

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2021.7.3.335

JCCT 2021-8-39

안양지역 어린이급식소에서의 위생관리 모니터링을 위한 adenosine triphosphate(ATP) 분석법 적용

Adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assay for hygiene control monitoring at children's foodservice facilities in Anyang area

김혜원*, 피재은**

Hye Won Kim*, Jae Eun Pie**

요약 이 연구에서는 어린이급식소에서의 ATP bioluminescence 분석법을 이용한 급식 위생관리 모니터링의 적합성을 확인하고자 하였다. 어린이집과 유치원 두 유형 간을 비교하였을 때, 측정구역별 ATP 측정값, 위생관리 적합률, 획득점수와 측정 횟수별 획득점수에서는 차이가 없었다. 어린이집과 유치원 각각을 비교했을 때는, 어린이집에서의 측정구역별 ATP 측정값은 대부분 1차시보다 2차시에 낮아졌으나, 유치원은 차시 간 차이가 없었으며, 측정구역별 위생관리 적합률은 어린이집과 유치원에서 대부분 1차시보다 2차시에 높아졌다. 또한, 어린이집의 경우 측정 횟수와 평균 획득점수와 양의 상관관계를 보였다. 결론적으로, ATP bioluminescence 분석법은 어린이급식소에서의 급식 위생관리 모니터링 도구로써 활용 가능할 것으로 보이며, 특히, 어린이집이 유치원보다 더 효과적일 것으로 판단된다.

주요어 : 어린이급식소, 어린이집, 유치원, Adenosin triphosphate bioluminescence 분석법, 위생관리

Abstract In this study, we identify the suitability of monitoring the hygiene control of meals using ATP bioluminescence assay in children's foodservice facilities. Most ATP measured value by measurement area in childcare centers were lower in the second round than in the first round, and most hygiene control suitable rate by measurement area in childcare centers and kindergartens was higher in the second round. Also, in childcare centers, there was a positive correlation between the number of ATP measurement and the average score. In conclusion, ATP bioluminescence assay could be available as a monitoring tool for meal hygiene control in children's foodservice facilities, especially in childcare centers.

Key words : Children's foodservice facilities, Childcare center, Kindergarten, Adenosine triphosphate bioluminescence assay, Hygiene control

1. 서론

우리나라에서 영유아가 어린이집이나 유치원에 다니는 비율은 2020년 전국을 기준으로 70% 이상이다. 어린이집은

전국 35,352개소에 보육 아동의 수가 1,244,396명으로 76.4%의 이용률을 보이며 [1], 유치원의 경우는 전국에 8,705개소에 612,538명의 어린이가 취원하고 있고 [2], 70.6%의 취원율을 보인다 [3]. 이처럼 어린이집이나 유

*정희원, 안양대학교 식품영양학과 조교수, 보건영양연구소 연구위원 (제1저자)

**정희원, 안양대학교 식품영양학과 교수, 보건영양연구소 소장 (교신저자)

접수일: 2021년 7월 23일, 수정완료일: 2021년 7월 27일

게재확정일: 2021년 8월 1일

Received: July 23, 2021 / Revised: July 27, 2021

Accepted: August 1, 2021

*Corresponding Author: jepie@anyang.ac.kr

Dept. of Food and Nutrition, Anyang Univ, Korea

치원과 같은 어린이급식소의 높은 이용률은, 그만큼 많은 영유아가 매일 기관에서 식사하고 있다는 것을 의미한다.

일반적으로 기관에 다니는 영유아들은 오전과 오후 각각 1회의 간식과 점심을 먹는다 [4]. 그런데 영유아는 스스로 자신의 식사를 준비할 능력이 없어 [5] 기관에서 제공하는 급식을 그대로 섭취할 수밖에 없다. 따라서 이들이 제공받는 급식의 위생적인 안전성은 어린이급식소 조리자의 영향을 크게 받게 되는데 [6], 영유아와 같이 신체 성장이 미숙한 시기에는 급식 위생관리의 미흡함이 집단식중독으로 이어질 수 있어 [7], 조리자의 각별한 주의가 요구된다. 미국 질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention)에서는 식중독을 예방할 수 있는 식품안전 4단계(4 steps to food safety) 중 하나를 '청결(clean)'로 제시하며 손과 조리도구 및 기기, 식재료 표면을 올바르게 세척하라고 하였으며 [8], 조리도구 및 기구의 불충분한 세척이 식중독 발생 원인이 될 수 있다는 보고에서 [9] 보는 바와 같이 급식에서의 올바른 세척 및 소독의 중요성은 계속 강조되고 있다.

현대 사회의 큰 특징 중 하나로서 맞벌이 가정이 증가하면서 [10] 어린이급식소의 역할이 중요해지고 있는데, 어린이를 보육 및 교육한다는 점에서 어린이집과 유치원은 비슷한 성격을 가지고는 있지만, 급식 운영 관련하여 어린이집은 영유아보육법에, 유치원은 유아교육법, 학교급식법, 학교보건법에, 공통으로는 식품위생법, 어린이식생활안전관리특별법에 근거하여 운영되는 점에서 차이가 있어 [11], 어린이집과 유치원에서의 여러 법적·제도적인 일관성이 부족하다 [12]. 이로 인해 어린이집과 유치원의 급식 위생관리 방법에도 차이가 나타날 수 있어, Bae(2009) 등은 어린이집과 유치원은 서로 다른 관점에서 급식 위생교육을 시행해야 한다고도 제안하였다 [13]. 하지만, 어린이집과 유치원에서의 급식 위생관리에서 구체적으로 어떠한 점이 차이가 있는지, 어떠한 부분을 집중적으로 관리 및 교육해야 하는지 등에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

영양사와 같은 급식 관련 전문인력이 고용되지 않은 어린이급식소의 경우에는 급식 위생관리에 취약할 수 있는데 [14], 이를 관리하기 위해 식품의약품안전처에서는 2011년에 12개의 어린이급식관리지원센터 개소를 시작으로 현재까지도 영양사가 고용되지 않은 기관의

안전한 급식 제공을 위한 관리를 하고 있다 [15].

어린이급식소에서의 위생관리를 위한 방법의 하나로 Adenosine triphosphate(ATP) bioluminescence 분석법을 활용하는데, 이 방법은 식품 생산 공정에서 위생 상태를 효과적으로 확인할 수 있는 널리 인정된 방법이다 [16]. ATP bioluminescence 분석법은 기존의 미생물 배양 배지를 활용하는 검사와는 달리 비숙련자도 쉽게 수행할 수 있고, 현장에서 모니터링을 할 수 있다는 장점이 있어 많이 활용되고 있다 [17]. 이 검사법은 세균이 가진 ATP는 Luciferin과 Luciferase와 반응하여 발광한다는 원리를 이용하며, 이를 생물발광단위(Relative light units, RLU)로 측정하여 ATP 양을 표시하는 것이다 [18]. Park(2000)은 ATP 측정값이 표준평균값수 측정값과 높은 일치도를 보여 급식 분야의 미생물 품질관리 평가에 ATP 측정법의 적합성을 확인하였으며 [19], Kim(2009) 등도 급식 위생실태 조사 결과와 ATP 측정값의 높은 상관성을 보고하였다 [20]. 또한, Lee(2021)도 어린이급식소의 위생점검 방법의 하나로 ATP bioluminescence 분석법으로 병행하여 실시하며, 어린이급식소의 청결도를 실시간으로 판정하는 방법으로 활용하였다 [21].

이에 본 연구에서는 안양시 어린이급식관리지원센터에 등록된 어린이급식소를 대상으로, ATP bioluminescence 분석법을 이용하여 위생관리 모니터링의 적합성을 확인하고자 하였다. 또한, 어린이집과 유치원 간의 ATP 측정값이나 위생관리 적합성 등을 비교·분석함으로써 두 유형의 어린이급식소에서의 급식 위생관리에 대한 차이 여부도 살펴보았다. 이를 통해 추후 어린이집과 유치원에서의 위생관리 차이를 고려한, 영유아 식중독 예방을 위한 급식 위생관리 및 교육 방향을 마련하는데 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 2018년부터 2020년까지 안양시 어린이급식관리지원센터에 등록된 어린이급식소를 대상으로 시행하였다. 연도별 기관 수는 2018년에는 어린이집 134기관, 유치원 11기관이었고, 2019년에는 어린이집 132기관, 유치원 14기관이었으며, 2020년에는 어린이집 90기관, 유치원 8기관이었다. 2020년의 기관 수가 이전보다

적은 이유는 COVID-19로 어린이급식소 방문이 영향을 받았기 때문이다. 2018년부터 2020년까지 총 3년간 기관의 수는 중복된 기관을 제외하였을 때 총 161기관이었으며, 이 중, 어린이집은 144기관, 유치원은 17기관이었다.

2. 시료 채취 및 ATP bioluminescence 분석법

시료는 안양시 어린이급식관리지원센터 영양사가 각 기관을 방문하여 Clean-trace™ Surface ATP Test Swab(3M, St. Paul, MN, USA)으로 배식용 밥드, 식판, 컵, 조리자 손, 냉장고 손잡이, 채소용 도마, 조리도구(집게, 국자), 앞치마, 칼날 표면을 100 cm²씩 각각 도말 후 Clean-trace™ Luminometer NG3(3M) 기기를 사용하여 ATP 값을 측정하였다.

측정구역별로 1차시와 2차시로 나누어 각각 측정하였으며, 차시 간 측정 간격은 최소 6개월로 하였다. 1차시 측정 후 조리자에게 ATP 측정값을 확인시켰으며, 올바른 세척 및 소독 방법에 대한 급식 위생관리 교육을 시행하였다. 측정구역은 해마다 다르게 하였는데, 2018년에는 배식용 밥드, 식판, 컵을, 2019년에는 조리자 손, 냉장고 손잡이, 채소용 도마를, 2020년에는 조리도구, 앞치마, 칼날 표면을 측정하였다.

3. 위생관리 적합성 판정 및 획득점수 계산

측정된 ATP 값은 3M 제조사의 지침에 따라 배식용 밥드, 식판, 조리도구는 150, 컵, 냉장고 손잡이, 앞치마는 300, 조리자 손은 1,000, 채소용 도마와 칼날은 200 RLU/100 cm² 이하일 경우 위생관리 수준이 적합하다고 판정하였다.

위생관리 적합성을 점수화하기 위하여 1차시와 2차시의 ATP 측정값을 기준으로 점수를 부여하였다. 1차시와 2차시 적합성 판정 후, 1차시와 2차시 모두 기준에 적합하게 유지가 되고 있거나, 1차시에는 부적합하였으나 2차시에 개선이 되어 적합한 수치로 측정되면 100점을 부여하였다. 반대로, 1차시에는 적합하였으나 2차시에 부적합하거나, 두 차시 모두 부적합할 때는 0점을 부여하였다.

4. 통계분석

자료의 통계처리 및 분석은 SPSS version 18.0(IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였다. 어

린이집과 유치원 간의 측정구역별 ATP 측정값, 적합률 및 획득점수, 측정 횟수별 평균 획득점수, 그리고 어린이집과 유치원 각각의 차수별 ATP 측정값을 비교할 때는 독립표본 t-검정을 하였다. 어린이집과 유치원 각각 측정 횟수별 평균 획득점수 비교 시, 측정 횟수 1~3회, 4~6회, 7~9회를 기준으로 총 세 개 군으로 나누어 일원배치 분산분석을 하였으며, Duncan 사후분석을 시행하였다. 어린이집과 유치원에서 측정 횟수와 평균 획득점수와의 상관성에 대해서는 Pearson 상관관계 분석을 하였다. 모든 결과에 대해 p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

III. 결 과

1. 어린이집과 유치원의 측정구역별 ATP 측정값 비교

Table 1에 제시된 바와 같이 어린이집의 경우 배식용 밥드의 ATP 측정값은 최초 측정 시 231.58 ± 29.86 RLU였으나 2차시에는 81.44 ± 11.24 RLU로 감소하였다($p < 0.0001$). 식판도 1차시에는 172.44 ± 39.29 RLU였으나 2차시에 54.68 ± 7.85 RLU로 값이 낮아졌다($p < 0.01$). 컵과 조리자 손도 각각 262.50 ± 42.94 RLU에서 80.00 ± 12.58 RLU로($p < 0.0001$), 844.02 ± 111.68 RLU에서 257.77 ± 40.44 RLU로 ($p < 0.0001$) 감소하였다. 냉장고 손잡이는 1차시에 $1,316.48 \pm 189.93$ RLU였으나 2차시에는 257.01 ± 45.09 RLU로 낮아졌으며($p < 0.0001$), 채소용 도마 역시 1차시에는 194.14 ± 44.98 RLU였다가, 2차시에 55.45 ± 4.76 RLU로 감소함이 확인되었다($p < 0.01$). 칼날 또한 232.66 ± 61.32 RLU에서 68.92 ± 18.36 RLU로 감소하였다 ($p < 0.05$). 그 외에 조리도구와 앞치마는 1차시와 2차시의 측정값에 대한 유의미한 변화가 없었다.

유치원은 모든 측정구역에서 1차시와 2차시 ATP 측정값의 차이를 보이지 않았다. 또한, 차시 별 모든 측정구역에서 어린이집과 유치원 간의 차이도 관찰되지 않았다.

2. 어린이집과 유치원의 측정구역별 위생관리 적합률 및 획득점수 비교

ATP 측정값을 근거로 어린이집과 유치원에서의 급식 위생관리의 적합률을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 유치원의 앞치마에 대한 적합률이 1차시와 2차시에

Adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assay for
hygiene control monitoring at children's foodservice facilities in Anyang area

표 1. 어린이집과 유치원의 측정구역별 ATP 측정값 비교

Table 1. Comparison of ATP measured value by measurement area on childcare center and kindergarten

Measurement area	Facilities (number)	1 st measurement		2 nd measurement	
		ATP value (RLU)	p value	ATP value (RLU)	p value
Serving tray	Childcare center (134)	231.58 ± 29.86 ¹⁾	0.712	81.44 ± 11.24***	0.818
	Kindergarten (11)	272.00 ± 116.50		90.73 ± 31.80	
Meal tray	Childcare center (134)	172.44 ± 39.29	0.870	54.68 ± 7.85**	0.429
	Kindergarten (10)	148.60 ± 65.75		78.50 ± 32.43	
Cup	Childcare center (133)	262.50 ± 42.94	0.173	80.00 ± 12.58***	0.885
	Kindergarten (11)	1,454.18 ± 810.96		73.45 ± 41.85	
Hand	Childcare center (132)	844.02 ± 111.68	0.657	257.77 ± 40.44***	0.476
	Kindergarten (12)	1,017.33 ± 402.26		161.25 ± 43.20	
Refrigerator handle	Childcare center (132)	1,316.48 ± 189.93	0.480	257.01 ± 45.09***	0.332
	Kindergarten (13)	875.31 ± 460.97		116.23 ± 34.84	
Vegetable cutting board	Childcare center (132)	194.14 ± 44.98	0.892	55.45 ± 4.76**	0.352
	Kindergarten (14)	175.07 ± 69.91		41.29 ± 12.26	
Cooking tools	Childcare center (90)	222.70 ± 104.45	0.166	40.42 ± 5.22	0.402
	Kindergarten (8)	750.50 ± 490.11		55.88 ± 18.48	
Apron	Childcare center (88)	673.73 ± 248.26	0.625	182.84 ± 24.60	0.187
	Kindergarten (8)	267.50 ± 161.41		301.38 ± 123.91	
Blade	Childcare center (87)	232.66 ± 61.32	0.461	68.92 ± 18.36*	0.547
	Kindergarten (8)	713.75 ± 615.14		32.13 ± 8.97	

RLU, Relative Light Units

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.0001

¹⁾ Values are expressed as means ± standard error.

표 2. 어린이집과 유치원의 측정구역별 위생관리 적합률 및 획득점수 비교

Table 2. Comparison of hygiene control suitable rate and scores by measurement area on childcare center and kindergarten

Measurement area	Facilities (number)	1 st measurement		2 nd measurement		Score	p value
		Pass (%)	p value	Pass (%)	p value		
Serving tray	Childcare center (134)	81 (60.4)	1.000	114 (85.1)	0.382	85.07 ± 3.09 ¹⁾	0.284
	Kindergarten (11)	7 (63.6)		8 (72.7)		72.73 ± 14.08	
Meal tray	Childcare center (134)	98 (73.1)	1.000	126 (94.0)	0.145	94.03 ± 2.05	0.324
	Kindergarten (10)	7 (70.0)		8 (80.0)		80.00 ± 13.33	
Cup	Childcare center (133)	101 (75.9)	0.468	124 (93.2)	0.560	93.23 ± 2.19	0.773
	Kindergarten (11)	7 (63.6)		10 (90.9)		90.91 ± 9.09	
Hand	Childcare center (132)	102 (77.3)	0.164	131 (99.2)	1.000	99.24 ± 0.76	0.764
	Kindergarten (12)	7 (58.3)		12 (100.0)		100.00 ± 0.00	
Refrigerator handle	Childcare center (132)	49 (37.1)	0.036	109 (82.6)	0.695	82.58 ± 3.31	0.262
	Kindergarten (13)	9 (69.2)		12 (92.3)		92.31 ± 7.69	
Vegetable cutting board	Childcare center (132)	111 (84.1)	0.262	130 (98.5)	1.000	98.48 ± 1.07	0.646
	Kindergarten (14)	10 (71.4)		14 (100.0)		100.00 ± 0.00	
Cooking tools	Childcare center (90)	79 (87.8)	0.018	89 (98.9)	1.000	98.89 ± 1.11	0.767
	Kindergarten (8)	4 (50.0)		8 (100.0)		100.00 ± 0.00	
Apron	Childcare center (88)	67 (76.1)	1.000	81 (92.0)	0.163	92.05 ± 2.90	0.337
	Kindergarten (8)	6 (75.0)		6 (75.0)		75.00 ± 16.37	
Blade	Childcare center (87)	75 (86.2)	0.335	85 (97.7)	1.000	97.70 ± 1.62	0.669
	Kindergarten (8)	6 (75.0)		8 (100.0)		100.00 ± 0.00	

¹⁾ Values are expressed as means ± standard error.

모두 75.0%로 차이가 없는 것을 제외하고, 다른 모든 측정구역에서는 1차시보다 2차시에 위생관리 적합률이 상승하였다.

차시별 적합률이 가장 낮은 측정구역은 1차시의 경우 어린이집은 냉장고 손잡이가 37.1%로, 유치원은 조리

도구가 50.0%로 가장 낮았다. 2차시의 경우 어린이집은 냉장고 손잡이가 82.6%로, 유치원은 배식용 받트기가 72.7%로 가장 낮았다. 어린이집과 유치원 간의 적합률을 비교하면, 냉장고 손잡이는 어린이집의 1차시 적합률이 유치원보다 32.1% 정도 낮았고(p = 0.036), 조리도구는

유치원의 1차시 적합률이 어린이집보다 37.8% 정도 낮았다($p = 0.018$). 그 외에는 어린이집과 유치원 간의 적합률의 차이는 보이지 않았다. 또한, 모든 측정구역에서의 획득점수도 차이가 없었다.

3. 어린이집과 유치원의 ATP 측정 횟수별 평균 획득점수 비교 및 상관성 분석

측정 횟수별 평균 획득점수 차이를 살펴보기 위하여 측정 횟수를 1~3회, 4~6회, 7~9회를 기준으로 나누어 비교·분석한 결과(Table 3), 어린이집과 유치원 사이의 ATP 측정 횟수별 평균 획득점수와 총평균 획득점수는 차이가 없었으나, 어린이집의 경우 측정 횟수가 1~3회인 경우보다 4~6회와 7~9회인 경우 평균 획득점수가 더 높았다($p < 0.05$).

표 3. 어린이집과 유치원의 ATP 측정 횟수별 평균 획득점수 비교

Table 3. Comparison of average score by the number of ATP measurement on childcare center and kindergarten

Number of measurement	Average score		p value
	Childcare center	Kindergarten	
1 ~ 3	85.42 ± 4.27 ^{1a}	83.33 ± 11.39	0.833
4 ~ 6	92.46 ± 1.98 ^b	97.22 ± 2.78	0.381
7 ~ 9	93.84 ± 0.88 ^{b*}	88.89 ± 6.09	0.209
Total	92.50 ± 0.93	89.87 ± 4.47	0.572

The number of childcare center was 16 in 1~3 group, 42 in 4~6 group and 86 in 7~9 group. The number of kindergarten was 6 in 1~3 group, 6 in 4~6 group and 5 in 7~9 group.
^{*} $p < 0.05$
¹⁾ Values are expressed as means ± standard error.

어린이집과 유치원의 ATP 측정 횟수와 평균 획득점수의 상관성을 분석하였을 때 어린이집은 측정 횟수가 많을수록 평균 획득점수가 더 높았으나($r=0.208$, $p=0.013$), 유치원은 상관성을 보이지 않았다(Table 4).

표 4. 어린이집과 유치원의 ATP 측정 횟수와 평균 획득점수 상관성 분석

Table 4. Correlation between the number of ATP measurement and average score on childcare center and kindergarten

Number of measurement		Average score	p value
		Childcare center	0.208
Kindergarten		0.141	0.591

IV. 고찰 및 결론

본 연구에서는 안양시 어린이급식관리지원센터에 등록된 어린이집과 유치원을 대상으로 ATP bioluminescence

분석법을 이용하여 조리자 손과 급식 기기 및 기구의 위생관리가 적절하게 수행되고 있는지 확인하였다. 본 연구에서의 어린이집 수는 144개소로 유치원(17개소)보다 더 많았는데, 이러한 비율의 차이는 2020년 기준, 안양시 소재 어린이집 수가 421개소이고 [22], 유치원 수가 77개소로 [23], 어린이집이 유치원보다 더 많이 운영되고 있기 때문으로 보인다.

어린이집과 유치원 두 유형의 기관 사이의 배식용 받드, 식판, 컵, 조리자 손, 냉장고 손잡이, 채소용 도마, 조리도구, 앞치마, 칼날 표면의 측정구역별 ATP 측정값이나 차시별 위생관리 적합률과 획득점수는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 하지만, 각 유형의 어린이급식소에서의 측정구역별 차시에 따른 ATP 측정값이나 위생관리 적합률에 대해서는 유의미한 차이가 있었는데, 어린이집은 배식용 받드, 식판, 컵, 조리자 손, 냉장고 손잡이, 채소용 도마, 칼날 표면의 ATP 측정값이 1차시보다 2차시에 더 낮아져서, ATP bioluminescence 분석법의 위생관리 모니터링 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과와 유사하게, 타 지역 어린이급식소를 대상으로 한 ATP 측정값 비교 연구에서도, 위생관리 교육 후 ATP 측정값이 낮아져, ATP bioluminescence 분석법을 이용한 교육의 효과를 보고하였다 [24].

그러나 유치원에서는 어린이집의 결과와는 다르게 모든 측정구역에서 1차시와 2차시 ATP 측정값 간의 차이가 없었다. 하지만 이러한 결과로 유치원에서 ATP bioluminescence 분석법을 이용한 위생관리가 적절치 않다고 볼 수는 없는 이유는, 유치원에서의 위생관리 적합률은 앞치마를 제외한 모든 측정구역에서 1차시보다 2차시에 상승하였기 때문이다. 결국, ATP 측정값이라는 절대적인 수치만으로 비교한다면 유치원은 이전보다 개선되지 않았다고 할 수도 있지만, 위생관리에 대한 평가가 ATP bioluminescence 분석 측정기기 지침에 제시된 적합 범위를 기준으로 이루어진다면, 평가 결과가 달라질 수 있겠다. 예를 들어, 유치원의 배식용 받드는 1차시에는 272.00 ± 116.50 RLU, 2차시에는 90.73 ± 31.80 RLU로 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만, 배식용 받드의 적합성 판정 기준인 150 RLU를 기준으로 분석한다면, 1차시에는 부적합했지만 2차시에 적합 수준으로 되어, 개선되었다고 판단할 수 있는 것이다. 이러한 결과로 보았을 때, 어린이급식소의 급식 위생관리에 ATP bioluminescence 분석법을 적용할 경

우, 각 측정값 자체의 변화로만 판단하기보다, 측정값을 활용한 적합/부적합 판단의 범위도 같이 활용하는 것이 더욱 정확한 결과를 제시하는 데 적절할 것이다.

본 연구에서 조리자 대상 위생교육 전인 1차시의 측정구역별 위생관리 적합률 중 가장 낮은 값을 보인 구역은 어린이집은 냉장고 손잡이, 유치원은 조리도구로 조사되었다. 냉장고 손잡이는 어린이집이 유치원보다 적합률이 더 낮았으며, 조리도구는 유치원이 어린이집보다 적합률이 더 낮아, 어린이급식소 유형별 위생관리를 중점적으로 해야 하는 부분에 차이가 있음이 나타났다. 특히 어린이집 냉장고 손잡이의 1차시 ATP 측정값은 $1,316.48 \pm 189.93$ RLU로 다른 구역보다 그 값이 가장 컸는데, 이는 다른 연구와도 유사한 결과였다. Kim (2009) 등은 냉장고 손잡이가 다른 측정구역에 비해 높은 ATP 측정값을 보인 것에 대해, 손잡이는 여러 사람의 손이 자주 접촉하는 부분으로 눈에 보이지는 않지만, 오염도가 높고, 위생적으로 안전하지 않다고 하였다 [20]. 냉장고 문이나 서랍 손잡이 등에 손이 닿아 교차오염이 발생하기도 하며 [25], 한식당의 위생관리 취약 항목 중 하나가 조리하던 손으로 냉장고 손잡이를 만지는 행위라고 하였다 [26]. 게다가 냉장고 손잡이에서 영유아에게서 심한 위장관염을 일으킬 수 있는 로타바이러스가 검출되었다는 보고도 있었다 [27]. 이처럼 냉장고 손잡이는 영유아의 식중독 발생 위험을 증가시킬 수 있는 구역 중 하나이지만, 관리에 소홀해질 수 있는 부분이기 어린이집에서의 위생관리 및 교육 시 이 구역에 대한 철저한 관리를 강조해야 한다.

조리도구 등에 의한 교차오염도 집단식중독의 원인으로 보고되고 있는데, 여기에 조리자의 개인 위생관리 부족도 복합적으로 작용하여 집단식중독의 발생 가능성을 높여주므로 [28], 이 또한 중요한 관리점으로 볼 수 있다. 이에, 본 연구의 유치원에서의 가장 낮은 적합률을 보였던 조리도구와 두 번째로 낮은 적합률을 보였던 조리자 손의 관리를 제대로 하지 않을 경우, 유치원 내 집단식중독의 발생 위험이 증가하게 되므로, 특히 이 구역에서의 철저한 세척 및 소독 방법에 대한 주의가 필요하겠다.

어린이급식소의 지속적인 위생관리 방문교육은 위생관리 수준의 개선에 효과가 있었다고 하여 [29], 본 연구에서도 ATP 측정을 통한 꾸준한 위생관리 모니터링이 기관에서의 위생관리 수준을 개선하는 데 도움이 되

었는지 확인하고자, 측정 횟수가 개선 여부에 대한 평균 획득점수에 영향을 미쳤는지 살펴보았다. 그 결과, 측정 횟수별 어린이집과 유치원 사이의 평균 획득점수에 대한 차이는 없었는데, 어린이집에서 측정 횟수가 1~3회인 경우가 4~6회, 7~9회인 경우보다 평균 획득점수가 유의미하게 낮았고, 측정 횟수와 평균 획득점수 간의 상관성이 나타났다. 하지만 어린이집과는 달리 유치원은 측정 횟수별 획득점수에 대한 차이나, 두 변수와의 상관성은 보이지 않았다. 이러한 결과로 보았을 때, ATP 측정을 통한 꾸준한 위생관리 모니터링은 어린이급식소 중 어린이집에서의 위생 개선을 유도하는 데에 도움이 되었을 것으로 예상된다.

이 연구의 제한점으로 두 가지가 있는데, 첫 번째로는 ATP bioluminescence 분석법은 위생관리 교육 시 훌륭한 가지적인 도구로 활용 가능하다고 볼 수 있으나, ATP 측정값의 큰 표준오차 값은 결과 해석에 영향을 미칠 수도 있다는 것이다. 측정값의 표준오차 값이 큰 이유는, 제조사의 지침에 따라 측정한다고는 해도, 측정자가 항상 동일인이 아님에서 온 오차에 의한 것으로 예상된다. 이와 관련하여, Moon(2017)은 ATP 측정값의 매우 큰 표준편차 값을 줄이기 위해, 시료 채취 시, 미생물 오염도 외의 요인이 ATP 측정 결과에 영향을 주지 않도록 방안을 마련해야 한다고 하였다 [30]. 따라서 추후 정확한 ATP bioluminescence 분석을 위하여 도말 부위를 미리 정하여 반복연습을 하는 등 측정자의 사전 연습이 필요할 것으로 사료된다. 두 번째로는, 후속 보완연구의 필요성으로, 어린이급식소 조리자를 대상으로 한 급식 위생관리 필요성 인지도, 지식 향상 여부 연구가 병행되어, ATP bioluminescence 분석법을 활용한 위생관리 모니터링이 지속적인 교육 방법으로 효과적인지 확인이 필요하다.

결론적으로, ATP bioluminescence 분석법은 어린이집과 유치원에서의 급식 위생관리 모니터링 도구로써 활용 가능할 것으로 판단된다. 주요 관리 구역을 구분하자면 어린이집은 냉장고 손잡이에 대해, 유치원은 조리도구에 대해 위생관리를 철저히 할 수 있도록 지도가 필요하다. 특히 어린이집에서는 ATP 측정 횟수가 많을수록 개선 여지가 더 높아지므로, 이 분석법을 이용한 꾸준한 관리는 어린이집 조리자의 자발적인 위생 개선의 의지를 높일 수 있을 것이다. 본 연구는 지역사회의 영유아 식중독 발생 예방 차원에서, ATP bioluminescence

분석법이 어린이집과 유치원에서의 위생관리 모니터링 방법으로 적용 가능성을 보여준 연구로써, 추후 교육자료 개발 및 관련 정책 운용에 대한 기초자료 제공으로의 가치가 있음을 강조하고자 한다.

References

- [1] 2020 Childcare Statistics, Ministry of Health and Welfare, pp. 2-3, 2020.
- [2] 2020 Statistical Yearbook of Education, Korean Educational Development Institute, pp. 42-43, 2020.
- [3] Korean Women's Development Institute Gender Statistics, https://gsis.kwdi.re.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=338&tblId=DT_ILCD041. Note: Kindergarten employment rate.
- [4] Y. Yeoh, S. Kwon and J. Yoon J, "Teachers' participation and mealtime instruction in the food service at the Kwanak-gu child-care centers: Comparison between child-care teachers caring different age groups, children younger than three years and those three years or older," *Korean Journal of Community Nutrition*, Vol. 18, No. 2, pp. 112-124, April 2013. DOI: <https://doi.org/10.5720/kjcn.2013.18.2.112>
- [5] H.W. Kim and J.E. Pie, "Comparison of salinity of soups on the use of bluetooth salinity meter at childcare centers in Anyang Area," *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 6, No. 4, pp. 435-443, November 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.4.435>
- [6] G.J. Kim and S.S. Park, "A study on sanitation education and knowledge for each types of employees in food-service facility," *Journal of Foodservice Management*, Vol. 11, No. 4, pp. 115-137, December 2008.
- [7] H.J. Bae, H.Y. Lee and K. Ryu, "Field assessment of food safety management at preschool foodservice establishments," *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol. 25, No. 3, pp. 283-296, June 2009
- [8] Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.foodsafety.gov/keep-food-safe/4-steps-to-food-safety#clean>. Note: Four Steps to Food Safety: Clean, Separate, Cook, Chill.
- [9] E.C.D. Todd, J.D. Greig, C.A. Bartleson and B.S. Michaels, "Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 3. Factors contributing to outbreaks and description of outbreak categories," *Journal of Food Protection*, Vol. 70, No. 9, pp. 2199-2217, September 2007.
- [10] E.H. Her and S.L. Kim, "Early Childhood Teachers' Professionalism, Teaching Efficacy, and Teacher-child Interaction," *International Journal of Advanced Culture Technology*, Vol. 6, No. 4, pp. 39-44, December 2018. DOI: <https://doi.org/10.17703/IJACT2018.6.4.39>
- [11] N.H. Do, "Legal and institutional bases come first to provide safe meals and snacks," in *Childcare Policy Brief*, Korea Institute of Child Care and Education, Vol. 64, pp. 1-4, 2018.
- [12] E. Kim, J. Lee, H. Kim and J. Bae, "A survey research on the current status of ECEC (Early Childhood Education and Care) in kindergartens and childcare facilities," *Korea Institute of Child Care and Education*, pp. 9-10, 2014.
- [13] H.J. Bae, H.Y. Lee and K. Ryu, "Field assessment of food safety management at preschool foodservice establishments," *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol. 25, No. 3, pp. 283-296, June 2009.
- [14] J. Kim and Y. Lee, "The effect of periodic visiting education program on food safety knowledge of cooks in children's foodservice facilities," *Journal of the Korean Dietetic Association*, Vol. 20, No. 1, pp. 36-49, February 2, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.14373/JKDA.2014.20.1.36>
- [15] Center for Children's Foodservice Management. <http://ccfsm.foodnara.go.kr>. Note: Introduction of Center for Children's Foodservice Management.
- [16] H. Aycicek, O. Utku and K. Koray, "Comparison of results of ATP bioluminescence and traditional hygiene swabbing methods for the determination of surface cleanliness at a hospital kitchen," *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol. 209, No. 2, pp. 203-206, March 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2005.09.007>
- [17] Y.S. Kim, H.K. Moon, S.I. Kang and E.J. Nam, "Verification of the suitability of the ATP luminometer as the monitoring tool for surface hygiene in foodservices," *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 39, No. 11, pp. 1719-1723, November 2010. DOI: 10.3746/jkfn.2010.39.11.1719
- [18] F.C. Chen and S.L. Godwin, "Comparison of a rapid ATP bioluminescence assay and standard plate count methods for assessing microbial contamination of consumers' refrigerators," *Journal of Food Protection*, Vol. 69, No. 10, pp. 2534-2538,

- October 2006. DOI: <https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.10.2534>
- [19]Y.S. Park, "Evaluation of hygienic status of university foodservice operation using ATP bioluminescence assay," *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol. 16, No. 2, pp. 195-201, April 2000.
- [20]B.Y. Kim, H.Y. Song, I.S. Park, Y.S. Kim, Y.S. Lee and S.D. Ha, "A correlation study of surveillance data and ATP bioluminescence assay for verification of hygienic status in major hotels in Seoul," *Journal of Food Hygiene and Safety*, Vol. 24, No. 3, pp. 277-284, September 2009.
- [21]K.A. Lee, "Evaluation of food safety management status of children's foodservice facilities using sanitary check scores and ATP bioluminescence assay in Gyeongbuk area," *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 50, No. 2, pp. 196-203, February 2021. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.2.196>
- [22]Korean Women's Development Institute Gender Statistics, https://gsis.kwdi.re.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=338&tblId=DT_2CA0211R#. Note: Childcare center status.
- [23]Korean Women's Development Institute Gender Statistics, https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL21201. Note: Kindergarten status.
- [24]Y.J. Seo and M.S. Jeon, "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 Journal of Community Nutrition*, Vol. 20, No. 6, pp. 447-459, December, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5720/kjcn.2015.20.6.447>
- [25]G. Ryu, "Personal hygiene management of cooking workers for food poisoning management" in *Industrial Health*, Korea Industrial Health Association, Vol. 199, pp. 36-39, 2004.
- [26]Research for education contents development per each type of restaurant to prevent food poisoning, Korea Food and Drug Administration, pp. 43-144, 2010.
- [27]J. Barker, D. Stevens and S.F. Bloomfield, "Spread and prevention of some common viral infections in community facilities and domestic homes," *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 91, No. 1, pp. 7-21, July 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01364.x>.
- [28]J.Y. Kang, E.J. Park, H.C. Lee, M.J. Park, D.G. Oh, C.Y. Kim, E.S. Jeong, Y.J. Lee and J.B. Kim, "Evaluation of microbiological safety of knives and cutting boards in child care centers," *The Korean Journal of Food and Nutrition*, Vol. 33, No. 6, pp. 702-709, December 2020. DOI: <https://doi.org/10.9799/ksfan.2020.33.6.702>
- [29]S. Park, "Effects of the cumulative number of visiting education on children's foodservice hygiene management," *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, Vol. 28, No. 6, pp. 463-473, December 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2018.12.28.6.463>
- [30]H.K. Moon, "Comparison of the sanitary inspection results and adenosine triphosphate(ATP) bioluminescence assay for equipment in children's foodservice," *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol. 33, No. 4, pp. 461-470, September 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2017.33.4.461>