

## 노중 파라벤 농도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 제3기 국민환경보건기초조사 자료 분석

김재민<sup>1</sup> , 이경무<sup>1,2\*</sup> 

<sup>1</sup>한국방송통신대학교 대학원 환경보건시스템학과, <sup>2</sup>한국방송통신대학교 보건환경학과

## A Study on the Factors Affecting Urinary Paraben Concentration: An Analysis of the Third Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS) Data

Jae-Min Kim<sup>1</sup> and Kyoung-Mu Lee<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Systems, Graduate School of the Korea National Open University, <sup>2</sup>Department of Environmental Health, Korea National Open University

### ABSTRACT

**Background:** Paraben is a widely used substance with a preservative effect found in various materials such as food, medicine, personal care products, and cosmetics.

**Objectives:** This study was conducted to identify the level of urinary paraben concentrations (i.e., methyl-, ethyl-, and propyl-) among Korean adults and to explore the factors related with the exposure levels.

**Methods:** We analyzed the third period (2015~2017) of the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS). R statistical software (version 4.1.1) was used to estimate representative values for the whole population with weight variables to reflect sampling design. Whether urinary concentrations tended to increase as the level of paraben exposure-related characteristics increased was tested and  $P_{trend}$  was calculated using general linear models.

**Results:** Urinary concentrations of all three parabens (i.e., methyl-, ethyl- and propyl-) were higher in women than in men ( $P_{trend}<0.0001$ , 0.008, and  $<0.0001$ ), and the values of methylparaben and propylparaben tended to increase as the age of subjects increased ( $P_{trend}<0.0001$ , and  $<0.0001$ ). Urinary concentrations of methylparaben and propylparaben were associated with intensity of exercise ( $P_{trend}<0.001$ , and 0.004), and that of propylparaben was higher in non-smokers ( $P_{trend}=0.01$ ). In terms of paraben exposure-related variables, urinary concentrations of parabens (i.e., methyl-, ethyl- and propyl-) increased as the daily average frequency of teeth-brushing ( $P_{trend}<0.0001$ , 0.03 and 0.0001), the frequency of use of hair products ( $P_{trend}=0.005$ , 0.05 and 0.04), the frequency of use of makeup products ( $P_{trend}<0.001$ , 0.001 and  $<0.001$ ), and the frequency of use of antibacterial products ( $P_{trend}=0.005$ , 0.02 and 0.02) increased.

**Conclusions:** In our study, urinary concentrations of all three parabens are associated with gender, teeth-brushing, hair products, make-up products, and antibacterial products. Methyl- and propyl-parabens were associated with age and intensity of exercise, and propyl-paraben was associated with smoking.

**Key words:** Parabens, personal care product, the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS)

**Received** January 11, 2023

**Revised** February 1, 2023

**Accepted** February 9, 2023

### Highlights:

- This study was conducted to identify the level of urinary paraben concentrations and to explore the factors related with the exposure to paraben among Korean adults.
- We analyzed the 3rd period (2015~2017) of the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS).
- Our results suggest that urinary paraben concentrations are related with several general and paraben exposure-related characteristics such as gender, age, exercise, smoking, and personal care products.

### \*Corresponding author:

Department of Environmental Health Systems, Graduate School of the Korea National Open University, 86 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03087, Republic of Korea

Tel: +82-2-3668-4749

Fax: +82-2-741-4701

E-mail: kmlee92@knou.ac.kr

## I. 서 론

파라벤(p-hydroxybenzoic acid esters, paraben)은 산 촉매 조건에서 알코올에 의한 벤조산(p-hydroxybenzoic acid)의 에스터화에 의해 조제되며, 순수한 형태의 파라벤은 작은 무색결정 또는 무향, 무미의 결정성 파우더로, 자연 상태에서는 흡습성을 지니고 기름과 물 모두에 용해될 수 있다. 파라벤은 낮은 농도에서도 곰팡이에 대한 살균작용이 효과적으로 나타나 식품 및 의약품뿐만 아니라 개인위생용품(personal care products, PCP) 및 다양한 화장품에 방부 효과를 위해 사용되는데, 에스터그룹의 사슬 길이가 길어질수록 살균활성이 증가하고 수용성은 감소한다.<sup>1)</sup> 메틸파라벤(methyl-paraben)은 화장품, 생활화학제품, 식품, 에틸파라벤(ethyl-paraben)은 식품, 프로필파라벤(propyl-paraben)은 화장품과 생활화학제품에서 많이 사용된다.<sup>2)</sup>

미국 식품의약국(Food and Drug Administration, FDA)은 항균 방부제로 오랫동안 사용되어 온 파라벤의 안전성에 대하여 발표된 연구 결과들을 지속적으로 검토해 온 결과 현재로서는 화장품에 사용되는 파라벤이 인체 건강에 영향을 미친다는 정보가 없다고 판단하고 있다.<sup>3)</sup> 또한, 신체는 흡수된 파라벤을 에스테라제 가수분해 및 글루쿠론화를 통하여 간에서 쉽게 대사되고 인체 조직에 축적되지 않기 때문에 화장품에서 파라벤 사용은 안전하다고 판단되기도 한다.<sup>4)</sup> 그러나, 최근 들어 파라벤은 인체 건강에 대한 잠재적 위험이 우려되는 화학물질로 인식되고 있다. Kang 등(2016)<sup>5)</sup>은 시험관 시험 연구에서 파라벤이 에스트로젠 수용체에 대해 특이적 활성을 나타내고 피부에서 장기간의 에스트로젠 효과를 유발할 수 있다고 하였으며, Ahn 등(2009)<sup>1)</sup>은 실제로 인체는 파라벤 복합물에 노출되며 크지는 않지만 동물실험을 통해 근육기능장애, 중추신경계 기능저하 및 자율신경계에 대한 급성독성 영향과 체중감소 등의 아급성 및 만성독성 영향이 있음을 보고한 바 있다. 따라서, 현재 파라벤의 인체에 대한 영향의 안전성에 대한 시각은 안전하다는 파라벤 취급 업계의 시각과 내분비계 등의 영향에 대한 연구계의 시각이 공존한다고 할 수 있으며, 후자의 연구 결과들에 의해 일부 대중들에게 파라벤이 유해한 물질로 인식이 되어 일부 제품에서 파라벤이 포함되어 있지 않다는 것을 홍보에 활용하는 경우도 있다. 하지만, 현재까지는 대부분의 과학자들이 화장품이나 개인위생용품(Personal Care Products, PCP)에 포함된 파라벤 수준이 내분비계 장애를 일으키는 수준은 아니라는 데 동의하고 있다.<sup>4)</sup> 미국 식품의약국이나 유럽연합 집행위원회의 소비재과학위원회(Scientific Committee on Consumer Products, SCCP) 등은 파라벤류의 사용농도를 1%가 넘지 않게 규제하고 있으며<sup>4)</sup> 국내는 식품의약품안전처에서 화장품 내 파라벤 허용농도를 단일 성분일 때 0.4%, 복합성분일 때 0.8%로 규정하고 있다.<sup>6)</sup>

파라벤과 그 대사산물은 체내에 축적되지 않으며 노출 후 몇 시간 이내에 제거되며, 정맥 주사 후에도 혈청 파라벤 농도는 빠르게 감소하고 혈액 내에서 낮은 수준을 유지하며, 모 화학물질과 그 대사산물은 소변으로 배설된다.<sup>5)</sup> 따라서 인간의 소변 중 파라벤 농도를 측정함으로써 파라벤에 대한 노출 수준을 추정할 수 있다.

국내외에서 파라벤 노출원을 확인하는 많은 연구가 수행되었는데, 예를 들어, 이란의 Arfaenia 등(2021)<sup>7)</sup>은 미용실에서 일하는 여성의 노중 파라벤의 농도가 높게 나타났음을 보고하였다. Wei 등(2021)<sup>8)</sup>은 2005년부터 2020년 사이에 출판된 파라벤 관련 문헌에서 의약품, 개인위생용품 및 식품과 같은 소비자 제품, 환경 매트릭스 및 임산부와 같은 감수성 인구를 포함한 인간의 파라벤 수준에 대하여 검토한 결과, 개인위생용품에서 파라벤 농도가 가장 높았고, 다음으로 액체 의약품에서 높은 수준을 보였다. 또한, 임산부의 파라벤 수치가 일반 인구보다 높았으며, 국가 간 비교에서는 미국과 유럽의 파라벤 수치가 다른 지역에 비해 높았다.

본 연구에서는 2015~2017년에 수행된 제3기 국민환경보건 기초조사 자료를 이용하여, 현재 국내 성인의 노중 파라벤 농도 수준을 확인하고, 영향을 미치는 인자로 작용할 것이라 예상되는 변수들을 선정하여, 파라벤 노출과 관련된 다양한 인구학적 특성 및 파라벤 노출과 관련 다양한 특성을 확인하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 국립환경과학원에서 시행한 제3기 국민환경보건 기초조사 자료에서 조사된 성인 3,787명을 대상으로 하였다. 국민환경보건기초조사는 환경보건법 제14조에 따라 환경부 소속 국립환경과학원에서 2009년부터 3년 주기로 시행하고 있는 전국 규모의 법정 조사로 우리나라 국민의 체내 환경유해물질 노출수준에 대한 국가 통계자료를 산출하고 이를 통해 국가 및 지역단위의 환경보건 현황과 체내 환경유해물질의 시·공간적 분포, 변화와 영향요인을 지속적으로 분석하여 환경 보건정책 수립을 위한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 제3기 국민환경보건기초조사는 2015년부터 2017년까지 수행되었으며 파라벤(메틸-, 에틸-, 프로필-)은 제3기 조사에서 처음으로 측정 대상 물질로 포함되었다.<sup>9)</sup>

제3기 국민환경보건기초조사의 성인대상 조사는 전 국민의 대표성을 확보할 수 있도록 통계청의 2015년 인구주택총조사의 조사구를 모집단으로 사용하여 지역적 행정구역과 해안 층으로 1차 층화하였고, 사회·경제적으로 2차 층화하였으며, 추가적으로 중급속 측정망 설치지역을 층으로 고려하였다. 성인대상 조사에서 가중치는 설계가중치, 무응답 조정, 모집단에

대한 보조 정보를 이용한 조정의 단계를 거쳐 산출하였다.

환경유해물질의 노출경로 확인을 위한 설문조사는 가구 공통설문과 개인 설문으로 나누어져 있는데, 성인의 가구 공통 설문조사는 가구를 대표하는 1인이 거주지 특성, 실내 환경, 가구 소득 등에 대해 작성하였고, 개인 설문으로는 교통 및 이용 수단, 음주, 흡연, 운동 등과 같은 생활 습관, 최근 생활 및 식이습관 등에 대해 조사하였다. 제3기 국민환경보건기초조사는 국민환경과학원(NIER-2016-BR-003-01, NIER-2016-BR-003-03)의 IRB (Institutional Review Board) 승인을 받아 진행되었다.

## 2. 파라벤 농도

제3기 국민환경보건기초조사 자료는 26종의 환경유해물질에 대한 노출 생체지표 자료를 포함한다. 성인의 경우 조사 당일 설문 전문 요원과 시료 채취 요원으로 구성된 현지 조사팀이 조사 장소를 방문하여 설문조사, 신체 측정, 생체시료 채취를 시행하였다. 환경유해물질 분석은 선정된 전문기관에서 수행되었다. 노중 파라벤은 액체크로마토그래피 질량분석법(Ultra Performance Liquid Chromatography mass spectrometry, UPLC-MS/MS)으로 분석하였다. 분석방법 및 분석기기에 대한 방법검출한계와 기기검출한계는 당해 연도 분석시작 전에 측정하고, 이후 매 4개월마다 측정하는 것을 원칙으로 하였으며, 정도관리용 표준용액(저농도) 시료를 이용하여 정밀도를 측정하여 분석방법의 정도관리에 활용하였다. 이 방법은 요 시료를 β-glucuronidase/aryl sulfatase 분해효소로 가수분해한 후 고체상 정제컬럼(Solid phase extraction, SPE)을 통과시켜 측정하는 것으로, 일정량의 표준용액을 시료에 첨가하는 표준시료 첨가법(Standard Addition Method)으로 작성한 검정곡선을 이용하여 시료 농도의 값을 결정하였다.<sup>10)</sup> 최종 결과는 노중 크레아티닌 농도(단위: μg/g creatinine)로 보정하되 크레아티닌 농도가 0.3~3.0 g/L 농도 범위에 있는 데이터에 한정하였다.<sup>11)</sup> 그 결과, 최종적으로 메틸파라벤과 에틸파라벤은 3,347명, 프로필파라벤은 3,346명에 대해 분석하였다.

## 3. 통계분석

제3기 국민환경보건기초조사에서 성인 3,787명을 대상으로 조사된 노중 메틸파라벤, 에틸파라벤, 프로필파라벤의 농도와 설문조사를 통해 수집된 일반적 특성 변수 및 파라벤 관련 제품들에 대한 정보를 이용하여 분석하였다. 일반적 특성을 나타내는 변수로는 성별, 연령과 생활 습관 중에서 신체대사에 영향을 줄 수 있는 흡연, 간접흡연, 음주, 땀이 날 정도의 운동, 질병으로 인한 의사처방 약복용을 선정하였다. 그리고 이러한 생활환경에 영향을 줄 수 있는 기타변수로 교육수준, BMI 지수, 1년 내 월평균 소득을 선정하였다. 간접흡연은 노출빈도로, 흡연, 음주와 질병으로 인한 의사처방 약복용은 해당사

항이 있음과 없음, 땀이 날 정도의 운동은 운동을 전혀 하지 않는 경우와 운동을 하지만 땀이 날 정도는 아닌 경우, 그리고 땀이 날 정도의 운동을 하는 경우, 교육수준은 학교를 다니지 않음부터 대학원까지, 1년 내 월평균 소득은 100만원 미만부터 700만원 이상까지로 구성되었다. 파라벤 관련 제품의 사용 빈도를 나타내는 파라벤 관련 변수로는 양치, 향수, 헤어제품, 몸세정제, 메이크업제품, 향균제품, 방향제를 선정하였다. 파라벤이 함유된 제품의 사용 중 양치의 빈도는 지난 3개월 간 하루에 0, 1, 2, 3, ≥4로 범주화된 변수를 이용하였고, 그 외 파라벤 함유 제품의 사용빈도는 7개 범주로 조사된 것을 다섯 개 범주(none, 3 times/month, 1~2 times/week, 3~5 times/week, daily)로 변환하여 파라벤 농도와 연관성을 평가하는 데 이용하였다.

모든 통계 자료는 R (ver 4.1.1)을 사용하여 분석하였으며, 표본 설계를 반영하기 위하여 층화변수, 집락변수 및 가중치 변수를 지정한 뒤 survey package를 이용하여 전 국민 대표값을 산출하였다. 따라서, 본 연구의 모든 결과(표 및 그림)는 표본 설계가 반영된 값이다. 노중 파라벤 농도로는 정규분포에 더 가깝게 나타난 log 변환 값을 이용하였다. 표본 설계는 svydesign 명령어로 집락변수(J\_id), 층화변수(st\_var\_est) 및 가중치(wgt\_ff)를 지정하여 반영한 후, 변수별 빈도는 svytable로 산출하였고, 기하평균(geometric mean) 및 기하표준편차(geometric standard deviation)는 svymean 및 svyby 명령어로 평균을 구한 뒤 지수(exp)로 환산하였다. 최종적으로 잠재적 교란변수에 대해 보정한 회귀분석(일반화선형모형, generalized linear model, GLM)은 svyglm 명령어를 이용하여 노중 파라벤 농도와 일반적 특성 및 파라벤 함유 제품 사용 빈도 간에 유의한 연관성이 있는지를 평가하였다. 로그변환된 파라벤 농도를 종속 변수로 두고 일반적 특성 및 파라벤 함유 제품 사용 빈도를 나타내는 변수를 독립변수로 하여, 통계적 유의수준 0.05에서 용량-반응관계(dose-response relationship), 즉, 파라벤 함유 제품의 사용 빈도가 증가할수록 파라벤 농도가 증가하는지 여부를 판정하였다. 이를 위해 7개로 구분되어 있는 제품의 사용빈도를 사용하지 않음 단계부터 매일 사용까지 사용빈도가 증가하는 5단계로 X축을 설정하고, 해당 그룹의 파라벤 농도값이 증가하는 경향을 보이는지 여부를 평가하는 경향분석(trend test)을 수행하였다. 모든 회귀분석은 기본적으로 연령 및 성별을 보정 변수로 포함하였으며, 파라벤 함유 제품 사용 빈도와와의 관련성을 평가할 때는 일반적 특성 변수에 대해 단순 분석을 수행한 결과가 유의한 변수에 대해 추가적으로 보정하되 다중공선성을 고려하였다. 결과는 표와 상자그림(box plot)으로 정리하되 여러 가지 모델에서 산출된 유의확률( $P_{trend}$ )을 동시에 제시하였다.

### III. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

분석대상자인 제3기 성인의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 40~49세가 20.7%로 가장 많았으며, 교육수준은 대졸 이상

이 49.3%를 차지하였다. 체질량지수는 23.0~29.9 m<sup>2</sup>/kg인 경우가 가장 많았다. 월평균 가구 수입의 경우 300~499만원이 28.7%로 가장 많았다. 흡연의 경우 현재도 흡연하고 있는 비율은 19.5%였다. 간접흡연에 노출되지 않는 경우가 81.2%였으며, 노출되는 경우는 1주일에 1~2회가 7.7%, 3~4회가 4.4%

**Table 1.** General characteristics of the subjects (n=3,787)

Variable	Category	N (%)
Total		3,787 (100)
Gender	Male	1,878 (49.6)
	Female	1,909 (50.4)
Age	19~29	668 (17.6)
	30~39	682 (18.0)
	40~49	782 (20.7)
	50~59	753 (19.9)
	60~69	477 (12.6)
	70~	425 (11.2)
	Education	≤Middle school
High school		1,126 (29.7)
≥University		1,865 (49.3)
BMI index (m <sup>2</sup> /kg)	<18.5	119 (3.1)
	18.5~22.9	1,275 (33.7)
	23.0~29.9	2,151 (56.8)
	≥30.0	242 (6.4)
Monthly household income (10 <sup>4</sup> ×won)	<100	442 (11.7)
	100~199	616 (16.3)
	200~299	833 (22.0)
	300~499	1,088 (28.7)
	500~699	515 (13.6)
	≥700	273 (7.2)
	Missing	20 (0.5)
Smoking	Non-smoker	2,351 (62.0)
	Past smoker	699 (18.5)
	Current smoker	737 (19.5)
Exposure to environmental tobacco smoke (times)	No	3,077 (81.2)
	1~2/week	291 (7.7)
	3~4/week	167 (4.4)
	5~6/week	127 (3.4)
	Daily	125 (3.3)
Alcohol consumption	No	583 (15.4)
	Yes	3,204 (84.6)
Exercise	No exercise	2,106 (55.6)
	Exercising but not sweating enough	280 (7.4)
	Sweaty exercise	1,401 (37.0)
Medicine to take	No	2,304 (60.8)
	Yes	1,483 (39.2)

**Table 2.** Characteristics of subjects in terms of personal care products

Variable	Category	N (%)
Teeth-brushing (/day)	0	36 (0.9)
	1	227 (6.0)
	2	1,856 (49.0)
	3	1,454 (38.4)
	4	214 (5.7)
	Total	3,787 (100)
Perfume	None	2,742 (72.5)
	3 times/month	277 (7.3)
	1~2 times/week	325 (8.6)
	3~5 times/week	210 (5.6)
	Daily	228 (6.0)
	Total	3,783 (100)
Hair products	None	1,827 (48.3)
	3 times/month	871 (23.0)
	1~2 times/week	214 (5.7)
	3~5 times/week	337 (8.9)
	Daily	534 (14.1)
	Total	3,784 (100)
Body cleanser	None	668 (17.6)
	3 times/month	25 (0.7)
	1~2 times/week	194 (5.1)
	3~5 times/week	608 (16.0)
	Daily	2,292 (60.6)
	Total	3,787 (100)
Makeup products	None	1,789 (47.3)
	3 times/month	99 (2.6)
	1~2 times/week	243 (6.4)
	3~5 times/week	393 (10.4)
	Daily	1,262 (33.3)
	Total	3,786 (100)
Antibacterial products	None	2,668 (70.5)
	3 times/month	211 (5.6)
	1~2 times/week	274 (7.2)
	3~5 times/week	212 (5.6)
	Daily	419 (11.1)
	Total	3,784 (100)
Air freshener	None	2,565 (67.8)
	3 times/month	62 (1.6)
	1~2 times/week	173 (4.6)
	3~5 times/week	157 (4.2)
	Daily	826 (21.8)
	Total	3,783 (100)

5~6회가 3.4%, 매일 노출되는 경우가 3.3%였다. 대부분 음주를 하는 것으로 나타났으며(84.6%), 땀이 날 정도의 운동을 하는 경우가 37.0%로 나타났다. 현재 약을 복용하고 있는 경우는 39.2%였다.

### 2. 연구대상자의 파라벤 함유 제품 사용 특성

파라벤 함유 제품의 사용 특성은 Table 2와 같다. 하루 양치 횟수는 2회가 49.0%, 3회가 38.4%로 대부분을 차지하였다. 향수의 경우 사용하지 않는 경우가 72.5%, 한 주에 1~2회인 경우가 8.6%, 한 달에 3회인 경우가 7.3% 순이었다. 헤어제품의 경우 사용하지 않는 경우가 48.3%로 가장 많았으며, 한 달에 세 번인 경우가 23.0%, 매일 사용하는 경우가 14.1%의 순이었다. 몸세정제의 경우 매일 사용하는 경우가 60.6%로 가장 많았고, 사용하지 않는 경우가 17.6%, 일주일에 3~5번 사용하는 경우가 16.0%의 순이었다. 메이크업 제품의 경우 사용하지 않는 경우가 47.3%로 가장 많았고, 다음으로 매일 사용하는 경우가 33.3%, 일주일에 3~5회 사용하는 경우가 10.4%의 순이었다. 향균제품의 경우 사용하지 않는 경우가 70.5%, 매일 사용하는 경우가 11.1%, 일주일에 1~2회 사용하는 경우가 7.2%의 순이었다. 방향제의 경우 사용하지 않는 경우가 67.8%, 매일 사용하는 경우가 21.8%, 일주일에 1~2회 사용하는 경우가 4.6%의 순이었다.

### 3. 일반적 변수와 노중 파라벤 농도 간의 연관성

성인 전체의 노중 파라벤 농도의 기하평균은 메틸파라벤이 41.68 µg/g creatinine, 에틸파라벤 39.25 µg/g creatinine, 프로필파라벤 3.90 µg/g creatinine 이었다(Table 3). 여성의 파라벤 농도가 전체 평균 및 남성의 파라벤 농도보다 높게 나타났는데, 메틸파라벤은 2.61배(68.72 vs. 26.31), 에틸파라벤은 1.23배(43.82 vs. 35.52), 프로필파라벤은 4.43배(8.50 vs. 1.92) 더 높았다( $P_{trend} < 0.0001, 0.008, < 0.0001$ ) (Table 3, Fig. 1). 연령이 높아질수록 메틸파라벤 및 프로필파라벤 농도가 증가하는 경향을 보인 반면( $P_{trend} < 0.0001, < 0.0001$ ), 에틸파라벤은 연령별로 큰 차이를 나타내지 않으면서 일정한 경향성을 나타내지 않았다. 프로필파라벤의 경우 비흡연자 5.16, 금연자 2.94, 흡연자 2.23으로 나타나, 비흡연자에서 유의하게 높았으며( $P_{trend} < 0.0001$ ), 메틸파라벤과 프로필파라벤은 운동의 강도가 높아질수록 농도값이 높게 나타났다(땀나는 운동을 하는 경우, 각각 50.19, 4.76;  $P_{trend} < 0.001, 0.004$ ). 그외 간접흡연, 음주, 질병으로 인한 의사처방 약복용, 교육수준, 체질량지수, 1년간 월평균 수입과 노중 파라벤 농도 간에는 유의한 연관성이 관찰되지 않았다.

### 4. 개인위생용품 사용과 노중 파라벤 농도 간의 연관성

파라벤 함유 제품의 사용빈도와 노중 파라벤 농도값의 통

**Table 3.** Urinary paraben concentrations by general characteristics

Variable	Category	Methyl paraben (n=3,347)				Ethyl paraben (n=3,347)				Propyl paraben (n=3,346)			
		GM. <sup>a</sup>	GSD <sup>b</sup>	<i>P</i> <sub>trend</sub> <sup>c</sup>	<i>P</i> <sub>trend</sub> <sup>d</sup>	GM.	GSD	<i>P</i> <sub>trend</sub> <sup>c</sup>	<i>P</i> <sub>trend</sub> <sup>e</sup>	GM.	GSD	<i>P</i> <sub>trend</sub> <sup>c</sup>	<i>P</i> <sub>trend</sub> <sup>f</sup>
Total		41.68	1.05			39.25	1.06			3.90	1.07		
Gender	Male	26.31	1.06	<0.0001	<0.0001	35.52	1.08	0.02	0.008	1.92	1.09	<0.0001	<0.0001
	Female	68.72	1.06			43.82	1.07			8.50	1.07		
Age	19~29	24.05	1.13	<0.0001	<0.0001	35.16	1.16	0.32	0.45	1.88	1.17	<0.0001	<0.0001
	30~39	30.57	1.09			42.52	1.12			2.80	1.13		
	40~49	39.25	1.07			41.26	1.12			4.01	1.14		
	50~59	56.26	1.08			48.91	1.09			5.47	1.12		
	60~69	60.34	1.08			33.45	1.11			6.36	1.13		
	70~	72.24	1.09			29.96	1.15			6.36	1.19		
Education level	≤Middle school	59.74	1.07	0.14	0.31	34.12	1.11	0.56	0.48	5.99	1.11	0.30	0.41
	High school	47.47	1.07			43.38	1.09			4.76	1.12		
	≥University	33.12	1.07			39.25	1.09			2.89	1.08		
BMI index (m <sup>2</sup> /kg)	<18.5	33.78	1.31	0.50	0.51	52.46	1.21	0.76	0.76	2.59	1.51	0.46	0.51
	18.5~22.9	45.15	1.08			39.65	1.09			4.62	1.12		
	23.0~29.9	40.45	1.06			38.47	1.08			3.71	1.07		
	≥30.0	39.65	1.13			39.65	1.19			3.19	1.21		
Monthly household income (10 <sup>4</sup> ×won)	<100	59.74	1.11	0.47	0.66	34.47	1.15	0.28	0.28	5.75	1.19	0.18	0.30
	100~199	48.91	1.12			38.86	1.12			4.85	1.16		
	200~299	38.47	1.09			39.25	1.11			3.46	1.15		
	300~499	37.34	1.07			35.87	1.11			3.32	1.12		
	500~699	47.47	1.09			56.83	1.15			4.22	1.15		
	≥700	26.31	1.23			33.12	1.23			2.97	1.22		
Smoking	Non-smoker	52.98	1.06	0.20	0.35	41.26	1.08	0.88	0.87	5.16	1.09	0.02	0.01
	Past smoker	34.81	1.09			37.34	1.09			2.94	1.12		
	Current smoker	24.05	1.09			35.52	1.12			2.23	1.14		
Exposure to environmental tobacco smoke (times)	No	44.70	1.06	0.56	0.67	38.09	1.07	0.05	0.05	4.10	1.07	0.06	0.11
	1~2/week	35.87	1.16			45.15	1.22			2.97	1.21		
	3~4/week	38.09	1.25			38.86	1.25			3.97	1.27		
	5~6/week	20.09	1.20			53.52	1.21			2.34	1.32		
	Daily	28.50	1.22			43.82	1.28			3.67	1.31		
Alcohol consumption	No	57.97	1.12	0.12	0.10	33.12	1.15	0.09	0.09	6.49	1.15	0.34	0.46
	Yes	39.25	1.05			40.45	1.07			3.56	1.07		
Exercise	No exercise	36.60	1.06	0.001	<0.001	40.45	1.07	0.66	0.72	3.39	1.09	0.001	0.004
	Not sweating enough	40.04	1.15			39.25	1.14			4.01	1.20		
	Sweaty exercise	50.91	1.07			37.71	1.09			4.76	1.11		
Medicine to take	No	35.52	1.06	0.85	0.82	40.04	1.08	0.75	0.77	3.32	1.08	0.53	0.57
	Yes	53.52	1.06			38.09	1.07			5.05	1.09		

<sup>a</sup>Geometric mean (unit: μg/g creatinine)<sup>b</sup>Geometric standard deviation (unit: μg/g creatinine)<sup>c</sup>Adjusted for age and gender<sup>d</sup>Adjusted for age, gender and sweating exercise<sup>e</sup>Adjusted for age, gender and secondhand smoking<sup>f</sup>Adjusted for age, gender, sweaty exercise and smoking

계적 유의성을 확인하였을 때, 일평균 칫솔질 횟수, 헤어제품, 메이크업제품, 향균제품에서 통계적으로 유의한 결과를 나타내었다(Table 4, Fig. 1). 일평균 칫솔질 횟수에서는 칫솔질 횟수에 비례하여 세 종류(메틸-, 에틸-, 프로필-)의 노중 파라벤 농도가 증가하였고(하루 4회 이상일 때, 각각 56.83, 48.42, 6.36), 통계적으로 유의하였다( $P_{\text{trend}} < 0.001, 0.03, 0.0001$ ). 헤어제품의 경우 사용 빈도에 비례하여 세 종류의 노중 파라벤 농도가 증가하였고(매일 사용할 때, 각각 52.46, 42.95, 4.81), 통계적으로 유의하였다( $P_{\text{trend}} = 0.005, 0.05, 0.04$ ). 메이크업제품의 경우 사용 빈도에 비례하여 세 종류의 노중 파라벤 농도가 뚜렷하게 증가하였고(매일 사용할 때, 각각 68.03, 49.90, 8.33), 통계적으로 유의하였다( $P_{\text{trend}} = 0.001, 0.001, < 0.001$ ). 향균제품의 경우 사용 빈도에 비례하여 세 종류의 노중 파라벤 농도가 증가하였고(매일 사용할 때, 각각 47.47, 49.40, 4.57), 통계적으로 유의하였다( $P_{\text{trend}} = 0.005, 0.02, 0.02$ ).

#### IV. 고 찰

2015~2016년의 미국 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 조사<sup>12)</sup>에서 20세 이상 성인 1,690명에 대한 노중 파라벤 농도는 메틸파라벤이 36.2  $\mu\text{g/g creatinine}$ , 프로필파라벤이 4.8  $\mu\text{g/g creatinine}$ , 에틸파라벤은 검출한계 미만으로 나타났는데, 이 자료를 본 연구의 결과와 비교하면, 우리나라 만 19세 이상의 메틸파라벤은 41.7  $\mu\text{g/g creatinine}$ 으로 미국보다 15.2% 높게 나타났고, 프로필파라벤은 3.9  $\mu\text{g/g creatinine}$ 으로 미국보다 18.8% 낮은 편이었으나, 에틸파라벤은 39.3  $\mu\text{g/g creatinine}$ 에 해당되는 수치로 검출한계 미만이었던 미국에 비하여 매우 높은 수준을 나타내었다.

본 연구결과에서 통계적으로 유의미하게 세 종류의 파라벤 농도 수준과 연관성을 보인 변수는 칫솔질, 헤어제품, 메이크업제품, 향균제품이 있었는데, 이는 해당 제품 세 가지 종류의 파라벤이 골고루 포함되어 있음을 의미한다. 반대로, 같은 시기에 미국에서 사용된 제품에는 에틸파라벤이 거의 사용되지 않았을 것으로 추론할 수 있다.

본 연구에서 세 가지 파라벤 모두 여성이 남성보다 높게 나타난 결과(methyl-: 2.91배, ethyl-: 1.23배, propyl-: 4.43배)는 상대적으로 남성보다 여성에서 파라벤 농도가 높게 나타났던 Vindenes 등(2021)<sup>13)</sup>의 연구, Yu 등(2019)<sup>14)</sup>의 연구, Kang 등(2016)<sup>5)</sup>의 연구와 비슷한 결과이다. Kang 등(2016)<sup>5)</sup>은 2009년 7월부터 2010년 9월 기간 동안 3~69세의 한국의 일반인구 2,541명에 대한 연구에서, 메틸파라벤과 에틸파라벤이 노중 파라벤의 90% 이상을 차지하였으며, 어린이와 청소년 그룹은 파라벤 농도와 인구 통계학적 변수 사이에 명확한 연관성이 없었으나, 성인은 남성보다 여성에서 메틸파라벤, 프로필파라벤, 부틸파라벤의 농도가 2.67~6.13배 높게 나타났음을 보고한 바

있다. 이것은 여성이 남성에 비하여 상대적으로 화장품을 비롯하여 각종 개인위생용품에 대한 사용빈도가 상대적으로 높고 한 가지 제품만 사용하는 것이 아니라 복합적으로 사용하기 때문에 나타나는 결과로 보여진다. 메틸파라벤과 프로필파라벤은 연령이 높아질수록 비례하여 값이 증가하였는데, 메틸파라벤은 20대가 24.05  $\mu\text{g/g creatinine}$ 이고 70대 이상에서는 72.24  $\mu\text{g/g creatinine}$ 으로 나타나 3.00배 더 높았으며, 프로필파라벤은 20대가 1.88  $\mu\text{g/g creatinine}$ 이고 70대 이상이 6.36  $\mu\text{g/g creatinine}$ 으로 3.38배 더 높았다. 연령에 대한 이와 같은 결과는 한국 성인 1,513명을 대상으로 이루어졌던 Kang 등(2016)<sup>5)</sup>의 연구에서 메틸파라벤은 20대에 비하여 60대가 1.48배 높았으며 프로필파라벤의 경우에도 20대에 비하여 60대가 1.95배 높게 나타난 결과와 일치하였다. 연령이 높아질수록 파라벤 값이 증가하는 것은 각종 화장품류와 위생용품 및 의약품 등의 사용빈도 및 복수의 제품 사용이 연령이 높아질수록 상대적으로 증가하기 때문에 나타난 결과로 해석될 수 있다.

땀이 날 정도의 운동에서는 메틸파라벤과 프로필파라벤의 농도가 운동강도에 비례하여 증가하였는데, 이 결과는 땀이 날 정도의 운동을 한 경우에 운동을 하지 않는 사람에 비하여 운동 후에 사용하는 각종 치약, 헤어 및 바디 세정제, 화장품 등의 사용빈도가 더 높기 때문인 것으로 해석하는 것도 가능하다. 본 연구에서 프로필파라벤의 경우 비흡연자의 노중 파라벤 농도값이 5.16  $\mu\text{g/g creatinine}$ 이고 흡연자는 2.23  $\mu\text{g/g creatinine}$ 으로 나타나 비흡연자가 2.21배 더 높은 파라벤 농도값을 확인할 수 있었다. 이 결과도 Kang 등(2016)<sup>5)</sup>의 연구에서 메틸파라벤의 경우 비흡연자가 흡연자의 1.10~1.47배, 프로필파라벤의 경우 1.04~1.33배 높게 나타난 결과와 유사하였다. 이는 흡연이 파라벤의 대사에 영향을 주는 요인으로 작용하기 때문으로 볼 수 있으며, 이에 대한 추가적인 연구 및 조사가 더 필요하다.

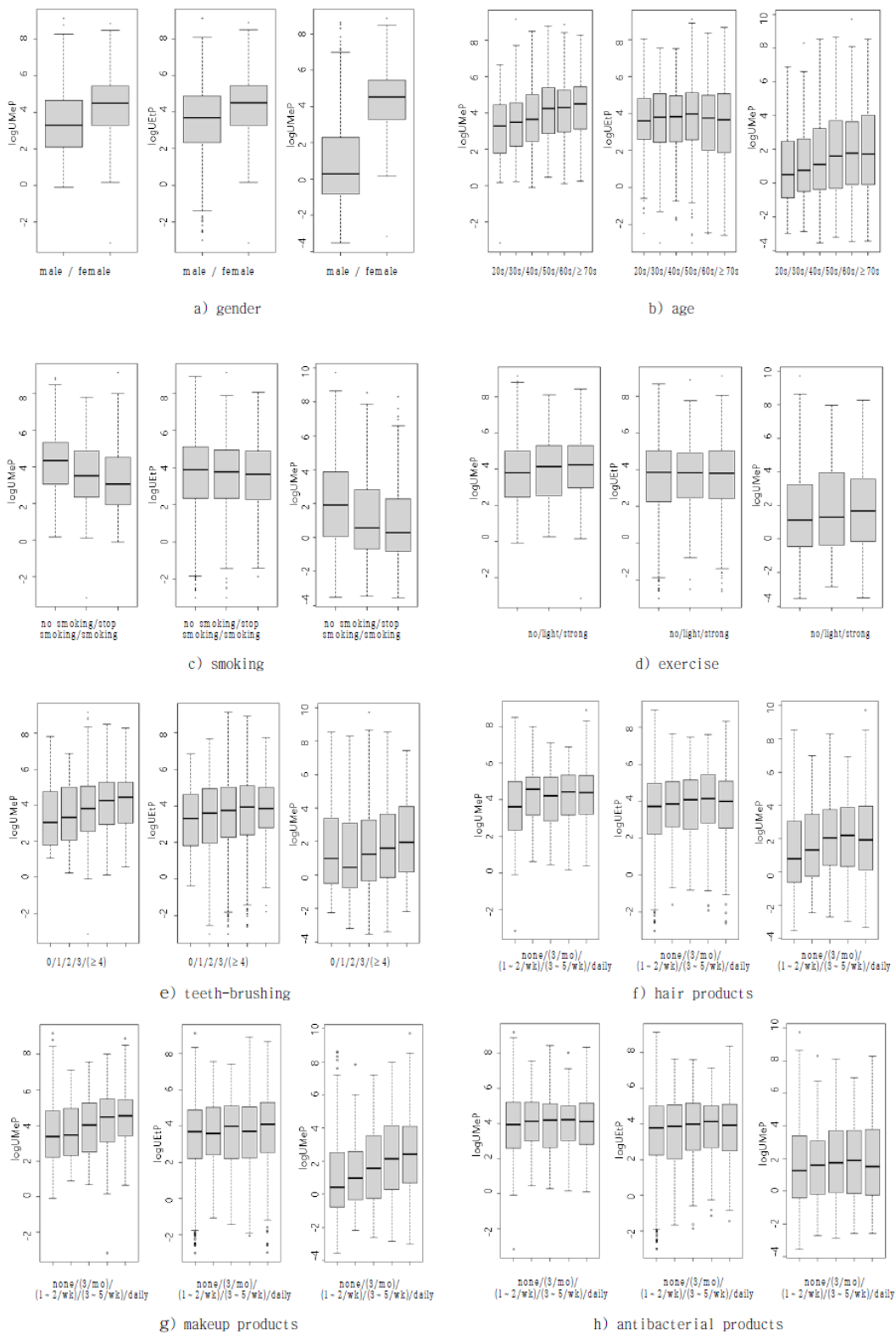
Lim (2020)<sup>15)</sup>은 본 연구에서 분석한 자료와 동일한 제3기 국민환경보건기초조사 자료를 이용하여 전 연령(3~86세)의 5,962명을 대상으로 노중 8종의 프탈레이트 대사산물, 3종의 파라벤(methyl-, ethyl-, propyl-) 및 트리클로산 농도와 개인위생용품의 사용빈도와 연관성을 보고한 바 있다. 그러나, 일반적 특성에 해당하는 여러 가지 변수와 파라벤 농도 간의 연관성을 보고하지 않았으며, 칫솔질 횟수를 제외한 변수를 이용하였고, 파라벤 농도도 크레아티닌 농도가 아닌 비중으로 보정한 값을 이용하였다는 점에서 본 연구와 차이점을 보인다. 본 연구는 연령, 성별, 교육수준 등을 포함한 일반적 특성까지 포괄하여 파라벤 농도를 제시하고 연관성을 평가하였다는 점, 선행 연구결과와 비교할 수 있는 크레아티닌으로 보정한 값을 이용하였다는 점, 파라벤 노출과 관련된 변수를 더 세분화하여 분석하였다는 점, 그리고, 각각의 파라벤에 대해서 보정변수를 달리 적용하였다는 점에서 의의를 가진다. 한편, Hong 등

Table 4. Urinary paraben concentrations by level of personal care products use

Variables	Category	N	Methyl paraben (n=3,347)			Ethyl paraben (n=3,347)			Propyl paraben (n=3,346)						
			GM. <sup>a</sup>	GSD <sup>b</sup>	P <sub>trend</sub> <sup>c</sup>	GM.	GSD	P <sub>trend</sub> <sup>c</sup>	GM.	GSD	P <sub>trend</sub> <sup>c</sup>	P <sub>trend</sub> <sup>f</sup>			
Total		3,787	41.68	1.05	<0.001	39.25	1.06	39.25	1.06	0.04	0.03	3.90	1.07	<0.001	0.0001
Teeth-brushing (/day)	0	36	21.33	1.31	<0.001	19.49	1.46	19.49	1.46	0.04	0.03	2.72	1.58	<0.001	0.0001
	1	227	31.82	1.15		29.67	1.19	29.67	1.19			2.59	1.22		
	2	1,855	37.34	1.07		38.09	1.07	38.09	1.07			3.46	1.08		
	3	1,453	48.91	1.07		42.52	1.08	42.52	1.08			4.57	1.09		
Perfume	≥4	214	56.83	1.19		48.42	1.22	48.42	1.22			6.36	1.30		
	None	2,741	41.26	1.05	0.11	37.34	1.07	37.34	1.07	0.44	0.54	3.67	1.08	0.11	0.27
	3 times/month	277	42.95	1.15		45.60	1.22	45.60	1.22			5.75	1.28		
	1~2 times/week	325	42.10	1.20		46.06	1.16	46.06	1.16			4.35	1.22		
Hair products	3~5 times/week	210	50.40	1.16		42.10	1.28	42.10	1.28			4.53	1.22		
	Daily	228	40.45	1.16		42.95	1.22	42.95	1.22			4.06	1.25		
	None	1,827	33.45	1.07	0.001	34.81	1.07	34.81	1.07	0.046	0.047	2.75	1.09	0.02	0.04
	3 times/month	871	52.46	1.08		40.45	1.12	40.45	1.12			5.93	1.13		
Body cleanser	1~2 times/week	214	46.06	1.17		40.45	1.28	40.45	1.28			5.81	1.22		
	3~5 times/week	337	52.46	1.12		60.34	1.14	60.34	1.14			5.16	1.19		
	Daily	534	52.46	1.12		42.95	1.14	42.95	1.14			4.81	1.15		
	None	668	38.47	1.09	0.90	35.87	1.11	35.87	1.11	0.28	0.28	2.92	1.15	0.25	0.37
Makeup products	3 times/month	25	20.70	1.60		27.11	1.46	27.11	1.46			1.32	2.05		
	1~2 times/week	194	55.15	1.16		27.94	1.20	27.94	1.20			5.64	1.21		
	3~5 times/week	608	54.60	1.09		35.52	1.12	35.52	1.12			7.54	1.14		
	Daily	2,292	29.25	1.06		42.95	1.07	42.95	1.07			3.53	1.08		
Antibacterial products	None	1,789	29.37	1.07	0.0004	33.12	1.08	33.12	1.08	0.01	0.001	2.23	1.09	<0.001	<0.001
	3 times/month	99	37.71	1.21		40.85	1.21	40.85	1.21			2.59	1.28		
	1~2 times/week	242	42.95	1.17		46.06	1.17	46.06	1.17			3.94	1.27		
	3~5 times/week	393	50.91	1.16		38.09	1.13	38.09	1.13			5.99	1.25		
Air freshener	Daily	1,262	68.03	1.07		49.90	1.11	49.90	1.11			8.33	1.11		
	None	2,668	39.65	1.06	0.004	35.87	1.07	35.87	1.07	0.02	0.02	3.67	1.08	0.01	0.02
	3 times/month	211	51.94	1.16		44.26	1.23	44.26	1.23			3.35	1.22		
	1~2 times/week	274	47.47	1.12		54.60	1.16	54.60	1.16			5.75	1.19		
Air freshener	3~5 times/week	212	42.95	1.17		42.95	1.22	42.95	1.22			4.18	1.26		
	Daily	420	47.47	1.14		49.40	1.16	49.40	1.16			4.57	1.19		
	None	2,566	41.68	1.07	0.40	36.60	1.07	36.60	1.07	0.06	0.07	3.94	1.09	0.70	0.86
	3 times/month	61	82.27	1.20		26.05	1.39	26.05	1.39			7.54	1.30		
Air freshener	1~2 times/week	173	47.94	1.25		55.15	1.23	55.15	1.23			4.48	1.35		
	3~5 times/week	157	30.88	1.27		40.45	1.22	40.45	1.22			3.19	1.36		
	Daily	825	40.85	1.09		46.99	1.12	46.99	1.12			3.63	1.13		

<sup>a</sup>Geometric mean (unit: µg/g creatinine)<sup>b</sup>Geometric standard deviation (unit: µg/g creatinine)<sup>c</sup>Adjusted for age and gender<sup>d</sup>Adjusted for age, gender and sweating exercise<sup>e</sup>Adjusted for age, gender and secondhand smoking<sup>f</sup>Adjusted for age, gender, sweaty exercise and smoking





**Fig. 1.** Urinary paraben (methyl-, ethyl-, and propyl) concentrations according to general characteristics and the use of personal care products (unit:  $\mu\text{g/g}$  creatinine): The line in the box means median value in each exposure level, and extreme values represented as dots outside the limit of  $\pm 1.5 \times \text{IQR}$  (interquartile range) from the end of the box.

(2021)<sup>16)</sup>은 제3기 국민환경보건기초조사 자료를 이용하여 어린이 및 청소년에서 개인위생용품 및 가공식품의 소비와 노중 파라벤 간의 연관성이 있음을 보고한 바 있다.

본 연구 결과에서 파라벤에 대한 노출 관련 변수인 일평균 칫솔질 횟수, 헤어제품, 메이크업제품, 향균제품에서 세 가지 파라벤 모두 일평균 칫솔질 횟수가 증가할수록 메틸파라벤은 1.49~2.66배, 에틸파라벤은 1.52~2.48배, 프로필파라벤은 0.95~2.34배로 비례하여 노중 파라벤 농도값이 증가하였다. 이 결과 역시 선행 연구결과와 일치한다. Hajizadeh 등(2021)<sup>17)</sup>의 연구에 의하면 개인위생용품 사용 빈도로 사용자 그룹을 구분하여 노중 파라벤 농도를 측정하였을 때 저이용자 집단을 기준으로 메틸파라벤은 5.55배, 프로필파라벤은 9.31배로 고이용자 집단에서 더 높은 농도값을 나타내었고, 이란의 Arfaenia 등(2021)<sup>7)</sup>의 연구에서도 개인위생용품 사용 빈도가 높은 미용실 근무자들에 대하여 노중 총 파라벤류 농도의 중앙값이 156.00 µg/L로 대조군의 124 µg/L보다 더 높게 나타났다.

본 연구는 환경유해물질로서 파라벤류가 처음 포함된 제3기 국민환경보건기초조사 자료에 대한 분석으로, 파라벤과 관련 변수 선정 및 분석 세부내용 또한 설문조사에 포함된 항목들로 제한될 수밖에 없었기에 보다 다양한 영향 요인과 용량반응에 대한 분석에는 한계가 있었다. 또한, 단면연구 설계의 한계로 파라벤 농도와 연관성이 관찰된 요인들이라고 하더라도 그 인과성을 단정할 수는 없다. 따라서, 지속적으로 파라벤 노출 수준을 모니터링하면서, 다양한 노출관련 변수와의 연관성을 살펴보고, 각 변수의 노출에 대한 기여도를 평가하는 연구도 수행할 필요성이 있다.

## V. 결 론

본 연구에서는 제3기 국민환경보건기초조사 자료를 이용하여 국내 성인의 노중 파라벤 농도 수준과 함께 그에 영향을 미치는 인구학적 특성 및 파라벤 노출과 관련된 다양한 특성을 확인하고자 하였으며, 그 결과 성별, 연령, 운동, 흡연, 칫솔질 횟수, 헤어제품, 화장품, 향균제의 사용 정도와 노중 파라벤 농도 간의 연관성을 관찰할 수 있었다. 향후 계속적인 파라벤에 대한 바이오모니터링 등의 노출평가, 노출관련 요인 규명 및 건강영향 평가가 수행될 필요성이 있으며, 그 결과에 기반하여 노출을 줄일 수 있는 방안도 마련될 수 있을 것이다.

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

- Ahn HS, Nah WH, Lee JE, Oh YS, Gye MC. Toxicity and endocrine disrupting effect of parabens. *Korean J Environ Biol.* 2009; 27(4): 323-333.
- Ministry of Food and Drug Safety. Integrated Risk Assessment of Parabens (No. 11-1471057-000435-01). Cheongju: Ministry of Food and Drug Safety; 2020.
- Scientific Committee on Consumer Safety. Clarification on Opinion SCCS/1348/10 in the Light of the Danish Clause of Safeguard Banning the Use of Parabens in Cosmetic Products Intended for Children Under Three Years of Age. Luxembourg: European Commission; 2011.
- Abbas S, Greige-Gerges H, Karam N, Piet MH, Netter P, Magdalou J. Metabolism of parabens (4-hydroxybenzoic acid esters) by hepatic esterases and UDP-glucuronosyltransferases in man. *Drug Metab Pharmacokinet.* 2010; 25(6): 568-577.
- Kang HS, Kyung MS, Ko A, Park JH, Hwang MS, Kwon JE, et al. Urinary concentrations of parabens and their association with demographic factors: a population-based cross-sectional study. *Environ Res.* 2016; 146: 245-251.
- Ministry of Food and Drug Safety. Regulations on Cosmetic Safety Standards, etc., 2022.4.1 Revision. Cheongju: Ministry of Food and Drug Safety; 2022.
- Arfaenia H, Ramavandi B, Yousefzadeh S, Dobaradaran S, Ziaei M, Rashidi N, et al. Urinary level of un-metabolized parabens in women working in beauty salons. *Environ Res.* 2021; 200: 111771.
- Wei F, Mortimer M, Cheng H, Sang N, Guo LH. Parabens as chemicals of emerging concern in the environment and humans: a review. *Sci Total Environ.* 2021; 778: 146150.
- National Institute of Environmental Research. A Guide for Analysis of the 3rd ('15-'17) Korean National Environmental Health Survey (KoHEHS) Data. (No. 11-1480523-003760-01). Incheon: National Institute of Environmental Research; 2019.
- National Institute of Environmental Research. Environmentally Hazardous Substance Analysis Manual of the 3rd Korean National Environmental Health Survey Biological Sample: Organic Compound. (No. 11-1480523-003497-01). Incheon: National Institute of Environmental Research; 2018.
- National Institute of Environmental Research. Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS)- Annual Report on Cycle 3, 3rd Year (2017). Incheon: National Institute of Environmental Research; 2017.
- NHANES (USA). Biomonitoring Data Tables for Environmental Chemicals, CDC (2022, March 24). Available: [https://www.cdc.gov/exposurereport/data\\_tables.html](https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html) [accessed 23 January 2023].
- Vindenes HK, Svanes C, Lygre SHL, Real FG, Ringel-Kulka T, Bertelsen RJ. Exposure to environmental phenols and parabens, and relation to body mass index, eczema and respiratory outcomes in the Norwegian RHINESSA study. *Environ Health.* 2021; 20(1): 81.

14. Yu Y, Li W, Lu S, Wu S, Wang F, Tse LA, et al. Urinary parabens in adults from South China: implications for human exposure and health risks. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2019; 182: 109419.
15. Lim S. The associations between personal care products use and urinary concentrations of phthalates, parabens, and triclosan in various age groups: the Korean National Environmental Health Survey Cycle 3 2015-2017. *Sci Total Environ.* 2020; 742: 140640.
16. Hong S, Jeon HL, Lee J, Kim S, Lee C, Lee S, et al. Urinary parabens and their potential sources of exposure among Korean children and adolescents: Korean National Environmental Health Survey 2015-2017. *Int J Hyg Environ Health.* 2021; 236: 113781.
17. Hajizadeh Y, Kiani Feizabadi G, Feizi A. Exposure to parabens through the use of personal care products among Iranian men. *Arch Environ Contam Toxicol.* 2021; 80(3): 587-600.

〈저자정보〉

김재민(석사), 이경무(교수)