

어린이들의 비의도적 행위에 대한 노출계수 개발 및 영향요인 분석

정다영* · 윤효정* · 양원호**† · 김탁수* · 서정관* · 허정** · 류현수** · 김순신** · 최민지**

*국립환경과학원 환경건강연구부

**대구가톨릭대학교 산업보건학과

Exposure Factor Development of Children's Hand and Mouthing Activities Using Videotaping Methodology and Analysis of Influential Factors

Dayoung Jung*, Hyojung Yoon*, Wonho Yang**†, Taksoo Kim*, JungKwan Seo*,
Jung Heo**, Hyunsoo Ryu**, Sunshin Kim**, and Min-Ji Choi**

*Environmental Health Research and Risk Assessment Division, National Institute of Environment Research,
Incheon, Korea

**Department of Occupational Health, Daegu Catholic University

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study was to develop exposure factor data for the Korean child population, with a specific focus on behavior characteristics such as hand-to-mouth and object-to-mouth and an analysis of influential factors.

Methods: We divided environments into two places, which were house/indoor and nursery. A total of 400 children (house/indoor) and a total of 162 children (nursery) were recruited from the cities of Seoul, Incheon, Daegu, and Gwangju. The children were divided into two groups. We conducted direct measurement by using one hour of videotaping alongside questionnaire surveys. This was performed to calculate behavior rates, such as how many children perform hand-to-mouth and object-to-mouth behaviors.

Results: The respective average frequencies of hand-to-mouth and object-to-mouth were 0.8 ± 2.23 and 0.82 ± 2.64 contacts/hr for house/indoor. The respective average frequencies of hand-to-mouth and object-to-mouth were 2.87 ± 4.63 and 1.47 ± 3.84 contacts/hr in the nursery group. For the mouthing participants, the average frequencies of hand-to-mouth and object-to-mouth were 3.31 and 3.20 contacts/hr in house, and 4.80 and 3.26 in nursery. Compared to other countries such as the USA, the frequencies of hand-to-mouth and object-to-mouth behaviors found in this study were relatively lower.

Conclusions: Children have the potential for exposure to toxic substances through non-dietary ingestion pathways by mouthing objects or their fingers. In this study, the mouthing frequency was relatively lower than that found in Western countries. This can be explained that mouthing behaviour may be affected by culture and lifestyle characteristics.

Key words: Children, hand-to-mouth, object-to-mouth, exposure factors, exposure assessment

†Corresponding author: Department of Occupational Health, Catholic University of Daegu, Gyeongsan, Korea, Tel: +82-53-850-3739, E-mail: whyang@cu.ac.kr

Received: 12 October 2017, Revised: 19 October 2017, Accepted: 23 October 2017

I. 서 론

우리가 일상에서 자주 사용하는 생활용품 속에는 다양한 환경유해물질이 존재하며 생활용품 속에 함유된 환경유해물질로부터 초래된 건강영향으로 사회적 문제가 크게 대두되고 있다. 특히 2011년 발생한 가습기 살균제 사건 이후 환경유해물질 노출에 민감한 어린이에 대한 사회적 관심도 함께 높아지고 있으며 어린이들이 사용하는 제품과 그에 따른 노출에 대하여 소비자들의 관심 또한 증대되고 있는 실정이다. 하지만 최근 어린이제품 안전특별법에 따라 검사된 제품을 사용한 어린이들에서 피부발진과 호흡기 질환을 호소하는 사례가 발생하였다. 이는 몇 가지 유해물질의 포함 정도를 살피는 현행 기준을 재정비 할 필요성을 보이고 있다. 이런 중요성으로 환경부는 어린이의 건강에 영향을 주는 환경유해인자의 종류 및 유해성 목록을 작성하고, 위해성평가를 실시하는 등 어린이를 대상으로 한 노출 실태 파악 및 위해성평가 체계구축을 위한 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

환경유해물질에 대한 노출량을 평가하기 위해서는 공기, 물, 식품, 토양 등에 함유된 오염물질 농도와 함께 공기 호흡량, 식품 및 음용수 섭취량, 노출기간, 노출빈도 등을 평가하기 위한 다양한 변수 즉 노출계수(exposure factors)들의 값이 필요하다.¹⁾ 노출계수는 환경유해인자의 개인노출을 결정할 수 있는 사람의 행위 및 특성과 연관된 인자이며, 위해도 산출을 위해 이용된 요인들로 간략히 정의할 수 있다.^{2,3)} 또한 노출량은 노출 환경과 특성에 따라 노출 시나리오가 다양하게 존재할 수 있어, 어떠한 노출 시나리오를 노출평가에 활용하는가에 따라 차이가 날 수 있다.⁴⁾ 즉 노출 시나리오는 연령, 체중, 체표면적, 물질의 특성과 같은 노출계수 등에 따라 달라지므로 소아의 성장 및 행동 특성을 고려한 시나리오가 파악되어야 한다.⁵⁾ 유럽과 미국 등의 선진국에서는 환경유해물질 노출에 따른 어린이 노출평가 및 위해성평가 연구뿐만 아니라 환경유해물질의 노출량을 산정하고 위해성평가를 수행하기 위한 필요 요소인 어린이 노출계수(접촉횟수, 이용횟수, 신체계수 등)를 국가적 차원에서 체계적으로 관리하고 있다. 국내의 경우 노출계수가 성인을 중심으로 확보되고 있는 실정이었으나 최근 국내 자료를 바탕으로 표준

화하여 국가적 차원에서 어린이 노출계수를 체계적으로 관리하기 위해 한국형 어린이 노출계수 개발 연구를 수행하고 있다.

본 연구의 대상인 어린이는 시간에 따라 영아기, 유아기, 아동기로 구분하는데, 영아기는 출생에서 만 2세 미만, 유아기는 만 2세(3세)부터 만 6세경, 아동기는 만 7세에서 만 12세까지의 초등학교 시기로 구분 된다.⁶⁾ 어린이는 성인에 비해 단위체중당 마시는 물, 음식, 호흡량이 높으며, 활동량이 많기 때문에 환경오염물질에 노출될 위험이 많다. 또한 오염물질이 인체 내에 흡수되었을 때 대사 및 배출하는 능력이 떨어진다. 그리고 어린이는 급격한 발육과 성장을 하므로 환경유해물질에 의해 심각한 성장의 지연을 초래할 수 있으며 이 시기에 환경유해물질에 노출이 되면 성인이 되어 만성 질환으로 진행될 수 있다.⁷⁾ 성인과 다른 어린이의 가장 큰 특징은 어린이는 지속적으로 성장과 발달을 거듭하고 있다는 점을 들 수 있으며 어린이는 성인과 다른 노출 특성을 나타낸다. 어린이는 타 인구집단에 비해 민감한 집단으로 화학물질을 포함한 환경유해인자에 노출될 시 더 큰 유해 영향을 받을 수 있다.⁸⁾ 특히, 영아기, 유아기 때의 어린이는 무의식적으로 손에 잡히는 물건을 입으로 가져가는 특성이 있어 입으로 가져간 물건을 빨거나 씹어 먹기 때문에 경구를 통해 유해물질에 노출되기 쉽다. 영아는 잡기동작을 통해 물체의 특성에 대한 정보를 구하고 환경의 변화를 인지한다.⁹⁾ 생후 4~5개월이 되기 전에는 물체에 대한 통제력이 충분히 발달하지 않아서 물체를 탐구할 때 손이 하는 역할은 주로 물체를 얼굴 앞까지 가져와서 볼 수 있게 하거나 입으로 가져가서 입으로 탐구하는 것이다.¹⁰⁾ 이 시기에 입으로 할 수 있는 일은 주로 빨고 빠는 것이고, 이와 같은 행동을 하면서 물건을 인식하고 새로운 감각을 얻는다.¹¹⁾ 일반적으로 손빨기 및 물건빨기 행동은 생후 18개월에서 21개월 사이에 가장 많으며, 18개월 이후로 손빨기 및 물건빨기 행동으로부터 물건을 인식하는 것은 줄어들지만 기어 다니고 걸어 다니면서 비식이적 섭취(non-dietary ingestion)행위를 통해 더 많은 화학물질에 노출 될 수 있다.¹²⁾

본 연구에서는 우리나라 영·유아를 포함한 어린이를 대상으로 일반 환경, 보육시설 등 어린이가 주로 활동하는 공간에서 환경유해인자 노출뿐만 아니라

어린이용품에 함유되어있는 유해물질의 건강 위해성 평가를 수행하기 위해 필요한 비의도적 섭취 행위 (non-dietary ingestion) 노출계수인 손빨기(hand-to-mouth), 물건빨기(object-to-mouth) 노출계수를 개발 하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 주택실내와 어린이집으로 구분하여 조사하였다. 주택실내 대상자는 서울 및 수도권과 광주광역시, 대구광역시에 거주하는 국내 만 0세에서 9세까지의 영·유아를 포함한 어린이이며 표본추출 틀은 행정안전부의 2014년 12월 말 주민등록인구통계를 활용하였으며 거주불명등록자는 제외하고 거주자만을 조사에 포함시켰다. 주민등록인구통계에 의해 산출된 표본을 바탕으로 서울 및 수도권은 200명, 대구권은 100명, 광주권은 100명으로 지역별로 총 400명을 할당하였으며 수집된 자료에서 실제 비의도적 행위 조사 데이터 분석에 이용된 대상자 수는 손빨기는 396명, 물건빨기는 398명 이었다(Table 1). 어린이집 대상자는 인천광역시, 광주광역시, 대구광역시에 거주하는 국내 12개월 이상의 미취학 아동(만1세~6세) 총 147명을 대상으로 분석하였다(Table 2). 비의도적 행위 조사를 수행하는 동안 전체 대상자에서 실제로 비의도적 행위를 한 어린이들(doer)을 재추출하여 분석 하였다. 본 연구는 대구가톨릭대학교 병원에서 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인(MDCR-13-019-RES-001-R)을 받아 수행하였다.

2. 비디오 촬영 및 설문지 조사

어린이들의 비의도적 섭취 행위(hand-to-mouth 및 object-to-mouth)의 횟수(contacts/hour)와 시간(seconds/contact)에 대한 조사를 위해 연구 대상 어린이의 부

Table 1. Participants of hand-to-mouth and object-to-mouth activities according to age

Age	Hand-to-mouth		Object-to-mouth	
	Total	Doer	Total	Doer
0	22	16	22	10
1	48	30	49	31
2	35	14	35	15
3	49	13	49	7
4	46	11	46	12
House	5	34	5	34
6	44	2	44	6
7	41	1	41	4
8	40	4	41	1
9	37	2	37	5
Total	396	98	398	102
1	13	8	13	6
2	22	11	22	10
3	33	19	33	9
Nursery	4	30	4	30
5	29	17	29	5
6	20	15	20	4
Total	147	88	147	42

모들에게 연구의 목적에 대하여 설명을 하고 사전 동의를 받은 후 비디오 촬영과 설문조사를 함께 수행하였다. 설문조사는 어린이들의 비의도적 섭취 행위에 대한 노출계수 실태조사를 위한 설문이었으며, 설문은 어린이를 대신하여 대리인(부모)이 조사에 참여하도록 하였다. 설문지의 각 문항은 일반사항 3항목, 어린이 행위(손빨기 및 물건빨기) 1항목, 설문 응답자(부모) 2항목이었으며 일반사항에는 어린이의 몸무게, 키, 어린이가 하루 중 어린이집, 집, 기타실내, 학원에서 보내는 시간에 대한 항목, 어린이 행위는 주택실내에서 어린이가 손빨기 및 물건빨기 행위를 할 때의 횟수와 시간, 부모의 주의도 여부에

Table 2. Comparison of hand-to-mouth and object-to-mouth frequencies (contacts/hr) in house indoor and nursery

		N	Mean±SD	p-value
Hand-to-mouth	House indoor	396	0.82±2.23	0.00
	nursery	147	2.87±4.63	
Object-to-mouth	House indoor	398	0.82±2.64	0.03
	nursery	147	1.47±3.84	

대한 항목, 설문응답자(부모)에는 평균 월수입, 학력에 대한 항목이었다.

비디오 촬영은 주택실내의 경우 연구원이 직접 어린이의 주택을 방문하여 어린이가 가장 편안하게 휴식을 취하고 자유롭게 활동하는 시기에 핸드폰 캠코더 기능을 활용하여 30분 동안 비의도적 섭취 행위를 촬영하였으며, 촬영 시 어린이의 심리적 안정을 위하여 부모님 중 한명을 반드시 함께 있도록 하였다. 어린이집의 경우 하루 중 어린이들이 가장 자유롭게 활동하고 장난감과 같은 물건을 접할 기회가 가장 많은 놀이시간에 캠코더 2대~4대를 교실의 적절한 위치에 고정 설치하여 1시간 동안 비의도적 섭취 행위를 비디오 영상으로 촬영하였다. 주택실내 및 어린이집 대상자들이 접촉하는 물건 중에서 노리개 젓꼭지는 행위대상에서 제외 하였다. 비디오 영상 판독은 연구원들이 직접 비디오 영상을 분석하였으며 판독자간의 오류를 줄이기 위하여 촬영 영상 당 각 3회씩 판독 한 후 교차 검증하였다.

3. 통계분석

어린이 비의도적 섭취 행위 자료에 대한 통계분석은 SPSS Statistics v20.0 (IBM Company, USA)와 Micro soft Excel 2010을 이용하였다. 각 연령별, 장소별(주택실내 및 어린이집)로 구분하여 손/물건빨기 행위 횟수 및 평균 시간과 기타 결과 등을 나타내었다. 전체 어린이와 실제 행위를 한(doer) 어린이들로 나누어 평가하였다. 또한 설문지를 이용하여 비의도적 행위에 미치는 영향을 분석하였으며 비의도적 행위 시 부모의 주의도 여부, 학력, 가구 월평균 수입에 따른 비의도적 행위는 더미변수를 이용한 회귀분석을 사용하였다.

III. 연구결과

1. 조사장소에 따른 비의도적 행위의 평균차이에 대한 독립표본 검정

주택실내와 어린이집에서의 비의도적 행위인 손빨기 및 물건빨기의 횟수를 비교하였다. 손빨기 행위에 대한 주택실내의 평균은 0.82 ± 2.23 contacts/hr, 어린이집의 평균은 2.87 ± 4.63 contacts/hr 이었다. 물건빨기 행위에 대한 주택실내의 평균은 0.82 ± 2.64 contacts/hr, 어린이집의 평균은 1.47 ± 3.84 contacts/hr

으로 나타났다. 주택실내와 어린이집에서의 물건빨기, 손빨기 행위 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$) (Table 2). 특히, 어린이집에서 손빨기와 물건빨기 두 행위 모두 평균값이 더 높게 나타났으며 물건빨기 행위보다 손빨기 행위가 더 높게 나타났다.

1) 주택실내 비의도적 행위에 대한 빈도 및 시간

주택실내에서의 전체 참여대상자에 대한 자료값과 조사를 수행한 시간동안 손빨기 및 물건빨기 행위를 실제로 한 어린이(doer)를 재추출하여 분석한 자료값을 연령 군집에 따라 Table 3에 나타내었다. 전체 대상자의 비의도적 행위 횟수 및 시간 전체 평균값으로 손빨기는 각각 0.82 contacts/hr, 20.51 seconds/contact, 물건빨기는 각각 0.82 contacts/hr, 21.34 seconds/contact로 나타났다. Doer 대상자에 대한 손빨기는 각각 평균 3.31 contacts/hr, 82.89 seconds/contact, 물건빨기는 각각 평균 3.20 contacts/hr, 83.28 seconds/contact로 나타났다.

전체 대상자의 손빨기 횟수는 군집별로(0~2세, 3~6세, 7~9세), 각각 평균 2.24, 0.35, 0.25 contacts/hour, 시간은 52.29, 10.39, 7.08 seconds/contact로 평가되었다. 그리고 물건빨기 횟수는 2.30, 0.35, 0.18 contacts/hour, 시간은 61.11, 9.63, 2.95 seconds/contact 이었다. 손빨기와 물건빨기 행위의 평균 횟수가 0~2세 군집이 3~6세 및 7~9세 군집보다 2배 높게 나타났으며 평균 시간도 0~2세 군집이 더 높게 나타났다. Doer 대상자에 대한 손빨기 횟수는 군집별로(0~2세, 3~6세, 7~9세) 각각 평균 3.92, 1.94, 4.14 contacts/hour, 시간은 91.50, 58.00, 119.29 seconds/contact로 나타났으며 물건빨기 횟수는 4.36, 1.69, 2.10 contacts/hour, 시간은 115.68, 46.28, 35.10 seconds/contact 이었다. Doer 대상자에서 물건빨기 행위는 전체 대상자와 같이 0~2세의 평균값이 다른 군집보다 높은 경향을 보였으나 손빨기 행위는 7~9세의 평균값이 0~2세의 평균값 보다 높았다.

2) 어린이집 비의도적 행위에 대한 빈도 및 시간

어린이집에서의 전체 참여대상자에 대한 자료값과 조사를 수행한 시간동안 손빨기 및 물건빨기 행위를 실제로 한 어린이(doer)를 재추출하여 분석한 자료값을 연령 군집에 따라 Table 4에 나타내었다. 전체

Table 3. Frequency (contacts/hr) and duration (seconds/contact) of hand-to-mouth and object-to-mouth in house indoor

	Age	Total participant								Doer							
		N	Mean	SD	25%	50%	75%	95%	N	Mean	SD	25%	50%	75%	95%		
Hand-to-mouth	Frequency (contacts/hr)	0~2	105	2.24	3.64	0.00	1.00	3.00	10.00	60	3.92	4.09	2.00	3.00	5.00	14.75	
		3~6	173	0.35	0.87	0.00	0.00	0.00	2.30	31	1.94	1.09	1.00	2.00	3.00	4.40	
		7~9	118	0.25	1.20	0.00	0.00	0.00	1.10	7	4.14	3.08	1.00	4.00	5.00	-	
		Total	396	0.82	2.23	0.00	0.00	0.00	5.00	98	3.31	3.47	1.00	2.00	4.00	10.00	
	Duration (seconds/contact)	0~2	105	52.29	117.30	0.00	5.00	50.00	300.00	60	91.50	143.54	10.00	30.00	120.00	585.00	
		3~6	173	10.39	36.83	0.00	0.00	0.00	90.00	31	58.00	70.15	5.00	30.00	90.00	228.00	
7~9		118	7.08	40.66	0.00	0.00	0.00	20.50	7	119.29	128.92	20.00	60.00	300.00	-		
Total		396	20.51	71.20	0.00	0.00	0.00	120.00	98	82.89	124.19	10.00	30.00	120.00	300.00		
Object-to-mouth	Frequency (contacts/hr)	0~2	106	2.30	4.64	0.00	1.00	2.00	10.00	56	4.36	5.65	1.00	2.00	4.75	20.00	
		3~6	173	0.35	0.87	0.00	0.00	0.00	2.00	36	1.69	1.17	1.00	1.00	2.00	5.00	
		7~9	119	0.18	0.66	0.00	0.00	0.00	2.00	10	2.10	1.10	1.00	2.00	3.00	-	
		Total	398	0.82	2.64	0.00	0.00	1.00	4.00	102	3.20	4.43	1.00	2.00	3.00	10.00	
	Duration (seconds/contact)	0~2	106	61.11	182.42	0.00	5.00	30.00	600.00	56	115.68	238.96	10.00	30.00	67.50	645.00	
		3~6	173	9.63	34.85	0.00	0.00	0.00	60.00	36	46.28	64.98	5.00	20.00	60.00	198.00	
7~9		119	2.95	17.81	0.00	0.00	0.00	10.00	10	35.10	53.88	4.75	15.00	37.50	-		
Total		398	21.34	100.02	0.00	0.00	2.25	90.00	102	83.28	184.70	7.50	20.00	60.00	600.00		

Table 4. Frequency (contacts/hr) and duration (seconds/contact) of hand-to-mouth and object-to-mouth in nursery

	Age	Total participant								Doer							
		N	Mean	SD	25%	50%	75%	95%	N	Mean	SD	25%	50%	75%	95%		
Hand-to-mouth	Frequency (contacts/hr)	1~2	35	2.17	3.41	0.00	1.00	3.00	10.40	19	4.00	3.77	1.00	3.00	6.00	16.00	
		3~6	112	3.09	4.95	0.00	1.00	4.00	12.05	69	5.01	5.49	1.00	3.00	7.50	19.00	
		Total	147	2.87	3.65	0.00	0.00	1.00	5.00	88	4.80	5.17	1.00	3.00	6.00	16.55	
	Duration (seconds/contact)	1~2	35	1.22	1.62	0.00	0.64	2.00	5.12	19	2.24	1.60	0.77	2.00	3.17	6.00	
		3~6	112	2.34	11.42	0.00	0.54	1.97	5.84	69	3.80	14.39	0.68	1.33	2.93	7.50	
		Total	147	2.07	25.43	0.00	0.00	5.00	60.00	88	3.46	12.76	0.75	1.56	3.00	6.55	
Object-to-mouth	Frequency (contacts/hr)	1~2	35	2.91	5.63	0.00	1.00	3.00	22.20	16	2.75	2.21	1.00	2.00	4.00	-	
		3~6	112	1.03	2.97	0.00	0.00	0.00	5.35	26	3.58	3.35	1.00	2.00	5.00	12.95	
		Total	147	1.48	3.46	0.00	0.00	1.00	5.00	42	3.26	2.96	1.00	2.00	5.00	10.70	
	Duration (seconds/contact)	1~2	35	2.87	12.13	0.00	0.00	0.63	23.00	16	6.26	17.63	0.00	0.82	1.26	-	
		3~6	112	0.65	1.65	0.00	0.00	0.00	4.00	26	2.81	2.42	0.83	2.84	4.00	9.65	
		Total	147	1.18	33.06	0.00	0.00	5.00	30.00	42	4.12	10.96	0.62	1.27	4.00	11.00	

대상자의 비의도적 행위 횟수 및 시간 전체 평균값으로 손빨기는 각각 2.87 contacts/hr, 2.07 seconds/contact, 물건빨기는 각각 1.48 contacts/hr, 1.18 seconds/contact로 측정되었다. Doer 대상자에 대한 손빨기는 각각 4.80 contacts/hr, 3.46 seconds/contact, 물건빨기는 각각 3.26 contacts/hr, 4.12 seconds/contact로 나타났다. 전체대상자와 doer 대상자의 손

빨기 행위 평균값이 물건빨기 행위보다 더 높게 나타났다.

전체 대상자의 손빨기 횟수는 군집별로(1~2세, 3~6세), 각각 평균 2.17, 3.09 contacts/hour, 시간은 1.22, 2.34 seconds/contact, 물건빨기 횟수는 2.91, 1.03 contacts/hour, 시간은 2.87, 0.65 seconds/contact로 나타났다. Doer 대상자에 대한 손빨기 횟수는 군집

별로(1~2세, 3~6세) 각각 평균 4.00, 5.01 contacts/hour, 시간은 2.24, 3.80 seconds/contact로 나타났으며 물건빨기 횟수는 2.75, 3.58 contacts/hour, 시간은 6.26, 2.81 seconds/contact 이었다. 군집별 전체 대상자와 doer 대상자의 손빨기 행위의 평균값이 3~6세 군집이 1~2세 군집보다 더 높은 경향을 보였다.

2. 비의도적 행위에 대한 영향요인 분석

비의도적 행위 조사를 수행한 시간동안 손빨기 및 물건빨기 행위를 실제로 한 어린이(doer)를 대상으로 자료를 재추출 하여 영향요인을 분석하였다. 주택실내 손빨기 횟수에 대한 '부모의 주의도 여부'의 영향은 유의하였으며($p < 0.05$), '주의를 자주 준다', '가끔 준다', '주지 않는다' 순으로 각 5.077배(95% CI: 3.781-6.373), 2.745배(95% CI: 1.153-4.338), 2.476배(95% CI: 0.537-4.415) 영향을 미치는 것으로 나타났다. 부모 학력, 가구 월평균 수입에 따른 손빨기 횟수의 영향은 유의한 수준을 나타내지 않았다. 주택실내 물건빨기 횟수에 대한 부모 주의도 여부, 학력, 가구 월평균 수입의 영향은 통계적으로 유의하지 않았다. 어린이집 손빨기 및 물건빨기 횟수에 대한 부모 주의도 여부, 학력, 가구 월평균 수입의 영향은 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 어린이들이 하루 중 가장 많이 머무르는 활동공간인 주택실내와 어린이집을 대상으로 위해성평가를 위한 노출계수 중 비의도적 행위 노출계수(손빨기 hand-to-mouth, 물건빨기 object-to-mouth)를 연구하였으며 한국 어린이의 비의도적 행위에 영향을 주는 요인을 분석하였다.

한국형 어린이 노출계수 핸드북(2016)에 따르면 어린이는 하루 중 92.20%를 실내환경에서 생활하며 특히, 주택실내에서 75.12%, 어린이집 실내에서 10.67%로 약 85.79%를 활동하므로 조사장소의 설정이 적합한 것으로 판단된다.¹³⁾ 또한 주택실내 400명, 어린이집 162명, 총 562명으로 Child-Specific Exposure Factors Handbook의 Davis 등(1995), Tulve 등(2002), AuYeung 등(2004), Black 등(2005)의 연구에서 각각 92명, 186명, 38명, 49명 등의 적은 표본수로 손빨기 및 물건빨기 노출계수 권고값을

조사한 연구와 비교 하였을 때, 어린이 집단의 대표성 면에서는 현재 활용할 수 있는 자료들 중 신뢰성이 높은 자료로 생각할 수 있다.¹⁴⁻¹⁷⁾ 어린이의 비의도적 행위 조사는 일반적으로 어린이 1명을 촬영 전문가 1명이 지속적으로 촬영하는 방법인 1:1 실시간 비디오 촬영, 실내 환경 및 실외 환경에서 고정 비디오 촬영하는 방법, 설문지 등으로 수행되었다. 본 연구에서는 주택실내 및 어린이집 실내에 고정 비디오를 설치 후 촬영을 통해 조사를 하였다. 비디오 촬영은 기존 설문지 조사에서 설문응답자(부모)의 기억에 의존한 조사 결과로부터 발생할 수 있는 불확실성 오차를 최소화 할 수 있는 장점을 가지고 있지만 어린이가 비디오 촬영하는 사람을 인식하여 평소와 다른 행위를 할 수 있다는 것, 어린이가 화장실을 가거나 비디오 촬영 범위를 벗어날 수 있다는 점에서 제한점을 가지고 있다.¹⁴⁾ 또한 Freeman 등(2001)은 어린이의 하루 중 4시간 동안 비디오 촬영을 통해 실외 및 실내에서의 손빨기 및 물건빨기 횟수를 조사하였으며, Xue 등(2007)은 한 어린이 당 2,000시간 이상 관찰하여 손빨기 횟수를 조사하였다.^{18,19)} 그리고 Freeman 등(2001)의 연구에서 어린이들은 모두 실외 환경에서의 손빨기 및 물건빨기 횟수가 실내 환경에서보다 적은 수치를 나타내었으며, Black 등(2005)의 연구에서도 어린이들이 실내 환경에서의 손빨기 및 물건빨기 횟수가 실외 환경에서보다 높은 수치를 나타내었다.¹⁷⁾ 앞서 언급한 연구들과 비교 하였을 때, 본 연구에서는 하루 24시간 중 주택실내에서 30분 동안 촬영, 어린이집에서 1시간 동안이라는 짧은 촬영시간과 한정된 실내 환경(주택실내와 어린이집)에서 조사된 결과로 실외공간에서의 비의도적 행위 양상을 조사하지 못하였다. 따라서 시간 및 공간의 변화에 따른 어린이들의 비의도적 행위에 대한 어린이 행동 양상 변화 측면과 재현성을 분석할 수 없었으므로 추후 반복적인 조사를 통해 검정과 보완이 필요 할 것으로 판단된다.

주택실내와 어린이집에서의 비의도적 행위 평균 비교를 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과 손빨기 및 물건빨기 행위 모두에서 통계적으로 유의하게 공간에 따라 변화를 보이는 것으로 나타났다. 또한 군집별 행동 양상의 경우 주택실내에서의 전체 어린이 대상 손빨기와 물건빨기 횟수와 시간은 0~2세 연령에서 가장 높은 빈도를 보였으며, 연령이 높아질수

록 횡수가 줄어드는 것으로 나타났다. 그러나 전체 어린이의 행동 양상과 다르게 실제 손빨기 행위를 한 어린이(doer)의 횡수와 시간 결과에서는 0~2세 연령의 빈도보다 7~9세 연령이 더 높았으며 물건빨기는 0~2세 연령이 7~9세 연령보다 더 높게 나타났다. 어린이집에서의 전체 어린이 대상 손빨기 횡수와 시간은 1~2세 연령보다 3~6세 연령이 더 높은 빈도를 보였으며 물건빨기는 1~2세 연령이 3~6세 연령보다 더 높게 나타내었다. 그러나 실제 행위를 한 어린이(doer)의 손빨기와 물건빨기는 3~6세 연령이 1~2세 연령보다 더 높게 나타났다. 본 연구에서 조사된 바로는 실제 행위를 한 어린이(doer) 대상일 경우 주택살내와 어린이집에서 공통적으로 손빨기 행위에서 연령이 높은 군집이 더 횡수와 시간이 높게 나타났다.

일반적인 이론으로는 만 4세가 되면 손가락을 빠는 행동이나 물건을 물고 빠는 행동이 거의 없어져야 하지만 7~9세 연령, 3~6세 연령의 어린이들에게도 빈번하게 보이고 있었다. 현대의 유아들은 일찍부터 학업성취가 강조되어 놀이 시간이 축소되고, 성취에 대한 경쟁과 공부에 대한 가정 사회의 기대는 유아들이 스트레스를 경험하게 하고 있으며, 이와 같은 스트레스와 여러 가지 요인들이 복합에 의하여 생긴 스트레스 요인들은 유아의 부적응 상태를 유발하여 문제행동을 야기한다.²⁰⁾ 유아 및 어린이들의 부적응 상태는 얼굴 찡그리기, 손톱 물어뜯기, 손가락 빨기, 말더듬기, 물건 빨기, 장난감 파괴하기 등과 같은 물체를 가지고 하는 행동으로 나타난다.²¹⁾ 주택살내에서 전체 어린이 대상자의 비의도적 행위에 대한 횡수는 연령이 높아질수록 감소하는 경향을 보였지만 실제 행위를 한 어린이(doer) 대상자의 손빨기의 빈도가 연령이 높은 군집에서 더 높은 경향을 보인것은 심리적 불안감을 가진 어린이들에 의한 결과로 판단된다.

전체적으로 우리나라 어린이 손 빨기 및 물건 빨기 자료와 외국의 자료와 비교 했을 때 조사 값이 비교적 낮은 값을 나타내었으며 우리나라 7~9세 때 어린이의 평균횡수가 높아지는 경향과 달리 미국 EPA 연구결과에서는 연령대가 높을수록 낮아지는 경향을 보였다.¹²⁾ 타이완의 Tson 등(2015)에 따르면 손빨기와 물건빨기의 횡수가 각각 8.91, 11.39 contacts/h로 우리나라 보다는 높게 나타났지만 미국

EPA 연구결과보다는 낮은 경향을 나타내었다.²²⁾ 또한 비의도적인 행위에 대한 영향요인 분석 결과값에 따르면 주택살내 손빨기 횡수에 대한 '부모의 주의도' 여부가 유의하게 나타났다. 즉, 부모의 주의도 여부가 높을수록 손빨기 횡수가 낮게 나타났다. 이것은 우리나라, 아시아와 외국, 서양의 주거환경, 문화, 인종, 아이에 대한 부모와 교사의 교육 및 문화적 차이가 어린이의 비의도적 행위에 영향 미칠 가능성을 나타내었다.²³⁾ 이처럼 어린이들의 위해성 평가를 위한 손-입, 물건-입과 같이 노출계수를 사용할 때 어린이의 환경에 따라 비의도적 행위의 값 차이의 범위를 고려하여야 함을 나타내며 평소 평가대상 어린이의 행동 양상을 파악 후 노출계수 값을 결정하는 것이 위해도가 과소 혹은 과대평가 될 가능성을 축소할 수 있을 것이라 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 한국형 어린이 비의도적행위 노출계수를 개발하고 영향을 주는 요인을 평가하고자 하였다. 노출계수에 영향을 주는 요인을 평가하기 위하여 설문조사를 통해 조사하고 비디오 촬영으로부터 도출한 결과를 토대로 한국형 어린이 비의도적행위 노출계수 산출 및 영향요인 분석을 실시하였다. 그 결과 전체적으로 외국과 비교 했을 때 반대의 경향을 나타내었고 우리나라 어린이 비의도적행위 노출계수 값은 부모와 교사의 교육 및 문화적 차이의 영향의 가능성이 높게 나타났다. 우리나라 어린이의 대표적 비의도적 행위 노출계수 값을 제시함으로써 외국의 노출계수 값을 이용한 노출평가 보다 합리적이지만 추후에 진행될 어린이 비의도적 행위 노출계수 개발 연구에서는 어린이 부적응 상태를 유발하는 스트레스를 사전에 제어 한 후 그룹을 구분하여야 효과적인 노출평가를 위한 노출계수 개발을 할 수 있을 것으로 생각된다.

References

1. WHO. Principles for evaluating health risks in children associated with exposure to chemicals. Environmental Health Criteria 237, 2006.
2. US EPA. Exposure factors are factors related to

- human behavior and characteristics that help determine an individual's exposure to an agent. *Exposure Factors Handbook*. 2011.
3. Gephart LA, Tell JG, Triemer LR. Exposure factors manual. *Journal of Soil Contamination*. 1994; 3(1): 1-71.
 4. Goot ME, Lekkerkerk MC, Steenbekkers LPA. Mouthing behavior of young children: an observational study. The Netherlands: Agricultural University Wageningen Press. 1998
 5. Kim JK, Seo JK, Kim T, Park G. Survey of exposure factors for risk assessment of Hazardous Materials in Child-Specific Products. *The Korean Journal of Environmental Health*. 2014; 40(1): 17-26.
 6. Kim JH, Moon JH. Study on the classification schemes of children's libraries in Korea. *Journal of Korean Library and Information Science Society*. 2007; 38(2): 315-335.
 7. Jung SE. The characteristics of childhood injuries compared to adult injuries. *Journal of the Korean Medical Association*. 2008; 51(3): 214-218.
 8. Bearer CF. How are children different from adults. *Environ Health Perspect*. 1995; 103(Suppl 6): 7-12.
 9. Adolph KE, Eppler MA, Gibson EJ. Development of perception of affordances. *Advances in infancy research*. 1993; 8: 51-98.
 10. Rochat P, Senders SJ. Active touch in infancy action systems in development. 1991
 11. Bly L. Motor skills acquisition in the first year. 1994.
 12. US EPA. Child-Specific Exposure Factors Handbook. 2008
 13. National Institute of Environment Research. Korean exposure factors handbook for children, 2016.
 14. Davis S, Myers PA, Kohler E, Wiggins C. Soil Ingestion in Children with Pica: Final Report. U.S. EPA Cooperative Agreement CR 816334-01. Seattle, Washington: Fred Hutchinson Cancer Research Center. 1995.
 15. Tulve NS, Suggs JC, McCurdy T, Cohen Hubal EA, Moya J. Frequency of mouthing behavior in young children. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2002; 12(4): 259-264
 16. AuYeung W, Canales R., Beamer P, Ferguson AC, Leckie JO. Young children's mouthing behavior: An observational study via videotaping in a primarily outdoor residential setting. *Journal of Children's Health*. 2004; 2(34): 271-295.
 17. Black K, Shalat SL, Freeman NCG, Jimenez M, Donnelly KC, Calvin JA. Children's mouthing and food-handling behavior in an agricultural community on the US/Mexico border. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 2005; 15(3): 244-251.
 18. Freeman CG, Jimenez M, Reed KJ, Gurunathan S, Edwards RD, Roy A, Adgate JL, Pellizzari ED, Quackenboss J, Sexton K, Liroy PJ. Quantitative analysis of children's microactivity patterns: The Minnesota children's pesticide exposure study. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*. 2001; 11: 501-509.
 19. Xue J, Zartarian V, Moya J, Freeman N, Beamer P, Black K, Tulve N, Shalat S. A Meta-Analysis of Children's Hand-to-Mouth Frequency Data for Estimating Nondietary Ingestion Exposure. *Risk Analysis*: 2007; 27(2): 411-420
 20. O'Brien, S.J., Childhood Stress: A Creeping phenomenon. *Childhood Education*, Winter. 37, 105-196, 1998.
 21. Song KS, Kwak SJ, Kim YH. Effects of Kindergarten Management Hours, Parental Academic Involvement, & Young Children's Stress on Problem Behaviors. *Journal of Human Ecology*: 2008; 12(2): 35-53.
 22. Tsou MC, Ozkaynak H, Beamer P, Dang W, Hsi C, Jiang CB, Chien LC. Mouthing activity data for children age 3 to <6 years old and fraction of hand area mouthed for children age <6 years old in Taiwan. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2017.
 23. Tsou MC, Ozkaynak H, Beamer P, Dang W, Hsi HC, Jiang CB, Chien LC. Mouthing activity data for children age 30 to <6 years old and fraction of hand area mouthed for children age <6 years old in Taiwan. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. In Press.