



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

미취학아동의 노작활동에 의한  
프탈레이트 노출 평가

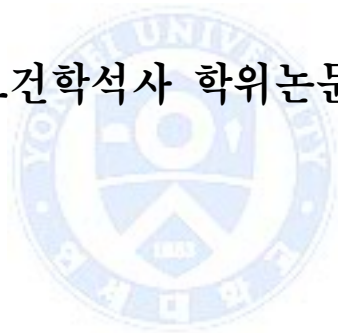


연세대학교 보건대학원  
산업환경보건학과 환경보건전공  
손혜림

# 미취학아동의 노작활동에 의한 프탈레이트 노출 평가

지도 신 동 천 교수

이 논문을 보건학석사 학위논문으로 제출함



2015년 12월 일

연세대학교 보건대학원  
산업환경보건학과 환경보건전공  
손 혜 림

손혜림의 보건학석사 학위논문을 인준함

심사위원 신 동 천 인

심사위원 임 영 욱 인

심사위원 양 지 연 인



연세대학교 보건대학원

2015년 12월 일

## 감사의 말씀

한 해의 마지막 날만큼 스스로에게 솔직할 수 있는 날은 없을 것입니다. 오늘이 바로 그런 날이기에 지난 2년 반 생활을 되돌아보니 주변에 감사드릴 분들이 너무 많은 것 같습니다.

먼저, 저에게 환경보건이라는 새로운 학문을 접하게 해주시고 세상을 더 넓은 시야로 볼 수 있게 해주신 신동천 교수님께 감사의 마음 전합니다. 학문적 기틀을 잡아주시고 아낌없는 조언과 격려를 해주신 임영욱 교수님, 아닌 척하시지만 누구보다 저희를 아끼시고 걱정해주심을 알고 있습니다. 감사합니다. 몸소 실천함으로써 학자의 자세를 보여주시는 양지연 교수님, 매번 느끼고 배우게 해주셔서 감사합니다.

항상 먼저 배려해주시고 학업뿐 아니라 모든 일에 열정적으로 임하시는 모습으로 모범이 되시는 김호현 교수님, 힘들 때 말없이 다독여주시고 격려와 응원을 아끼지 않으신 이용진 박사님, 배문주 박사님께도 감사드립니다. 항상 먼저 챙겨주시고 세심한 배려와 조언을 아끼지 않았던 이청수 박사님께도 감사의 마음 전합니다.

조금이면 아빠가 될 승한 선배, 2년 반 실컷 웃다 갑니다. 덕분에 덜 힘들고 더 즐겁게 생활할 수 있었습니다. 부족한 후배 챙길 때는 선생님 같이, 위로가 필요할 땐 친구 같이 항상 옆에 있어준 건우 선배, 멀리서 묵묵히 응원 해주시고 격려해주신 수환 선배에게도 감사의 마음 전합니다. 고마운 것도 많고 미안한 것도 많고 추억은 더 많은 윤경 선배, 쉴 수 없는 조언과 도움으로 부족한 후배를 잘 이끌어준 한슬 선배, 상규선배에게도 감사합니다. 부족한 선배 때문에 고생이 많았을 텐데 묵묵히 잘 따라와 준, 고맙고 미안한 경은, 시은, 영은, 효정 언니, 기해, 보미, 세형, 현정, 지현 언니에게도 감사 인사를 하고 싶습니다. 짧은 글로 다 표현하지 못할 만큼 감사하고 서로 의지하며 부족함을 채워준 내 동기 예림이 언니, 경미 선생님께도 감사인사 전합니다.

자신의 일처럼 진심으로 도와주며 큰 위로가 되어주신 황지혜 탐장님, 항상

유쾌한 매력 갑 아름들이 선생님, 매사 방향을 제시해주시고 배울 점이 너무 많은 강지연 팀장님, 덜렁되는 저 때문에 고생이 많으셨을 텐데 항상 웃는 얼굴로 맞아주시는 소영 선생님, 추울 때나 더울 때나 묵묵히 담을 넘고 항상 말 벗고 나서주는 옥씨에게도 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

아침에 집을 나설 때마다 갈 곳이 있고, 할 일이 있다는 것에 감사함을 느끼게 하는 '환경공해연구소', 그 곳에 속해 있는 교수님들을 비롯한 연구소 식구들께 깊은 감사를 드립니다. 여러분들의 노고에 힘입어 분명 발전하는 연구소가 될 것임을 믿어 의심치 않습니다.

매번 바쁘다는 핑계로 소홀히 했지만, 때마다 나의 안부를 챙겨주고, 걱정해주는 나의 소중한 친구들 나라, 신아, 유미 너희가 있어 든든해. 항상 고맙고 사랑해. 힘들 때나 기쁠 때나 항상 손 내밀어주고 아낌없이 주는 호진이, 스트레스를 다 날려준 지호에게도 고마움을 전합니다.

마지막으로 저를 사랑과 헌신으로 보살펴주신 부모님, 언니, 동생 창훈이, 편안하게 학업에 열중할 수 있도록 항상 뒤에서 부족한 점을 채워주는 사랑하는 나의 가족들에게 고마움을 전합니다. 평생을 다해도 갚을 수 없겠지만 항상 가슴 깊이 새기겠습니다. 그리고 한결같은 마음으로 언제나 힘이 되어준 내 짝에게 감사의 마음을 전합니다.

2015년 12월  
손혜림 사립

# 차 례

표 차례 .....	iii
그림 차례 .....	v
국문 요약 .....	vi
I. 서론 .....	1
II. 연구방법 .....	4
1. 연구내용 .....	4
2. 연구방법 .....	5
2.1. 연구대상 선정 .....	5
2.2. 시료 채취 .....	6
2.3. 시료 분석 .....	8
2.4. 개인 노출 특성 조사 .....	13
III. 연구결과 .....	17
1. 제품 표면 중 프탈레이트 분석 결과 .....	17
2. 손 표면 중 프탈레이트 분석 결과 .....	20
3. 프탈레이트 노출 특성 분석 .....	23
3.1 설문 조사 분석 결과 .....	23
3.2 관찰 조사 분석 결과 .....	26
IV. 고찰 .....	34
V. 결론 .....	38

참 고 문 헌 .....	40
부 록 .....	46
영문 요약 .....	53





## 표 차 례

표 1. 대상 시설별 연구 참여자 규모 .....	5
표 2. 주요 프탈레이트별 GC/MSD의 Sim mode 조건의 선택적 이온정보 .....	9
표 3. 프탈레이트류 정량 분석을 위한 GC/MSD의 조건 .....	9
표 4. 제품 표면 시료의 프탈레이트별 회수율 및 검출 한계 .....	11
표 5. 프탈레이트 노출 경로 및 노출 시나리오 .....	13
표 6. 프탈레이트 노출 관련 설문지 구성 .....	14
표 7. 연구 참여자의 관찰 조사 수행 규모 .....	16
표 8. 제품군별 표면 시료 조사 규모 .....	17
표 9. 대상 제품 표면 프탈레이트류 농도 .....	18
표 10. 대상 제품군별 표면 프탈레이트류 농도 .....	19
표 11. 연구 참여자 손 표면 프탈레이트류 농도 .....	21
표 12. 연구 참여자 개인별 손 표면 프탈레이트 농도 .....	22
표 13. 설문조사 대상 참여자의 일반적 신체 특성 .....	23
표 14. 관찰 조사를 통한 연구 참여자의 노출 형태별 빈도 및 시간 .....	27
표 15. 관찰 조사를 통한 연구 참여자 개인의 노출 형태별 노출시간 .....	28
표 16. 손 표면 프탈레이트 농도와 노출 형태별 노출시간과의 상관 계수 .....	29

표 17. 손 표면 프탈레이트류 농도에 제품군별 잡기(빈도)가 미치는 영향 ...32

표 18. 손 표면 프탈레이트류 농도에 제품군별 잡기(시간)가 미치는 영향 ...33



## 그림 차례

그림 1. 연구의 틀 .....	4
그림 2. 대상시설 대표 제품군의 표면 시료 채취 장면 .....	7
그림 3. 연구 참여자의 손 표면 시료 채취 장면 .....	7
그림 4. 표면 시료 중 프탈레이트별 분석 크로마토그램 .....	10
그림 5. 프탈레이트 분석을 위한 GC-MSD 장치 .....	10
그림 6. 제품 및 손 표면 시료 전처리 및 기기분석 절차 .....	12
그림 7. 관찰 조사 시 연구 참여자들의 특이 행동 사례 .....	16
그림 8. 설문조사에 의한 연구 참여자의 식습관 관련 특성 비교 .....	24
그림 9. 설문조사에 의한 연구 참여자의 생활습관 관련 특성 비교 .....	25
그림 10. 설문조사에 의한 연구 참여자의 거주공간 바닥재 및 벽지 종류 .....	25
그림 11. 손 표면 프탈레이트 농도와 노출 형태별 노출시간과의 상관성 평가 .....	30

## 국 문 요 약

### 미취학아동의 노작활동에 의한 프탈레이트 노출 평가

프탈레이트류는 산업계에서 널리 그리고 가장 많은 양으로 사용되는 화학물질 중 하나이다. 프탈레이트류는 가소제로써 화장품, 생활용품, 바닥재, 페인트, 장난감 등에 첨가되어 있다(ATSDR, 2002). 프탈레이트류의 유해영향은 잠재적인 내분비장애물질로써 발암성이 규명되었고(NTP, 1989), 폐기능과의 관련성(Hoppin, Ulmer and London, 2004) 및 어린이에서의 호흡기 영향 및 기관지 협착에 대한 의견을 제기하고 있는 물질이다(Jaakkola, Verkasalo and Jaakkola, 2000). 어린이는 타 인구집단에 비해 민감한 집단으로, 동일한 유해화학물질의 오염수준에 노출되더라도 성인보다 더 큰 피해를 받을 수 있습니다. 또한 프탈레이트에 노출될 수 있는 경로가 어른들보다 많으며, 실제 소변을 통해 DEHP 대사산물의 내적 노출량 평가에서 2차 대사산물의 농도가 어른들보다 어린이의 소변에서 상당히 높은 것이 발견되었다(Koch, Drexler and Angerer, 2004). 또한 미국 환경보호청의 권고용량(RfD)과 유럽 식품안전국의 1일 섭취허용량(TDI)을 초과한 사례도 있었다(Wittassek et al., 2007a).

지금처럼 플라스틱 제품의 사용이 필수적이고 도처에 프탈레이트가 노출될 수 있는 상황에서 노출원이나 경로를 더 많이 가지는 어린이의 프탈레이트 노출실태에 관한 면밀한 조사가 필요하다. 현재 어린이용품 내 프탈레이트 함량에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있으나, 실제 노작활동 시 얼마나 노출되는지에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 어린이활동공간의 5~7세 미취학아동 30명을 대상으로 하였으며, 노작활동에 이용되는

(어린이용품 등)제품 표면 및 활동 후 손 표면 프탈레이트류 농도를 살펴보았다. 또한 관찰조사를 통해 노출요인을 분석하고 이를 바탕으로 제품 표면과 손 표면 프탈레이트류 농도와의 상관관계를 확인하였다.

환경 중 노출 정도를 파악하기 위해 대상자들이 빈번히 접촉하는 제품군을 선정하여 표면 프탈레이트류를 살펴본 결과, DEHP가 가장 높게 검출되었고 DEHP, DnBP는 100% 검출율을 보인 반면, BBzP와 DEP는 모두 불검출되었다. DEHP의 경우, 제품군별로 평균값 살펴보았을 때 책상과 염색섬유( $0.26 \text{ ug/cm}^2$ )에서 가장 높게 나타났으며, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 PVC소재의 놀이매트, 바니쉬로 마감된 책상과 학습교구로 조사되었다. DnBP는 염색섬유( $0.14 \text{ ug/cm}^2$ )에서 가장 높게 나타났고, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 인조가죽 소재의 쇼파, 플라스틱 교구 및 코팅된 종이로 조사되었다.

30분간의 자유 놀이 활동 후 손 표면 시료를 채취하여 분석한 결과, 4종 프탈레이트 총 농도 평균값은  $32.58 \text{ ug/hand}$ 으로  $10.82 \sim 73.54 \text{ ug/hand}$  범위로 측정되어, 조사 대상자에 따라 넓은 농도 편차를 보였다. 총 농도의 95<sup>th</sup>% 값은  $56.72 \text{ ug/hand}$ 이었다. 이 중 DEHP의 농도는 평균값은  $18.45 \text{ ug/hand}$ 로  $7.97 \sim 29.81 \text{ ug/hand}$  범위이고, 95<sup>th</sup>% 값은  $26.82 \text{ ug/hand}$ 이었다. DEHP 다음으로 검출율이 큰 DnBP의 평균 농도는  $14.10 (2.39 \sim 46.56) \text{ ug/hand}$ 였으며, DEP는 매우 낮은 농도로 검출되었다. 손 표면 프탈레이트 농도는 대체로 제품 표면과 유사한 경향성을 보였다.

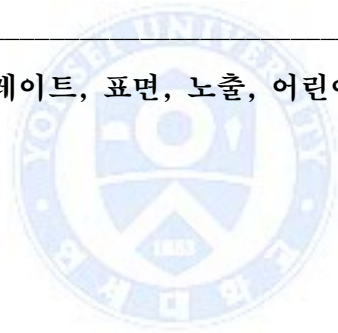
손 표면 프탈레이트류 농도와 노출 형태(손 빨기, 제품 빨기, 제품 잡기)간의 상관성을 보기 위해 상관분석을 실시한 결과, 손 표면 프탈레이트 농도와 손 빨기 시간과의 약한 음의 상관성이 있는 것으로 보이나 이는 거의 무시될 수준의 선형 관계이며, 제품 빨기 시간과도 약한 음의 상관성이 있는 것으로 보였다. 반면 손 표면의 프탈레이트 농도와 제품 잡기 시간에서는 약한 양의 상관성을 보이는 것으로 확인되었다. 이에 손 표면 프탈레이트류 농도에 제품 잡기가 미치는 영향을 평가하기 위해 다중회귀분석을 실시한 바, 손 표면 프

탈라이트류 농도에서 책(코팅종이)을 잡는 빈도 및 노출시간의 회귀계수는 양의 값으로 나타났으며 통계적으로 유의했다. 반면 손 표면 DEHP 농도의 경우, 빈도와 노출시간 모두에서 교구2(플라스틱)의 회귀계수(B)는 통계적으로 유의하지 않으나 음의 값으로 나타났다. 이는 「품질경영 및 공산품안전 관리법」상 모든 어린이용품에 DEHP 사용을 금지하고 있음이 반영된 결과로 사료된다.

보다 대표성 있는 결과를 얻기 위해서는 추후 대규모 연구가 필요하며, 제품 표면의 경우, 교구의 종류가 나날이 다양해지므로 제품의 기능 뿐 아니라 성상까지 고려하여 평가되어야 한다. 또한 손 표면은 개인별 활동력 차이를 고려하여 단회가 아닌 연령별로 반복 측정이 수행되어야 한다.

---

핵심어: 미취학아동, 프탈레이트, 표면, 노출, 어린이활동공간



## I. 서론

프탈레이트는 폴리염화비닐 (polyvinyl chloride, PVC) 등에 플라스틱의 유연성을 주기 위한 가소제로 비닐 바닥과 벽지, 가구, 비옷, 샤워 커튼, 화장품 등의 제조과정에서 광범위하게 사용되어 일상 생활을 통해 경구, 경피 및 흡입의 경로로 비교적 쉽게 노출될 수 있다. 이러한 프탈레이트류에 속한 물질로는 di-(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), Dibutyl phthalate (DnBP), Butylbenzyl phthalate (BBzP), di-isononyl phthalate (DINP), di-isodecyl phthalate (DIDP) 등이 있는데, 이 중에서 DEHP는 대표적인 프탈레이트로써 생산되는 전체 가소제의 1/2가량 차지하는 것으로 알려져 있다(식품의약품안전처, 2010).

프탈레이트는 플라스틱 물질과 공유결합을 하지 않아 결합력이 약해 쉽게 떨어져 나오므로(Becker et al., 2004) 생산이나 이동과정, 사용할 때 쉽게 인간에게 노출이 가능하다. 음식이나 물, 고기 및 프탈레이트를 함유한 상품들을 통해서도 인간에게 노출될 수 있다(Silva et al., 2007). PVC 산업에 종사하는 노동자에도 고농도로 노출된 사례도 있다(Koch, Gonzalez-Reche, Angerer, 2003).

프탈레이트의 급성독성은 낮은 편이지만 동물실험에서 발암성으로 밝혀졌으며(Becker et al., 2004), 내분비교란물질로 몸속에 들어가 호르몬의 작용을 방해하거나 혼란시켜 태아 사망, 기형, 고환과 간 상해, 과산화물질의 증대를 일으킬 수 있다(Latini, 2005). 실험동물에서의 생식 이상은 태어날 때의 체중 감소와 생존률 감소, 생식기 기형, 정류고환, 저류유두, 수컷의 성기 길이의 감소 등이 포함된다(Wittassek et al., 2007b).

특히 최근에는 유해물질 노출에 민감한 어린이에 대한 사회적 관심이 높아지고 있다. 이는 어린이가 성인에 비하여 환경 변화에 민감하기 때문에 외부 환경유해인자로부터 특별한 보호가 필요하기 때문이다. 특히, 어린이의 신경계, 폐, 혈액, 체세포, 상피 등 장기 또는 조직은 매우 빠른 신진대사를 하는

반면 유해물질 노출에 대해 성인보다 취약하며 유아 및 어린이는 작은 체구와 더불어 어른에 비해 상대적으로 높은 대사속도를 가지고 있어 유해물질에 민감하다. 또한 면역기능과 효소대사 기능이 미발달 하여 외부 유해요인에 대한 육체적 대항 능력이 부족하다. 이에 어린이는 타 인구집단에 비해 민감한 집단으로, 동일한 유해화학물질의 오염수준에 노출되더라도 성인보다 더 큰 피해를 받을 수 있습니다. 또한 최근 아토피 피부염이나 천식 등 환경성질환의 증가로 어린이 생활환경에 존재하는 환경유해인자에 대한 관심이 급증하고 있다.

어린이들의 경우에는 프탈레이트에 노출될 수 있는 경로가 어른들보다 많으며, 실제 소변을 통해 DEHP 대사산물의 내적 노출량 평가에서 2차 대사산물의 농도가 어른들보다 어린이의 소변에서 상당히 높은 것이 발견되었다 (Koch, Drexler and Angerer, 2004). 또한 미국 환경보호청의 권고용량 (RfD)과 유럽 식품안전국의 1일 섭취허용량(TDI)을 초과한 사례도 있었다 (Wittassek et al., 2007).

지금과 같이 플라스틱 제품의 사용이 필수적이고 도처에서 프탈레이트에 노출될 수 있는 상황에서 노출원이나 경로를 더 많이 가지는 어린이의 프탈레이트 노출실태에 관한 면밀한 조사가 필요하다. 현재 어린이용품 내 프탈레이트 함량에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있으나, 실제 노작활동 시 얼마나 노출되는지에 대한 연구는 많지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 어린이활동공간의 어린이를 대상으로 하였으며, 노작활동에 이용되는 어린이용품 표면 및 활동 후 손 표면 농도를 분석하고 노출 수준을 평가하고자 하였다.

본 연구의 세부 목적은 다음과 같다.

첫째, 관찰조사를 통해 대상시설 내 어린이들이 많이 가지고 노는 대표 제품을 파악한 후, 해당 제품 표면에서 묻어나는 프탈레이트류의 분포 및



농도 수준을 파악한다.

둘째, 해당 제품을 가지고 자유 놀이 활동 후 손 표면에서 묻어나는 프탈레이트류의 분포 및 농도 수준을 파악한다.

셋째, 관찰조사 결과를 바탕으로 제품 표면과 손 표면 프탈레이트류 농도간의 상관관계를 확인한다.



## II. 연구방법

### 1. 연구내용

본 연구에서는 어린이활동공간 중 하나인 유치원에 등원하는 5~7세 어린이를 대상으로 실내 공간 내에서 노출가능한 대표적인 어린이 민감물질 중 프탈레이트류의 노출 수준을 살펴보고자 한다.

환경 중 노출 정도를 파악하기 위해 어린이들이 빈번히 접촉하는 제품 표면과 자유 놀이 활동 전·후의 손 표면 프탈레이트 농도를 살펴보았다. 동시에 설문조사(식습관 및 생활습관 등) 및 관찰조사(특이적 노출 행태)을 통해 개인 노출 특성을 확인하였다. 관찰조사를 통해 노출빈도와 시간을 확인하고, 이를 바탕으로 제품 표면 프탈레이트류 농도와 손 표면 프탈레이트류 농도와 상관성을 분석한다.

본 연구의 틀은 다음과 같다.

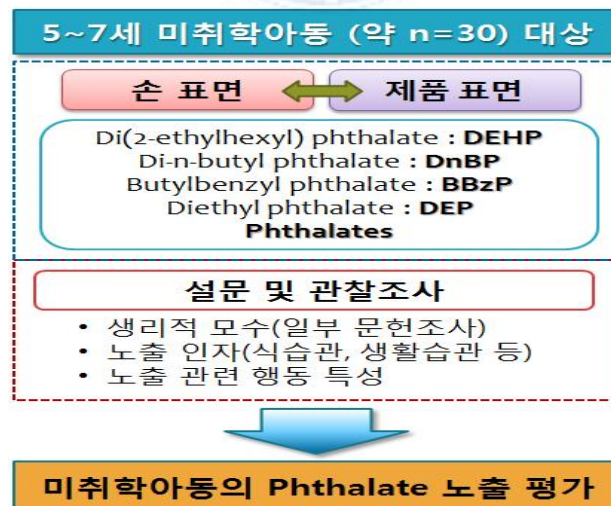


그림 1. 연구의 틀.

## 2. 연구방법

### 2.1. 연구 대상 선정

#### 2.1.1. 연구 대상 시설

본 연구에서도 어린이와 프탈레이트류 노출에 대한 평가를 위해 시설 특성상 실내 장식물 및 놀이 교구류가 많고, 노출에 대한 동일 특성을 가진 유치원을 연구 대상 시설로 선정하였다. 서울시에 위치한 유치원을 대상으로 원장 및 담임교사에게 연구 취지를 설명하고 동의를 얻은 2개소를 선정하였다. 대상시설 내 어린이들이 많이 가지고 노는 대표 제품군을 파악한 후, 해당 제품 표면을 조사하였다.

#### 2.1.2. 연구 대상자

유치원 2개소에 등원하는 5세부터 7세의 어린이들 중 부모님의 동의를 받은 30명의 어린이를 대상으로 하였다. 손 표면 시료 채취 뿐 아니라 대상자의 주요 놀이 및 학습형태를 관찰조사하고, 일반적인 특성 및 프탈레이트에 노출될 수 있는 생활환경과 식품 등에 관한 정보를 얻고자 설문조사도 병행하여 실시하였다.

표 1. 대상 시설별 연구 참여자 규모 (단위 : 명)

	A 유치원 (1 교실)	B 유치원 (2 교실)	전체 (3 교실)
남아	4	9	13
여아	11	6	17
전체	15	15	30

## 2.2. 시료 채취

### 2.2.1. 제품 표면 시료 채취

제품 표면으로부터의 노출을 감안하기 위해 관찰조사를 통해 대상시설 내 어린이들이 많이 가지고 노는 대표 제품군을 파악한 후, 시설별 대표 제품을 7~20개를 지정하여 샘플링 하였다. 대상제품군은 바닥, 책상, 의자, 매트, 쇼파, 학습 교구 등이다.

표면시료 채취 방법은 미국 환경청 (US EPA)에서 실시한 Children's Environmental Exposure Research Study (CHEERS), Children's Total Exposure to Persistent Pesticides and Other Persistent Organic Pollutants (CTEPP)과 한국환경공단(2010)에서 이용된 방법을 참고하여 실시하였다.

Cotton Gauze pad((주)대한위재상사 대한멸균거즈에이 DHG-445G 9.5 cm × 9.5 cm)에 Isopropyl alcohol 2 mL(50% water solution)를 적셔 50 mL의 유리용기에 담아 준비하였다. 손으로부터의 오염을 막기 위해 증류수로 여러 차례 깨끗이 세척한 상태에서 제품 표면의 20 cm 거리를 왕복 4~5회 문질러 채취하되(천의 방향을 바꾸어 문지름), 시료 당 아이들의 손이 빈번히 접촉할 것으로 예상되는 제품으로부터 채취하였다. 채취한 시료는 담아온 50 mL의 유리용기에 넣어 실험실로 운반 및 냉동 보관하였다. 마른(dry) 천과 젖은(wet) 천으로 구분하여 채취하는 방법이 있는데, 마른 천보다는 젖은 천(Isopropyl alcohol 2 mL(50% water solution))을 사용할 경우 현실적인 접촉을 더 잘 설명해 주기 때문에 본 연구에서는 젖은 천을 사용하는 방법으로 시료 채취하였다.



그림 2. 대상시설 대표 제품군의 표면 시료 채취 장면.

### 2.2.2. 손 표면 시료 채취 (Hand-Washing and Wipe)

손 표면에서의 프탈레이트류 노출을 평가하기 위해 손을 씻기는 방법과 손을 닦이는 방법이 있는데 본 연구에서는 손을 닦이는 방법으로 자유 활동 전후의 손 표면을 샘플링 하였다.

손 표면 시료 채취 방법은 다음과 같다. 아이들의 손을 100 mL의 증류수로 깨끗이 씻어준 후 깨끗한 멸균 거즈로 물기를 닦아주었다. 손의 물기가 완전히 마른 상태에서 약 30분의 자유 놀이 활동을 한 후, Isopropyl alcohol 2 mL(50% water solution)를 적신 Cotton Gauze pad((주)대한위재상사의 대한멸균거즈에이 DHG-445G 9.5 cm × 9.5 cm)로 손 표면을 4~5회 닦아낸다. 닦아낸 Cotton Gauze pad는 50 mL의 유리용기에 넣어 완전히 밀봉한 후 분석 전까지 냉동 보관한다(한국환경공단, 2010).



그림 3. 연구 참여자의 손 표면 시료 채취 장면.

## 2.3. 시료 분석

### 2.3.1. 시료 전처리

채취한 시료는 50 mL의 유리용기에 넣어 추출 전까지 냉동 보관하였다. 다음으로 속실펻(S Soxhlet) 장치를 이용하여 DCM (methylene chloride) 과 Aceton의 용매를 각각 1:1로 혼합하여 6시간 추출하였다. evaporator 장치를 이용해(Rotation 4-5, heating 약 57℃) 농축한 후 1.5 mL 갈색 바이알에 넣는다. 바이알에 든 시료를 데시케이터(Desiccator) 진공상태에서 24시간 보관 후 마지막으로 메탄올 1 mL을 채운 후 packing하여 냉동 보관한다. 전처리 작업 중 모든 플라스틱 및 고무제품은 사용하지 않았다(한국 환경공단, 2010).

### 2.3.2. 분석 방법

분석용 시료의 준비과정에서는 모든 실험 용기를 유리제품을 사용하여 실시 하며, GC-MSD (gas chromatograph/mass selective detector)를 이용하여 분석한다.

표준용액 조제를 위해 glass tube를 먼저 washing 한 후 glass tube에 DEHP, DEP, DnBP, BBzP를 각각 메탄올에 1mg/mL 로 녹여 표준액을 만들어 4℃에 저장한다. 표준물질을 10, 20, 50, 100, 200, 400, 800, 1000 ug/mL로 희석하여 4℃에 저장한다. 기기분석을 위한 컬럼(Column) 은 25-m capillary column(HP 1C; Agilent, Folsom, CA, USA; inner diameter, 0.2mm; stationary phase, polydimethyl siloxane) 을 사용한다. Injector 온도는 280℃를 유지하였으며, 컬럼 온도는 100℃에 서 3분간 유지한 후 300℃까지 분당 8℃씩 상승시켜 20분간 분석한다.

표 2. 주요 프탈레이트별 GC/MSD의 Sim mode 조건의 선택적 이온정보

구 분	RT <sup>1)</sup> (min)	선택적 이온값 (m/z)
DEHP	10.34	149, 57.1, 167, 71.1, 70
DnBP	7.08	149, 150, 76, 104, 56.1
BBzP	9.33	149, 91, 206, 103.9, 65
DEP	4.87	149, 177.05, 76, 150, 65

1) RT : Retention time

표 3. 프탈레이트류 정량 분석을 위한 GC/MSD의 조건

구 분	조 건
주입 온도	300℃
부피	1.0 $\mu$ l
모드	splitless
주입 유량(압력)	1.5 mL/min, 정량모드
Oven : initial	80℃ for 0.5° min
1st step	80℃ - 160℃ at 30° /min
2nd step	160℃ - 320℃ at 15° /min
final	320℃ hold on 2min
칼럼	DB-5ms i.d. 0.18mm, 20m, 0.18 $\mu$ m
총 실행 시간	15.83 min
이온화 에너지	70 ev



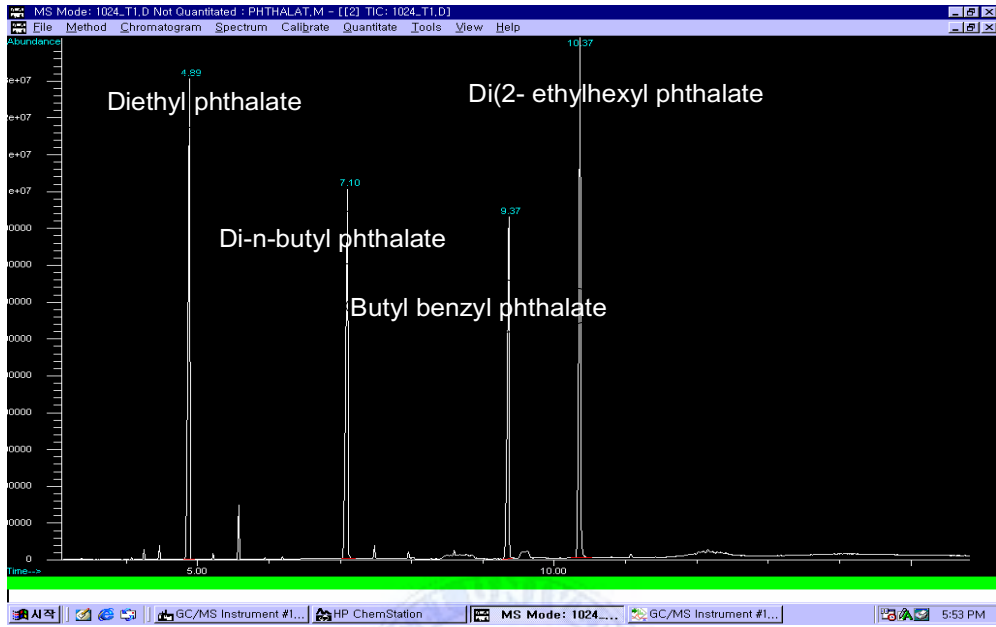


그림 4. 표면 시료 중 프탈레이트별 분석 크로마토그램.



그림 5. 프탈레이트 분석을 위한 GC-MSD 장치.



### 2.3.3. 정확도 검증(QA/AC)

분석방법의 정확성을 평가하기 위하여 회수율 실험을 실시하였다. 연구 대상 프탈레이트류 물질 DEHP, DnBP, BBzP, DEP 각각을 임의의 농도로 조제하여 사용하였다. 시료분석은 내부표준법(Internal standard method)을 사용하여 Dibutyl phthalate-d4를 10 ug을 주입하여 내부표준법으로 정량하여 검량선 작성결과 R<sup>2</sup> 값이 0.97이상으로 높게 나타나 선형성과의 상관성은 양호한 결과를 나타내었다.

표 4. 제품 표면 시료의 프탈레이트별 회수율 및 검출 한계

구 분	RT <sup>1)</sup> (min)	선택적 이온값 (m/z)	LOD <sup>2)</sup> (ug/cm <sup>2</sup> )	회수율 (%)
DEHP	10.34	149, 57.1, 167, 71.1, 70	0.00019	96.20
DnBP	7.08	149, 150, 76, 104, 56.1	0.00002	94.06
BBzP	9.33	149, 91, 206, 103.9, 65	0.00006	95.24
DEP	4.87	149, 177.05, 76, 150, 65	0.00001	96.12

1) RT : Retention time

2) LOD : Limit of detection



① Soxhlet 장치 이용한 추출



② Evaporator 장치를 이용한 농축



③ Desiccator 건조(진공상태)



④ GC-MSD 기기분석

그림 6. 제품 및 손 표면 시료 전처리 및 기기분석 절차.

## 2.4. 개인 노출 특성 조사

프탈레이트는 제품 표면이나 바닥(먼지) 등과의 피부 접촉을 통해 노출될 수 있으며, 이외에도 흡입, hand-to-mouth를 통한 경구 섭취가 우려된다.

표 5. 프탈레이트 노출 경로 및 노출 시나리오

노출매체	노출 시나리오 작성	주요 노출경로
제품 표면	실내 주요 제품와의 신체 접촉	피부 접촉 (dermal uptake)
	기구 표면에 코팅된 물질을 만져서 오염된 손을 입으로 가져가는 행위 (hand to mouth)	섭취 (oral intake)
바닥 (먼지)	대상시설 이용 시 먼지를 섭취 하는 경우	섭취 (oral intake) 피부 접촉 (dermal uptake)
	바닥 먼지에서 유해물질로 오염된 손을 입으로 가져가는 행위(hand to mouth)	섭취 (oral uptake)
바닥 (고무 바닥재)	대상시설 바닥 매트에 코팅된 물질을 만져서 오염된 손을 입으로 가져가는 행위 (hand to mouth)	섭취 (oral uptake)
	바닥 매트와의 신체 접촉	피부 접촉 (dermal uptake)

노출인자는 노출량을 산정하기 위해서 반드시 필요한 계수로서 유해물질의 전이율 이외에 어린이의 체중, 호흡율과 같은 생리적 모수, 어린이의 활동시간, 활동장소, 수면시간과 같은 시간-활동 계수, 어린이의 제품 접촉 빈도, 접촉 면적과 같은 제품관련 인자로 나눌 수 있다.

제품에 대한 노출 평가뿐만 아니라 어린이에 대한 일반 환경에서의 노출 평가 자체도 이루어진 사례가 거의 없는 실정에서, 노출 평가를 위해 필요한 모든 노출인자를 단기간에 정확하게 조사하는 것은 현실적으로 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 노출 특성 조사 방법으로 크게 설문조사 및 관찰조사로 구

분하여 실시하였다. 또한 국외의 연구 사례나 지침에서 제공하는 노출 계수 자료를 참고하였다(US EPA, 2011; 2008).

### 2.4.1. 설문조사

설문 조사로 확보할 수 있는 노출 특성은 식품의약품안전처(2006)을 참고하여 일반 사항(성별, 신장, 체중 등)과 프탈레이트 노출 관련 사항이었다. 프탈레이트 노출 관련 문항은 식품에 관한 7문항(음식물 조리 또는 보관 시 랩의 사용, 플라스틱 물병 사용 등)과 생활환경에 관한 7문항(매니큐어 사용, 살충제 사용, 바닥재 및 벽지 재질 등)으로 구성되었다.

표 6. 프탈레이트 노출 관련 설문지 구성

구분	내용
일반 사항	- 생년월일, 성별, 신장, 체중 등
식습관 사항	- 식품군별 섭취 빈도 - (냉장 보관 시) 랩 이용 빈도 - (음식물 데울 시) 랩 이용 빈도 - (랩 포장) 배달음식 이용 빈도 - 플라스틱 용기 즉석 식품 이용 빈도 - 플라스틱 물병 사용 여부 - 사용하는 식기 재질
생활습관 사항	- 매니큐어 사용 여부 - 살충제(스프레이, 모기향 등) 사용 여부 - 도장물질(ニス 등) 사용 여부 - 거주공간의 바닥재 종류 - 거주공간의 벽지 종류 - 최근 한 달 이내 병원 내원 여부 - 일주일 이상 약 복용 여부

## 2.4.2. 관찰조사(비디오 관독)

관찰 조사는 주로 행동 특성과 관련하여, 시간-활동 양상 일지 (Time-activity diary)나 매트릭스(matrix)를 이용하여 어린이의 행동 변화를 스스로 또는 부모를 통해 기입하거나, 조사자에 의해 조사 매트릭스를 통해 상황이나 행동 특성을 조사하는 경우에 사용된다.

본 연구에서는 대상 어린이들이 유치원에 있는 동안 손, 물건 등을 빨거나 만지는 등의 오염물질 노출 관련 행동 특성을 평가하기 위한 비디오 촬영 조사를 수행하였다. 비디오 촬영은 2개 시설(3개 공간)의 29명 어린이를 대상으로 자유 활동 시간 중 약 30분 동안 촬영을 하였으며, 이에 대한 관독 분석을 실시하였다.

어린이 노출형태조사를 통한 인자 값 결정 및 특이적 노출형태를 살펴보기 위해 해당시설의 협조를 통해 자유놀이시간 30분을 관찰과 동시에 비디오촬영을 진행하였다. 어린이별로 차이는 있지만 자유놀이시간에 어린이들의 활동력이 가장 왕성하고 다양한 놀이형태를 보인다는 교사의 조언을 바탕으로 오전 자유놀이시간을 주 관찰 및 비디오 촬영시간으로 진행하였다.

비디오 관독 중 주요 관찰내용은 주요 놀이 및 학습형태 관찰을 통한 특이적 노출 형태가 있는지를 판단하였고, 손과 책, 장난감 등 학습교구를 입에 대거나 잡는 빈도 및 시간을 측정하였다.

표 7. 연구 참여자의 관찰 조사 수행 규모

대상 시설	관찰 대상 어린이 (손 표면 조사 대상자)	조사방법
A 유치원	14 (15) 명	비디오 관찰조사 (자유놀이시간 30분 내외)
B 유치원	B-1 9 (9) 명	
	B-2 6 (6) 명	
전체	29 (30) 명	



그림 7. 관찰 조사 시 연구 참여자들의 특이 행동 사례.



### Ⅲ. 연구결과

#### 1. 제품 표면 중 프탈레이트 분석 결과

제품 표면으로부터의 노출을 감안하기 위해 대상시설 내에서의 대표 제품군을 파악하였다. 제품 표면 시료는 전수조사가 불가능하므로, 관찰조사를 통해 대상자들이 많이 이용하는 제품군을 파악한 후 시설별 대표 제품을 2~11개 지정하여 시료 채취하였다. 어린이들의 활용도가 높은 대표 제품 즉, 대상 제품군에는 책상 및 의자, 바닥, 학습교구 및 장난감 등이 있다.

표 8. 제품군별 표면 시료 조사 규모

구분	책상	의자	바닥 등	책 (코딩)	교구1 (나무)	교구2 (플라스틱)	교구2 (고무)	교구3 (도료)	인조 가죽	염색 섬유	기타
A 유치원	1	1	1	-	-	1	1	-	-	1	1
B 유치원	B-1	1	1	2	2	4	1	2	1	2	2
	B-2	1	1	1	3	1	6	-	3	1	-
모든 유치원	3	3	4	5	3	11	2	5	2	4	3

제품 표면시료 중 프탈레이트류의 평균값은 모든 제품에서 DEHP가 가장 높게 검출되었고 DEHP, DnBP는 100% 검출율을 보인 반면 BBzP와 DEP는 모두 불검출되었다.

DEHP의 경우, 제품군별 평균값으로 살펴보았을 때 책상과 염색섬유(0.26 ug/cm<sup>2</sup>)에서 가장 높게 나타났으며, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 PVC소재의 놀이매트, 바니쉬로 마감된 책상과 학습교구로 조사되었다.

DnBP는 염색섬유(0.14 ug/cm<sup>2</sup>)에서 가장 높게 나타났고, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 인조가죽 소재의 쇼파, 플라스틱 교구 및 코팅된 종이로 조사되었다.

대상 제품군이 유사한 선행 연구 결과와 비교했을 때(환경부, 2008a), DEHP의 경우 약 15% 수준으로 낮게 조사되었고, DnBP는 전반적으로 높게 조사되었다. 반면 BBzP는 검출되지 않았다. 본 연구결과는 1회 측정으로 계절적인 특성과 지역별 특성 등은 고려되지 않은 제한점을 가지고 있다.

표 9. 대상 제품 표면 프탈레이트류 농도

구 분	농도 (ug/cm <sup>2</sup> )					
	평균	표준편차	중앙값	95 <sup>th</sup> %	최소값	최대값
DEHP (n=45)	0.17	0.11	0.17	0.36	0.01	0.49
DnBP (n=45)	0.09	0.05	0.07	0.20	0.01	0.25
BBzP (n=45)	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
DEP (n=45)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Phthalates (n=45)	0.26	0.14	0.27	0.52	0.03	0.57

1) ND : not detected



표 10. 대상 제품군별 표면 프탈레이트류 농도

구분	제품 표면 농도 (ug/cm <sup>2</sup> )				
	DEHP	DnBP	BBzP	DEP	Phthalates
책상 (n=3)	0.26±0.20 (0.11~0.49)	0.10±0.06 (0.03~0.15)	ND <sup>1)</sup>	ND	0.36±0.14 (0.27~0.52)
의자 (n=3)	0.25±0.04 (0.20~0.28)	0.10±0.03 (0.06~0.12)	ND	ND	0.35±0.03 (0.32~0.38)
바닥 등 (n=4)	0.18±0.14 (0.06~0.38)	0.09±0.07 (0.05~0.19)	ND	ND	0.27±0.21 (0.12~0.57)
책(코딩) (n=5)	0.14±0.11 (0.01~0.28)	0.10±0.07 (0.03~0.22)	ND	ND	0.24±0.17 (0.06~0.41)
교구1(나무) (n=3)	0.19±0.17 (0.04~0.37)	0.08±0.07 (0.02~0.16)	ND	ND	0.27±0.24 (0.05~0.53)
교구2(플라스틱) (n=11)	0.15±0.08 (0.02~0.24)	0.09±0.06 (0.04~0.25)	ND	ND	0.24±0.09 (0.07~0.35)
교구3(고무) (n=2)	0.16±0.18 (0.03~0.29)	0.06±0.01 (0.05~0.07)	ND	ND	0.21±0.20 (0.07~0.35)
교구4(도료) (n=5)	0.16±0.09 (0.04~0.29)	0.05±0.02 (0.03~0.08)	ND	ND	0.22±0.11 (0.07~0.35)
인조가죽 (n=2)	0.12±0.11 (0.01~0.30)	0.06±0.06 (0.02~0.15)	ND	ND	0.18±0.16 (0.03~0.45)
염색섬유 (n=4)	0.26±0.04 (0.22~0.30)	0.14±0.06 (0.08~0.21)	ND	ND	0.41±0.10 (0.30~0.51)
기타 (n=3)	0.13±0.07 (0.06~0.19)	0.07±0.02 (0.05~0.09)	ND	ND	0.20±0.09 (0.11~0.28)

1) ND : not detected

## 2. 손 표면 중 프탈레이트 분석 결과

대상 시설에 등원하는 5~7세 중 학부모 동의를 받아 총 30명의 어린이를 대상으로 어린이 별 개인의 차이는 있지만 자유 놀이 시간에 어린이들의 활동력이 가장 왕성하고 다양한 놀이형태를 보인다는 교사의 조언을 바탕으로 오전 자유 놀이 시간에 시료를 채취하였다.

손 표면 시료 중 프탈레이트류 분석 결과, DEHP가 가장 높았고 DnBP, DEP순으로 검출되었다. DEHP와 DnBP는 모든 시료에서 검출되어 100% 검출율인 반면, DEP는 1개의 시료에서만 검출되어 3%의 낮은 검출율을 보였고 BBzP는 모두 불검출되었다. 이는 제품 표면 농도와 유사한 경향성을 보였다.

4종 프탈레이트 총 농도의 평균값은 32.58 ug/hand으로 10.82~73.54 ug/hand 범위로 측정되어, 조사 대상자에 따라 넓은 농도 편차를 보였다. 총 농도의 95<sup>th</sup>% 값은 56.72 ug/hand이었다. 이 중 DEHP의 농도는 평균값은 18.45 ug/hand로 7.97~29.81 ug/hand 범위이고, 95<sup>th</sup>% 값은 26.82 ug/hand이었다. DEHP 다음으로 기여율이 큰 DnBP는 평균 14.10 (2.39~46.56) ug/hand의 수준이었으며, DEP는 매우 낮은 농도로 검출되었다. 대상자 중 일부는 대일밴드, 매니큐어, 판박이 스티커를 손에 붙이고 있었는데 이들의 손 표면 농도는 전체 평균에 밀도는 수준으로 전체 결과에 영향을 주지 않은 것으로 보인다.

선행 연구 결과에 의하면, 5~6세 어린이의 유치원 자유놀이 시간 중 손 표면(n=5)에서의 4종 프탈레이트류 농도는 4179~1,7363 ug/m<sup>2</sup>, DEHP는 4107~1,3766 ug/m<sup>2</sup> 수준으로 보고된 바 있다(국립환경과학원, 2008). 이에 선행 연구 결과와 비교한 바, 현저히 낮은 수준으로 조사되었다.

표 11. 연구 참여자 손 표면 프탈레이트류 농도

	농도 (ug/hand)					
	평균	표준편차	중앙값	95 <sup>th</sup> %	최소값	최대값
DEHP (n=30)	18.45	6.07	18.73	26.82	7.97	29.81
DnBP (n=30)	14.10	11.53	11.83	36.15	2.39	46.56
BBzP (n=30)	ND <sup>1)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
DEP (n=30)	0.02	0.13	ND	ND	ND	0.71
Phthalates (n=30)	32.58	14.36	31.38	56.72	10.82	73.54

1) ND : not detected



표 12. 연구 참여자 개별 손 표면 프탈레이트 농도

No.	손 표면 농도 (ug/hand)				
	DEHP	DnBP	BBzP	DEP	Phthalates
1	16.76	6.41	ND <sup>1)</sup>	0.71	23.88
2	24.13	11.76	ND	ND	35.89
3	23.79	12.67	ND	ND	36.46
4	22.85	14.69	ND	ND	37.54
5	8.83	5.02	ND	ND	13.85
6	16.08	3.35	ND	ND	19.43
7	9.41	14.58	ND	ND	23.99
8	18.39	5.87	ND	ND	24.27
9	19.16	11.36	ND	ND	30.52
10	19.06	11.90	ND	ND	30.96
11	20.60	14.54	ND	ND	35.14
12	19.11	22.28	ND	ND	41.39
13	24.80	17.72	ND	ND	42.52
14	17.09	33.97	ND	ND	51.06
15	17.85	34.21	ND	ND	52.06
16	10.64	4.81	ND	ND	15.45
17	26.33	6.97	ND	ND	33.30
18	13.16	30.92	ND	ND	44.09
19	22.80	37.73	ND	ND	60.53
20	29.81	14.26	ND	ND	44.06
21	26.98	46.56	ND	ND	73.54
22	19.65	5.35	ND	ND	25.00
23	9.85	12.78	ND	ND	22.63
24	24.80	7.01	ND	ND	31.81
25	16.98	6.04	ND	ND	23.01
26	16.29	4.28	ND	ND	20.57
27	26.63	7.52	ND	ND	34.15
28	11.97	2.39	ND	ND	14.36
29	11.70	13.27	ND	ND	24.97
30	7.97	2.86	ND	ND	10.82

1) ND : not detected

### 3. 프탈레이트 노출 특성 분석

학부모 설문 및 비디오 관찰 등을 통해 어린이의 행동특성을 파악하여 노출 행태를 조사하고, 관련 변수를 적용하여 최종 노출량을 산정하였다.

#### 3.1. 설문 조사 분석 결과

설문 조사로 확보할 수 있는 노출 특성은 일반 사항(성별, 신장, 체중 등)과 프탈레이트 노출 관련 사항이었다. 프탈레이트 노출 관련 문항은 식품에 관한 7문항(음식물 조리 또는 보관 시 랩의 사용, 플라스틱 물병 사용 등)과 생활 환경에 관한 7문항(매니큐어 사용, 살충제 사용, 바닥재 및 벽지 재질 등)으로 구성하여 실시하였다.

##### 3.1.1 일반 사항

설문 조사는 전체 연구 참여자 30명 중 27명을 대상으로 이루어졌다. 남아 13명(46.4 %), 여아 14명(51.9 %)으로 성비는 크게 차이나지 않았으며, 평균 신장은 115.98 cm, 평균 체중은 19.61 kg으로 조사되었다.

표 13. 설문조사 참여자의 일반적 신체 특성

대상 시설	N	성별		신장 (cm)	체중 (kg)
		남아(%)	여아(%)		
A 유치원	12	4(33.3)	8(66.7)	113.8±6.1 (105.0~124.0)	18.6±2.3 (15.0~22.0)
B 유치원	15	9(60.0)	6(40.0)	117.9±2.5 (115.0~123.0)	20.4±1.3 (18.0~23.1)
전체	27	13(48.1)	14(51.9)	116.0±4.9 (105.0~124.0)	19.6±2.0 (15.0~23.1)

note : 일부 항목 무응답이 있어서 계가 다를 수 있음

### 3.1.2 식습관 사항

식습관 관련 문항 중 랩 사용빈도는 대체로 냉장 보관 시 가끔 이용한다고 답변하였으며(1.78), 전자레인지로 음식을 데울 때 거의 사용하지 않는다고 또는 가끔 이용한다고 답변하였다(1.48). 특이하게 음식을 냉장보관 시 랩을 자주 이용한다고 답변한 가구의 대부분은 음식을 데울 때도 자주 이용하는 것으로 나타났다.

식습관 관련 문항 중 랩으로 포장된 배달음식 이용 빈도는 거의 이용하지 않거나 주 1회 이하로 이용하였고(1.56), 플라스틱 용기 포장의 즉석식품은 거의 이용하지 않는다고 답하였다(1.07).

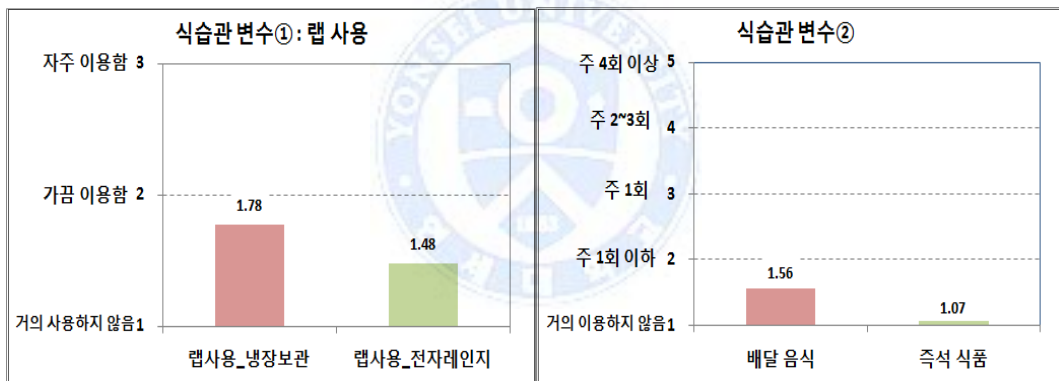


그림 13. 설문조사에 의한 연구 참여자의 식습관 관련 특성 비교.

그 밖에 자녀가 사용하는 식기의 주요 재질을 묻는 문항은 유리(40%), 스텐리스(27%), 플라스틱(13%), 사기 등의 기타(13%), 나무(7%) 순으로 조사되었다.

### 3.1.3 생활습관 사항

생활습관 관련 문항을 살펴보면 전체 설문조사 대상자 27명 중 매니큐어 사용은 3명, 살충제(스프레이, 모기향 등) 사용은 14명, 도장물질(니스 등) 사용은 0명, 최근 한 달 이내 병원을 내원한 인원은 10명, 규칙적으로 일주일 이상 복용 중인 약이 있는 인원은 7명으로 조사되었다.

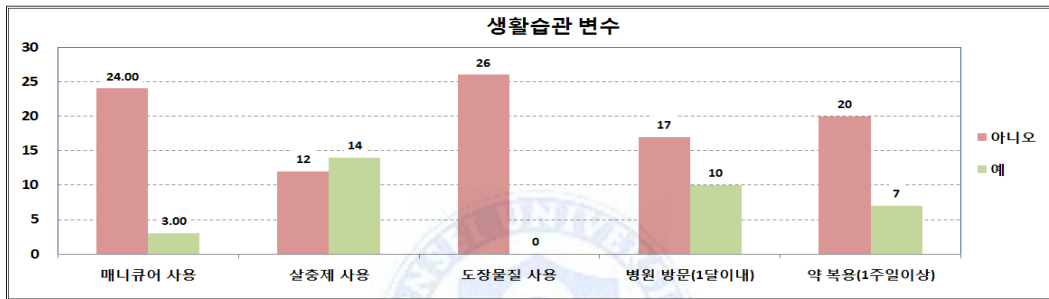


그림 14. 설문조사에 의한 연구 참여자의 생활습관 관련 특성 비교.

note : 일부 항목 무응답이 있어서 계가 다를 수 있음

또한 거주공간의 바닥재 종류는 PVC(비닐장판), 나무, Laminate(플라스틱 장판) 순으로 절반 이상이 PVC(비닐장판)인 것으로 조사되었다. 벽지 종류는 Wall Paper(종이벽지), 나무(MDF합판), 기타 순으로 대체로 Wall Paper(종이벽지)인 것으로 답하였다.

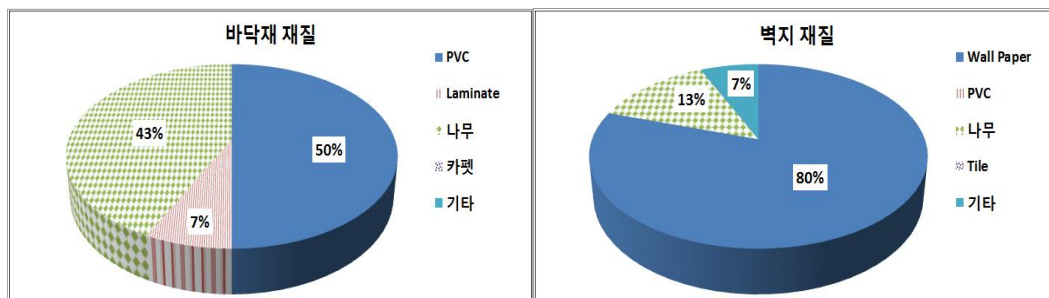


그림 15. 설문조사에 의한 연구 참여자의 거주공간 바닥재 및 벽지 종류.

### 3.2. 관찰 조사 분석 결과

노출 인자 값의 결정 및 특이적 노출형태를 살펴보기 위해 전체 대상자 30명 중 1명을 제외한 29명의 관찰조사(비디오 판독) 분석이 이루어졌다. 관찰 항목은 크게 손 빨기, 제품 빨기, 제품 잡기 행동별로 빈도, 시간, 노출시간을 살펴보았다.

손가락 빠는 정도는 제품 표면 잔류물로 인한 섭취 노출량 산출에 사용되며, 단위 시간당 어린이가 손을 입에 넣는 횟수와 일회 손 빠는 시간으로 나눌 있다. 조사 대상 어린이의 시간 평균 손 빠는 횟수 및 회당 시간은 2.1회 및 9.5초로 관찰되었으며, 이로 인한 시간당 총 손 빠는 시간은 평균 10.1초/시이며, 최대 40.0초까지 손을 빠는 어린이도 있었다. 시간당 제품 빠는 평균 횟수와 회당 시간은 2.7회 및 20.4초이며, 이로 인한 시간당 제품 빠는 시간은 평균 22.3초/시로 손 빠는 시간에 2배 수준이었다. 이에 비해 제품을 손에 잡고 있는 빈도 및 회당 시간은 2.3회 및 49.3초(0.8분)이며, 시간당 제품 잡는 시간은 평균 51.3초/시(0.9분/시)로 비교적 노출시간이 긴 것으로 관찰되었다.

특히 입에 빠는 제품은 장난감 블록, 소꿉놀이 기구(숟가락, 포크, 컵, 케익 등 모형), 인형(플라스틱, 천, 종이), 말 인형, 주사위, 기타 다양한 장난감에 서부터 사인펜, 색종이, 그림판, 양면테이프, 코팅종이 등의 학습도구 및 책상 덮개, 보자기, 우유팩, 동화책 등 손에 닿는 모든 물건들이 해당되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 시간당 손에 무엇인가 잡고 있는 시간은 한 시간 중 평균 1.5 % (0.9분/시), 최대 45.7 % (27.4분/시)로 조사되어 어린이가 이용하거나 어린이 대상 학습 도구 안전의 중요성을 간접적으로 확인할 수 있었다.

국내 유치원 어린이의 손 빠는 빈도 및 시간에 대한 조사 자료는 2009년에 0.5~9세 어린이를 대상으로 실시된 바 있다(Kim et al., 2011). 이 연구에서는 5~6세 어린이의 시간당 손 빠는 빈도 및 회당 시간은 각각 1회 및



1초, 제품 빠는 빈도 및 회당 시간은 각각 0.3회 및 17초로 발표된 바 있다. 0.5~2세 어린이의 경우, 손 빠는 빈도 및 시간은 각각 2회/시 및 6초/회이며, 제품 빠는 빈도 및 시간은 각각 2회/시 및 17초/회로 조사되었다(Kim et al., 2011). 일반적으로 2세 전후의 연령이 가장 긴 손 빨기 및 제품 빨기 시간으로 보고되고 있다.

표 14. 관찰 조사를 통한 연구 참여자의 노출 행태별 빈도 및 시간

행동 구분	빈도 (회/시)	시간 (초/회)	노출시간 (초/시)
손 빨기 (n=29)	2.1±0.5	9.5±9.5	10.1±9.9
	(2.0~4.0)	(2.0~40.0)	(2.0~40.0)
제품 빨기 (n=29)	2.7±2.0	20.4±48.2	22.3±47.9
	(2.0~12.0)	(2.0~326.0)	(2.0~326.0)
제품 잡기 (n=29)	2.3±1.1	49.3±112.1	51.3±111.9
	(2.0~14.0)	(2.0~1646.0)	(2.0~1646.0)

표 15. 관찰 조사를 통한 연구 참여자 개인의 노출 형태별 노출시간

No.	시설별	손빨기 (sec/hr)	제품빨기 (sec/hr)	제품잡기 (min/hr)
1	A	0.0	0.0	12.1
2	A	0.0	0.0	13.2
3	A	0.0	0.0	11.6
4	A	0.0	16.0	8.2
5	A	0.0	0.0	7.6
6	A	0.0	0.0	17.1
7	A	8.0	8.0	9.7
8	A	0.0	0.0	17.8
9	A	2.0	6.0	9.5
10	A	0.0	10.0	8.4
11	A	0.0	0.0	14.0
12	A	0.0	0.0	27.8
13	A	0.0	80.0	11.3
14	A	-	-	-
15	A	0.0	0.0	14.5
16	B-1	10.0	0.0	13.3
17	B-1	10.0	120.0	15.7
18	B-1	0.0	0.0	34.0
19	B-1	40.0	4.0	23.9
20	B-1	0.0	0.0	41.3
21	B-1	0.0	0.0	30.9
22	B-1	14.0	0.0	38.5
23	B-1	0.0	0.0	17.1
24	B-1	0.0	128.0	42.9
25	B-2	18.0	52.0	22.8
26	B-2	84.0	94.0	22.8
27	B-2	0.0	102.0	34.8
28	B-2	0.0	0.0	19.0
29	B-2	0.0	444.0	16.1
30	B-2	0.0	58.0	32.6

손 표면 프탈레이트 농도와 노출 형태(손 빨기, 제품 빨기, 제품 잡기)간의 관계를 보기 위해 상관분석을 실시하였다.

손 표면 프탈레이트 농도와 손 빨기 시간과의 약한 음의 상관성이 있는 것으로 보이나 이는 거의 무시될 수준의 선형 관계이며 통계적으로도 유의하지 않았다. 제품 빨기 시간과도 약한 음의 상관성이 있는 것으로 보였으며, 통계적 유의성은 없었다. 반면 손 표면의 프탈레이트 농도와 제품 잡기 시간에서는 약한 양의 상관성을 보였으며, 통계적 유의성은 없었다.

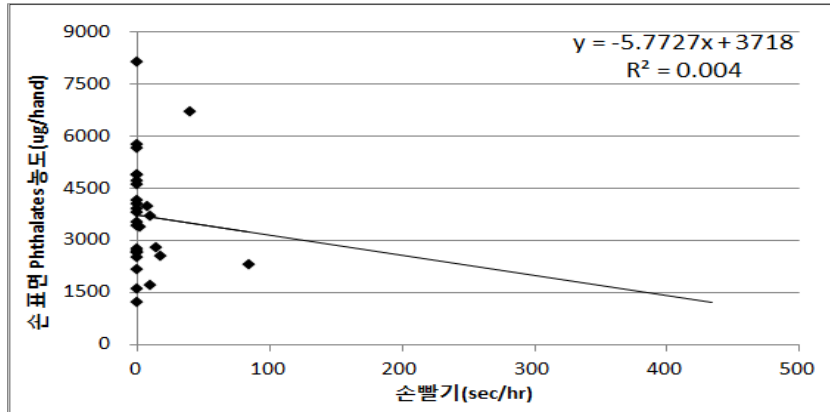
이상과 같이 5~7세 유치원 어린이 29명을 대상으로 손 표면 중 프탈레이트 농도와 관련된 노출 행태에 대한 소규모 조사를 수행한 결과, 손을 직접 씻는 시간은 2세 전후의 영유아 보다는 적지만, 제품빨기 및 잡기 등의 행위는 5~7세 연령에서도 주요한 노출 행태로 평가되었다. 비록 통계적인 유의성은 없었으나, 손 표면에서의 프탈레이트 농도와 제품 잡기 시간과의 양의 상관관계 가능성이 확인된 바, 추후 이에 대한 정밀 조사가 수행될 필요성이 있는 것으로 판단된다.

표 16. 손 표면 프탈레이트 농도와 노출 형태별 노출시간과의 상관 계수

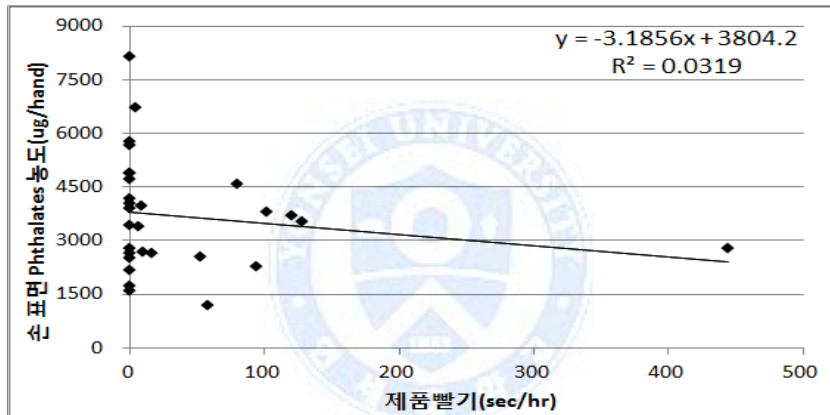
행동 구분	손 빨기	제품 빨기	제품 잡기
Phthalates	-0.063	-0.179	0.195

†pearson correlation test

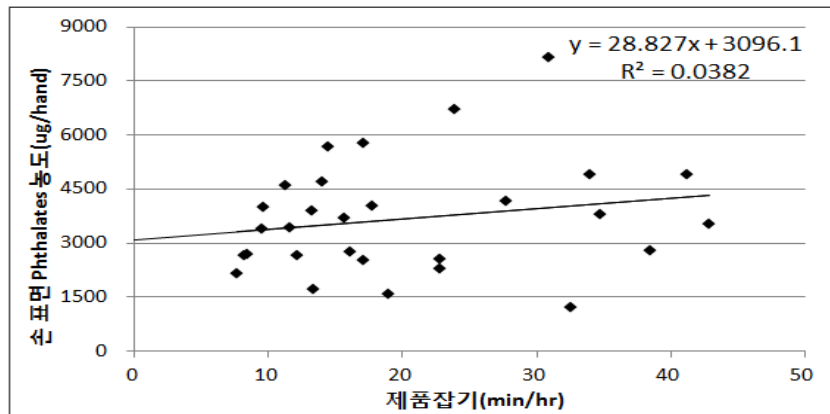
\*p<0.05, \*\*p<0.01



(a) 손 표면 프탈레이트류 농도와 손 빨기



(b) 손 표면 프탈레이트류 농도와 제품 빨기



(c) 손 표면 프탈레이트류 농도와 제품 잡기

그림 16. 손 표면 프탈레이트 농도와 노출 형태별 노출시간과의 상관성 평가.

손 표면 프탈레이트류 농도에 제품 잡기가 미치는 영향을 평가하기 위해 다중회귀분석(Multiple regression analysis)을 실시하였다.

손 표면 프탈레이트류 농도 수준에 영향을 미치는 제품별 잡기 중 빈도를 독립변수로 하여 회귀모델에 투입한 결과, 손 표면 DEHP, DnBP, Phthalate 농도에서 의자와 책(코팅종이)을 잡는 빈도의 회귀계수(B)는 양의 값으로, 손 표면 DEHP, DnBP, Phthalate 농도가 높을수록 의자 또는 책을 많이 잡았으며 투입된 변수들의 설명력은 3~18 %이었다. 책(코팅종이)의 경우, 통계적으로 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다. 손 표면 DnBP, DEP, Phthalate 농도에서 인조가죽을 잡는 빈도의 회귀계수(B) 또한 양의 값으로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

제품별 잡기 중 노출시간을 독립변수로 하여 회귀모델에 투입한 결과, 빈도와 마찬가지로 책(코팅종이) 잡는 시간의 회귀계수(B)에서 양의 값으로 유의한 관련성을 보였다. 또한 교구2(플라스틱) 회귀계수(B)도 양수로 나타났으나 통계적으로 유의하진 않았다. 제품 잡기 시간의 각 변수 설명력은 10~31 %이었다.

특이하게 손 표면 DEHP 농도의 경우, 빈도와 노출시간 모두에서 교구2(플라스틱)의 회귀계수(B)는 통계적으로 유의하지 않으나 음의 값으로 나타났다. 이는 「품질경영 및 공산품안전 관리법」상 모든 어린이용품에 DEHP, BBzP, DBP 사용을 금지하고 있음이 반영된 결과로 사료된다.

그 밖에 제품군 항목(바닥, 교구1(나무), 교구4(도료), 염색섬유, 기타)들은 결측값이 많거나 설명력이 없어 변수에서 제외되었다.

표 17. 손 표면 프탈레이트류 농도에 제품별 잡기(빈도)가 미치는 영향

항목	DEHP			DnBP			DEP			Phthalate		
	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t
책상	-13.658	-0.172	-0.560	0.331	0.002	0.006	0.063	0.035	0.094	-13.266	-0.070	-0.228
의자	27.367	0.240	1.096	15.410	0.069	0.291	-0.118	-0.046	-0.173	42.657	0.156	0.717
책 (코팅종이)	40.429	0.463	2.096*	90.826	0.529	2.218*	-0.104	-0.053	-0.196	131.152	0.626	2.853**
교구2(플라스틱)	-5.944	-0.122	-0.528	5.327	0.056	0.223	0.086	0.079	0.278	-0.530	-0.005	-0.020
교구3(고무)	-49.856	-0.253	-1.000	-250.353	-0.647	-2.366*	-1.269	-0.288	-0.930	-301.482	-0.638	-2.538*
인조가죽	-135.495	-0.170	-0.677	284.196	0.181	0.669	1.045	0.058	0.191	149.760	0.078	0.314
F value		1.616			1.089			0.392			1.673	
Adjusted R <sup>2</sup>		0.165			0.028			0.157			0.178	

† Mutiple regression analysis

\*p<0.05, \*\*p<0.01

표 18. 손 표면 프탈레이트류 농도에 제품별 잡기(시간)가 미치는 영향

항목	DEHP			DnBP			DEP			Phthalate		
	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t	B	$\beta$	t
책상	-0.066	-0.011	-0.046	4.867	0.427	1.899	-0.017	-0.128	-0.448	4.784	0.344	1.525
의자	-0.166	-0.061	-0.283	1.353	0.255	1.303	-0.006	-0.097	-0.392	1.181	0.182	0.930
책 (코팅종이)	0.046	0.036	0.103	2.142	0.848	2.682*	-0.006	-0.212	-0.530	2.182	0.708	2.232*
교구2(플라스틱)	-0.401	-0.136	-0.468	1.462	0.253	0.962	5.242E <sup>-5</sup>	-0.001	-0.002	1.061	0.150	0.570
교구3(고무)	-3.095	-0.365	-1.698	-3.831	-0.230	-1.183	-0.022	-0.114	-0.464	-6.948	-0.341	-1.752
인조가죽	-47.448	-0.253	-1.130	-35.897	-0.097	-0.481	-0.106	-0.025	-0.099	-83.451	-0.185	-0.914
F value		0.944			1.634			0.228			1.614	
Adjusted R <sup>2</sup>		0.309			0.169			0.098			0.165	

† Mutiple regression analysis

\*p<0.05, \*\*p<0.01

## IV. 고 찰

내분비계 교란물질로서 생식과 성장에 영향을 줄 수 있다고 알려진 프탈레이트는 폴리비닐클로라이드(PVC)를 유연하게 만드는 물질로 주로 PVC 및 에폭시 수지에 사용된다. PVC 수지 내에서 가소제는 수지와 화학적으로 결합되지 않은 채 수지의 그물 구조 내에 존재하며, 제품의 수명이 다하도록 일정한 농도는 아니지만 가소제가 지속적으로 방출된다고 보고 있다. 새 제품의 경우 오래 사용한 제품의 경우보다 더 많은 양의 프탈레이트를 방출한다고 예상되지만, 제품이 노화되면서 방출하는 양이 초기에 비해 달라지지 않는 것으로 간주된다(Danish EPA, 2003).

어린이는 어른에 비해 단위 체중 당 흡입하는 공기의 양이 3배, 마시는 물의 양이 7배이며, 바닥을 기어 다닌다던지 손을 입으로 빠는 어린이만의 특별한 행위로 인해 섭취된 물질에 대한 소화 및 흡수율이 어른에 비해 더 높아 동일한 수준의 유해물질에 노출된다 하더라도 어린이는 상대적으로 훨씬 더 많은 양의 유해물질에 노출되는 결과가 초래된다. 어린이는 성장발달이 완성되지 않은 미성숙 개체이므로, 면역체계를 비롯한 신체의 방어기제 또한 미숙하다. 이런 성장 및 발달 단계에서 외부 물질에 대한 노출이 생기면, 성숙한 어른에서 일어나는 반응과 달리, 기능적인 손상의 초래에 그치지 않고 구조적인 변형(기형 등)이 나타날 수도 있다(국립환경과학원, 2012).

DEHP의 경우 일반적으로 PVC(Polyvinylchloride)제품에 가소제로 쓰이는 대표적인 물질이며, PVC제품의 가소제로써 95% 이상을 DEHP를 사용한다고 보고된 바 있다(Mannsville Chemical Products Corporation, 1999). 일반적인 제품으로 비닐벽지(Vinyl-wallcovering), 테이블보(Tablecloths), 마루타일(floor-tiles), 가구 장식품(furniture upholstery), 샤워커튼(showercurtains), 분무용 호스(garden hoses), 비옷(rainwear), 인형(dolls), 장난감(toys), 신발(shoes), 자동차 실내장식재료(automobileupholstery) 특히, 스프링, 걸천, 커버 등에 사용된다.



또한 DEHP는 비가소제(nonplasticizer)용도로의 사용도 보고되고 있으며, 용도로는 잉크제거용 솔벤트, 농약제품인 살충제의 희석제, 화장품, 진공펌프 오일, 콘텐서 및 (방독)마스크 등에 다양하게 사용된다(HSDB, 1993).

본 연구에서는 제품 표면시료를 채취하여 분석한 결과, DEHP는 100% 검출율을 보이며 가장 높게 검출되었다. 제품군별로 살펴보았을 때 책상과 의자( $0.26 \text{ ug/cm}^2$ ,  $0.25 \text{ ug/cm}^2$ )에서 높게 나타났으며, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 PVC소재의 놀이매트, 바니쉬로 마감된 책상과 학습교구였다.

DnBP의 경우 가공성이 뛰어나 주로 프린트 잉크, 접착제, 실란트, 니트로셀룰로우스 페인트, 필름코팅 및 유리섬유 등에 다양하게 사용된다. 특히 DnBP는 소비재 중 화장품(cosmetics)에 널리 사용된다. 예를 들어 향수, 헤어 스프레이, 윤활제, 피부 완화제, 매니큐어 제거제 등이 있다(CIR, 1985).

본 연구에서는 제품 표면시료를 채취하여 분석한 결과, 100% 검출된 DnBP는 책상, 의자 및 코팅된 책( $0.10 \text{ ug/cm}^2$ )에서 다른 제품에 비해 약간 높게 나타났고, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 합성피혁 소재의 쇼파, 플라스틱 교구 및 코팅된 종이였다. 실제 DnBP는 프린터 잉크, 분산도료, 바니시, 매니큐어 등의 가소제로 많이 사용된다.

대상 제품군이 유사한 선행 연구 결과와 비교했을 때(환경부, 2008a), DEHP의 경우 약 15% 수준으로 낮게 조사되었고, DnBP는 전반적으로 높게 조사되었다. 본 연구결과는 1회 측정으로 계절적인 특성과 지역별 특성 등은 고려되지 않은 제한점을 가지고 있다.

손 표면 시료 중 프탈레이트류 분석 결과, DEHP와 DnBP는 모든 시료에서 검출되어 100% 검출율인 반면, DEP는 1개의 시료에서만 검출되어 3%의 낮은 검출율을 보였고 BBzP는 모두 불검출되었다. 이는 제품 표면 농도와 유사한 경향성을 보였다. 4종 프탈레이트 총 농도의 평균값은  $32.58 \text{ ug/hand}$ 으로  $10.82\sim 73.54 \text{ ug/hand}$  범위로 측정되어, 조사 대상자에 따라 넓은 농도 편차를 보였다. 총 농도의 95<sup>th</sup>% 값은  $56.72 \text{ ug/hand}$ 이었

다. 이 중 DEHP의 농도는 평균값은 18.45 ug/hand로 7.97~29.81 ug/hand 범위이고, 95<sup>th</sup>% 값은 26.82 ug/hand이었다. DEHP 다음으로 기여율이 큰 DnBP는 평균 14.10 (2.39~46.56) ug/hand의 수준이었으며, DEP는 매우 낮은 농도로 검출되었다.

문헌에서 보고된 손 표면 프탈레이트 수준은 부록 1(표 1)에 요약하여 나타내었다. 본 연구에서 아동의 손 표면에서 측정된 수준은 베이징의 어른을 대상으로 한 선행연구 결과와 유사한 수준으로 나타났다(Gong, Zhang and Weschler, 2014). 이는 어른의 손 표면 시료는 손을 씻은 후 최소 4시간이 지난 후에 채취되었지만, 본 연구의 어린이들은 손을 씻고 30분의 자유활동 후 시료가 채취되어 총 노출시간의 차이에서 기인된 것으로 사료된다. 또한 베이징의 어린이를 대상으로 한 선행연구 결과와 비교하였을 때, DEHP는 대략 1.5배 정도 높은 수준으로 나타났으며, DnBP 또한 상당히 높았다(Gong et al., 2015). 반면에 국내 선행연구와 비교하였을 때, DEHP 수준은 놀이방 어린이들을 보다는 높았으나, 실내 놀이터, 어린이집, 유치원에서 측정된 것보다는 낮은 수준이었다(Kim et al., 2011). 본 연구의 손 표면에서 DnBP 수준은 미국의 연구들에서 보고된 것보다 높았으나(Wilson et al., 2003; Morgan et al., 2004), 국내 선행 연구보다는 낮게 조사되었다(Kim et al., 2011). 본 연구에서 BBzP는 모두 불검출되었으며, 미국과 국내의 선행연구에서 유사한 측정된 결과를 보였다(Morgan et al., 2004; Kim et al., 2011).

프탈레이트류 중 대표적인 물질인 DEHP와 DnBP의 경우 제품 표면뿐만 아니라 어린이 손 표면에서 100% 검출율을 보이는 등 꾸준히 검출되고 있다. 따라서, 어린이활동공간의 특성상 고무성분의 바닥매트, 학습교구, 기자재 등의 명확한 오염원이 존재하므로 정기적인 모니터링을 통한 실내 환경 관리가 요구된다.

프탈레이트 실내 오염원인 실내공기, 바닥먼지, 제품 표면 및 대상자 손 표면 등에 의해 흡입, 피부접촉, 섭취 등 다경로 노출이 가능할 것으로 판단된

다. 이에 제품 및 손 표면에서 빈번히 검출된 DEHP 등의 잠재적 노출을 고려하였을 때, 사전 예방적 측면에서 위해 관리가 필요할 것으로 사료된다. 따라서 어린이활동공간의 지속적인 모니터링을 통한 노출 수준 및 위해 수준 확인이 필요하며, 어린이가 안심하고 활동할 수 있는 공간을 추구하기 위해서 주기적인 실내 청결 및 친환경 소재 제품 사용 등의 자발적 저감 활동 추진이 동반되어야 한다. 특히 프탈레이트류 등 가소제는 PVC 수지 내에서 화학적으로 결합하지 않아 용출 및 휘발의 가능성이 높으므로, 실내 사용 면적이 가장 큰 PVC 바닥재의 경우 노후화되었을 경우 친환경 바닥재 재시공을 권고한다.

본 연구에서 2개소의 어린이활동공간 실태조사를 실시하였으며, 해당 시설이 전체를 대표하는 대표성을 가졌다고 보는데 어려움이 있다. 특히, 모집단 분포 비율에 따른 대표 시설 표본 추출(규모, 면적, 건축년도, 위치 등)이 이루어지지 않았고, 단회 측정으로 인한 실측 자료의 대표성 문제 등의 근본적인 제한점을 가지고 있다. 이러한 점은 추후 연구를 통해 보완이 필요하며, 국내 자료가 많지 않은 가운데 사례 연구로서 의의를 가진다.

## V. 결 론

본 연구에서는 어린이활동공간의 5~7세 어린이 30명을 대상으로 손 표면 프탈레이트류 농도 수준을 살펴보고, 빈번히 접촉하는 제품 표면 프탈레이트 농도 및 그 밖에 노출 관련 인자를 조사하여 관련성을 파악하고자 하였다. 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 표면 프탈레이트류를 살펴본 결과, DEHP가 가장 높게 검출되었고 DEHP, DnBP는 100% 검출율을 보인 반면, BBzP와 DEP는 모두 불검출되었다. DEHP의 경우, 제품군별로 평균값 살펴보았을 때 책상과 의자( $0.26 \text{ ug/cm}^2$ ,  $0.25 \text{ ug/cm}^2$ )에서 높게 나타났으며, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 PVC소재의 놀이매트, 바니쉬로 마감된 책상과 학습교구로 조사되었다. DnBP는 책상, 의자 및 코팅된 책( $0.10 \text{ ug/cm}^2$ )에서 다른 제품군에 비해 약간 높게 나타났고, 95<sup>th</sup>% 값 이상의 농도값을 보인 제품은 합성피혁 소재의 쇼파, 플라스틱 교구 및 코팅된 종이로 조사되었다.

둘째, 자유 활동 후 손 표면 시료를 채취하여 분석한 결과, 4종 프탈레이트 총 농도 평균값은  $3609.43 \text{ ug/m}^2$ 으로  $1199.08 \sim 8148.58 \text{ ug/m}^2$  범위로 측정되어, 조사 대상자에 따라 넓은 농도 편차를 보였다. 총 농도의 95<sup>th</sup>% 값은  $6584.56 \text{ ug/m}^2$ 이었다. 이 중 DEHP의 농도는 평균값은  $2044.08 \text{ ug/m}^2$ 로  $882.70 \sim 3302.55 \text{ ug/m}^2$ 범위이고, 95<sup>th</sup>% 값은  $2971.85 \text{ ug/m}^2$ 이었다. DEHP 다음으로 검출율이 큰 DnBP의 평균 농도는  $1562.72 (265.31 \sim 5158.97) \text{ ug/m}^2$ 였으며, DEP는 매우 낮은 농도로 검출되었다.

셋째, 손 표면 프탈레이트류 농도와 노출 형태(손 빨기, 제품 빨기, 제품 잡기)간의 상관성을 보기 위해 상관분석을 실시한 결과 모두 통계적 유의성은 없는 것으로 나타났다. 손 표면 프탈레이트 농도와 손 빨기 시간과의 약한 음

의 상관성이 있는 것으로 보이나 이는 거의 무시될 수준의 선형 관계이며, 제품 빨기 시간과도 약한 음의 상관성이 있는 것으로 보였다. 반면 손 표면의 프탈레이트 농도와 제품 잡기 시간에서는 약한 양의 상관성을 보이는 것으로 확인되었다. 이에 손 표면 프탈레이트류 농도에 제품 잡기가 미치는 영향을 평가하기 위해 다중회귀분석을 실시한 바, 손 표면 프탈레이트류 농도에서 책(코팅종이)을 잡는 빈도 및 노출시간의 회귀계수는 양의 값으로 나타났으며 통계적으로 유의했다.

이상의 연구 결과를 종합하여 살펴보면, 제품 표면 프탈레이트류 농도는 제품에 따라 차이가 있겠지만 선행 연구와 비교하였을 때 DEHP의 경우 약 15% 수준으로 낮게 조사되었고, DnBP는 높은 수준으로 나타났다. 또한 손 표면 프탈레이트 농도는 대체로 제품 표면과 유사한 경향성을 보였으며, 이에 제품 표면 노출시간과의 관계를 살펴보았다. 그 결과, 표면 농도가 상대적으로 높았던 책상, 의자, 책(코팅종이), 인조가죽을 많이 접촉할수록 손 표면 DEHP 또는 DnBP 농도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 향후 연구에서는 노출 수준을 살펴보기 위해 대상자의 뇨 중 프탈레이트류 대사체 분석이나 노출 시나리오에 따른 노출량 산정 등의 추가적 분석이 필요하며, 본 연구 결과를 토대로 장기적이고 대규모의 미취학아동의 노작활동에 따른 프탈레이트 노출 수준을 평가하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 고영림. LC/MS/MS를 이용한 어린이 소변 중 프탈레이트 대사산물 분석.  
한국환경보건학회 2008;34(4):271-8.
- 국립환경과학원. 민감계층의 유해물질 노출 권고수준 도입방안 마련(Ⅱ),  
2012.
- 국립환경과학원. 생활공감 유해물질의 매체통합 위해성평가(Ⅱ) : Di(2-  
ethylhexyl)phthalate(DEHP), 2012.
- 국립환경과학원. 노령인구의 환경노출에 의한 건강영향조사(Ⅳ), 2010.
- 국립환경과학원. 어린이 용품의 유해물질 노출량 실태조사와 위해성 평가연구  
(Ⅱ), 2008.
- 국립환경과학원. 어린이 용품의 유해물질 노출량 실태조사와 위해성 평가연구  
(Ⅰ) : 경구노출 중심으로, 2007.
- 국립환경과학원. 유해물질 함유 어린이용품의 위해성 평가기법 정립과 관리방  
안 수립(Ⅰ), 2007.
- 김호현. 어린이와 성인의 Phthalate노출량 평가 및 관련 요인 분석.  
[dissertation]. 연세대학교 대학원; 2006.
- 김호현, 양지연, 이용진, 이청수, 이진우, 박주희, 곽윤경, 신동천, 임영욱. 어  
린이활동공간의 프탈레이트류 노출로 인한 건강 위해성 평가 : 초등학  
교와 학원을 중심으로. 한국실내환경학회 2012;9(4):367-81.
- 류정민. 한국인의 비스페놀A와 프탈레이트의 노출 및 위해성평가.  
[dissertation]. 한양대학교 대학원; 2015
- 식품의약품안전처. 식품 중 프탈레이트류란?, 2007.
- 식품의약품안전처. 프탈레이트 Risk Profile, 2010.
- 식품의약품안전처. 프탈레이트 류의 노출량평가 및 인체영향 연구, 2007
- 식품의약품안전처. PVC 의료용품에 의한 Di(2-ethylhexyl)phthalate  
(DEHP)인체모니터링(생체시료수집), 2006.



- 최인석, 최성철. 어린이용품 환경유해인자인 중금속과 프탈레이트의 함유량 및 전이량 조사. 대한환경공학회 2014;36(2):127-38.
- 한국환경공단. 어린이 실내활동공간 실태조사 및 관리대책 용역, 2010.
- 환경부. 어린이 실내활동공간 실태조사 및 관리대책 용역, 2010.
- 환경부. 어린이 활동공간 위해성 평가사업 : 학교, 학원 및 주거, 교통, 공공 시설 중심, 2010.
- 환경부. 어린이의 환경노출에 의한 건강영향 조사, 2009
- 환경부. 어린이 활동공간 위해성 평가사업 : 보육시설 및 실내놀이터 시설을 중심으로, 2008.
- 환경부. 어린이 활동공간 위해성 평가사업 : 놀이터 시설을 중심으로, 2008.
- ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR DI(2-ETHYLHEXYL) PHTHALATE, 2002.
- Becker K, Seiwert M, Angerer J, Heger W, Koch HM, Nagorka R, Robkamp E, Schluter C, Seiferta B, Ullrich D. DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust. Int J Hyg Environ Health 2004;207(5):409-17.
- Biab X, Yuan S, Pan X, Winstead C, Wanga Q. Comparison, association, and risk assessment of phthalates in floor dust at different indoor environments in Delaware, USA. J Environ Sci Health A 2015;50(14):1428-39.
- Calafat AM, McKee RH. Integrating biomonitoring exposure data into the risk assessment process: phthalates [diethyl phthalate and di(2-ethylhexyl) phthalate] as a case study. Environ Health Perspect 2006;114(11):1783-9.
- CIR. Final Report on the Safety Assessment of Dibutyl Phthalate and Diethyl Phthalate. J Am Coll Toxicol

- 1985;4:267-303.
- Danish EPA. Survey of Chemical Substances in Consumer Products, 2003.
- Environment & Human Health, Inc. Plastics That May Be Harmful To Children And Reproductive Health, 2008.
- Gong M, Weschler CJ, Liu L, Shen H, Huang L, Sundell J, Zhang Y. Phthalate metabolites in urine samples from Beijing children and correlations with phthalate levels in their handwipes. *Indoor air* 2015.
- Gong M, Zhang Y, Weschler CJ. Measurement of phthalates in skin wipes: estimating exposure from dermal absorption. *Environ Sci Technol* 2014;48:7428-35.
- Hoppin JA, Ulmer R, London SJ. Phthalate exposure and pulmonary function. *Environmental Health Perspectives* 2004;112(5):571.
- HSDB. National Toxicology Information Program, United States Department of Health and Human Services, National Library of Medicine, Bethesda, MD, 1993.
- Huang PC, Kuo PL, Chou YY, Lin SJ, Lee CC. Association between prenatal exposure to phthalates and the health of newborns. *Environ Int* 2009;35(1):14-20.
- Huang PC, Kuo PL, Guo YL, Liao PC, Lee CC. Associations between urinary phthalate monoesters and thyroid hormones in pregnant women. *Human Reproduction* 2007;22(10):2715-22.
- Jaakkola JJ, Verkasalo PK, Jaakkola N. Plastic wall materials in the home and respiratory health in young children. *Am*



- J Public Health 2000;90(5):797.
- Kato K, Silva MJ, Brock JW, Reidy JA, Malek NA, Hodge CC, Nakazawa H, Needham LL, Barr DB. Quantitative Detection of Nine Phthalate Metabolites in Human Serum Using Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray Ionization-Tandem Mass Spectrometry. J Anal Toxicol 2003;27(5):284-9.
- Kim TH, Hong YP, Lee HH, Chung SH, Yang YJ, Kim SY, Kho YL, Kim JM. An Estimate of Phthalate Exposure Among Term Pregnant Women Living in Bucheon : The Pilot Study. Korean J Obstet Gynecol 2011;54(3):140-6.
- Koch HM, Wittassek M, Bruning T, Angerer J, Heudorf U. Exposure to phthalates in 5-6 years old primary school starters in Germany-a human biomonitoring study and a cumulative risk assessment. Int J Hyg Environ Health 2011;214(3):188-95.
- Koch HM, Drexler H, Angerer J. Internal exposure of nursery-school children and their parents and teachers to di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP). Int J Hyg Environ Health 2004;207(1):15-22.
- Koch HM, Gonzalez-Reche LM, Angerer J. On-line clean-up by multidimensional liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry for high throughput quantification of primary and secondary phthalate metabolites in human urine. J Chromatoy B 2003;784(1):169-182.
- Kohn MC, Parham F, Masten SA, Portier CJ, Shelby MD, Brock

- JW, Needham LL. Human exposure estimates for phthalates. *Environ Health Perspect* 2000;108:440-2.
- Latini G. Monitoring phthalate exposure in humans. *Clinica Chimica Acta* 2005;361(1):20-9.
- Morgan MK, Sheldon LS, Croghan CW, Chuang JC, Lordo RA, Wilson NK, Lyu C, Brinkman M, Morse N, Chou YL, Hamilton C, Finegold JK, Hand K, Gordon SM. A Pilot Study of Children's Total Exposure to Persistent Pesticides and Other Persistent Organic Pollutants (CTEPP); Volume 1: Final Report and Volume 2: Appendices. EPA/600/R-04/193, 2004.
- NTP. Fifth Annual Report on Carcinogens : Summary 1989. National Institute of Environmental Health Sciences, Research Triangle Park, NC, 1989
- Silva M J, Samandar E, Preau JL, Reidy JA, Needham LL, Calafat AM. Quantification of 22 phthalate metabolites in human urine. *J Chromatogr B* 2007;860(1):106-12.
- Wilson NK, Chuang JC, Lyu C, Menton R, Morgan MK. Aggregate exposures of nine preschool children to persistent organic pollutants at day care and at home. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2003;13:187-202.
- Wittassek M, Heger W, Koch HM, Becker K, Angerer J, Kolossa-Gehring M. Daily intake of di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) by German children—a comparison of two estimation models based on urinary DEHP metabolite levels. *Int J Hyg Environ Health* 2007;210(1):35-42.
- Wittassek M, Wiesmuller GA, Koch HM, Eckard R, Dobler L,

Muller J, Angerera J, Schluter C. Internal phthalate exposure over the last two decades—a retrospective human biomonitoring study. *Int J Hyg Environ Health* 2007;210(3):319–333.

US EPA IRIS (Integrated Risk Information System), <http://www.epa.gov/iris>

US EPA <http://www.epa.gov/>

US EPA. Exposure Factors handbook. 2011.

US EPA. Child-Specific Exposure Factors handbook. 2008.



부록 1

표 1. 선행 연구에서 보고된 손 표면 프탈레이트 농도( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ) 비교

Participants	N	DiBP	DnBP	BBzP	DEHP	References
USA NC children at home <sup>1)</sup>	9	-	6.6 <sup>3)</sup>	1.6 <sup>3)</sup>	-	Wilson et al. 2003
USA NC children at day care <sup>1)</sup>	9	-	6.8 <sup>3)</sup>	2.2 <sup>3)</sup>	-	Wilson et al. 2003
USA NC children at home <sup>2)</sup>	96	-	10	12	-	Morgan et al. 2004
USA NC children at day care <sup>2)</sup>	31	-	12	ND <sup>4)</sup>	-	Morgan et al. 2004
USA NC adults <sup>2)</sup>	97	-	6.8	5.1	-	Morgan et al. 2004
USA OH children at home <sup>2)</sup>	97	-	ND	ND	-	Morgan et al. 2004
USA OH children at day care <sup>2)</sup>	29	-	14	ND	-	Morgan et al. 2004
USA OH adults <sup>2)</sup>	97	-	ND	ND	-	Morgan et al. 2004
Korea children at indoor playground <sup>1)</sup>	5	-	140	20	10700	Kim et al. 2011
Korea children at play room <sup>1)</sup>	6	-	710	ND	1250	Kim et al. 2011
Korea children at day care <sup>1)</sup>	4	-	3900	ND	3340	Kim et al. 2011
Korea children at kindergarten <sup>1)</sup>	5	-	810	20	7540	Kim et al. 2011
China Beijing adults <sup>2)</sup>	20	88	120	ND	2490	Gong et al, 2014
China Beijing children (summer) <sup>2)</sup>	38	38	60	0.8	1130	Gong et al, 2015
China Beijing children (winter) <sup>2)</sup>	15	70	175	ND	1722	Gong et al, 2015

1) Means

2) Medians

3) Adjusted from Wilson et al. (2003) by assuming the hand surface area is  $0.045\text{m}^2$

4) ND : Not detected

**Phthalates 노출 수준 평가 설문지**

안녕하십니까 ?

프탈레이트는 비닐 바닥과 벽지, 가구, 비옷, 샤워 커튼 뿐 만 아니라 화장품등의 제조과정에서 광범위하게 사용되어 일상생활을 통해 비교적 쉽게 여러분의 입으로, 코로, 피부로 노출될 수 있는 환경호르몬입니다. 몸 속으로 들어간 프탈레이트는 호르몬의 작용을 방해하는 잠재적인 생식, 성장 독성물질입니다. 어린이는 타 인구집단에 비해 민감한 집단으로 동일한 유해화학물질의 오염수준에 노출되더라도 성인보다 더 큰 피해를 받을 수 있습니다.

이에 본 연구에서는 어린이들이 프탈레이트에 평소 어느 정도 노출되고 있는지, 놀이행태별 노출 수준을 살펴보고자 합니다. 일단 어린이들의 놀이 및 학습활동 관찰 후 손 표면을 닦아 얼마나 묻어나오는지 살펴보고, 다음날 아침 첫 소변을 받아 노출량을 살펴보고자 합니다.

※ 관찰은 동영상 촬영으로 진행되며 노출량 평가 이외 다른 용도로 사용되지 않으며, 평가 후 즉시 폐기됨

또한 5세~7세 자녀를 둔 부모님을 대상으로 '어린이들의 Phthalates 노출 수준 평가' 수행을 위해 설문을 실시하고 있습니다. 바쁘시더라도 잠시만 시간을 내어 협조하여 주시면 감사하겠습니다. 본 조사항목에는 맞거나 틀린 답이 있는 것이 아니므로, 평소 생각하시는 대로만 솔직히 답해 주시면 됩니다. 또한 여기에 응답하신 내용은 전산 처리되어 단지 연구목적으로만 사용되어질 것이며, 어떠한 경우에도 다른 목적으로 사용되거나 개인 신상이 공개되는 일은 없을 것입니다.

같이 배포된 연구 설명문을 읽어보시고 연구참여 동의서에 참여 여부를 작성해주면 됩니다. 궁금한 점이 있으면 아래에 나와 있는 전화번호로 언제든지 연락해주세요.

감사합니다.

**연세대학교 보건대학원**

※ 연구 담당자 : 손 혜 림 연구원

전화번호 : 02) 2228-1901, 010-4256-8118 / E-mail : [shr8118@nate.com](mailto:shr8118@nate.com)

1. 자녀 반	반				
2. 자녀 이름			3. 자녀 생년월일	년	월 일
4. 자녀 성별	<input type="checkbox"/> 1) 남	<input type="checkbox"/> 2) 여	5. 자녀 키/몸무게	cm	kg
6. 주소	시(도)	구(군)	동(면)	( ) - ( ) 호	( ) APT/빌라 ( ) 동 ( ) 호

▣ 본 설문에서 **해당되는 모든 질문에 빠짐없이 표시하여 주십시오!**

- ▣ 자녀의 이름, 소속, 생년월일을 주어진 공간에 맞게 기록하여 주십시오.
- 모든 질문에 대한 대답은 빈칸에 기록하거나 표시(√)하여 주십시오.
  - 만약 실수로 잘못 표시하였다면 엑스표시(×)하여 고치셔도 됩니다.
  - 별다른 안내가 없으면 한 칸에만 표시하여 주십시오.

**식습관 사항**

1. 댁의 자녀는 다음 식품을 평균적으로 얼마나 자주 먹습니까?

식품의 종류	거의 먹지 않음	1주일에 1~3회	1주일에 4~6회	하루 1회	하루 2회 이상
밥	①	②	③	④	⑤
빵	①	②	③	④	⑤
국수/파스타	①	②	③	④	⑤
육류/육류 가공품	①	②	③	④	⑤
생선과 조개류	①	②	③	④	⑤
김치	①	②	③	④	⑤
녹황색 채소	①	②	③	④	⑤
기타 채소(버섯, 양파 등)	①	②	③	④	⑤
감귤류	①	②	③	④	⑤
기타과일	①	②	③	④	⑤
우유/ 우유 가공품	①	②	③	④	⑤
콩/ 콩 가공품(두유, 두부)	①	②	③	④	⑤
과일주수	①	②	③	④	⑤
물	①	②	③	④	⑤
탄산음료	①	②	③	④	⑤
커피/ 차	①	②	③	④	⑤

2. 음식물의 냉장고에 보관할 때 랩을 이용하십니까?  
 ① 거의 이용하지 않는다                      ② 가끔 이용한다                      ③ 거의 항상(자주) 이용한다
3. 음식물을 데울 때 랩을 이용하십니까?  
 ① 거의 이용하지 않는다                      ② 가끔 이용한다                      ③ 거의 항상(자주) 이용한다
4. 랩으로 포장한 배달 식품을 얼마나 자주 이용하십니까?  
 ① 거의 이용하지 않는다                      ② 주 1회 이하                      ③ 주 1회  
 ④ 주 2~3회                      ⑤ 주 4회 이상
5. 댁의 자녀는 플라스틱 용기 포장의 즉석 식품 (전자렌지용) 섭취를 얼마나 자주 하나요?  
 ① 거의 이용하지 않는다                      ② 주 1회 이하                      ③ 주 1회  
 ④ 주 2~3회                      ⑤ 주 4회 이상

6. 맥의 자녀는 플라스틱 물병을 사용하고 있습니까?

- ① 아니오
- ② 예 (6-1번 문항으로)

6-1. 한다면 일주일에 몇 회 사용하나요?  
 ① 주 2~3회                      ② 주 4회 이상                      ③ 매일

7. 맥의 자녀가 사용하는 식기의 주요 재질은 무엇입니까?

- ① 유리                                      ② 플라스틱                                      ③ 스텐레스
- ④ 나무                                      ⑤ 기타(                                      )

**생활습관 사항**

8. 맥의 자녀는 손톱에 매니큐어를 사용합니까?

- ① 아니오
- ② 예 (5-1번 문항으로)

8-1. 한다면 일주일에 몇 회 사용하나요?  
 ① 주 2~3회                      ② 주 4회 이상                      ③ 매일

9. 살충제(스프레이, 모기향 등)를 사용하십니까?

- ① 아니오
- ② 예 (6-1번 문항으로)

9-1. 사용한다면 일주일에 약 몇 회 사용하나요? (                      회)

10. 도장물질(ニス 등)을 사용하십니까?

- ① 아니오
- ② 예 (7-1번 문항으로)

10-1. 사용한다면 한 달에 약 몇 회 사용하나요? (                      회)

11. 거주공간의 바닥재 형태는 다음 중 무엇입니까?

- ① PVC(비닐 장판)                                      ② laminate(플라스틱 장판)                                      ③ 나무
- ④ 카펫                                      ⑤ 기타(                                      )

12. 거주공간의 벽지 형태는 다음 중 무엇입니까?

- ① wallpaper(종이벽지)                                      ② PVC(비닐 장판)                                      ③ 나무(MDF 합판)
- ④ Tile(타일형태)                                      ⑤ 기타(                                      )

13. 맥의 자녀는 최근 1달 이내에 건강 문제로 병·의원을 방문한 적이 있습니까?

- ① 아니오
- ② 예 (8-1번 문항으로)

13-1. 있다면 질병명 또는 진단명은 무엇입니까? (                      )

14. 맥의 자녀는 현재 규칙적으로 1주일 이상 복용 중인 약이 있습니까?

- ① 아니오
- ② 예 (9-1번 문항으로)

14-1. 있다면 약제명은 무엇입니까? (                      )  
 14-2. 복용약의 형태는 무엇입니까?  
 ① 캡슐                                      ② 정제                                      ③ 기타(                                      )

## 어린이활동공간 환경 조사 설문

_____(유치원) 소속 : 국공립(    ), 사립(    ) 지역 :        (시/도)        (구/군)	조사일시: 2015년 ____월 ____일 조사자 성명: _____ 응답자: 기관장(원장), 교사, 사무행정담당, 기타(        )
--	---

### < 주변 특성 >

1. 해당시설이 위치한 곳의 특성은?
  - i 주거지역
  - i 상가지역
  - i 기타: \_\_\_\_\_ 지역
  
2. 해당시설의 형태는 어디에 해당되나요?
  - i 단독 건물 (지상\_\_층 / 지하\_\_층)
  - i 건물 내 위치 (지상\_\_층 / 지하\_\_층)
  
3. 시설 내 또는 근접 주변에서의 흡연이 가능합니까?
  - i 실내외 금연
  - i 실내 흡연 가능
  - i 실외 흡연 가능 : \_\_\_\_\_ m 이내
  
4. 해당시설에 실외놀이터가 있습니까?
  - i 예
  - i 아니오
  
5. 실외놀이터가 시설의 소유입니까?
  - i 예
  - i 아니오

### < 시설 특성 >

6. 현재 당시설의 개업(OPEN) 및 입주 시기는?  
 개업 \_\_\_\_\_ 년, 입주 \_\_\_\_\_ 년

7. 해당시설의 크기는 어느 정도입니까?  
 총(        평)=(        m<sup>2</sup>)
  
8. 해당시설의 교실은 몇 개입니까?  
 (        개)
  
9. 교실마다 창문이 있습니까?
  - i 예
  - i 아니오
  
10. 해당시설이 위치한 건물 및 시설은 중앙냉난방 시스템입니까?
  - i 예
  - i 아니오
  
11. 해당시설은 환기설비(시설)가 되어있습니까?
  - i 예
  - i 아니오
  
12. 설비가 있다면 어떤 형태입니까?
  - i 없음
  - i 중앙통제 자동환기시스템
  - i 수동환기시스템(환풍기 등)
  - i 기타: \_\_\_\_\_
  
13. 해당시설은 창문을 통한 환기가 가능합니까?
  - i 예
  - i 아니오



14. 하루 평균 환기시간은 얼마입니까?

평상시	_____시간_____분
여름철(에어컨가동)	_____시간_____분
겨울철(난방기가동)	_____시간_____분

15. 공기청정기를 사용 하십니까?

- i 예
- i 아니오

16. 해당시설에서 방향제를 사용하십니까?

- i 예
- i 아니오

17. 실내 입실할 때 신발 착용 형태는 무엇입니까?

- i 실내화 착용
- i 실외 신발만 벗고 입실
- i 실외 신발 위에 덧신 착용
- i 실외 신발 착용한 채 입실

18. 해당 시설의 평상시 청소 방법은 무엇입니까?

: 청소 방법 (예시 진공청소기 사용 후 물걸레)

\_\_\_\_\_

19. 해당 시설의 평상시 청소 횟수는 얼마나 됩니까?

: 청소 횟수 (예시 일일 2회, 등교 전, 후)

\_\_\_\_\_

20. 해당시설 중 교실(주 활동공간)의 벽지 형태는 다음 중 어느 것입니까?

- i wallpaper(종이벽지)
- i PVC(비닐벽지)
- i 나무(MDF 합판)
- i Tile(타일형태)
- i 그 외: \_\_\_\_\_

21. 해당시설 중 복도(통로 등)의 벽지 형태는 다음 중 어느 것입니까?

- i wallpaper(종이벽지)
- i PVC(비닐벽지)
- i 나무(MDF 합판)
- i Tile(타일형태)
- i 그 외: \_\_\_\_\_

22. 해당시설 중 교실(주 활동공간)의 바닥재 형태는 다음 중 어느 것입니까?

- i PVC(비닐 장판)
- i laminate(플라스틱 장판)
- i 나무
- i 카펫
- i 그 외: \_\_\_\_\_

23. 해당시설 중 복도(통로 등)의 바닥재 형태는 다음 중 어느 것입니까?

- i PVC(비닐 장판)
- i laminate(플라스틱 장판)
- i 나무
- i 카펫
- i 그 외: \_\_\_\_\_

24. 해당시설 중 교실(주 활동공간)의 천장 형태는 다음 중 어느 것입니까?

- i wallpaper(종이벽지)
- i PVC(비닐벽지)
- i 석고보드
- i Tile(타일형태)
- i 그 외: \_\_\_\_\_

25. 해당시설 중 복도(통로 등)의 천장 형태는 다음 중 어느 것입니까?

- i wallpaper(종이벽지)
- i PVC(비닐벽지)
- i 석고보드
- i Tile(타일형태)
- i 그 외: \_\_\_\_\_

26. 해당시설 내 가구의 주요 재질은 다음 중 어느 것입니까?

- i 원목 목재
- i 도색된 목재 MDF(합판)
- i 플라스틱
- i 금속
- i 그 외: \_\_\_\_\_

27. 해당시설에서 비치하고 있는 장난감 및 학습 도구의 주요 재질은 다음 중 어느 것입니까? (많은 순서대로 순위 표시)

- ( ) 원목 목재
- ( ) 도색된 목재 MDF(합판)
- ( ) 플라스틱
- ( ) 금속
- ( ) 점토(흙, 돌)
- ( ) 섬유
- ( ) 그 외: \_\_\_\_\_

28. **최근 1년 이내** 내부시설(PC, 카페트, 쇼파, 사무용가구 등)교체 및 인테리어공사(페인트, 도배, 내장제 등)를 실시한 적이 있습니까?

- i 아니오 (☞ 32번 문항으로 가십시오.)
- i 예 (☜ 31-1번 문항으로 가십시오)

28-1. 있었다면 내부시설 교체 및 인테리어 공사 내용을 구체적으로 기재해 주세요?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(☞ 31-2번 문항으로 가십시오)

28-2. 내부시설 교체 및 인테리어 공사 시 제품의 친환경마크를 확인하십니까?

- i 한다
- i 하지 않는다

### < 이용 특성 >

29. 해당시설의 등원 시간은 어떻게 되나요?

평일 (오전 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ~ 오후 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ )

토/일요일 (오전 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ~ 오후 \_\_\_\_ : \_\_\_\_ )

30. 해당시설 1일 이용자 수는 어떻게 되나요?

평일 (약 \_\_\_\_명), 토/일요일 (약 \_\_\_\_명)

31. 해당시설을 주로 이용하는 해당 연령을 **모두** 표시해주세요.

- i 1세                    i 2세
- i 3세                    i 4세
- i 5세                    i 6세
- i 7세                    i 초등학생

32. 해당시설의 실외 자유 놀이 시간은 얼마나 됩니까?

일 \_\_\_\_ 시간 \_\_\_\_ 분 또는 주 \_\_\_\_ 시간 \_\_\_\_ 분

33. 해당시설의 실내 자유 놀이 시간은 얼마나 됩니까?

일 \_\_\_\_ 시간 \_\_\_\_ 분 또는 주 \_\_\_\_ 시간 \_\_\_\_ 분

34. 해당시설의 미술과 같이 다양한 학습 도구를 직접 이용한 학습 시간은 얼마나 됩니까?

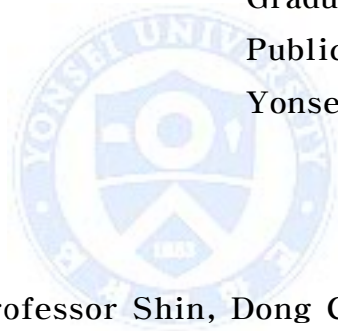
일 \_\_\_\_ 시간 \_\_\_\_ 분 또는 주 \_\_\_\_ 시간 \_\_\_\_ 분

※ 설문에 응해 주시어 매우 감사드리며, 가능하시다면 주간 수업계획표 제공 부탁드립니다.

**= ABSTRACT =**

**Exposure assessment of phthalates by children in  
kindergarten according to activity patterns**

Hye Rim Son  
Graduate School of  
Public Health  
Yonsei University



(Directed by Professor Shin, Dong Chun, M.D., Ph.D)

Phthalate is one of chemical materials that used considerable amount in broad industrial cycles. Phthalates are added to cosmetics, daily supplies, floorings, paints and playthings as plasticizer. DEHP is particularly included PVC(polyvinyl chloride) flooring more than 30 %. There is harmful effect of phthalates as potential endocrine disruptor. Also, phthalates are defined as a carcinogenicity material and recently argued relation of lung function, respiratory organ influence of child

and bronchiostenosis.

Children are damaged seriously compared to adult despite of same amount of harmful chemical substance exposure because they are a vulnerable social group of people. In addition, in the case of children have opportunities to expose phthalates than adult. It is proved by children's urine that the second metabolite concentration is higher compared to adult's from the test of DEHP metabolite inner exposure. Furthermore, there is exceed case in RfD(Oral Reference Dose) of EPA(Environmental Protection Agency) and Total Daily Intake(TDI) of EFSA(European Food Safety Authority). It is necessary to scrutinize about children's phthalates exposure because children are easily exposed to phthalates and use frequently plastic product. Lately, the study of phthalates contents about child goods is concerned. However, there are not studies about how much phthalates expose during work-oriented education.

Therefore, this study was showed phthalates concentration of child goods surface and surface of child's hand after using child good in work-oriented education from 30 children of 5 years to 7 years. Also, it was verified correlation of phthalates concentration between child good's surface and surface of child's hand according to analysis of exposure cause through observation and investigation.

In this study, we selected frequent using product of children for understanding exposure state about environment. According to the result of phthalates exposure evaluation,

DEHP(diethylhexyl phthalate) was found highest detection and DEHP, DnBP(dibutyl-n-butyl phthalate) were detected at 100%. On the other hand, BBzp (butylbenzyl phthalate) and DEP(Diethyl phthalate) were not founded. DEHP was showed the highest concentration in desk and stained fiber (0.26 ug/cm<sup>2</sup>) from phthalates average of object of investigation. Products of showed the above 95th% Concentration were play mate of PVC, desk used varnish and study parish. Stained fiber was showed the highest DnBP(0.14 ug/cm<sup>2</sup>) and artificial leather of sofa, plastic parish and coated paper were surveyed concentration of the above 95th% value.

After free choice activities for 30 minutes, the result of child's hand surface analysis was measured average concentration of 32.58 ug/hand(10.82~73.54 ug/hand) about 4 types of phthalates. Also, there was broad concentration deviation from object of investigation and 95th% value of total concentration was 56.72 ug/hand. DEHP average concentration among phthalates concentration was 18.45 ug/hand(7.97~29.81 ug/hand) and 95th% value was 26.82 ug/hand. DnBP average concentration was evaluated the second detection as 14.10 (2.39~46.56) ug/hand and DEP was detected by the lowest concentration. There was similar propensity of phthalates concentration between surface of hand and child goods surface.

There was weak correlation between phthalates concentration of children hands surface and thumb sucking time through the result of a correlation analysis between children's hands surface phthalates concentration and exposure form (thumb

sucking, product sucking, goods holding). However, it was not significant results about linear relationship. Also, there was weak negative correlation of product sucking. On the other hand, there was weak positive correlation between phthalates concentration of children hand surface and goods holding. The result was showed positive a regression coefficient and significance between frequency of holding books(coated paper) and exposure time from children hands surface phthalate concentration in accordance with multiple regression analysis for evaluation of holding goods from children hands surface phthalates concentration. On the other hand, in the case of DEHP concentration of children hands surface, there was no significance between holding frequency and exposure time about a regression coefficient (B) of study parish (plastic) but showed negative value. In this case, the result was reflected on forbid of DEHP using about child goods of Quality management and industrial safety laws.

It demands later large scale study for reliable results and product surface should be evaluated product' s function as well as material due to development of a variety type of study parish. Also, hand surface measurement should be considered individual activities differences and need to perform repeatedly according to age.

---

Key words : Children, Phthalates, Surface, Exposure, children's activity area