

소비 생활용품의 노출계수 조사 방법의 고찰

박지영 · 이기영*[†] · 신호상** · 양원호***

서울대학교 보건환경연구소, *서울대학교 보건대학원,
공주대학교 환경교육과, *대구가톨릭대학교 산업보건학과

Review of Exposure Assessment to Obtain Exposure Factors of Consumer Products

Ji Young Park, Kiyoung Lee*[†], Ho-Sang Shin**, and Wonho Yang***

Institute of Health and Environment, Seoul National University

**Graduate School of Public Health, Seoul National University*

***Department of Environment Education, Kongju National University*

****Department of Occupational Health, Daegu Catholic University*

ABSTRACT

Background: Exposure factors for consumer products have been developed since the 1980s. Such exposure factors are important in risk assessment. Since the exposure/use patterns of consumer products in a country may reflect its respective cultural, meteorological, and socio-economic circumstances, unique Korean exposure factors for consumer products are needed. Such exposure factors are required for newly-enacted chemical regulations in Korea. For this review, published papers and survey reports on exposure factors of consumer products were examined for their assessment methodologies.

Results: Investigation into exposure factors for consumer products used a variety of methods: home visit, online, telephone, and mail surveys using questionnaires; face to face interviews; modeling using a constructed database; and direct measurement. To collect more accurate exposure information or to check the reliability of the sampling method, some studies were repeated using the same questionnaire, in-home observation, direct measurement of usage, and videotaping. In Korea, nationwide exposure surveys were conducted five times over five years to obtain Korean exposure factors. However, with the exception of the 5th-year study, the surveys were online questionnaires and only the 5th-year study validated the accuracy of exposure information by re-visits and direct measurement.

Conclusion: Accurate exposure factors are an essential part of risk assessment to assure safe use of consumer products. For better and safer management of consumer products, accurate exposure factors in Korea should be assessed for various exposure pathways.

Keywords: Exposure factors, Consumer products, Risk assessment

서 론

2011년에 일어난 가습기 살균제에 의한 집단 폐손상의 발병으로 112명의 사망자를 포함하여 총 359

명이 피해를 낸 후,¹⁾ 생활화학용품에 대한 안전성 논란이 가중됨에 따라 생활화학용품에 대한 체계적인 관리의 필요성이 대두되고 있다. 일부 문신용 염료에서 유해금속인 바륨과 발암가능 물질인 나프탈

[†]Corresponding author:

렌과 크리센이 기준치에 400-1000배 넘는 높은 농도로 검출되어 피부암의 가능성이 제기 되었다.²⁾ 기술표준원은 생활화학용품 내 유해물질 검출 사례를 발표하였는데 그 중, 속눈썹을 붙이는데 쓰이는 접착제 일부 제품에서 발암물질인 포름알데하이드가 안전기준치보다 무려 1,800배가 넘는 높은 수치로 검출되기도 하였다.³⁾ Steinemann *et al.* (2011)⁴⁾은 미국에서 사용하고 있는 25개의 생활용품 중에서 133종 휘발성 유기화합물을 검출하였다. 이중 미국 정부가 독성 또는 유해한 물질로 분류한 것은 24종이었으며, 제품 한 개에 평균 17종의 휘발성 유기화합물이 함유되어 있었다. 이처럼 생활화학용품 사용으로 인한 유해물질 노출이 국민 건강의 중요한 위해요소로 등장하면서 국민들이 안전한 제품 사용에 대한 욕구가 커지고 있다.

우리나라에서는 2015년부터 시행될 화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률 (이하 화평법)에서는 관리대상으로 유해화학물질뿐만 아니라 유해화학물질을 함유한 제품도 포함하고 있기 때문에 생활화학용품에 대한 관리도 가능하게 되었다. 화평법에 근거하여 화학물질을 등록할 때에는 제품 혹은 물질의 노출로 인하여 발생할 수 있는 위해 정도를 설명할 수 있는 자료를 제출해야 하지만 위해성평가 수행에 필요한 기초자료와 노출계수 자료가 부족한 실정이다.

위해성평가는 환경 내에 있는 유해물질의 건강위해성을 평가하고 관리하는데 중요한 역할을 한다. 노출평가는 노출의 정도, 빈도, 시간을 측정하는 과정으로 위해성평가에서 중요한 부분을 차지하고 있다. 소비생활용품의 노출평가는 직접적인 측정에 의해 이루어지기도 하지만, 설문조사, 가정방문 조사, 면접조사 등 다양한 방법을 이용하여 추정하는 간접적인 방법을 활용하기도 한다. 간접적인 방법을 통해 정확한 노출을 추정하고 다양한 노출 계수를 구하는 방법들이 시도되고 있다.⁵⁻⁸⁾

우리나라를 포함한 다양한 국가에서 다양한 연구에서 얻어진 노출계수 자료들을 모아 하나의 책으로 발간하여 연구자들에게 제공하고 있다. 노출계수 핸드북이 미국에서 1989년에 처음 발간되었는데, 이 자료는 미국 EPA에서 다양한 위해성평가를 진행할 때 적절한 노출계수를 적용하기 위해 이용되었다.⁹⁾ 그 후 1997년과 2011년도에 보다 많은 노출계수를 포함한 핸드북을 발간하였다.^{10,11)} 유럽에서는 2002

년에 ExpoFacts라는 데이터베이스를 개발하였고,¹²⁾ 우리나라에서는 2005년에 노출계수 핸드북을 발간하였다.¹³⁾ 2011년 발간된 미국의 노출계수 핸드북에 포함된 내용은 물소비, 음식 이외의 섭취, 토양섭취, 호흡률, 피부면적, 체중, 음식물섭취, 모유, 활동패턴, 소비용품사용, 인생, 집의 특성, 상업용건물의 특징 등을 포함하고 있다.¹¹⁾ 이 중 소비용품의 사용에 관한 노출계수는 1997년 처음 도입되었으며, 다양한 소비용품이 시장으로 나오면서 이에 의한 노출을 연구하려는 시도가 최근에 들어서야 보다 활발하게 진행되고 있다. 소비용품은 소비자들이 사용할 때 인간에게 영향을 미칠 수 있는 화학물질을 포함하고 있을 수 있다. 예를 들면 암모니아, 알코올, 산 또는 유기용제 등이 들어있는 소비품을 흔히 볼 수 있다. 이런 화학물질은 소비용품의 유형이나 사용행태에 따라 호흡, 섭취, 피수흡수 등을 통해 인체에 노출될 수 있다. 그리고 노출 수준도 사용자 주변에 있는 사람의 경우 다양한 수준으로 노출이 될 수 있기 때문에 이에 대한 노출계수에 대한 연구가 필요하게 되었다.

우리나라 환경보건 분야의 연구가 발전하면서 환경매체 중의 오염물질을 모니터링한 자료는 상당한 양이 축적되었으나, 노출 특성을 파악할 수 있는 소비 생활용품에 대한 각종 노출변수에 대한 자료의 축적이나 표준화가 이뤄지지 않고 있다. 이런 노출변수에 대해서 외국의 노출계수를 그대로 적용하는 경우가 있는데 인종, 환경, 문화 생활습관 등 차이에 따른 노출특성을 반영하지 못하므로 노출평가 결과의 신뢰성이 낮아질 수 있다. 신뢰성 있는 위해성평가나 각종 환경관련 국가기준 마련을 위해서는 우리나라 전체 국민들을 대표하는 신뢰성 있는 노출계수를 사용하는 것이 필수적이다. 유해화학물질 함유 제품을 체계적으로 관리하기 위해서는 소비자의 노출경로 및 위해도에 대한 구체적이고 과학적인 자료를 바탕으로 해야 하기 때문이다. 본 연구의 목적은 소비생활화학용품의 과학적인 노출계수의 확보 필요성을 설명하고 국내의 노출평가 조사방법에 대한 고찰을 하기 위함이다.

II. 연구 방법

이 연구는 문헌 고찰을 통해 이루어졌다. 소비생

활용품의 노출계수를 산출하기 위한 연구는 비교적 적기 때문에 본 연구에서는 소비생활용품의 다양한 노출 평가를 다룬 국내외 보고서와 간행된 논문을 중심으로 본 고찰을 수행하였다. 노출 평가에 이용된 조사방법, 대상 소비생활용품과 인구군에 초점을 맞췄으며 구체적인 결과와 인자별 노출계수의 차이 등은 고찰하지 않았다.

III. 결 과

1. 외국의 노출계수 평가 조사 사례

(1) Cosmetic, Toiletry, and Fragrance Association (CTFA) (1983)¹⁴⁾

CTFA는 화장품 사용 및 노출에 관한 3개의 조사 결과를 발표하였다. 첫 번째 조사는 47명의 여성 직원과 그들의 13-61세 친척을 대상으로 1주일간 전향적인 (prospective) 조사를 실시하였다. 두 번째 조사는 소비자 1,129명을 대상으로 후향적인 (retrospective) 조사를 실시하였다. 세 번째 조사는 9.5개월 동안 미국 전 지역의 19,035명의 여성 소비자를 면담조사를 실시하였는데 9,684명만이 조사에 응하였다. 이 세 개의 조사에서 응답자는 주어진 시간에 사용하는 다양한 소비용품의 사용횟수를 적도록 하였고 이 결과는 사회경제적 요인에 따라 구분하였다. 이 조사에서 평균 사용횟수는 각 화장품품의 사용빈도에 응답한 사람들이 주어진 기간 동안 사용한 횟수를 모두 더하고 이를 응답한 사람의 수와 조사 기간 총 일수로 나누어 산출하였다.

(2) Westat Inc. (1987)¹⁵⁻¹⁷⁾

Westat은 1980년대 말에 세 개의 대규모 조사를 실시하였다. 첫 번째 조사는 메틸렌 클로라이드 (methylene chloride)와 그 대체물질 (carbon tetrachloride, trichloroethane, trichloroethylene, perchloroethylene, and 1,1,1,2,2,2 trichlorotrifluoroethane) 이 포함되어 있을 것으로 의심되는 가정용 제품의 사용에 대해 두 단계의 조사를 실시하였다. 먼저 자동다이얼링 (random digit dialing)으로 국민 대표 집단을 섭외한 후 제품의 그림과 설문을 우편으로 보내어 조사하고 4주까지 응답이 없는 사람은 전화를 걸어 설문을 작성하였다. 조사 연구를 위해 접촉한 총 6,790명 중 4,920명이 조사에 참여하였다. 설문에는 지난 12개

월 동안 사용한 적이 있는지, 언제 마지막으로 사용하였는지, 한 제품을 사용하는데 걸리는 시간, 얼마나 사용했는지, 사용 후 얼마나 방에 남아있었는지, 보호기구를 사용하였는지 등을 포함하고 있다. 두 번째 조사는 가정용 청소제품에 관한 조사로 자동다이얼링으로 섭외한 193가구에 대해 조사하였다. 이 조사는 각 가구에서 지난 1년 동안 부엌과 화장실에서 가장 청소를 많이 한 사람을 대상으로 인터뷰하는 방법으로 조사하였다. 조사 내용은 14가지 다른 청소 작업을 실시한 횟수, 각 작업을 실시한 시간, 가장 자주 사용한 제품, 제품의 성상, 작업과 연관된 행동 등이었다. 이 조사에서는 기억에 의한 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 30가구에 대해 재조사를 실시하였다. 14가지의 작업 중 3가지에 대해서 횟수와 시간에 대해 조사하였고 50명에 대해서는 8가지 작업에 대해 4주간 일지를 작성하도록 하여 초기의 전화조사의 결과와 비교하여 검증하였다. 세 번째 조사는 실내용 페인트에 관한 조사로 전화를 이용하여 777 가구를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 이 조사에서는 지난 12달 동안 실내에서 페인트를 사용한 가구가 208가구로 실제로 페인트칠을 한 사람을 조사하였고 실내 페인트 작업의 횟수, 걸린 시간, 페인트 사용량, 보호기구의 사용들을 조사하였다. 30명에 대해 재조사를 실시하여 자료의 정확성을 검증하였다.

(3) Abt Associate Inc. (1992)¹⁸⁾

메틸렌 클로라이드를 포함한 페인트 제거제, 수동 스프레이 페인트, 접착제 제거제의 라벨의 효율성을 평가하기 위해 미국 전역의 4,997명을 추출하여 전화 인터뷰 조사를 실시하였다. 조사 내용은 이들 제품의 사용횟수, 사용시간, 사용량 등 사용패턴에 관한 정보, 사용제품에 관한 정보와, 사용시 노출을 줄이기 위한 예방적 행동들에 관한 정보를 포함하고 있었다. 각 제품별로 사용한 적이 있고 그 제품을 보유하고 있는 응답자에게는 별도의 우편설문지를 보내어 전화설문과 비교하는 조사도 함께 실시하였다. 이 조사결과는 조사 대상 인구의 구성에 따라 비중을 두었기 때문에 미국 성인인구 중 이런 제품을 사용하는 비율을 추정하는데 이용되었다.

(4) EPA National Human Activity Pattern Survey (NHAPS) (1996)¹⁹⁾

NHAPS는 미국 EPA가 실시한 인간의 활동에 관한 설문조사의 일부 연구로서 어린이 2,000명을 포함한 9,000명 이상의 일반 국민을 대상으로 각 미세 환경에 머무른 시간과 일부 행동에 대한 횡수와 시간을 조사하였다. 이 자료의 장점은 미국 전역의 대표적인 인구 집단을 대상으로 조사한 것이다. 이 설문조사에 향수, 손톱 매니큐어, 데오드란트 등 3가지 개인관리 제품과 방충제, 살충제, 가정용 세정제를 포함한 9가지 집안관리 제품들의 사용 여부, 빈도와 시간을 조사하였다. 그러나 이들에 관한 질문은 설문조사 하루 전날에 이들 제품의 사용에 관한 정보를 묻는 것에 그쳤으며 제품에 관한 구체적인 정보와 특성을 고려한 질문은 포함되지 않았다. 따라서 일부 제품에 대한 일시적인 사용 정보를 얻을 수 있을 뿐 노출계수에 대한 자세한 정보는 제공하지 못했다.

5) Bass *et al.* (2001)²⁰⁾

집에서 사용하는 살충제에 대한 조사를 미국 애리조나주의 107가구에서 실시하였는데 이 가구는 10살 미만의 어린이가 있고 지난 6개월 동안 살충제를 사용한 가구로 한정하였다. 이 연구 대상은 무작위추출에 의해 진행되었고 훈련을 받은 조사원이 가정방문을 통해 가구원과 일대일 인터뷰를 하는 방식으로 조사하였다. 이 조사에서는 살충제를 사용하는 장소, 빈도와 농도, 살충제의 타입 등 사용과 보관, 사용후 용기 처리에 관한 정보를 조사하였다. 가정에서 직접 살충제를 사용하는 경우뿐 아니라 방역 전문업체를 이용하는 경우도 포함되었으며, 또한 각 가정에서 사용하고 있는 모든 종류의 살충제를 기록하고 이들의 EPA 등록번호와 활성성분을 조사하였다.

(6) Weegels와 van Veen (2001)²¹⁾

소비생활용품 사용하면서 화학물질에 인체 접촉이 얼마나 이루어지는지를 조사하기 위하여 자주 사용하는 소비생활용품들을 선정하여 다양한 방법으로 노출평가를 시도하였다. 네덜란드의 Delft시에서 자녀가 있는 10가구, 부부가 사는 10가구, 혼자 사는 9가구, 6명의 성인이 사는 1가구를 대상으로 주방용 세제, 다목적 세정제, 욕실세정제와 헤어 스타일링 제품의 노출 평가를 하였다. 대상 가족의 모든 구성원은 3주간 제품을 사용할 때마다 사용일지를

작성하도록 하였는데, 사용일지에는 제품을 사용하는데 걸리는 시간, 사용 시간대, 장소, 사용 목적 등을 포함하고 있었다. 일부 연구참가자들에게 저울을 제공하여 직접 사용량을 측정하여 기록하게 하였다. 한 명의 가족 구성원이 제품을 직접 사용하도록 하여 이를 직접 관찰하고 비디오로 녹화하였다. 3주 후에 재방문하여 재차 사용과정을 녹화하고 3주간의 사용일지를 수거하고 사용한 양을 측정하였다.

(7) Loretz *et al.* (2005, 2006, 2008)²²⁻²⁴⁾

립스틱, 바디로션, 세안제 같은 화장품의 사용에 대한 전국적인 조사를 실시하였는데 미국 10개 도시에서 360명을 섭외하였고 대상은 이런 제품을 자주 사용하는 19세에서 65세 사이의 여성이었다. 대상 제품의 무게를 잰 다음 연구참여자에게 보내어 이 제품의 사용 과정을 2주일 동안 일지에 기록하도록 하였고 2주 후에 남은 제품의 무게를 측정하여 2주간 사용한 양을 측정하였다. 이런 조사방법은, 립스틱, 바디로션, 페이스 크림, 헤어스프레이, 스프레이형 향수, 액체 파운데이션, 샴푸, 바디 워시, 고체형 땀발생 억제제(antiperspirant)에 대해 2005년 실시하고^{22,23)} 세안제, 모발 컨디셔너, 아이섀도우 등에 대해 2007년에 실시하였다.²⁴⁾

(8) Hall *et al.* (2007, 2011)^{5,6)}

자주 사용되는 6가지 화장용품 (샴푸, 바디로션, 치약, 데오드란트, 립스틱, 얼굴로션)의 사용과 노출에 대한 확실적인 유럽 인구모델 구축하기 위해 수행되었다. 유럽 연합을 지리적으로 대표하는 덴마크, 프랑스, 독일, 영국, 스페인 등 5개국이 선정되었다. 이 연구에서는 기본적으로 European Toiletries and Cosmetics Database (ETCD)가 사용되었고 일일 사용량과 빈도에 관한 분포를 조사하기 위해 보조적으로 Ian Smith Consultancy (ISC)와 Europanel 데이터베이스를 사용하였다. 이들 데이터베이스는 2003-2004년에 조사된 자료를 바탕으로 만들어진 것으로 ETCD와 ISC는 화장품의 사용과 빈도에 관한 자료로 만들어졌고, Europanel 데이터베이스는 구매정보를 이용해서 제품군별 총사용량 정보를 제공하고 있는 자료이다. 유럽 15개국 2.49억명의 거주자를 대표할 수 있는 44,100가구와 18,057명의 개인 소비자에 대한 조사자료를 이용하여 몬테카를로 시뮬레이

션을 사용하여 분석되었고 노출의 유럽 통계 인구 모델이 구축되었다. Hall *et al.* (2011)는 같은 방법을 이용하여 5가지 제품 (헤어 스타일링 제품, 핸드 크림, 액체 파운데이션, 구강세정제와 샤워젤)의 노출 모델도 개발하였다.

(9) Sathyanarayana *et al.* (2008)²⁵⁾

영유아들이 유아용 개인위생관리 제품을 사용할 때 피부 노출로 흡수될 수 있는 프탈레이트와 소변 내 프탈레이트의 대사산물과의 연관성을 연구하기 위해 베이비로션, 베이비파우더, 베이비 샴푸, 기저귀크림, 베이비 물수건의 사용에 대해 조사하였다. 미국의 3개 도시에서 산전병원 (prenatal clinic)을 방문한 163명의 어머니들에게 영유아들의 소변이 채취된 시점으로부터 24시간 전까지 각 제품의 사용에 관한 정보를 조사하였다. 그러나 논문에는 노출계수에 관한 결과를 보고하지 않았다.

(10) Wu *et al.* (2010)²⁶⁾

샴푸, 자외선 차단제, 화장품, 모발제품 등 30여종의 개인 위생관리 용품의 사용 패턴과 제품 선택의 기준을 캘리포니아에 거주하는 가구를 대상으로 전화인터뷰 방법을 이용하여 조사하였다. 조사 대상 655 가구 중 605가구가 전화인터뷰 조사를 마쳤으며 이중에서 453 가구는 5세 이하의 어린이가 있는 가구로 이들 가정에서 어린이 한 명과 부모 한 명이 조사에 포함되었으며 151가구는 55세 이상의 어른이 포함된 가구였다. 따라서 조사대상자의 연령은 어린이 그룹 (5세 이하) 55세 이하와 55세 이상의 세 그룹으로 나누었으며 3년 동안의 조사를 통해 사용패턴에 대한 변이를 조사하고자 하였으며 이 논문은 그 중 첫 번째 해의 조사 결과이다. 사용빈도, 구매빈도, 제품 인식도와 선호도 등의 노출관련 정보와 함께 인구학적인 정보를 조사하여 이들간의 차이를 비교하였다.

(11) Wu *et al.* (2010)²⁷⁾

어린이를 키우는 가정에서 살충제의 사용과 살충제의 노출량에 영향을 주는 살충제 살포 방법과 살포후의 행동을 조사하기 위해 북부 캘리포니아의 5세 이하 어린이가 있는 477가구를 대상으로 설문조사를 하였다. 전화 인터뷰를 통해 설문조사가 이루

어졌는데, 설문 전에 시장에서 구할 수 있는 살충제의 종류들의 종류와 사진이 담긴 패키지를 보내서 참여자들이 쉽게 설문에 응할 수 있도록 하였다. 설문 내용은 실내용 살충제와 옥외용 살충제, 애완동물용 살충제의 사용에 관한 정보와 살충제를 뿌리고 난 후 살충제의 노출량에 영향을 줄 수 있는 행동 등에 관한 정보를 묻는 것이었다. 설문을 통해 얻어진 살충제의 사용량과 횟수, 노출패턴에 관한 정보는 살충제 노출 모델링과 위험도 평가에 필요한 자료들이다.

(12) Bennett *et al.* (2012)⁷⁾

생활화학용품의 사용은 일반적으로 설문지를 통해 수집이 되지만 참여자들에게 부담이 되고 시간이 많이 소요되며 기억에 의존하기 때문에 오차가 생기게 되는데, 연구참여자들의 부담을 최소한으로 줄이면서 제품사용과 그 사용량에 관한 정확한 정보를 얻는 방법을 찾으려는 시도를 하였다. 이 연구는 SUPERB (Study of Use of Products and Exposure-Related Behaviors) 프로젝트의 일부로 수행되었다. 이 연구에서는 연구자들이 직접 가정을 방문하여 바코드 스캐너를 이용하여 집안관리용품과 개인위생관리 용품의 정확한 이름을 알아내고 처음 방문해서 각 용품의 무게를 재고 1주일 뒤에 재방문하여 용품의 무게를 다시 재어 각 용품의 사용량이 얻어졌다. 47개 가정이 연구에 참여하였으며, 16개월 동안 4번의 조사를 하였다. 참가자들이 부담을 덜 느끼면서 제품 사용에 관한 비교적 정확한 정보를 얻는 방법으로 평가하였지만 바코드가 있고 이를 통해 제품 정보를 얻을 수 있는 제품들은 50% 미만이었으며, 1주일의 기간은 모든 제품의 유의한 사용량을 얻기에 적합하지 않았다.

(13) Biesterbos *et al.* (2013)⁸⁾

개인 위생관리 용품들에 함유되어있는 프탈레이트, 파라벤, 자외선 흡수제, 항균성분 등의 총 노출을 평가하기 위해 네덜란드 516명의 소비자를 대상으로 인터넷 설문지를 이용하여 32개의 용품에 대한 노출평가를 하였다. 일반적인 소비자 노출평가에 사용하는 용품의 사용빈도와 사용량 조사와 함께 사용장소, 환기 상태 등을 묻는 사용환경 인자와 개별 용품 사용의 인자(사용 시간대, 부위 등)들을 조사하였다. 사

용량 정보를 얻기 위하여 용품의 형태별로 다른 방식의 질문을 개발하였다. 모발, 피부, 면도 용품의 경우에는 3개 수준의 사용량을 보여주는 사진을 이용하여 고를 수 있도록 하였다. 스프레이의 경우 몇 번 스프레이를 하는지 마스크라의 경우 몇 번 바르는지 등 제품의 특성에 맞는 질문을 개발하여 사용량을 정량적으로 추정하려는 시도를 하였다.

(13) Manova *et al.* (2013)²⁸⁾

자외선차단제뿐만 아니라 화장품, 피부관리, 입술 관리제품 등 개인 위생관리 제품에 흔하게 화학적 자외선 흡수제를 사용되고 있다. 각 제품 내 이들의 사용량과 사용된 물질의 종류는 제품마다 다르며 시간에 따라 변하지만 스위스에서는 이에 관한 자료는 없다. 따라서 스위스에서 우편으로 설문지를 보내 지난 일년간 사용해오고 있는 자외선 차단기능이 있는 제품의 이름과 사용빈도 등으로 조사하였다. 설문지는 어른과 청소년·어린이를 위한 설문으로 2가지 버전으로 개발되었으며 각각 2000가구와 1500가구에 설문지를 보냈다. 이 설문 결과를 이용하여 많이 사용되고 있는 7개 제품군에서 116개 제품을 수집하였다. 수집된 제품에서 자외선 차단 유기화학물질들의 종류와 농도를 분석하였지만 우편설문을 통해 얻어진 소비자들의 사용횟수 사용량 등의 노출계수에 관한 결과에 대해서는 보고하지 않았다.

2. 국내 소비생활제품의 노출계수 평가 조사

우리나라에서도 2008년부터 2012년까지 일상생활에서 사용하는 소비자제품의 사용, 노출 패턴을 파악하고 사용에 따른 노출량을 조사하기 위해 제품사용에 따른 소비자의 노출평가를 국립환경과학원에서 수행해 왔다.²⁹⁻³³⁾ Table 1에 우리나라에서 실시한 소비자 노출평가연구의 연차별 특성을 요약해 놓았다. 1-4차년도 조사에서는 인터넷 설문조사를 통해 각 제품의 사용빈도(회/년), 사용시간(분), 사용량(g) 등의 노출계수를 확보하였으며 조사대상 제품에 함유 가능한 유해물질 목록과, 노출알고리즘도 마련되었다. 5차년도 연구에서는 만 15세 이상 일반 국민으로 15개 시·도를 조사지역으로 하였다. 인터넷을 기반으로 한 기존의 노출평가 대신 조사 숙련된 조사원과 구조화된 설문지를 활용한 가구방문 개별면접조사 (face to face interview)를 실행하였으며 지역별 인구 구성비에 근

거한 비례할당추출 (proportionate quota sampling)을 하였다. 2,500가구에서 3,333명을 대상으로 조사하였고 이중 100가구에 대해서는 2차에 걸친 가정방문을 통해 사용빈도, 사용량을 직접 측정하여 이를 가정방문조사의 결과를 검증하는데 활용하였다.

3. 우리나라 소비 생활용품의 규제와 관리

우리나라에서는 소비생활용품의 특성에 따라 이를 규제하고 관리하는 정부부처와 법령이 다양하다.

(1) 식품의약품안전처

식품의약품안전처에서는 소비생활용품 중에서 화장품류와 의약외품을 관리규제하고 있다. 의약외품은 의약품과 비교하여 상대적으로 안전하여 인체에 대한 작용이 작지만, 화장품이나 공산품과 비교하면 인체에 미치는 영향이 큰 품목이다. 약사법 제2호 제7조에 의해 그 정의와 범위를 정하고 있는데 (1) 사람이나 동물의 질병을 치료·경감·치치 또는 예방할 목적으로 사용되는 섬유·고무제품 또는 이와 유사한 것, (2) 인체에 대한 작용이 약하거나 인체에 직접 작용하지 아니하며, 기구 또는 기계가 아닌 것과 이와 유사한 것 (3) 감염병 예방을 위하여 살균·살충 및 이와 유사한 용도로 사용되는 제제 등을 포함하고 있다.³⁴⁾ 탈모방지제품, 치약, 데오드란트, 가정용 살충제와 기피제, 살균소독제와 방역제제 등이 의약외품의 분류에 들어간다. 화장품법에서 화장품에 들어갈 수 없는 원료를 지정하고 살균보조제, 색소, 자외선차단제 등 사용상 제한이 필요한 원료에 대해 그 사용기준을 지정하여 규제·관리하고 있다.

(2) 산업통상자원부

품질경영 및 공산품안전관리법 (품공법)은 기업의 품질경영 조성 지원에 관한 사항과 공산품의 안전관리에 관한 것을 규정한 법령으로서 소비자의 생명 및 신체에 대한 위해를 방지하기 위해 공산품의 안전확보를 목적으로 안전인증제도, 자율안전확인제도 등의 품질관리제도를 시행하고 있다. 이중 자율안전확인대상 공산품 중 화학부문에 생활화학가정용품이 포함되어 있어 해당 제조업자나 수입업자가 시험, 검사를 받도록 법으로 정해 놓고 있다. 대상 생활화학가정용품 제품군은 세정제, 방향제, 접착제, 광택제, 탈취제, 합성세제, 표백제, 섬유유연제 등 8개다.³⁵⁾

Table 1. Studies performed to obtain exposure factors of consumer products in Korea from 2008 to 2012 ³²⁻³⁶⁾

Types of survey	Study products	Subjects (N)	Results
1 st year, Online 2008 questionnaire	<u>14 consumer products:</u> Shampoo, tooth paste, tooth whitening product, body cleanser, hair rinse, face cleanser, bar soap, fragrance, sun screen, hair spray, facial cream, bubble bath, hair gel, hair wax, perfume	10s ~ 50s (2,000)	Exposure factors: Frequency(/year), time (min), amount(g)
2 nd year, Online 2009 questionnaire	<u>20 children's consumer product:</u> kid's lotion, hand cream, balloon, straw, kid's book, text book, pencil, eraser, paint, computer, glue, transparent tape, ruler, Colored paper, underwear, toilet trainer, electric mosquito repellent, insect repellent etc.	6-18 years old children (6-12yrs 1,000, 13-18yrs 1,000)	Exposure factors, chemical inventory in study consumer products, and exposure algorithm
3 rd year, Online 2010 questionnaire	<u>26 cosmetics and personal hygiene products:</u> detergent, laundry detergent, nursing bottle detergent, bathroom cleaner, fabric deodorizer, mouth wash, hair lotion, face mask pack, nail lacquer, eye liner, lipstick, makeup remover, sanitary napkin, stretch mark cream etc.	20s ~ 50s women (2,000)	Exposure factors, chemical inventory in study consumer products, and exposure algorithm
4 th year, Online 2011 questionnaire	newspaper, notebook, paper clip, binder clip, sign pen, white board marker and cleaner, highlighter pen, post-it, clear file, keyboard, mouse and mouse pad, paper cup, plastic cup, bandage, toilet paper, potty seat, household insecticide aerosol spray, mosquito coil burner, remote controller	20s ~ 50s (2,000)	Exposure factors, chemical inventory in study consumer products, and exposure algorithm
5 th year, Questionnaire by 2012 home visit	<u>5 cosmetics:</u> Facial cleanser, tooth paste, shampoo, hair rinse, body cleanser <u>16 cleaning products:</u> detergent, laundry detergents, deodorizer, antistatic spray, bathroom cleaner, toilet bowl cleaner, carpet cleaner, floor cleaner, leather conditioner, glass cleaner, metal cleaner, water pipe cleaner, shoe polish <u>3 paint products</u>	> 15 years old (3,333)	Exposure factors and accuracy determination of exposure factors

(3) 환경부

2012년 11월 생활화학용품 관계부처 차관회의의 결과에 따라 화학물질과 화학제품으로 이원화되었던 생활화학용품의 관리를 환경부로 일원화하기로 하였다. 이에 따라 유해화학물질 함유제품에 관한 안전 관리 사항이 화평법에 반영되었다. 소독제, 방충제 등 국민건강과 환경에 위해성이 있는 화학제품은 화평법 제2조 제16호의 위해우려 제품에 포함되어 위해성평가를 실시하고 안전표시기준을 설정할 예정이다.³⁶⁾ 화평법에 규정된 위해 우려제품으로는 기존에 품공법의 자율안전확인 인증대상 공산품인 8개 생활 화학가정용품들과 살생물제 (biocide) 등이 포함된다.

그러나 그 외 품목은 현재 별도로 관리되는 부처가 없이 안전확인절차나 사용상 주의사항 표시도 없이 유통되고 있다. 이러한 비관리 품목 사용으로 인한 사

고 방지를 위해 비관리 품목 11개 중 8개 품목(스티커제거제, 표면보호 코팅제, 문신용 염료, 소독제, 방충제, 미생물 탈취제, 방청제, 김서림 방지제)은 화평법 시행으로 환경부가 주관하여 안전관리대상으로 지정되고 안전기준을 마련하여 관리하게 되었다.

IV. 결 론

외국에서는 1980년대부터 소비생활용품의 노출평가가 시작되었고, 현재까지 많은 연구가 이루어지는 않았지만 전화설문, 인터넷 조사, 면접조사와 데이터베이스를 이용한 방법 등 다양한 방법으로 노출계수를 얻는 시도를 하였다. 현재까지 소비생활용품의 노출 계수를 얻기 위한 표준화된 방법은 없으며, 노출계수를 구하는 조사를 한 다음에 그 조사의 정

확성을 검증하는 추후 조사는 일부 연구에서 수행된 것으로 확인되었다.

우리나라의 경우 많은 소비생활용품 노출조사가 전국민을 대상으로 수행되었다. 1-4차년도 연구는 인터넷을 이용한 설문조사로서 대상이 성, 연령, 지역으로 표준화 되지 않았고 그 정확성을 검증하는 연구가 수행되지 않았다. 전국단위 조사이지만 인터넷 접근이 가능한 사람들로 제한되기 때문에 이들 결과를 국민대표 노출계수로 보기는 힘들며, 이들 조사 결과의 신뢰도를 검증할 후속 조사도 필요하다.

외국의 경우, 조사 목적에 따라 생활용품의 제품 특성을 고려하여 데이터베이스를 이용하거나 직접 측정, 비디오 녹화 등 다양한 조사들을 통해 보다 정확한 노출계수를 확보하려는 시도를 했다. 하지만, 우리나라의 노출계수 조사 방법은 인터넷을 이용한 설문조사와 가정방문 조사만으로 수행되었다. 소비생활용품은 자주 사용되는 제품의 경우에는 전화, 인터넷, 가정방문을 통한 설문조사 방법으로 비교적 쉽게 노출계수가 얻어진다. 그러나 자주 사용하지 않거나 제품 사용이 사회인구학적 변수 별로 고르게 분포되지 않은 경우에는 정확한 노출계수를 얻기 위해 제품의 특성을 반영한 대상 선정과 조사방법에 대해 고려해야 할 것이다.

현대적인 삶을 살아간다는 것은 화학물질을 함유하고 있는 생활화학용품, 화장품 등 여러 가지 제품들을 사용한다는 것을 내포하고 있다. 일상 생활에서 노출될 수 있는 화학물질들이 사람의 건강에 끼치는 위험을 평가하고 적절하게 관리하는 것은 이런 화학제품의 안전한 사용을 보장하는데 중요한 요소가 될 것이다. 화평법의 제정으로 생활화학용품이 안전하게 사용할 수 있는 법적 근거가 마련되어 이를 사용하는 국민의 건강에 좋은 영향을 줄 것으로 기대하고 있다. 하지만 안전기준을 마련하고 체계적으로 관리하려면 먼저 국내 소비자를 대상으로 연구한 노출경로별 평가를 통한 노출계수의 개발이 이루어져야 한다. 신뢰성 있는 소비생활용품의 노출 계수를 얻기 위해 용품의 용도, 사용인구와 제품의 특성에 따라 그에 적합한 노출평가 방법을 적용하여 조사해야 할 것이다.

참고문헌

1. Park D. Review of humidifier lung cases caused by

- use of humidifier - Focusing on probable environmental causal agents-. *Journal of Environmental Health Sciences*. 2013; 39(2): 105-116.
2. Kyunghyang Newspaper. Detecting carcinogenic chemicals exceeding permissible limit in French tattoo inks. 2013 July 11.
3. The Korea Industry Daily Newspaper. Detecting aazarduous chemicals in false eyelashes adhesive. 2012 July 23.
4. Steinemann AC, MacGregor IC, Gordon SM, Gallagher LG, Davis AL, *et al*. Fragranced consumer products: Chemicals emitted, ingredients unlisted. *Environ Impact Assessment Review*. 2011; 31: 328-333.
5. Hall B, Tozer S, Safford B, Coroama M, Steiling W, Leneveu-Duchemin MC, *et al*. European consumer exposure to cosmetic products, a framework for conducting population exposure assessments. *Food Chem Toxicol*. 2007; 45(11): 2097-2108.
6. Hall B, Steiling W, Safford B, Coroama M, Tozer S, Firmani C, *et al*. European consumer exposure to cosmetic products, a framework for conducting population exposure assessments Part 2. *Food Chem Toxicol*. 2011; 49(2): 408-422.
7. Bennett DH, Wu X, Teague C, Lee K, Cassidy D, Ritz B, *et al*. Passive sampling methods to determine household and personal care product use. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 2012; 22: 148-160.
8. Biesterbos JWH, Dudzina T, Delmaar CJE, Bakker MI, Russel FGM, Scheepers PTJ, *et al*. Usage patterns of personal care products: Important factors for exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*. 2013; 55: 8-17.
9. US EPA (United States Environmental Protection Agency). Exposure Factors Handbook: 1989 Edition. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA 600/8-89/043, 1989.
10. US EPA. Exposure Factors Handbook: 1997 Edition. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA-600-P95-F, 1997. Available at <http://www.epa.gov/ncea/efh/> [assessed 14 November 2013].
11. US EPA. Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. National Center for Environmental Assessment, Washington DC; EPA/600/R-09/052F. Available at <http://www.epa.gov/ncea/efh/> [assessed 14 November 2013].
12. EC (European Commission). Joint Research Centre. ExpoFacts Project Information. Available at <http://expofacts.jrc.ec.europa.eu/index.php?category/4>

- proj_info&source¼proj_info&PHPSESSID¼jupj66b39c8em4bp8p529o6fu0 [accessed 15 June 2011]
13. Jang JY, Jo SN, Kim SJ, Kim S, Cheong HK. Development of Korean Exposure Factors Handbook. *Epidemiology*. 2008; 19(6): S214.
 14. CTFA (Cosmetic, Toiletry, and Fragrance Association) Inc. Summary of the results of surveys of the amount and frequency of use of cosmetic products by women. Washington DC: CTFA Inc; 1983.
 15. Westat Inc. Household solvent products: A national usage survey. Washington DC: US EPA; 1987a.
 16. Westat Inc. National household survey of interior painters: Final report. (EPA 560/1987 WI/003). Washington DC: US EPA; 1987b.
 17. Westat Inc. National usage survey of household cleaning products. Washington DC: US EPA; 1987c.
 18. Abt Associates Inc. Methylene chloride consumer products use survey findings. Bethesda, MD: U.S. Consumer Product Safety Commission; 1992.
 19. US EPA. Descriptive statistics from a detailed analysis of the National Human Activity Pattern Survey (NHAPS) responses. Washington DC: EPA/600/R-96/148, 1996.
 20. Bass JK, Ortega L, Rosales C, Petersen NJ, Philen RM. What's being used at home: A household pesticide survey. *Rev Panam Salud Publica*. 2001; 9:138-144.
 21. Weegels ME, van Veen MP. Variation of consumer contact with household products: a preliminary investigation. *Risk Anal*. 2001; 21: 499-511.
 22. Loretz LJ, Api AM, Barraj LM, Burdick J, Dressler WE, Gettings SD, *et al*. Exposure data for cosmetic products: lipstick, body lotion, and face cream. *Food Chem Toxicol*. 2005; 43: 279-291.
 23. Loretz L, Api AM, Barraj L, Burdick J, Davis d, Dressler W, *et al*. Exposure data for personal care products: hairspray, spray perfume, liquid foundation, shampoo, body wash, and solid antiperspirant. *Food Chem Toxicol*. 2006; 44: 2008-2018.
 24. Loretz LJ, Api AM, Babcock L, Barraj LM, Burdick J, Cater KC, *et al*. Exposure data for cosmetic products: facial cleanser, hair conditioner, and eye shadow. *Food Chem Toxicol*. 2008; 46: 1516-1524.
 25. Sathyanarayana S, Karr CJ, Lozano P, Brown E, Calafat AM, Liu F, *et al*. Baby care products: possible sources of infant phthalate exposure. *Pediatrics*. 2008; 121: e260-268.
 26. Wu X, Bennett DH, Ritz B, Cassady DL, Lee K, Hertz-Picciotto I. Usage pattern of personal care products in California households. *Food Chem Toxicol*. 2010; 48: 3109-3119.
 27. Wu X, Bennett DH, Ritz B, Frost J, Cassaday D, Lee K, *et al*. Residential insecticide usage in northern California homes with young children. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. 2010; 21: 427-436.
 28. Manova E, von Goetz N, Hauri U, Bogdal C, Hungerbuhler K. Organic UV filters in personal care products in Switzerland: A survey of occurrence and concentration. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2013; 216 508-514.
 29. Korea National Institute of Environment Research. Final report of constructing a Base for Consumer Exposure Assessment of Consumer Products I. Nov. 2008.
 30. Korea National Institute of Environment Research. Final report of constructing a Base for Consumer Exposure Assessment of Consumer Products II. Dec. 2009.
 31. Korea National Institute of Environment Research. Final report of constructing a Base for Consumer Exposure Assessment of Consumer Products III. Nov. 2010.
 32. Korea National Institute of Environment Research. Final report of constructing a Base for Consumer Exposure Assessment of Consumer Products IV. Nov. 2011.
 33. Korea National Institute of Environment Research. Final report of Development of Methodology for Exposure Factors of Consumer Products. Nov. 2012
 34. National Law Information Center. Pharmaceutical Law. Available at <http://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%95%BD%EC%82%AC%EB%B2%95> [accessed 14 November 2013]
 35. Korea Agency for Technology and Standards. Available at [http://www.ats.go.kr/mcm_03/doc02/07생활화학가정용품\[부속서7\].hwp](http://www.ats.go.kr/mcm_03/doc02/07생활화학가정용품[부속서7].hwp) [accessed 14 November 2013]
 36. National Law Information Center. Act on Registration and Evaluation of Chemicals. Available at <http://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=0&p1=&subMenu=1&nwYn=1&query=%ED%99%94%ED%95%99%EB%AC%BC%EC%A7%88+%EB%93%B1%EB%A1%9D&x=-1006&y=-208#liBgcolor0> [accessed 14 November 2013]