

ATP bioluminescence assay를 이용한 경북 일부 어린이 급식시설에 대한 위생방문교육의 효과 평가

박혜진^{1,2} · 최찬익^{1,*}

¹경북대학교 식품외식산업학과, ²예천군 어린이급식관리지원센터

Application of ATP bioluminescence assay for effect assessment of hygiene visiting education on children's foodservice facilities in the local small town

Hye-Jin Pak^{1,2} and Chan-Ick Cheigh^{1,*}

¹Department of Food and food service industry, Kyungpook National University

²Center for Children's Foodservice Management of Yecheon-gun

Abstract The purpose of this study was to evaluate the application of ATP bioluminescence assay for effect assessment of hygiene visiting education on children's foodservice facilities in the local small town. The sanitary inspection results of the hygiene visiting education showed significant improvement in all items except 'To regularly disinfect cooking facilities, storage rooms, etc.' ATP bioluminescence analysis was performed on cooking utensils to evaluate the educational effect, and the results showed a correlation with the effect in most items. In the case of knives and cutting boards, all facilities showed a value of 20 RLU/cm² or less after the educational support, and in particular, it was approximately 10 RLU/cm² or less in national/public, corporation and private facilities. Correlation analysis between the post-education sanitary inspection results and ATP values for three items related to knives and cutting boards showed that they have a negative and high correlations.

Keywords: ATP bioluminescence assay, children's foodservice facilities, hygiene visiting education, cooking utensils

서 론

핵가족 등 가족구조의 변화와 여성의 사회활동 증가로 영유아의 양육과 교육을 위한 시설이 늘어나게 되었다(Lee, 2005). 보육 및 교육 통계 등에 따르면 어린이집의 경우 1991년 영유아보육법이 제정된 이후 3,690개소에서 2020년 35,352개소로 약 10배 증가하였고, 유치원의 경우 1990년 8,354개소에서 2020년 8,705개소로, 그리고 지역아동센터의 경우 2004년 아동복지법을 재개정하여 공부방을 지역아동센터로 법제화하면서 895개소에서 2019년 12월 말 4,217개소로 늘어났다(Ministry of Education, 2020; Ministry of Health & Welfare, 2020). 이처럼 어린이 보육 및 교육시설의 양적 성장과 더불어 어린이급식의 질적 향상에 대한 사회적 기대가 높아졌으나, 학교급식과는 다르게 체계를 갖추지 못한 상황에서 이루어진 급식은 식중독 사건이 자주 발생하는 문제를 가진다. 학교급식의 목적은 급식을 통하여 성장기 아동에게 필요한 영양을 공급함으로써 심신의 발달을 꾀하고 편식 교정, 식습관 지도, 공동체 의식을 고취하여 전인격적인 교육을 돕는데

있으며, 더 나아가 국민 식생활 개선과 국민 식량 정책에 기여함을 목적으로 두고 있다(Kim과 Lee, 2009). 2003년 이후 모든 학교급식에서 HACCP system이 도입됨에 따라 학계 연구 등을 통해 학교급식 위생관리 도구 등이 개발되어지고 있으나, 이와는 반대로 영·유아 보육 및 교육시설의 경우 급식에 관한 명확한 체계가 갖춰지고 있지 않다. 어린이급식소 급식위생관리 실태에 관한 여러 선행연구들은 보육시설 위생관리의 문제점으로 조리기기 및 설비의 부족과 위생시설에 대한 기본 설계지침 미비를 문제점으로 지적하였고(Bae 등, 2009; Lee, 2006), 이 밖에 급식시설 노후화 및 전문 인력 교육에 관한 규정 미흡 등으로 다양한 급식관련 문제들이 발생한다고 지적하였다(Kwak, 2006). 이러한 사회적 상황에 대응하기 위하여 국가 및 학계, 시민단체 등에서 어린이급식소를 대상으로 전국 규모 또는 시·도 단위에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있으나, 군 단위 지역과 50인 이하의 소규모 시설에 대한 연구는 미비한 실정이다.

미생물의 오염도 측정을 위해 일반적으로 사용되는 일반세균수(Aerobic Plate Count, APC) 검사법은 배지의 제조를 위한 사전준비와 숙련된 인력, 고가의 장비 등을 필요로 하며, 결과의 도출까지 최소 24시간 이상 소요되므로 급식현장에서의 실시간 모니터링 방법으로는 부적절하다. 이러한 단점을 보완하기 위해 ATP (Adenosine triphosphate) bioluminescence assay의 원리를 바탕으로 휴대가 간편하고 미생물 오염 여부를 신속하게 판정할 수 있는 ATP luminometer의 이용 사례가 늘어나고 있으며, 이미 여러 선진국에서는 식품 생산현장의 실시간 모니터링 도구로써 ATP luminometer를 활용하는 것으로 보고되고 있다(Griffith 등, 1994;

*Corresponding author: Chan-Ick Cheigh, Department of Food and Food Service Industry, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

Tel: +82-54-530-1307

Fax: +82-54-530-1309

E-mail: cic@knu.ac.kr

Received July 2, 2021; revised July 28, 2021;

accepted July 29, 2021

Kim 등, 2010). ATP는 살아있는 생물체의 에너지원으로서 반딧불이에서 볼 수 있는 luciferin과 luciferase를 이용하면 ATP의 양과 상관관계를 가지는 빛의 양으로 전환된다. ATP bioluminometer는 이 빛을 측정하는 장치로 이때 방출되는 빛의 세기는 RLU (Relatively light unit, 생물발광단위)로 표현되며 일반세균수와 높은 상관관계가 보고된 바 있다(Kim 등, 2009; Moon, 2017). ATP bioluminescence assay는 이물질, 세척제 등의 잔유물에 대해서도 영향을 받기 때문에 소규모급식소에서의 소독효과를 확인하기 위한 도구로서의 ATP 활용이 적합하다고 보인다(Kim 등, 2010; Park, 2000). 단체급식소의 위생평가도구로서 ATP bioluminescence assay를 이용한 연구들이 지속적으로 이루어지고 있으나, 대학급식시설과 고등학교 급식소, 도시지역 어린이급식소 및 노인복지시설 급식소 등 대부분의 연구가 50인 이상의 단체급식소를 대상으로 이루어졌으며 50인 미만의 소규모 급식소를 대상으로 이루어진 연구는 매우 미미한 실정이다(Jang과 Hwang, 2015; Park, 2000; Seo 등, 2011).

따라서 본 연구는 지방 소도시인 경상북도 예천군에 소재하는 100인 이하의 어린이급식소 32개소를 대상으로 급식 위생·안전 순회지도 및 위생교육 지원에 따른 교육 효과를 설립유형별로 조사·분석하였으며, 위생지도 및 교육 효과의 평가를 위해 어린이급식관리지원센터에서 활용하는 위생·안전 체크리스트 분석 결과와 ATP 측정 결과의 상관관계를 비교·분석함으로써 소도시 지역 어린이급식소를 대상으로 이루어지는 위생교육의 효과를 평가하기 위한 ATP bioluminescence assay의 이용 및 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

연구대상 및 기간

경상북도 예천군 어린이급식관리지원센터에 등록된 현원 100인 이하의 어린이급식소 32개소를 대상으로 2017년 1월부터 10월까지 위생·안전순회방문 지도 및 위생교육 지원을 통한 결과를 분석하였다.

위생순회방문 지도

어린이 급식소 위생·안전관리 체크리스트 해설서(Ministry of Food and Drug Safety, 2017)에 수록된 체크리스트 항목 중 8가지 항목(시설 등 환경 1문항, 공정관리 4문항, 개인위생 2문항, 보관관리 및 기타 1문항)을 활용하였고, 전 개소 모두 총 2회 이상 방문을 실시하였다. 첫 방문은 1월에 실시하여 첫 순회 점검 후 교육이 동시에 진행되었고, 마지막 10월 방문 시 최종 순회 점검을 진행하였다. 결과를 토대로 설립유형별로 분류하여 순회방문 전·후 지도점검 결과를 비교·분석하였다.

미생물 오염도 측정

어린이급식소 32개소 중 ATP 측정에 동의한 29개소를 대상으로 조리기구(채소용 칼·도마), 개인위생(고무장갑), 시설·설비(냉장고 손잡이, 정수기 꼭지) 등 5가지 시료에 대한 측정이 이루어졌다. 칼은 손잡이에 근접한 칼날 부위 4×4 cm², 도마는 표면 100 cm², 고무장갑은 손바닥과 손가락 사이 면적, 냉장고 손잡이는 손잡이 안쪽 부위 위부분 4×4 cm², 정수기 꼭지의 경우 음용수 접촉 부위인 cock의 안쪽 부위를 측정하였다. Clean-Trace™ surface ATP swabs (3M Co., St. Paul, MN, USA)를 이용하여 표면을 도말한 후 Clean-Trace™ NG luminometer (3M Co., Loughborough, UK)로 ATP 값을 측정하였다. ATP 검사에 대한

판정은 Guideline of criteria on RLU (Japan Public Health Center, 2014)를 기준으로 칼, 도마 등의 smooth surface (Easy to clean) 200 RLU 이하, 냉장고 손잡이, 고무장갑, 정수기 꼭지 등은 not smooth surface (not easy to clean) 500 RLU 이하를 기준으로 판정하였다.

통계처리

모든 자료의 분석은 SPSS 23.0 for windows program을 이용하여 통계분석이 이루어졌다. 일반사항은 빈도와 백분율을 산출하는 빈도분석을 이용하였고, 어린이급식소를 설립유형별로 분류하여 순회지도 전·후의 위생·안전점검 결과와 위생교육(소독교육) 전·후에 대한 미생물오염도 측정 분석결과 등을 분석하기 위하여 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 활용하였다. 순회지도 결과 점수와 ATP 측정값 간의 상관관계는 Pearson's correlation 분석을 하였다.

결과 및 고찰

조사대상자의 일반사항

조사대상 어린이급식소의 일반사항은 Table 1과 같다. 설립 유형은 법인 9.4%, 국공립 18.7%, 기타 18.7%, 가정 21.9%, 민간 31.3% 순으로 조사되었고, 어린이급식소 32개소 중 어린이집이 75.0%로 가장 큰 비중을 차지하였다. 조사대상 시설의 75.0% (24

Table 1. General characteristic of children's foodservice facilities (n=32)

	Group	Total(%)
Install classification	National/Public Corporation	6(18.7) ¹⁾
	Private	3(9.4)
	Home	10(31.3)
	Etc facility	7(21.9)
		6(18.7)
Facility type	Child-care center	24(75.0)
	Kindergarten	2(6.25)
	Other ²⁾	6(18.75)
Cook worker hired status	O	25(78.1)
	×	7(21.9)
Qualified cook worker	O	13(40.6)
	×	19(59.4)
Cook worker age ³⁾	30s	6(18.75)
	40s	6(18.75)
	50s	6(18.75)
	60s	14(43.75)
Kitchen type	Cafeteria kitchen	4(12.5)
	Home kitchen	28(87.5)
Drinking water type	Ground water	0(0)
	Water supply	32(100)
Food distribution type	Lunchroom	0(0)
	Classroom	32(100)

¹⁾N(%)

²⁾Local children's facilities

³⁾Including the Director of a day care center in charge of Cooking

Table 2. Sanitary inspection results before and after hygiene visiting education on children's foodservice facilities

Item details	Before	After	t (p) ²⁾
Ultraviolet or electric disinfection sterilizer is installed	2.50±1.97 ¹⁾	3.38±1.48	-2.946(0.006)**
Proper sterilization, disinfection, boiling of utensils	2.00±1.90	3.06±1.24	-3.744(0.001)***
To use knives or cutting boards separately for each case of handling fish, meat, vegetables	2.13±1.90	3.06±1.61	-3.695(0.001)***
The use of dishtowels, gloves and aprons is classified by its use	0.75±1.59	2.00±2.03	-3.754(0.001)***
Sanitary management washing and disinfection of kitchen, utensils, and containers	3.25±1.59	3.75±0.98	-2.104(0.044)*
A health checkup of a food service worker is conducted	2.63±1.93	3.88±0.71	-3.754(0.001)***
Food service workers are thorough in personal hygiene	1.75±1.74	2.88±1.52	-5.141(0.000)***
To regularly disinfect cooking facilities, storage rooms, etc	2.25±2.02	2.63±1.93	-1.791(0.083)

¹⁾Mean±SD. Sanitary inspection scores range from 0 to 4.00±0.00

²⁾*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

개소가 50인 이하의 규모였으며 조리실무자는 78.1%의 고용 비율을 보였고, 조리사 면허를 갖춘 시설은 40.6%에 불과했다. 조리 종사자의 연령은 60세 이상 조리 종사자가 43.7%로 가장 큰 비중을 차지하였다. 급식소 구조를 갖춘 조리실은 12.5%에 불과하고, 배식은 모두 교실에서 이루어지며, 전 개소 모두 정수기를 통해 식수를 제공하는 것으로 파악되었다.

어린이급식소의 위생순회지도 효과

전 개소를 대상으로 순회지원에 따른 위생지도 점검 결과는 Table 2와 같다. 어린이 급식소 위생 안전관리 체크리스트 해설서(Ministry of Food and Drug Safety, 2017)에 수록된 체크리스트에서 시설 등 환경의 세부 항목 중 '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부' 항목의 분석결과, 순회지원 전 2.50±1.97점에서 지원 후 3.38±1.48점으로 유의성 있는 개선효과(p<0.01)가 확인되었다. 공정관리의 세부 항목 중 '주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부'는 순회지원 전 2.00±1.90점에서 지원 후 3.06±1.24점, '어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부'는 순회지원 전 2.13±1.90점에서 지원 후 3.06±1.61점, '행주, 사용 장갑 및 앞치마의 용도별 구분사용 여부(전처리용, 조리용, 청소용)'는 순회지원 전 0.75±1.59점에서 지원 후 2.00±2.03점으로 순회지원에 따라 유의성 있는 개선효과(p<0.001)를 보였으며, '조리시설, 배식기구, 보관용기 등의 세척·소독 등 위생관리 여부' 항목 또한 순회지원 전 3.25±1.59점에서 지원 후 3.75±0.98점으로 유의성 있는 개선효과(p<0.05)를 나타내었다. 개인 위생관리 항목 중 '조리원 개인 위생관리 여부' 항목은 올바른 위생복 착용과 함께 손 세정 도구의 사용과 관리에 대한 항목으로 순회지원 전 2.63±1.93점에서 지원 후 3.88±0.71점으로 유의성 있는 개선효과(p<0.001)를 보였고, '조리원의 건강진단 실시 여부' 항목은 분석결과 순회지원 전 1.75±1.74점에서 지원 후 2.88±1.52점으로 유의적인 개선효과(p<0.001)를 나타내었다. 보관관리 및 기타 항목 중 '조리실, 식품 등의 원료·제품 보관실 등을 정기적으로 소독하는지 여부' 항목의 경우 순회지원 전 2.25±2.02점에서 지원 후 2.63±1.93점으로 수행도는 높아졌으나, 유의성 있는 결과는 얻지 못하였다.

ATP측정을 통한 위생교육의 효과분석

소독교육지원에 따른 조리기구(칼, 도마), 개인위생(고무장갑), 시설·설비(냉장고 손잡이, 정수기 꼭지) 등 5가지 항목에 대한 ATP bioluminescence assay의 분석결과는 Table 3과 같았다. 칼과 도마는 사용빈도가 높은 채소용 칼과 도마를 대상으로 측정하였

는데, 칼날의 경우 교육지원 전 평균수치가 32.79±6.03 RLU/cm²에서 지원 후 9.87±1.49 RLU/cm²으로 교육지원 전·후 비교 시 유의적인 개선(p<0.001)을 보였다. 9.6 RLU/cm²로 측정된 Kim 등(2010)의 연구에서도 유사한 결과를 제시하였으며, 79.53 RLU/cm²로 측정된 Moon(2017)의 결과보다는 확연히 낮은 수치를 보이고 있다. 또한 도마의 경우 교육지원 전 36.96±4.71 RLU/cm²에서 지원 후 11.31±2.17 RLU/cm²으로 교육지원 전·후 비교 시 유의적인 개선(p<0.01)을 보였다. Kim 등(2010)은 소독한 도마의 ATP 측정값을 13.2 RLU/cm²로 보고하였고, Moon(2017)의 연구에서는 19.70 RLU/cm²로 측정되어 본 연구의 결과와 비교해 약간 더 높은 수치를 보고한 바 있다. 칼날과 도마 모두 Guideline of criteria on RLU (Japan Public Health Center, 2014)에서 제시한 200 RLU 이하의 기준보다 낮은 수치를 나타내고 있다. 칼과 도마의 경우, 200 ppm의 염소 소독액에 침지 소독 후 자외선 소독고 내에서 보관 관리 및 칼과 도마의 용도별(어류, 육류, 채소류 등) 구분 사용에 대한 교육이 이루어졌다. 그 결과 체크리스트 항목 중 '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부', '주방용구의 살균 소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부', '어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부' 등의 항목에서 유의적인 개선을 보였으며, 칼과 도마의 교육지원 전·후 ATP 값의 유의성 있는 개선 결과 사이에 상관성을 확인할 수 있었다. 고무장갑에 대한 ATP 측정 결과, 교육지원 전 54.71±3.82 RLU/cm²에서 지원 후 17.42±8.33 RLU/cm²으로 교육지원 전·후 비교 시 유의한 차이(p<0.001)를 나타냈다. Guideline of criteria on RLU (Japan Public Health Center, 2014)에서 제시한 500 RLU 이하의 기준보다 낮은 수치가 관찰되었는데, 이러한 결과는 교육지원 전 고무장갑이 소모품이라는 인식으로 인해 소독의 필요성을 느끼지 못하였으나 교육을 통해 해당 항목에 대한 인식이 크게 개선된 것으로 판단된다. 전 개소 모두 고무장갑 소독기를 설치하지 않았기 때문에 체크리스트 항목 중 '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부'와 관련성은 없으나, '주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독하는지 여부' 항목에서의 유의적인 개선과 그 상관성을 찾을 수 있었다. 또한 고무장갑 위생은 개인위생과 연관성을 보이는데 고무장갑 교육 시 손 세척 교육과 함께 고무장갑 소독 관리 및 사용주기에 관한 교육을 함께 진행하였고, 그 결과 '조리원 개인 위생관리' 항목과의 유의적인 개선효과와 연관성을 보이며, '조리원의 건강진단 실시 여부' 항목과도 동일한 결과를 확인할 수 있었다. 냉장고 손잡이의 경우 교육지원 전 81.22±9.82 RLU/cm²에서 지원 후 25.04±7.26 RLU/cm²으로 Guideline of criteria on RLU (Japan Public Health

Table 3. ATP value of cooking utensils before and after hygiene visiting education by ATP bioluminescence assay (Unit: RLU/cm²)

Items	ATP value ¹⁾		t (p) ²⁾
	Before	After	
knife	32.79±6.03	9.87±1.49	5.418(0.000)***
cutting board	36.96±4.71	11.31±2.17	3.399(0.002)**
rubber gloves	54.71±3.82	17.42±8.33	4.301(0.000)***
refrigerator handler	81.22±9.82	25.04±7.26	6.976(0.000)***
water-purifier cock	253.83±43.66	34.05±8.68	4.068(0.000)***

¹⁾Mean±SD²⁾*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Center, 2014)의 500 RLU 이하 기준보다 낮은 수치를 나타내었고 유의적인 개선($p<0.001$)을 보였다. Jang과 Hwang(2015)은 그들의 연구에서 냉장고 손잡이의 ATP 측정값을 114-619,725 RLU/cm²라고 보고하여 본 연구의 결과보다 높은 수치를 제시한 바 있다. 냉장고 손잡이는 조리종사자가 수시로 접촉하는 부분이므로 조리 중 혹은 재료의 이동으로 인해 종사자의 손에 의한 오염이 가장 큰 것으로 알려져 있다(Kye와 Hwang, 2017). 정수기 꼭지의 경우 교육지원 전 253.83±43.66 RLU/cm²에서 지원 후 34.05±8.68 RLU/cm²로 교육지원 전·후 비교 시 유의적인 개선($p<0.001$)을 확인할 수 있었는데, 이러한 결과는 Seo와 Jeon(2015)이 보고한 교육 전 27650.0 RLU/cm²에서 교육 후 662.51 RLU/cm²의 결과와 다소 큰 차이를 나타내고 있다. 일반적으로 정수기는 복도에 위치해 있는 경우가 대부분인데, 이로 인하여 아이들이 오가며 발생하는 먼지가 혼입될 우려가 있고, 조리종사자 관리 밖 구역이기 때문에 소독관리는 대부분 교사에게 이행된 경우가 대부분이다. 보육사업 안내 지침(Ministry of Health & Welfare, 2017)에 의하면 음용수 관리 항목에서 '정수 장치를 사용하는 경우에는 정기적인 필터 교환 등으로 수질관리' 정도라면 명시되어 있기 때문에 보육사업안내지침에 의해 운영되고 있는 어린이집의 경우 정수기 필터관리만으로도 충분히 위생적이라고 인식하는 경향이 큰 것으로 확인되었다. Yoon 등(2012)은 정수기 꼭지에서 49건 중 34건(69.4%)의 일반세균이 검출되었으며, 대장균군은 7건(14.3%)에서 검출되어 집단 식중독을 발생시킬 수 있는 위험성을 가지고 있다고 보고하였다. 체크리스트 항목 중 '조리시설, 배식기구, 보관용기 등 세척·소독 등 위생관리 여부' 항목에 대한 순회 방문 시 냉장고 손잡이 안쪽 소독관리 및 비위생적인 냉장고 손잡이 사용이 가져오는 교차오염에 대한 예방교육과 정수기 꼭지 소독 및 교체주기에 대한 안내도 함께 이루어졌다. 냉장고 손잡이와 정수기꼭지에서의 유의한 개선과 '조리시설, 배식기구, 보관용기 등 세척·소독 등 위생관리 여부' 항목의 개선 결과 사이의 상관성을 확인하였다.

설립유형별 어린이급식소의 위생순회지도 효과

순회지원에 따른 설립유형별 위생지도 점검 결과는 Table 4와 같았다. '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부' 항목에 대한 설립유형별 분석결과, 민간 시설에서만 순회지원 전 2.00±2.11점에서 지원 후 4.00±0.00점으로 순회지원 횟수가 증가할수록 유의한 개선($p<0.05$)을 보였다. Jung(2015)의 연구에서도 '자외선 살균 소독기는 항상 작동되고는 있으나 올바르게 사용되는가'에 대한 항목은 보통 이하의 수준으로 평가 되었다. 대부분의 시설이 자외선 살균소독기는 구비하고 있으나, 필요 용량에 미치지 못하는 경우와 건조의 목적으로 사용, 그리고 자외선램프 관리 소홀 등

이 그 원인으로 보여 진다. '주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부'의 항목의 경우 분석결과 민간시설($p<0.01$)과 기타시설($p<0.05$)에서 순회지원 횟수가 증가할수록 유의한 차이를 나타냈다. 국·공립시설의 경우 순회지원 전 4.00점에서 지원 후 3.67점으로 점수가 하향하는 결과를 보여 지속적인 순회 지도를 통한 모니터링이 필요한 항목으로 나타났다. Lee(2003)는 '조리 중 칼, 도마, 장갑 등 소독' 항목에서 전체 35% (중·고등학교 29%, 대학교 25%, 사업체 44%)의 높은 비준수율을 보고하였다. '어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부' 항목의 분석결과, 민간시설에서 순회지원 전 1.20±1.93점에서 순회 지원 후 3.86±1.41점으로 유의한 개선효과($p<0.01$)를 나타냈다. '행주, 사용 장갑 및 앞치마의 용도별 구분 사용 여부(전처리용, 조리용, 청소용)' 항목에서는 국·공립시설과 법인시설의 경우 개선되지 않는 항목으로 나타났고, 민간시설의 경우 순회 지원 전 0.80±1.69점에서 지원 후 3.20±1.69점으로 유의한 개선($p<0.01$)을 보였다. 해당항목에 대해서는 전반적으로 개선이 잘 이루어지지 않는 항목으로 나타났는데, Bae(2012)의 연구에서도 '모든 작업 공정 시 고무장갑과 앞치마를 용도별로 구분하여 착용한다'의 항목은 가장 낮은 수행도를 보였다. '조리시설, 배식기구, 보관용기 등의 세척·소독 등 위생관리 여부' 항목의 경우, 기타시설에서 순회지원 전 0.67±1.63점에서 지원 후 3.33±1.63점으로 유의적인 개선($p<0.05$)을 보였다. 해당 항목의 경우 순회 이전부터 수행되고 있는 항목이었으나, 타 시설에 비해 조리실 위생에 관한 정보가 부족했던 기타시설의 경우 순회지원을 통해 개선이 이루어진 항목으로 나타났다. '조리원의 건강진단 실시 여부' 항목은 민간 시설의 경우 순회지원 전 2.00±2.11점에서 지원 후 3.60±1.26점으로 순회지원 횟수가 증가할수록 유의한 개선효과($p<0.05$)를 보였으나, 다른 시설과 비교해 낮은 수행을 나타내고 있다. 이러한 결과는 집단급식소의 경우 「식품위생법」 제49조에 따라 집단급식소 설치·운영자인 원장과 배식을 담당하는 교사도 건강진단 실시 대상자에 해당됨에도 불구하고 일부 시설 원장 및 교사들이 건강진단을 실시하지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 가정시설과 일부 민간시설의 경우 면역력이 약한 만 3세 이하의 영아를 보유하고 있기 때문에 교사 대상 건강진단에 대한 법적근거의 확보가 반드시 필요한 것으로 사료된다. '조리원 개인 위생관리 여부' 항목의 분석결과, 민간시설($p<0.01$), 가정시설($p<0.05$), 기타시설($p<0.05$)에서 순회지원 횟수가 증가할수록 유의한 개선효과를 보였으나, 가정시설과 기타시설 모두 평점이 2.00점으로 낮은 수준을 보이는 것은 손 세정 부분에서 개선되지 않았기 때문으로 판단된다. 일부 급식소를 제외하고 대부분의 급식소에서 손 세척 시설이 구비되지 않는 것으로 나타났는데, Bae 등(2009)에 따르면 '조리장 수세시설 구비와 올바른 손

Table 4. Sanitary inspection results before and after hygiene visiting education on children's foodservice facilities classified by establishment type

Item details		National/Public	Corporation	Private	Home	Etc facility
Ultraviolet or electric disinfection sterilizer is installed	Before	2.67±2.07 ¹⁾	4.00±0.00	2.00±2.11	2.86±1.95	2.00±2.19
	After	3.33±1.63	4.00±0.00	4.00±0.00	2.86±1.95	2.67±2.07
	<i>t</i> (<i>p</i>) ²⁾	-1.000(0.363)	-	-3.000(0.015)*	-	-1.000(0.363)
Proper sterilization, disinfection, boiling of utensils	Before	4.00±0.00	4.00±0.00	1.40±1.90	1.43±1.90	0.67±1.03
	After	3.67±0.82	4.00±0.00	3.86±1.35	2.57±0.98	2.00±1.26
	<i>t</i> (<i>p</i>)	1.000(0.363)	-	-3.354(0.008)**	-1.922(0.103)	-3.162(0.025)*
To use knives or cutting boards separately for each case of handling fish, meat, vegetables	Before	3.33±1.63	3.33±1.15	1.20±1.93	2.57±1.51	1.63±2.07
	After	4.00±0.00	4.00±0.00	3.86±1.41	2.85±1.51	2.23±2.07
	<i>t</i> (<i>p</i>)	-1.000(0.363)	-1.000(0.423)	-3.250(0.010)**	-2.121(0.078)	-
The use of dishtowels, gloves and aprons is classified by its use	Before	1.33±2.07	1.33±2.31	0.80±1.69	0.57±1.51	0.00±0.00
	After	1.33±2.07	1.33±2.31	3.20±1.69	2.29±2.14	0.67±1.63
	<i>t</i> (<i>p</i>)	-	-	-3.674(0.005)**	-2.121(0.078)	-1.000(0.363)
Sanitary management washing and disinfection of kitchen, utensils, and containers	Before	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	3.43±1.51	0.67±1.63
	After	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	3.43±1.51	3.33±1.63
	<i>t</i> (<i>p</i>)	-	-	-	-	-3.162(0.025)*
A health checkup of a food service worker is conducted	Before	2.00±2.19	4.00±0.00	2.00±2.11	3.43±1.51	2.67±2.07
	After	4.00±0.00	4.00±0.00	3.60±1.26	4.00±0.00	4.00±0.00
	<i>t</i> (<i>p</i>)	-2.236(0.076)	-	-2.449(0.037)*	-1.000(0.356)	-1.581(0.175)
Food service workers are thorough in personal hygiene	Before	3.33±1.03	4.00±0.00	1.60±1.58	0.86±1.57	0.33±0.82
	After	3.67±0.82	4.00±0.00	3.20±1.40	2.00±1.63	2.00±1.79
	<i>t</i> (<i>p</i>)	-1.000(0.363)	-	-4.000(0.003)**	-2.828(0.030)*	-2.712(0.042)*
To regularly disinfect cooking facilities, storage rooms, etc	Before	4.00±0.00	2.67±2.31	2.40±2.07	2.29±2.14	0.00±0.00
	After	4.00±0.00	4.00±0.00	3.20±1.69	2.29±2.14	0.00±0.00
	<i>t</i> (<i>p</i>)	-	-1.000(0.423)	-1.500(0.168)	-	-

¹⁾Mean±SD. Sanitary inspection scores range from 0 to 4.00±0.00

²⁾**p*<0.05, ***p*<0.01, ****p*<0.001

세척 안내문이 부착되어 있다'의 문항이 보육시설에서 전혀 수행되고 있지 않는 것으로 확인되었다. '조리실, 식품 등의 원료·제품 보관실 등을 정기적으로 소독하는지 여부'의 경우 국·공립 시설은 순회지원 전·후 4.00점으로 전 개소 모두 수행되고 있는 항목이고, 법인시설과 민간시설은 순회지원에 따라 개선되는 항목으로 나타났으나, 가정시설과 기타시설(지역아동센터 등)의 경우 개선이 이루어지지 않는 항목으로 확인되었다. 이러한 결과는 아파트 내에 위치하고 있는 관리동 어린이집(민간시설) 또는 가정 어린이집의 경우 아파트 자체 내에서 이루어지고 있는 시설소독이 연 2-3회에 불과하였고, 이에 대한 소독 필증을 발급하여 원내 비치해야 한다는 인식이 부족한 것으로 관찰되었다. 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률 시행령」 제24조(소독을 하여야 하는 시설)에서 12호 "영유아보육법에 따른 어린이집 및 유아교육법에 따른 유치원(50명 이상을 수용하는 어린이집 및 유치원)만 해당한다"라고 명시되어 있기 때문에 비집단 시설의 경우 소독에 대한 필요성을 느끼지 못한 것으로 판단된다. 가정보육어린이집을 대상으로 위생관리 실태를 조사한 Bac 등(2009)의 연구에서도 '전문방역업체에 의뢰하여 2개월에 1회 이상 방역을 실시한다' 항목의 경우 수행도가 낮은 항목으로 평가되었다.

설립유형별 어린이급식소의 미생물 오염도

소독교육지원에 따른 칼, 도마, 고무장갑, 냉장고 손잡이, 정수기 꼭지 등 5가지 항목에 대한 설립유형별 ATP 평균 수치 분석 결과는 Table 5와 같았다. 칼날에 대한 설립유형별 분석결과, 교육 지원 후 평균 수치는 민간시설(5.26±1.41 RLU/cm²) < 법인시설(7.56±0.97 RLU/cm²) < 국·공립시설(9.17±1.46 RLU/cm²) < 기타시설(12.48±4.90 RLU/cm²) < 가정시설(14.87±7.68 RLU/cm²)의 순으로 민간시설의 평균 수치가 가장 낮게 측정되었고, 가정시설(*p*<0.05)과 기타시설(*p*<0.05)의 경우 교육 지원 전·후 유의한 차이를 나타냈다. 도마의 교육 지원 후 평균 수치는 법인시설(5.03±0.64 RLU/cm²) < 민간시설(8.56±1.18 RLU/cm²) < 국·공립시설(9.47±1.52 RLU/cm²) < 기타시설(15.84±6.20 RLU/cm²) < 가정시설(17.67±2.19 RLU/cm²) 순으로 나타났고, 집단별 유의적인 개선효과를 얻지 못하였다. 체크리스트 항목 중 '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부' 항목과 '주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부', '어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부' 항목에서는 민간시설에서 공통적으로 유의한 개선을 보였다. 칼과 도마의 교육 후 ATP 수치변화는 유의한 개선을 확인 할 수 없었으나, 칼날의 경우 집단별로 가장

Table 5. ATP value of cooking utensils before and after hygiene visiting education on children's foodservice facilities classified by establishment type (Unit: RLU/cm²)

Items		National/Public (6)	Corporation (3)	Private (7)	Home (7)	Etc facility (6)
knife	Before	30.57±7.54 ¹⁾	28.09±6.63	32.81±8.41	38.34±9.16	34.15±7.44
	After	9.17±1.46	7.56±0.97	5.26±1.41	14.87±7.68	12.48±4.90
	<i>t</i> (<i>p</i>) ²⁾	2.206(0.079)	4.027(0.056)	1.932(0.102)	2.525(0.045)*	2.638(0.046)*
cutting board	Before	30.95±5.76	27.38±3.88	42.18±8.07	38.59±7.51	45.72±6.31
	After	9.47±1.52	5.03±0.64	8.56±1.18	17.67±2.19	15.84±6.20
	<i>t</i> (<i>p</i>)	2.174(0.082)	1.465(0.280)	1.438(0.200)	1.872(0.110)	0.824(0.448)
rubber gloves	Before	59.71±9.38	38.62±9.74	50.37±8.39	61.59±8.59	63.33±9.86
	After	14.76±3.13	16.63±1.75	17.06±1.36	20.87±2.36	17.79±5.11
	<i>t</i> (<i>p</i>)	2.322(0.067)	1.484(0.276)	2.597(0.401)*	2.658(0.038)*	2.156(0.084)
refrigerator handler	Before	71.04±7.99	77.97±5.81	81.73±9.24	90.67±7.79	84.68±6.82
	After	19.93±3.24	25.00±4.95	26.03±7.03	25.44±5.77	28.80±6.64
	<i>t</i> (<i>p</i>)	3.125(0.026)*	2.107(0.170)	3.237(0.018)*	3.360(0.015)*	3.523(0.017)*
water-purifier cock	Before	281.07±12.56	215.36±18.03	230.74±30.45	265.98±53.46	276.31±22.11
	After	54.17±3.38	17.83±2.06	37.87±4.10	23.34±2.47	37.06±5.73
	<i>t</i> (<i>p</i>)	1.927(0.112)	1.026(0.413)	1.575(0.166)	1.911(0.105)	2.502(0.061)

¹⁾Mean±SD²⁾**p*<0.05, ***p*<0.01, ****p*<0.001

낮은 수치를 나타냈고, 도마의 경우 국공립·법인·민간시설에서 교육 후 ATP 수치가 20 RLU 내외로 측정되어 위에 제시한 체크리스트 항목과의 연관성을 확인할 수 있었다. 고무장갑의 경우 교육 지원 후 평균 수치는 국·공립시설(14.76±3.13 RLU/cm²) < 법인시설(16.63±1.75 RLU/cm²) < 민간시설(17.06±1.36 RLU/cm²) < 기타시설(17.79±5.11 RLU/cm²) < 가정시설(20.87±2.36 RLU/cm²) 순으로 국·공립시설의 평균 수치가 가장 낮게 측정되었고, 민간시설과 가정시설의 경우 교육지원 전·후 비교 시 유의한 차이(*p*<0.05)를 나타냈다. 체크리스트 항목 중 '행주, 사용장갑 및 앞치마의 용도별 구분 사용 여부' 항목과 '조리원 개인 위생관리 여부', '조리원 건강진단 실시 여부' 항목에서 공통적으로 민간시설에서 유의한 개선을 보이며, 기타시설의 경우 '조리원 개인 위생관리 여부' 항목과 '조리원 건강진단 실시여부' 항목에서 유의한 개선을 보였다. 고무장갑의 경우 민간시설과 기타시설에서 교육 후 유의한 개선을 보여 체크리스트 항목과의 상관성을 확인하였다. 냉장고 손잡이의 교육 지원 후 수치는 국·공립시설(19.93±3.24 RLU/cm²) < 법인시설(25.00±4.95 RLU/cm²) < 가정시설(25.44±5.77 RLU/cm²) < 민간시설(26.03±7.03 RLU/cm²) < 기타시설(28.80±6.64 RLU/cm²) 순으로 법인 시설을 제외한 시설에서 모두 교육지원 전·후 비교 시 유의한 차이(*p*<0.05)를 나타냈다. 기타시설의 ATP 측정값에서 가장 높은 수치를 보이는데 이는 시설을 이용하는 어린이들에게 냉장고 사용을 금지하지 않았기 때문에 상대적으로 오염도가 높게 측정된 것으로 판단되었다. 정수기 꼭지의 경우 집단별 유의성 있는 결과를 얻지 못하였으나, 교육 지원 후 수치는 법인시설(17.83±2.06 RLU/cm²) < 가정시설(23.34±2.47 RLU/cm²) < 기타시설(37.06±5.73 RLU/cm²) < 민간시설(37.87±4.10 RLU/cm²) < 국·공립 시설(54.17±3.38 RLU/cm²) 순으로 나타났다. 체크리스트 항목 중 '조리시설, 배식기구, 보관용기 등의 세척·소독 등의 위생관리 여부' 항목의 경우 기타시설의 경우만 유의한 개선을 보였으나, 전 집단 모두 수행률이 높은 항목으로 확인되었다. 냉장고 손잡이에 대한 교육 후 ATP 수치 변화는 법인을 제외한 모

든 시설에서 유의한 개선을 보였으며, 법인 시설 역시 개선이 이루어짐에 따라 체크리스트 항목과의 상관성을 확인하였으나, 정수기꼭지의 경우 유의적인 개선을 확인할 수 없었고, 법인 시설을 제외한 전 시설이 상당히 높은 수치를 보이고 있어 이에 대한 추가적인 교육지원이 필요하다고 사료된다.

위생순회지도 결과와 ATP 측정값과의 상관관계

위생순회지도 결과와 ATP bioluminescence 측정값 간의 상관관계 분석이 Fig. 1과 같이 수행되었다. 상관성 분석을 위한 지표는 조리기구 중 식품위생의 주요 기준이 되고 있는 칼과 도마를 중심으로 이와 관련된 위생순회지도 항목 중 '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부' 항목과 '주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부', 그리고 '어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부' 항목이 사용되었다.

칼과 '자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부' 항목과의 상관관계 분석 결과, 칼의 ATP 측정값은 0-15 RLU/cm² 사이에서 측정되었고, 위생순회점검 결과 점수는 2-4점까지 분포되었으며, 이들 ATP 값과 위생순회점검 결과는 음(-)의 상관관계를 보였다. 또한, 분석에 사용된 '주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부' 항목과 '어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부' 항목에서도 유사한 결과를 보였고, ATP 값과 위생순회점검 결과가 앞선 분석의 결과와 마찬가지로 음(-)의 상관관계를 보였다. 서울시내 주요 호텔의 위생 실태조사와 ATP 결과와의 상관관계를 분석한 Kim 등(2009)은 칼의 위생관리에 관한 실태조사결과와 칼날 및 칼 손잡이의 ATP 측정값 간의 상관관계 분석결과를 음(-)의 상관관계로 제시하며 ATP bioluminescence assay의 이용 가능성을 보고하였다. 반면, 어린이 급식소 기구의 위생 점검 결과와 ATP 청결도를 비교한 Moon(2017)의 연구에서는 '칼·도마의 위생적 관리·소독과 구분 사용'에 관한 항목과 ATP 결과의 분석에서 양호보다 불량 수치가 더 높게 나타났음을 보고하였다. 이는 육안에 의한 위생 점검

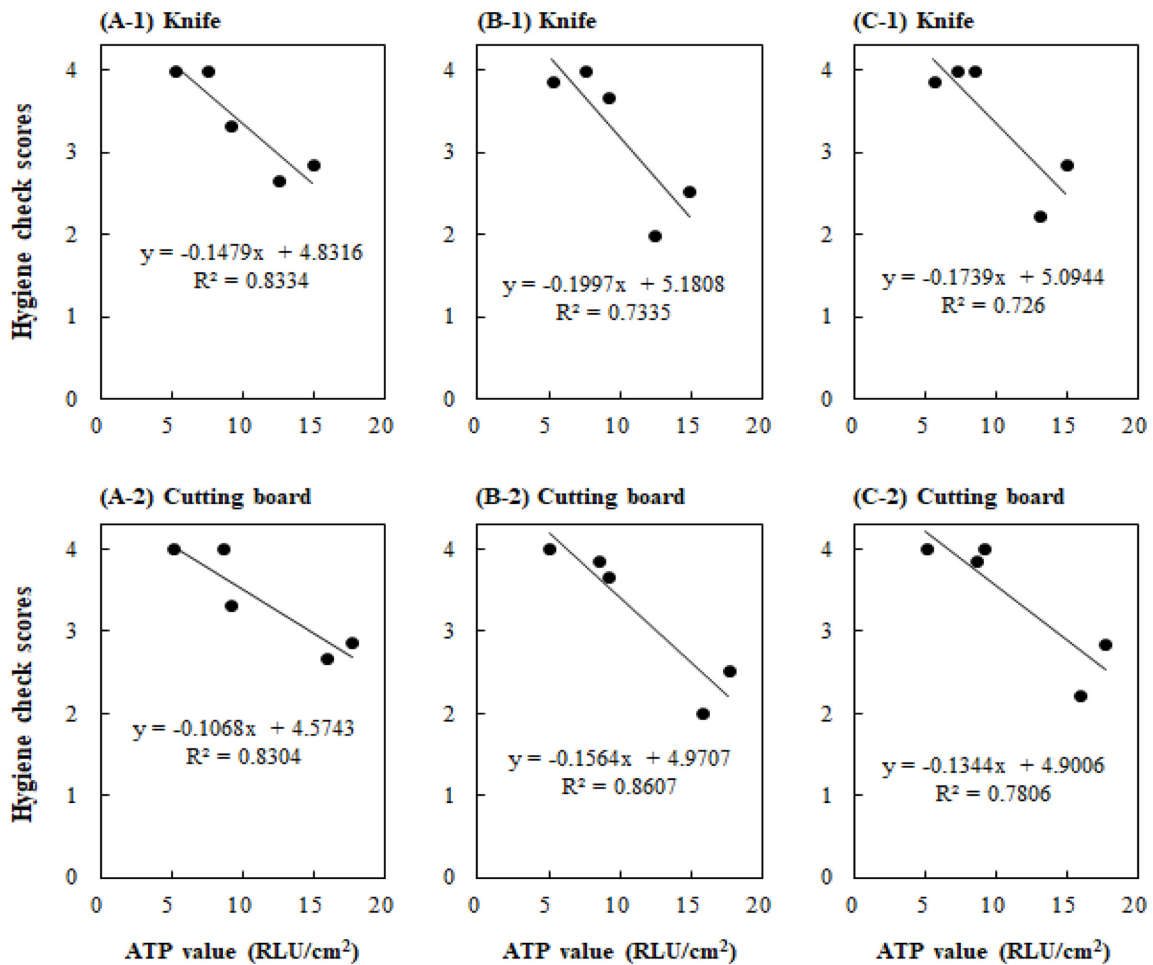


Fig. 1. Correlation analysis between the post-education sanitary inspection results and ATP values on the items “Ultraviolet or electric disinfection sterilizer is installed” (A-1,2), “Proper sterilization, disinfection, boiling of utensils” (B-1,2), and “To use knives or cutting boards separately for each case of handling fish, meat, vegetables” (C-1,2) related to knives and cutting boards.

결과의 한계와 미생물 오염도 간에 부합되지 않는 차이가 존재할 수 있음을 시사한다.

도마와 ‘자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부’ 항목과의 상관관계 분석 결과, 도마의 ATP 측정값은 0-20 RLU/cm² 사이에서 측정되었고, 위생순회점검 결과 점수는 2-4점까지 분포하였으며, ATP 값과 위생순회점검 결과는 음(-)의 상관관계를 보였다. ‘주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부’ 항목 및 ‘어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부’ 항목에서도 유사한 결과를 보여, 이들 ATP 값과 위생순회점검 결과는 음(-)의 상관관계를 나타내었다. 위생 점검 점수와 ATP 검사 결과를 이용한 어린이 급식소 위생 실태를 조사한 Lee(2021)는 공정관리 점수와 도마의 ATP 측정치가 유의한 음(-)의 상관관계를 나타냈음을 보고하였다.

본 연구를 통해 확인된 위생순회지도 결과와 ATP 측정값 간의 상관성 분석 결과는 사용된 지표 모두에서 음(-)의 상관관계를 가지며 높은 상관성을 나타내었으며, 이러한 결과는 소도시 지역 어린이급식소를 대상으로 이루어지는 위생교육의 효과를 객관적으로 평가하기 위한 신속하고 간편한 수단으로서 ATP bioluminescence assay의 이용 가능성을 제시하고 있다.

요약

본 연구는 경상북도 예천군에 소재하는 100인 이하의 어린이 급식소 32개소를 대상으로 급식 위생·안전 순회지도 및 위생교육 지원에 따른 교육효과를 조사·분석함으로써 어린이급식소의 문제점을 파악하고, 올바른 개선방안을 제시하고자 하였으며, 위생·안전 체크리스트 분석 결과와 ATP 측정 결과의 상관관계를 비교·분석함으로써 위생교육의 효과를 평가하기 위한 ATP bioluminescence assay의 적용성을 검토하였다. 조사결과 설립 유형은 법인 9.4%, 국공립 18.7%, 기타 18.7%, 가정 21.9%, 민간 31.3% 순으로 확인되었고, 규모별로 집단급식소 25.0%, 소규모 급식소 34.4%, 비집단급식소 40.6% 순으로 조사되었다. 위생순회지도의 결과들은 ‘조리실, 식품 등의 원료·제품 보관실 등을 정기적으로 소독하는지 여부’ 항목을 제외한 모든 항목에서 유의적인 개선을 보였으며, 위생순회지원에 따른 교육효과의 평가를 위해 칼, 도마, 고무장갑, 냉장고 손잡이, 정수기 꼭지 등 5가지 항목에 대한 ATP bioluminescence analysis가 수행되었다. 칼과 도마의 경우 전 개소 모두 순회 지원 후 20 RLU/cm² 이하의 수치를 보였으며, 특히 국공립시설, 법인시설, 민간시설에서 칼과 도

마 모두 10 RLU/cm² 이하의 수치를 보였다. 조리기구 중 식품위생의 주요 기준이 되고 있는 칼과 도마를 중심으로 이와 관련된 항목인 ‘자외선 또는 전기 살균 소독기 설치 여부’, ‘주방용구의 살균·소독제 또는 열탕의 방법으로 소독한 것을 사용하는지 여부’, ‘어류·육류·채소류를 취급하는 칼·도마 구분 사용 여부’ 항목들이 상관관계 분석을 통해 검증되었으며, 칼과 도마 모두에서 음(-)의 상관관계를 가지며 높은 상관성을 나타내었다. 이러한 결과는 위생교육의 효과에 대한 간편하면서도 객관적인 평가수단으로서 ATP bioluminescence assay의 가능성을 제시하는 것으로 사료된다. 전반적으로 제한적인 점검횟수로 인해 전 항목 모두 뚜렷한 개선을 확인할 수는 없었으나, 지속적인 교육지원을 통한 개선의 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- Bae HJ, Lee HY, Ryu K. Field assessment of food safety management at preschool foodservice establishments. *Korean J. Food Cookery Sci.* 25: 283-296 (2009)
- Bae JN. A study on the sanitation management of family childcare center foodservice facilities in gyeongsangnamdo province. MS thesis, Chang-won University, Korea (2012)
- Griffith J, Blucher A, Fleri J, Fielding L. An evaluation of luminometry as a technique in food microbiology and a comparison of six commercially available luminometers. *Food Sci. Technol. Today* 8: 209-216 (1994)
- Jang JS, Hwang SH. Evaluation of hygienic status of high school foodservice using ATP bioluminescence assay & microorganism test strips. *Korean J. Food Nutr.* 28: 918-925 (2015)
- Japan Public Health Center. Guideline of criteria on RLU for 2014.
- Jung DY. An analysis of foodservice sanitation of the childcare centers by foodservice management education program in Jeju. MS thesis, Jeju University, Korea (2015)
- Kim BY, Song HY, Park IS, Kim YS, Lee YS, Ha SD. A correlation study of surveillance data and ATP bioluminescence assay for verification of hygienic status in major hotels in Seoul. *J. Food Hyg. Safety* 24: 277-284 (2009)
- Kim GM, Lee SY. Factors related to sanitary management performance based on HACCP system in school foodservice - Seoul, Gyeonggi, Kangwon and Choongchung areas in Korea. *Korean J. Community Nutr.* 14: 817-830 (2009)
- Kim YS, Moon HK, Kang SI, Nam EJ. Verification of the suitability of the ATP luminometer as the monitoring tool for surface hygiene in foodservices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1719-1723 (2010)
- Kwak DK. Current sanitation management practices of institutional foodservice operations for children and the improvement strategies. *Food Ind. Nutr.* 11: 41-54 (2006)
- Kye SH, Hwang SH. Evaluation of management & hygienic status of high school foodservice using ATP bioluminescence assay. *Korean J. Food Nutr.* 30: 515-524 (2017)
- Lee BS. The survey on the foodservice management system of the child care centers in Ansan. *Korean J. Food Nutr.* 19: 1225-4339 (2006)
- Lee KA. Evaluation of food safety management status of children's foodservice facilities using sanitary check scores and ATP bioluminescence assay in Gyeongbuk area. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 50: 196-203 (2021)
- Lee KM. Analysis of critical control points through field assessment of sanitation management practices in foodservice establishments. MS thesis, Yonsei University, Korea (2003)
- Lee YM. The different view point of child education center food service program between the parents and the teachers. *Korean J. Community Nutr.* 10: 654-667 (2005)
- Ministry of Education. Basic statistics of education for 2020. Available from: <https://www.mohw.go.kr>. Accessed Feb. 19, 2021.
- Ministry of Food and Drug Safety. Checklists for the hygiene and safety management of children's foodservice centers. Children's foodservice management for 2017.
- Ministry of Health & Welfare. Child care statistics for 2020. Available from: <http://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=38010>. Accessed Feb. 23, 2021.
- Ministry of Health & Welfare. Guide to childcare projects for 2017. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb0406vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=030406&CONT_SEQ=338647&page=1. Accessed Dec. 19, 2020.
- Moon HK. Comparison of the sanitary inspection results and adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assay for equipment in children's foodservices. *Korean J. Food Cookery Sci.* 33: 461-470 (2017)
- Park YS. Evaluation of hygienic status of university foodservice operation using ATP bioluminescence assay. *Korean J. Food Cookery Sci.* 16: 195-201 (2000)
- Seo SH, Moon SJ, Choi JH. Evaluation of hygienic status using ATP bioluminescence assay and food service workers' sanitation performance in elderly welfare facilities. *J. Korean Diet. Assoc.* 17: 142-160 (2011)
- Seo YJ, Jeon MS. Effects of an education program on sanitation status at centers for children's food service management: Focusing on Jung-gu and Dong-gu regions of Daejeon metropolitan city. *Korean J. Community Nutr.* 20: 447-459 (2015)
- Yoon MH, Kim JB, Oh HS. Prevalence of microbiological contamination on water purifiers at lunchroom in child care center. *Korean J. Food Cookery Sci.* 28: 599-604 (2012)