고 있었다. 또한 A학교 학급 2의 황색포도알균 결과 및 B학교 학급 1의 일반세균 결과에서 확인할 수 있듯이, 교실배식 전·후의 부유세균 농도 변화와 책상에서 측정된 부착 미생물의 농도 변화는 연관성을 보이고 있다. 이에 적극적인 환기 대책이 교실 환경 내 부유세균의 농도를 낮출 수 있는 것으로 사료되는 바, B학교 학급 2처럼 배식 전·후에 적절한 환기를 시행하는 것은 교실 내 미생물 농도를 낮추는데 있어 상당한 의미를 가진다고 평가할 수 있다.

아울러, ‘식당교실배식점검리스트’를 통하여, 식품 운반, 배식 및 일반 위생 등에 있어 학교에서 고려해야 할 요소들을 확인할 수 있었다 (Table 6). 특히

A학교 (2009년)가 B학교 (1988년)보다 최근에 개교하여 현대화된 시설을 갖추었음에도 불구하고 전반적으로 높은 미생물 오염도를 보였다는 사실은, 배식환경에 대한 적절한 관리가 교실 내 미생물학적 안전성에 미치는 영향이 상당함을 반증한다고 볼 수 있다. 실제 A학교의 경우 식품 운반 및 배식 시 적절한 온도를 유지하지 않고 있었으며, 배식 동안 잔반통을 학생이 보이는 곳에 비치한 바 있다. 또한 B학교 역시 배식 시 위생복, 위생모 및 마스크 착용 상태가 불량했고, 잔반 수거통 비치 역시 적절치 못하였다. 이러한 사항들의 경우 교실 내 미생물 오염에 영향을 미칠 수 있기에, 향후 일선 학교들에 대해 학생 및 교내 관계자들을 대상으로 한 지속적인 교육 및 체크리스트 작성 등을 통하여 주기적으로 관리·감독하여야 할 필요성이 있다.

V. 결 론

본 연구는 식당 및 교실배식 과정 전·후의 미생물 오염에 대해 알아 보고자 A학교 및 B학교의 식당 식탁 및 책상에서 부착 미생물 시료를 채취하였으며, 승강기 바닥, 배식차 손잡이 및 내부 등에서도 시료를 획득하여 미생물 농도를 측정하였다. 아울러 배식 전·후의 부유세균 농도를 측정하였으며, ‘식당/교실 점검 리스트’를 작성하여 운반·배식·일반위생 등의 각 항목에 대한 배식장소의 평가를 수행하였다. 미생물 분석 결과 A학교에서 일반세균과 황색포도알균 항목이 배식 후에 유의하게 높게 나타났으며, 이는 초등학생 및 고등학생의 신체 활동량과 선호 여가 및 놀이 등의 차이에 의한 결과로 사료된다. 또한 부적절한 배식차 및 식기류의 관리 역시 미생물 오염도에 영향을 미치며, 부유세균의 농도 역시 부착 미생물의 농도와 연관성이 있음을 확인하였다. 아울러, ‘식당/교실배식점검리스트’를 통하여 배식 환경 상의 미생물학적 안전성을 확보함에 있어 식품 운반 및 배식, 일반 위생 등에 대한 관심과 관리가 중요함을 재차 확인하였다. 따라서 식당 및 교실 등의 배식 환경의 미생물 오염도를 줄이기 위하여, 주기적인 환기 및 교내 관계자들을 대상으로 한 손씻기 및 위생 교육, 체크리스트를 기반으로 한 관리·감독 등의 방안을 고려할 필요성이 있다.

감사의 글

본 연구는 서울대학교 보건대학원의 교과목인 ‘지역사회보건실습’에서 수행된 연구로, 지원해 주신 서울대학교 및 각 학교 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.

References

1. Yang SK. Analysis on School Meal Program and Its Subsidiary Status in Korea and OECD Countries. Korean Educational Development Institute (2010). Available: http://125.60.48.13/home4/dl_files/edu/015/IM010440.pdf [accessed 27 Dec 2014]
2. Korean Educational Development Institute, Statistics of Education. Available: http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=334&tblId=DT_1963003_003&conn_path=I2 [accessed 21 Nov 2014].
3. Korea Educational Statistic Service, Ministry of Education Korea, School Meals Program. Available: http://kess.kedi.re.kr/publ/publFile?survSeq=2013&menuSeq=3894&publSeq=2&menuCd=59356&menuld=2_1_15&itemCode=02 [accessed 21 Nov 2014].
4. Park SJ, Hong SH, Lee HY, Kim CJ, Kim SK, Ko GP, et al. A Microbiological Analysis and Hazard Factor Evaluation of Food Utensils and Fixtures of Food Service Operations in Schools. *J Environ Health Sci.* 2011; 37(5): 376-386.
5. Korea ministry of Government registration, school food service laws enforcement regulation. Available: <http://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?lsiSeq=91802#0000> [accessed 21 Nov 2014].
6. Ministry of education. School lunch food poisoning Critical Control Measures. Available: <http://www.moe.go.kr/web/100066/ko/board/download.do?boardSeq=1094> [accessed 21 Nov 2014].
7. Ministry of Food and Drug Safety. Food Poisoning Statistics System. Available: <http://www.mfds.go.kr/e-stat/index.do?nMenuCode=28> [accessed 21 Aug 2015]
8. Mokhtari A, Jaykus LA. Quantitative Exposure Model for the Transmission of Norovirus in Retail Food Preparation. *Int J Food Microbiol.* 2009; 133(1-2): 38-47.
9. Kim KY, Nam MJ, Nam BR, Ryu HJ, Heo RW, Shim WB, Chung DW. Microbiological Safety Assessment to Secure Safety of Food Service in University. *J Fd Hyg Safety.* 2010; 25(1): 49-58.

10. Rosen A., Levin RE. Vibrios from fish pen slime which mimic *Escherichia coli* on violet red bile agar. *Applied microbiology* 1970; 20(1): 107-112.
11. Ministry of Food and Drug Safety. General test method (*Staphylococcus aureus*). Available: http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=380 [accessed 20 Dec 2014].
12. Ministry of Food and Drug Safety. General test method (*Bacillus cereus*). Available: http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=390 [accessed 20 Dec 2014].
13. Park SJ, Yun HS, Lee SJ, Yang MJ, Kwon BM, Ko GP, et al. A Study on Bacterial Contamination of Cooking Environments of Food Service Operations at University, *Journal of Environmental Health Science*, 2014, 40(2):88-97.
14. Ministry of environment. Indoor air quality official test standards. Available: <http://www.law.go.kr/flDownload.do?flSeq=5166773> [accessed 1 Jun 2014]
15. Ministry of education. Evaluation of school feeding management and hygienesafety inspection Detailed Guidelines. Available: <http://www.moe.go.kr/web/100066/ko/board/download.do?boardSeq=114391> [accessed 21 Aug 2015]
16. Park JY, Kim SY. Investigation of Concentration of Bio-aerosol according the Change of Indoor Temperature and Humidity. *J Korea architectural institute*. 2009; 25(11): 349-356
17. Lowy, Franklin D. *Staphylococcus aureus* infections. *New England Journal of Medicine* 1998; 339(8): 520-532.
18. Lee GY, An GH. Comparison of Physical Activity in Elementary, Middle and High School Female Students by Accelerometer. *J Korea Entertainment Industry* 2014; 8(3): 451-458.
19. National Curriculum Information Center. Korean Curriculum. Available: <http://ncic.re.kr/nation.kri.org4.inventoryList.do#> [accessed 24 Dec 2014].
20. Shim WY. Children's Play and Teachers' Knowledge. *The Journal of Elementary Education*. 2011; 24(4): 143-164
21. Lee H, Choi SM. Hand Washing Awareness among Students in Seoul and Antibiotic Resistance of *Staphylococcus aureus* Isolated on Their Hands. *J. Env. Hlth. Sci.*, 2009; 35(4): 278-286