

## 국내시판 중인 색조화장품의 중금속 농도에 관한 연구

최 채 만<sup>†</sup> · 황 영 숙 · 박 애 숙 · 정 삼 주 · 김 현 정 · 김 정 현

서울특별시보건환경연구원 화장품연구팀  
(2014년 3월 18일 접수, 2014년 3월 21일 수정, 2014년 5월 16일 채택)

### A Study on Heavy Metal Concentrations of Color Cosmetics in Korea Market

Chae Man Choi<sup>†</sup>, Young Sook Hwang, Ae Sook Park, Sam Ju Jung, Hyun Jung Kim, and Jung Hun Kim

Department of Food & Medicine, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment,  
Janggoonmaeul 3 gil 30, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 427-070, Korea  
(Received March 18, 2014; Revised March 21, 2014; Accepted May 16, 2014)

**요약:** 2013년 1월에서 8월 사이에 전국에서 유통 중인 립스틱, 립글로스, 립밤, 파운데이션, 아이라이너 등 색조화장품 121개 제품에서 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬, 니켈, 구리 및 코발트의 농도 측정과 국산 및 수입산, 유형별, 색상별로 비교함으로써 이와 관련된 분야의 기초자료를 제공하고자 본 연구를 시행하였다. 분석된 전체 색조화장품의 중금속 평균 농도는 납 0.663  $\mu\text{g/g}$ , 카드뮴 0.010  $\mu\text{g/g}$ , 비소 0.056  $\mu\text{g/g}$ , 크롬 1.144  $\mu\text{g/g}$ , 안티몬 0.008  $\mu\text{g/g}$ , 니켈 0.405  $\mu\text{g/g}$ , 구리 0.319  $\mu\text{g/g}$  및 코발트 0.108  $\mu\text{g/g}$ 으로 측정되었다. 국산 및 수입산 색조화장품은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 ( $p < 0.05$ ), 수입산이 크롬을 제외한 7개 금속에서 국산보다 높게 검출되었다. 색조화장품의 유형에 따른 중금속 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 ( $p < 0.05$ ), 립스틱에서 크롬 1.430  $\mu\text{g/g}$ , 납 0.616  $\mu\text{g/g}$  그리고 니켈 0.385  $\mu\text{g/g}$ 이 파운데이션에서 납 1.155  $\mu\text{g/g}$ , 크롬 1.023  $\mu\text{g/g}$ 이 가장 높은 농도를 보였으며, 아이라이너에서는 크롬 1.424  $\mu\text{g/g}$ , 니켈 0.830  $\mu\text{g/g}$ 이 가장 높은 농도를 나타내었다. 색조화장품의 색상별 중금속 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 ( $p < 0.05$ ), 갈색의 화장품은 크롬, 니켈과 구리가 높은 평균 농도를 보였고, 아이보리색의 화장품은 납과 크롬이 핑크색의 화장품은 크롬과 납이 높은 평균 농도를 나타내었다.

**Abstract:** This study aimed to provide the fundamental data on the field of cosmetics by comparing heavy metal concentration in terms of domestic/foreign products, types and colors. The study determined the concentrations of lead, cadmium, arsenic, chromium, antimony, nickel, copper and cobalt in cosmetics such as lipstick, lip gloss, lip balm, foundation and eye liner. From the period of January to August, 2013, 121 samples were collected from cosmetic stores distributing to the general market. The average metal concentrations were as follows; 0.663  $\mu\text{g/g}$  for lead, 0.010  $\mu\text{g/g}$  for cadmium, 0.056  $\mu\text{g/g}$  for arsenic, 1.144  $\mu\text{g/g}$  for chromium, 0.008  $\mu\text{g/g}$  for antimony, 0.405  $\mu\text{g/g}$  for nickel, 0.319  $\mu\text{g/g}$  for copper and 0.108  $\mu\text{g/g}$  for cobalt. Except for chromium, the heavy metal concentrations were significantly higher in foreign products than in domestic products ( $p < 0.05$ ). Also, The mean concentrations of heavy metal were significantly different ( $p < 0.05$ ) when classified by cosmetic type. The highest mean concentrations shown in lipstick were 1.430  $\mu\text{g/g}$  of chromium, 0.616  $\mu\text{g/g}$  of lead and 0.385  $\mu\text{g/g}$  of nickel, in foundation 1.155  $\mu\text{g/g}$  of lead and 1.023  $\mu\text{g/g}$  of chromium. In eye liner, the highest mean concentrations were 1.424  $\mu\text{g/g}$  of chromium and 0.830  $\mu\text{g/g}$  of nickel.

<sup>†</sup> 주 저자 (e-mail: chaeman7@seoul.go.kr)

Additionally, The concentrations of heavy metal were significantly different by color ( $p < 0.05$ ). Brown colored cosmetics were found to have the highest mean concentrations of chromium, nickel and copper, ivory colored cosmetics the highest mean concentrations of chromium and lead, and pink colored cosmetics the highest concentrations of lead and chromium.

**Keywords:** color cosmetics, heavy metal, inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES)

## 1. 서 론

오늘날 우리 사회는 생활양식이 더욱 다원화되고, 생활 수준이 더욱 향상됨으로 인해 남녀를 불문하고 신체 내적인 건강과 더불어 신체 외적인 건강과 미에 더욱더 관심이 집중되고 있다. 일반적으로 화장품이란 인체를 청결·미화하여 매력을 더하고 용모를 밝게 변화시키거나 피부·모발의 건강을 유지 또는 증진하기 위하여 인체에 바르고 문지르거나 뿌리는 등 이와 유사한 방법으로 사용되는 물품으로써 인체에 대한 작용이 경미한 것을 말한다(화장품법 법률 제 11690호). 즉 화장품은 인체에 좋은 결과를 부여하는 것을 목적으로 개발 및 제조되며 또 사용된다. 특히 색조화장품의 경우 여성의 사회진출 확대, 젊은층의 패션의식 향상과 자기만의 개성을 창출하려는 경향이 짙어지고, 외모의 상품가치 향상을 위한 화장품 사용의 증가로 지속적인 성장을 보이고 있다. 또한 과거 여성의 전유물로만 여겨지던 색조 화장이 현재는 남성 및 청소년층까지 확대되고 있는 실정이고 이에 따른 세분화된 색조제품의 개발도 활발해지고 있는 실정이다[1]. 화장품에는 분과 파운데이션, 립스틱이나 불연지, 아이 메이크업과 손톱용 화장품과 같이 피부나 손톱 등의 착색을 목적으로 사용되는 것이 있고, 각각에 맞는 여러 가지 착색료가 사용되는데, 화장품에 사용되는 착색료는 무기 안료와 유기 색소로 크게 나뉜다. 무기안료는 용도에 따라 백색의 무기안료와 유색의 무기안료로 나뉘는데, 백색의 무기안료는 아연, 알루미늄, 칼슘 등의 금속이 함유된 산화티타늄, 산화아연, 카오린, 산화칼슘 등이 사용되며 분말상으로 분이나 파우더의 재료가 되고 있다. 유색의 무기안료는 철, 크롬, 니켈 등의 금속이 함유된 황산화철, 흑산화철, 산화크롬, 수산화크롬 등이 사용되며 빛과 열의 영향을 받기 어렵고 암울한 색조에 안정된 느낌을 주므로 메이크업 제품에 주로 사용된다. 유기색소는

대부분이 타르 색소로써 석유분해물 등에서 대부분 합성되며 발암성 등 인체에 유해한 것이 많으므로 화장품에 사용되는 것은 법령으로 정해져 있고, 이러한 타르 색소는 일반적으로 불투명하고 착색력과 피복력이 뛰어나 립스틱이나 불연지류, 그 외 각종 메이크업 화장품에 널리 사용된다[2]. 미국에서는 FDA의 FDCA(Federal Food, Drug, Cosmetic Act)에 의거하여 화장품 조성을 규제받고 있으나 화장품으로 사용 가능한 원료를 공식적으로 규정하고 있지 않다. 색상 첨가제로 허용하고 있는 금속성분을 산화철, 클로로필린 구리 합성물, 코발트 블루 산화크롬, 망간, 포타슘 시안화철로 규정하고 이 외에도 니켈 등의 중금속이 화장품 함유물로 존재한다[3]. 그 외에도 FDCA 601(a)에 따라 화장품에 표기된 사용법에 따라 사용하였을 경우 사용자에게 유해하지 않아야 하며, 제조사가 그에 대한 책임이 있다고 정하고 있다. 유럽은 유럽 10개국 연합 EEC의 COLIPA (Comite de Liaison des Associations Europeenes de l'Industrie de la Parfumerie, des Produits Cosmetiques, et de Toilette)에서 화장품 무역에 관한 규정을 설정하였다. 1976년 Council Directive 76/768/EEC의 규정에 의하여 화장품의 조성 등에 관한 기본 규제를 받으며, 현재까지 개정되어 원료에 대한 규제를 계속하고 있다. 일본에서는 일본화장품원료기준(JSCI), 일본화장품중별배합성분규격(JCIC)의 관리를 받고 있다[4]. 우리나라에서는 현재 “식품의약품 안전처 고시 제2013-24호”에 의해 납, 비소, 수은, 안티몬, 카드뮴에 대하여 각각 20  $\mu\text{g/g}$ , 10  $\mu\text{g/g}$ , 1  $\mu\text{g/g}$ , 10  $\mu\text{g/g}$ , 5  $\mu\text{g/g}$ 으로 규정하여 관리하고 있다. 특히 화장품은 인체에 직접적으로 작용하는 것으로 피부와 모발, 호흡기 등을 통해 그 영향이 빠르게 나타나고 인체에 축적되어 심각한 중독 증세와 질병을 유발하는 중금속으로써 검정은 시급히 이루어져야 하며, 이상에서와 같이 화장품 중에서도, 특히 색조화장품들의 경우 색소나 안료의 첨가로 인해 중금속들이 함유하

**Table 1.** The Conditions of ICP-OES Spectrometer

Parameter	Condition
Wavelength (nm)	Pb : 220.353
	Cd : 228.802
	As : 188.979
	Cr : 267.716
	Sb : 206.836
	Ni : 231.604
	Cu : 327.393
Co : 228.616	
RF power (Watts)	1,450
Plasma gas flow (mL/min)	15
Nebulizer gas flow (L/min)	0.82
Auxiliary gas flow (mL/min)	0.2
Sample flow rate (mL/min)	1.50

게 되고, 이로 인해 접촉피부염을 초래함에도 불구하고 전반적인 화장품들의 중금속 농도에 관한 조사 및 연구가 국내에 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 현재 국내시판 중인 색조화장품 중 립스틱, 립글로스, 립밤, 아이라이너, 파운데이션 등 국내 58개 제품, 국외 63개 제품인 총 121개 제품을 대상으로 중금속(납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬, 니켈, 구리 및 코발트)의 중금속 농도를 측정하여 이를 사용하는 여성들의 건강관리에 일조가 되게 함은 물론 추후 이들 분야의 기초 자료를 제공하고자 본 연구를 시행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험재료

시중에서 판매되고 있는 색조화장품 가운데 국산 및 수입화장품을 2013년 1월부터 8월 사이에 서울시 백화점 및 대형 유통매장의 화장품 대리점에서 전체 121개 제품을 수집하여 중금속 분석을 실시하였다. 화장품의 품목은 립스틱, 립글로스, 립밤, 아이라이너, 파운데이션으로써 색조화장에 대부분의 일반여성들이 사용하고 있는 품목을 선택하였다.

### 2.2. 시약 및 초자

분해용 시약으로는 유해금속 측정용 질산(62%, Osaka Co. Ltd., Japan)을 사용하였고, 실험에 사용되는

중류수는 증류수 기기(ULTRA GENETIC, ELGA, Korea)를 통과한 여과수로 18.2 MΩ 수준으로 정제된 물을 사용하였다. 습식탄화 및 기기분석에 사용된 유리로 만든 기구들은 금속오염을 막기 위하여, 비누세척 후 30% 질산에 6 h 담근 후 초음파 세척기(UC-10P, JEIOTECH, Korea)에 1차 및 3차 증류수로 세척한 후 건조기(OF-22GW, JEIOTECH, Korea)로 건조시켜 분석에 사용하였다. ICP-OES (OPTIMA 5300DV, Perkin-Elmer, Shelton, CT, USA) 분석을 위한 표준용액은 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬, 니켈, 구리 및 코발트 혼합 표준액 100 µg/mL (Perkin-Elmer, Shelton, CT, USA)를 증류수로 희석하여 사용하였다.

### 2.3. 색조화장품 시료의 습식탄화

시료는 각 회사 제품별로 약 2 g씩 Tall Beaker에 취하여 질산 30 mL를 넣어 실온에서 하루 방치한 후 서서히 가열하여 내용물이 무색 또는 미황색이 되었을 때 분해를 끝냈다. 이를 식힌 후 여과지(Wattman No. 1)로 여과한 후, 증류수로 50 mL 최종부피를 맞추었다. 시료의 탄화에 사용한 가열장치는 전기열판(PC-620D, New York U.S.A)을 사용하여 가열온도가 180 °C 이상 되지 않도록 조절하여 탄화시켰다.

### 2.4. 색조화장품 시료의 중금속 분석

색조화장품 중에서 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬,

**Table 2.** The Measurements of Standard Reference Material (SRM)

Element	Material	N <sup>1)</sup>	Certified ( $\mu\text{g/g}$ )	Measured ( $\mu\text{g/g}$ )	Recovery (%)
Pb	SRM NIST <sup>2)</sup> 1547	5	$0.87 \pm 0.03$	$0.84 \pm 0.05$	96
Cd	SRM NIST 1570a	5	$2.89 \pm 0.07$	$2.80 \pm 0.06$	94
As	SRM NIST 1570a	5	$0.068 \pm 0.012$	$0.057 \pm 0.07$	88
Cr	SRM NIST 1547	5	$1.00 \pm 0.01$	$1.02 \pm 0.20$	102
Sb	SRM NIST 1547	5	$0.02 \pm 0.00$	$0.017 \pm 1.0$	85
Ni	SRM NIST 1570a	5	$2.14 \pm 0.10$	$2.12 \pm 0.30$	99
Cu	SRM NIST 1570a	5	$12.2 \pm 0.6$	$11.9 \pm 0.20$	98
Co	SRM NIST 1547	5	$0.07 \pm 0.0$	$0.068 \pm 1.0$	97

<sup>1)</sup> Number of samples

<sup>2)</sup> National Institute of Standard and Technology

니켈, 구리 및 코발트의 8종류의 중금속에 대해 ICP-OES를 사용하였으며 기기의 분석조건은 Table 1과 같다.

## 2.5. 정량 및 검출한계

납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬, 니켈, 구리 및 코발트 등 8종 중금속의 검량선은 0.9999 이상의 정의 상관관계( $r^2$ )를 보였다. 8종 중금속의 측정된 검량선을 이용한 검출한계(Limit of Detection, LOD)는 납  $0.0021 \mu\text{g/g}$ , 카드뮴  $0.0005 \mu\text{g/g}$ , 비소  $0.0018 \mu\text{g/g}$ , 크롬  $0.0002 \mu\text{g/g}$ , 안티몬  $0.0006 \mu\text{g/g}$ , 니켈  $0.0005 \mu\text{g/g}$ , 구리  $0.0003 \mu\text{g/g}$ , 코발트  $0.009 \mu\text{g/g}$ 이었고, 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)는 납  $0.0065 \mu\text{g/g}$ , 카드뮴  $0.0014 \mu\text{g/g}$ , 비소  $0.0056 \mu\text{g/g}$ , 크롬  $0.0063 \mu\text{g/g}$ , 안티몬  $0.0037 \mu\text{g/g}$ , 니켈  $0.0015 \mu\text{g/g}$ , 구리  $0.0009 \mu\text{g/g}$ , 코발트  $0.0068 \mu\text{g/g}$ 이었다.

## 2.6. 회수율 측정

납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬, 니켈, 구리 및 코발트의 중금속에 대한 회수율은 미국 표준과학기술원에서 구입한 Peach Leaves 1547 (NIST, USA), Spinach Leaves 1570a (NIST, USA)를 이용하여 회수율을 측정하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

## 2.7. 분석자료의 통계처리

국산 및 수입 색조화장품의 중금속 농도를 비교하

기 위하여  $t$ -test를 실시하였고, 립스틱, 립글로스, 립밤, 화운데이션, 아이라이너의 중금속 농도 비교, 색상별 비교는 일원분산 분석(One-way analysis of variance)과 사후 검정으로 던컨(Duncan)의 방법을 이용하였으며 통계 package는 SPSS/PASW (ver. 21. 0. 2)를 이용하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1. 국산 및 수입 색조화장품의 중금속 함량

국산, 수입 색조화장품의 전체의 각 중금속 농도의 평균(Table 3)을 보면 납은  $0.663 \mu\text{g/g}$ , 카드뮴  $0.010 \mu\text{g/g}$ , 비소는  $0.056 \mu\text{g/g}$ 이며, 크롬은  $1.144 \mu\text{g/g}$ , 안티몬  $0.008 \mu\text{g/g}$ , 니켈  $0.405 \mu\text{g/g}$ , 구리  $0.319 \mu\text{g/g}$  그리고 코발트는  $0.108 \mu\text{g/g}$ 으로 측정되었다.

그리고 국산 및 수입 색조화장품별로는 국내에서는 크롬이 높았고, 수입 색조화장품에서는 납, 크롬, 니켈이 높았으나, 납과 코발트만이 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 또한 국산과 수입산을 전체적으로 비교한 결과 수입산에서 크롬만을 제외한 나머지 7개 금속 모두 높게 검출되었다.

### 3.2. 색조화장품의 유형별 중금속 함량

색조화장품의 유형별 분류는 립스틱(lip stick), 립글로스(lip gloss), 립밤(lip bam), 파운데이션(foundation), 아이라이너(Eye liner)로 나타내었다(Table 4).

**Table 3.** Heavy Metal Concentration between Domestic and Foreign Cosmetics ( $\mu\text{g/g}$ )

	Domestic (N = 58)	Foreign (N = 63)	Total (N = 121)
Pb	0.570 $\pm$ 0.487 <sup>1)</sup> (0.029~2.508)	0.741 $\pm$ 0.795 (0.017~3.185)	0.663 $\pm$ 0.668 (0.017~3.185)
Cd	0.009 $\pm$ 0.010 (ND <sup>2)</sup> ~0.042)	0.011 $\pm$ 0.02 (ND~0.118)	0.010 $\pm$ 0.016 (ND~0.118)
As	0.048 $\pm$ 0.137 (ND~1.022)	0.062 $\pm$ 0.185 (ND~1.022)	0.056 $\pm$ 0.163 (ND~1.0220)
Cr	1.184 $\pm$ 1.034 (0.047~5.096)	1.107 $\pm$ 0.977 (0.044~6.536)	1.144 $\pm$ 1.001 (0.044~6.536)
Sb	0.007 $\pm$ 0.014 (ND~0.089)	0.009 $\pm$ 0.019 (ND~0.102)	0.008 $\pm$ 0.017 (ND~0.102)
Ni	0.356 $\pm$ 0.357 (0.005~1.668)	0.450 $\pm$ 0.624 (0.007~4.011)	0.405 $\pm$ 0.572 (0.005~4.011)
Cu	0.297 $\pm$ 0.506 (0.005~3.678)	0.339 $\pm$ 0.63 (0.009~4.425)	0.319 $\pm$ 0.572 (0.005~4.425)
Co	0.058 $\pm$ 0.084 (ND~0.408)	0.155 $\pm$ 0.369 (0.001~2.757)	0.108 $\pm$ 0.276 (ND~2.757)

<sup>1)</sup>Data were expressed as mean  $\pm$  Standard deviation (minimum-maximum)

<sup>2)</sup>ND : Not detected

**Table 4.** Heavy Metal Concentration According to Types of Color Cosmetics ( $\mu\text{g/g}$ )

	Lip stick (N = 38)	Lip gloss (N = 22)	Lip bam (N = 17)	Foundation (N = 27)	Eye liner (N = 17)	Total (N = 121)
Pb	0.616 $\pm$ 0.358 <sup>1)</sup> (0.068 ~ 23.410)	0.371 $\pm$ 0.264 (0.029 ~ 1.031)	0.264 $\pm$ 0.284 (0.017 ~ 1.030)	1.155 $\pm$ 1.005 (0.082 ~ 3.185)	0.765 $\pm$ 0.723 (0.036 ~ 2.370)	0.663 $\pm$ 0.668 (0.017 ~ 3.185)
Cd	0.007 $\pm$ 0.009 (ND <sup>2)</sup> ~ 0.280)	0.007 $\pm$ 0.008 (ND ~ 0.032)	0.007 $\pm$ 0.012 (ND ~ 0.045)	0.019 $\pm$ 0.026 (0.001 ~ 0.118)	0.010 $\pm$ 0.013 (ND ~ 0.043)	0.010 $\pm$ 0.016 (ND ~ 0.118)
As	0.076 $\pm$ 0.174 (0.001 ~ 2.869)	0.055 $\pm$ 0.216 (ND ~ 1.022)	0.026 $\pm$ 0.053 (ND ~ 0.202)	0.065 $\pm$ 0.194 (ND ~ 1.022)	0.027 $\pm$ 0.036 (ND ~ 0.133)	0.056 $\pm$ 0.163 (ND ~ 1.0220)
Cr	1.430 $\pm$ 0.797 (0.466 ~ 54.512)	0.825 $\pm$ 0.635 (0.047 ~ 2.728)	0.819 $\pm$ 0.491 (0.097 ~ 1.849)	1.023 $\pm$ 0.989 (0.112 ~ 4.943)	1.424 $\pm$ 1.769 (0.044 ~ 6.536)	1.144 $\pm$ 1.001 (0.044 ~ 6.536)
Sb	0.005 $\pm$ 0.007 (0.001 ~ 0.189)	0.002 $\pm$ 0.002 (ND ~ 0.010)	0.013 $\pm$ 0.021 (0.001 ~ 0.063)	0.014 $\pm$ 0.028 (ND ~ 0.102)	0.008 $\pm$ 0.010 (ND ~ 0.035)	0.008 $\pm$ 0.017 (ND ~ 0.102)
Ni	0.385 $\pm$ 0.286 (0.016 ~ 14.634)	0.158 $\pm$ 0.111 (0.005 ~ 0.377)	0.109 $\pm$ 0.116 (0.007 ~ 0.419)	0.554 $\pm$ 0.477 (0.037 ~ 1.978)	0.830 $\pm$ 0.991 (0.032 ~ 4.011)	0.405 $\pm$ 0.572 (0.005 ~ 4.011)
Cu	0.241 $\pm$ 0.217 (0.018 ~ 9.145)	0.139 $\pm$ 0.071 (0.005 ~ 0.270)	0.106 $\pm$ 0.093 (0.009 ~ 0.297)	0.498 $\pm$ 0.466 (0.013 ~ 1.725)	0.657 $\pm$ 1.301 (0.013 ~ 4.425)	0.319 $\pm$ 0.572 (0.005 ~ 4.425)
Co	0.038 $\pm$ 0.054 (0.001 ~ 1.447)	0.048 $\pm$ 0.123 (ND ~ 0.557)	0.072 $\pm$ 0.095 (0.002 ~ 0.301)	0.12 $\pm$ 0.150 (0.016 ~ 0.796)	0.361 $\pm$ 0.642 (0.001 ~ 2.757)	0.108 $\pm$ 0.276 (ND ~ 2.757)

<sup>1)</sup>Data were expressed as mean  $\pm$  Standard deviation (minimum-maximum)

<sup>2)</sup>ND : Not detected

**Table 5.** Heavy Metal Concentration in Cosmetics by Colors ( $\mu\text{g/g}$ )

	Brown (N = 14)	Ivory (N = 22)	Orange (N = 17)	Pink (N = 24)	Red (N = 17)	Violet (N = 16)	White (N = 11)
Pb	0.496 $\pm$ 0.524 <sup>1)</sup> (0.089 ~ 1.777)	1.531 $\pm$ 1.254 (0.083 ~ 3.185)	0.406 $\pm$ 0.274 (0.122 ~ 0.778)	0.923 $\pm$ 0.395 (0.412 ~ 1.670)	0.298 $\pm$ 0.172 (0.119 ~ 0.525)	1.066 $\pm$ 0.799 (0.048 ~ 2.370)	0.084 $\pm$ 0.083 (0.017 ~ 0.243)
Cd	0.006 $\pm$ 0.007 (ND <sup>2)</sup> ~ 0.018)	0.031 $\pm$ 0.038 (0.003 ~ 0.118)	0.003 $\pm$ 0.002 (0.001 ~ 0.007)	0.007 $\pm$ 0.006 (0.001 ~ 0.015)	0.008 $\pm$ 0.011 (ND ~ 0.032)	0.009 $\pm$ 0.014 (ND ~ 0.043)	0.010 $\pm$ 0.017 (ND ~ 0.045)
As	0.091 $\pm$ 0.243 (0.001 ~ 0.780)	0.044 $\pm$ 0.05 (ND ~ 0.129)	0.014 $\pm$ 0.019 (0.001 ~ 0.059)	0.084 $\pm$ 0.232 (ND ~ 0.782)	0.145 $\pm$ 0.355 (0.002 ~ 1.022)	0.042 $\pm$ 0.048 (ND ~ 0.133)	0.002 $\pm$ 0.003 (ND ~ 0.008)
Cr	1.243 $\pm$ 1.908 (0.134 ~ 6.536)	1.202 $\pm$ 0.732 (0.326 ~ 2.389)	1.220 $\pm$ 0.57 (0.490 ~ 2.237)	1.067 $\pm$ 0.471 (0.415 ~ 1.978)	0.835 $\pm$ 0.228 (0.592 ~ 1.321)	1.422 $\pm$ 1.344 (0.044 ~ 4.196)	0.649 $\pm$ 0.211 (0.487 ~ 1.117)
Sb	0.003 $\pm$ 0.004 (ND ~ 0.013)	0.017 $\pm$ 0.035 (ND ~ 0.102)	0.008 $\pm$ 0.014 (0.001 ~ 0.041)	0.003 $\pm$ 0.003 (ND ~ 0.010)	0.002 $\pm$ 0.002 (0.001 ~ 0.005)	0.008 $\pm$ 0.009 (ND ~ 0.024)	0.023 $\pm$ 0.028 (0.001 ~ 0.063)
Ni	0.655 $\pm$ 1.199 (0.016 ~ 4.011)	0.656 $\pm$ 0.558 (0.083 ~ 1.978)	0.227 $\pm$ 0.145 (0.083 ~ 0.432)	0.410 $\pm$ 0.353 (0.046 ~ 1.322)	0.231 $\pm$ 0.161 (0.083 ~ 0.546)	0.754 $\pm$ 0.643 (0.032 ~ 1.992)	0.053 $\pm$ 0.096 (0.007 ~ 0.268)
Cu	0.571 $\pm$ 1.364 (0.018 ~ 4.425)	0.718 $\pm$ 0.564 [0.094 ~ 1.725]	0.131 $\pm$ 0.069 (0.052 ~ 0.254)	0.246 $\pm$ 0.242 (0.085 ~ 0.948)	0.206 $\pm$ 0.202 (0.037 ~ 0.683)	0.237 $\pm$ 0.234 (0.013 ~ 0.695)	0.064 $\pm$ 0.107 [0.009 ~ 0.297]
Co	0.386 $\pm$ 0.846 (0.001 ~ 2.757)	0.179 $\pm$ 0.215 (0.040 ~ 0.796)	0.043 $\pm$ 0.073 (0.004 ~ 0.220)	0.083 $\pm$ 0.161 (0.002 ~ 0.557)	0.016 $\pm$ 0.021 (0.001 ~ 0.060)	0.193 $\pm$ 0.209 (0.001 ~ 0.514)	0.145 $\pm$ 0.111 (0.002 ~ 0.301)

<sup>1)</sup>Data were expressed as mean  $\pm$  Standard deviation (minimum-maximum)

<sup>2)</sup>ND : Not detected

납의 경우 화장품 유형별 종류의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 립밤이 0.264  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 파운데이션이 1.155  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 평균치를 보였다. 파운데이션은 립스틱, 립밤, 립글로스, 아이라이너와 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 카드뮴, 비소, 안티몬의 경우 아주 낮은 수치를 보였다.

크롬의 경우 립밤 0.819  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 립스틱이 1.430  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 평균치를 나타내었다.

니켈의 경우 화장품 유형별 종류의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 아이라이너는 0.830  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았고, 립밤 0.109  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았다. 파운데이션이 립밤과 립글로스와 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

구리의 경우 화장품 유형별 종류의 평균은 통계적

으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 립밤 0.106  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 아이라이너 0.657  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 평균치를 보였다. 아이라이너는 립스틱과 립글로스와 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 코발트의 경우 화장품 유형별 종류의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 립스틱 0.038  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 아이라이너 0.361  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았으며, 아이라이너는 립스틱, 립밤, 파운데이션과 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

### 3.3. 색조화장품의 색상별 중금속 함량

수집된 색조화장품의 색상별 중금속 평균 농도를 비교해보기 위하여, 갈색, 아이보리, 오렌지, 핑크, 적색, 자색, 흰색 등 7가지 색상으로 구분하였다(Table 5).

납의 경우 색상별 중금속 농도의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 흰색이 0.084  $\mu\text{g/g}$

으로 가장 낮았고, 아이보리색이 1.531  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았다. 아이보리색은 갈색, 적색, 오렌지, 흰색과 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

카드뮴과 안티몬은 거의 모든 금속에서 아주 낮은 농도의 수준으로 검출되었다.

비소의 경우 흰색이 0.002  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 적색이 0.145  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 평균치를 보였다.

크롬의 경우 흰색이 0.649  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 자색이 1.422  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 평균치를 보였다.

니켈의 경우 색상별 중금속 농도의 평균은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 흰색이 0.053  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았고, 자색이 0.754  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았다. 자색이 흰색과 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

구리의 경우 흰색이 0.064  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮았고, 아이보리색이 0.718  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았다. 코발트의 경우 적색이 0.016  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 평균치를 보였고, 갈색이 0.386  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 평균치를 보였다.

#### 4. 고 찰

납의 흡수는 주로 호흡기를 통하거나, 위장관을 통해서 이루어지고 미량은 피부를 통해서 흡수된다. 이렇게 흡수된 납은 소변으로 거의 배출되고 나머지는 머리카락, 손톱, 발톱 등을 통해 배출된다. 하지만 다량 체내로 흡수되면 인체의 여러 장기에 장애를 초래한다[5].

납 독성은 성인과 어린이들에게 있어 혈액학적, 위장 및 신경의 기능 장애를 초래한다. 고농도의 장기간 폭로에서는 만성 신장장애, 고혈압, 생식장애를 초래할 수 있고, 효소를 억제하여 세포의 칼슘 신진대사를 변질시키고 신장, 두뇌, 뼈에서 단백질 결합의 합성을 자극한다. 또한 저농도에 폭로되었을 때 임신한 여성의 경우 신경성 행동장애를 유발하며 어린이들의 성장을 감소시킬 수 있다[6]. 본 연구에서는 수집된 전체 색조화장품의 납 평균 농도는 0.663  $\mu\text{g/g}$ 으로 NIH(2013)[7]의 0.359  $\mu\text{g/g}$ 보다 높았고, 이현[8]의 0.820  $\mu\text{g/g}$ , 김도경[9]의 1.520  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다. 또한 I. Tsankov 등[10]의 화장품 납 농도 2.08  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다. 이 수치는 그들의 독성학적, 병리해부학적 실험에

의한 결과로 산출된 최대허용농도 10  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮은 수치이며, 우리나라 화장품 안전기준 등에 관한 규정에서 납의 허용기준인 20  $\mu\text{g/g}$ (식품의약품 안전처 고시 제2013-24호)보다 낮은 수치이다. 제품별로는 파운데이션, 아이라이너, 립스틱에서 높은 수치를 나타내었다. 납은 음식을 통해서 하루 18 - 23  $\mu\text{g/g}$ , 공기 중으로는 0.5 - 1  $\mu\text{g/g}$ 을 섭취할 수 있어 화장품의 납 폭로 정도는 높은 수준은 아니나 납을 함유한 색조화장품의 사용이 납의 혈중농도와 밀접한 관련이 있음이 연구에서 밝혀진 만큼 이에 대해서 지속적인 주의가 필요할 것이다[11].

카드뮴은 부드럽고 유연한 은백색의 금속으로 아연 광의 채광이나 제련과정의 부산물로 생성되고 대부분의 식료품에 0.1  $\mu\text{g/g}$  미만이 함유되어 있다. 또한 흡연 시 담배 한 개피당 0.1 - 0.2  $\mu\text{g/g}$ 의 카드뮴이 흡입되고 음료수에는 대개 5  $\mu\text{g/g}$  이하로 존재한다고 한다. 카드뮴이 인체에 미치는 영향에 대해서는 급성 중독증을 비롯하여 폐부종, 기관지염, 전립선염을 유발할 수 있다[12]. 본 연구결과에 의하면 수집된 전체 색조화장품의 카드뮴 농도는 0.010  $\mu\text{g/g}$ 으로 H. Ullah[13]의 0.238  $\mu\text{g/g}$ , NIH(2013)[7]의 1.160  $\mu\text{g/g}$ , 김도경[9]의 1.750  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮은 수치를 보였으며, 우리나라 화장품의 안전기준 등에 관한 규정 5  $\mu\text{g/g}$ (식품의약품 안전처 고시 제2013-24호)보다 낮았다. 또한 제품별로는 파운데이션 0.019  $\mu\text{g/g}$ 으로 높게 검출되었고, 색상별로는 아이보리색 0.031  $\mu\text{g/g}$ 으로 높았다.

비소는 섭취시 구토, 혈뇨성 설사를 일으키고 장기간 노출시 식욕부진, 체중감소, 안면부종, 폐색성 황달, 신경염이나 피부각화증을 유발하며 심하면 피부암이나 폐암, 위장관암이 나타날 수도 있다[14]. 본 연구결과에서 전체 색조화장품의 비소 농도는 0.056  $\mu\text{g/g}$ 으로 김도경[9]의 3.500  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았으며, 우리나라 화장품의 안전기준 등에 관한 규정 10  $\mu\text{g/g}$ (식품의약품 안전처 고시 제2013-24호)보다 낮았다. 제품별로는 립스틱 0.076  $\mu\text{g/g}$ , 파운데이션 0.065  $\mu\text{g/g}$ , 색상별로는 적색 0.145  $\mu\text{g/g}$ , 갈색 0.091  $\mu\text{g/g}$ 에서 높게 나타내었다.

크롬은 청백색의 단단한 금속으로 크롬 철광에서 주로 생성되고, 인체 내 필수적인 금속이면서도 결핍 시에는 탄수화물의 대사장애를 일으키며, 호흡기, 소화기 및 피부를 통하여 체내에 흡수되어 간장, 신장,

부 갑상선 및 골수 내에 축적되며 주로 신장을 통해 배설되지만 근육, 폐, 위장 및 피부 등에 병변을 일으킨다[15,16]. Hexavalent chromium compound는 쉽게 피부염을 초래하고 크롬산염은 손톱이나 머리카락의 변색, 퇴색을 초래하기도 한다[17]. 본 연구 결과에 의하여 수집된 색조화장품의 크롬 농도는 1.144  $\mu\text{g/g}$ 으로 NIH (2013)[7]의 2.980  $\mu\text{g/g}$ , 김도경[9]의 13.410  $\mu\text{g/g}$ , 이현[8]의 2.420  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았고, H. Ullah[13]의 0.074  $\mu\text{g/g}$ , 이현주[5] 0.073  $\mu\text{g/g}$ 보다 높았다. 제품별로는 립스틱 1.430  $\mu\text{g/g}$ , 아이라이너 1.424  $\mu\text{g/g}$ 으로 높은 수치를 나타내었고, 색상별에서 적색 0.835  $\mu\text{g/g}$ 으로 이현주[5] 0.570  $\mu\text{g/g}$ 보다 높았다. 또한 색조화장품의 크롬 농도는 1.144  $\mu\text{g/g}$ 으로 유럽의 COLIPA에서 제시한 일일 화장품 사용에 따른 노출량을 기준으로 아이새도우에서만 8.25  $\mu\text{g/g}$ 의 크롬 노출량을 보일 수 있으며 일반 성인의 혈중 크롬 농도가 1.02  $\mu\text{g/g}$ 인 점을 고려할 때 낮은 농도를 보였다[18]. 이를 미루어 현재 우리나라 화장품의 안전기준에 관한 규정이 설정되어 있지 않으나 크롬의 평균농도가 인체에 유해한 정도를 확인하여 토탈 크롬의 기준을 마련하여야 할 것으로 보인다.

안티몬은 금속, 산화물, 황화물로서 자연계에 존재하며, 공업계에서 널리 쓰이고 있는데 성인의 체내 안티몬 함량은 7 - 9 mg으로, 그중 25%는 뼈에, 25%는 혈중에 존재한다. 사람의 1일 평균 섭취량은 0.15 mg 이하로 되어있고, 요중 배설량은 1일 0.7 mg 이하이며, 땀 중 배설량은 0.01 mg 정도이다. 가용성 안티몬의 독성은 크며, 또는 3가는 5가보다 10배나 독성이 강하다. 특히 stibine은 안티몬 화합물 중 가장 독성이 강한 가스체로, 폐쇄된 방 등에서 축전지를 충전할 때 발생하여 중독을 일으키는데, 그 증상은 구토, 용혈, 혈뇨, 복통으로 나타나며, 사망하는 일도 있다[19]. 본 연구 결과 안티몬은 0.008  $\mu\text{g/g}$ 으로 매우 낮은 수치로 검출되었으며, 우리나라 화장품의 안전기준에 관한 규정에 10  $\mu\text{g/g}$ 으로 설정되어 있어 매우 안전한 것으로 판단된다. 하지만 화장품의 안티몬에 대한 다른 연구조사가 없어 비교할 수 없었으며 추후 많은 연구가 시행되어야 할 것으로 생각된다.

구리는 전 세계적으로 널리 사용되는 화장품 원료로서 인류 생활 중 가장 오래 사용되어 온(7,000 - 8,000년 전) 것으로 인체 내 필수금속이다. 철의 대사

와 관련되어 철의 흡수나 골수의 세포형성에 관여하는 것으로 알려져 있으나, 그 생리적 작용에 대해서는 완전히 규명되지 않고 있으며, 성인의 경우 각 조직 내 100 - 150  $\mu\text{g/g}$ 이 포함되어 있다[20]. 또한 과다섭취 시 구토증세, 위통, 설사를 유발할 수 있고, 통계에 의하면 구리에 의한 건강장애는 알러지성 접촉성 피부염, 비출혈, 호흡기 자극 순이었다[21]. 본 연구결과에 의하면 수집한 전체 색조화장품의 구리농도는 0.319  $\mu\text{g/g}$ 으로 H. Ullah[13]의 26.620  $\mu\text{g/g}$ , NIH (2013)[7]의 1.910  $\mu\text{g/g}$ , 이현[8]의 0.530  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다. 색상별에서 적색 0.206  $\mu\text{g/g}$ 과 흰색 0.064  $\mu\text{g/g}$ 으로 이현주[5] 적색 0.230  $\mu\text{g/g}$ 과 흰색 0.270  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮은 평균치를 나타내었다.

니켈은 음식, 공기, 물에 소량 함유되어 있으며, 주로 취식, 흡입, 피부접촉을 통해 체내로 들어온다. 니켈은 1978년 475건의 폐암과 152건의 비강암이 니켈 제련 공장의 종업원에서 발생되었음이 보고된 이래, 발암작용을 지닌 물질로써 주목을 끌게 되었고, 중독 증상은 폐나 비강의 발암작용, 호흡기 장애와 전신중독, 만성중독, 비충격천공, 접촉성 피부염 등을 유발하며 특히 Nickel carbonyl은 상온에서 증발하기 쉬운 액체로서 가장 독성이 강한 화합물인데 생체에 흡입되면 두통, 흉통, 호흡곤란, 현기증, 혈당과 중추신경 장애를 유발한다[6]. 니켈은 또한 크롬과 더불어 가장 흔한 알레르기 원인물질 중의 하나로 특히 여성에게 있어서는 빈번한 접촉피부염의 원인물질이다[22]. 본 연구 결과에서 색조화장품의 전체 니켈 농도 평균은 0.405  $\mu\text{g/g}$ 으로 H. Ullah[13]의 0.674  $\mu\text{g/g}$ , NIH(2013)[7]의 2.810  $\mu\text{g/g}$ , 이현[8]의 1.690  $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다. 이러한 수치는 Emmet 등[23]이 니켈에 대한 첩포 검사의 연구에서 피부 감각을 일으킬 수 있는 니켈의 농도 범위가 0.15 - 1.5  $\mu\text{g/g}$ 이라고 보고한 것과 비교하여 볼 때 자극에 대한 반응이 시작되는 분계점 이상의 수치임을 알 수 있으며, 현재 우리나라 화장품의 안전기준에 관한 규정이 설정되어 있지 않으므로 추후 그 기준을 마련하여야 할 것으로 생각된다.

코발트는 여러 종류의 코발트 화합물이 화장품의 원료로 사용되고 있으며, 불용성 코발트 산화물들은 모두 그 안전성이 인정되어 국제적으로 화장품 원료로 널리 사용되고 있는 반면 코발트 화합물 중 수용성 염인 cobalt chloride는 알러지를 유발한다고 알려져 있



다. 본 연구결과에 의하면 수집한 전체 색조화장품의 코발트 농도는  $0.108 \mu\text{g/g}$ 으로 H. Ullah[13]의  $0.527 \mu\text{g/g}$ , NIH(2013)[7]의  $0.28 \mu\text{g/g}$ 보다 낮게 검출되었다.

몇몇 메이크업 화장품을 분석하면 수백 ppm 혹은 그 이상의 코발트가 검출되나 이는 화장품 원료로 사용되는 불용성 코발트 산화물들에 기인된 것으로 allergen으로 알려진 cobalt chloride와는 무관하다[4]. 또한 대부분의 나라에서는 화장품 중의 코발트 함량을 규제 하고 있지 않다.

## 5. 결 론

2013년 1월에서 8월 사이에 전국에서 유통 중인 립스틱, 립글로스, 립밤, 파운데이션, 아이라이너 등 121개 색조화장품 중에서 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 안티몬, 니켈, 구리 및 코발트의 농도 측정과 국산 및 수입산, 유형별, 색상별로 비교해봄으로써 이에 관련된 분야의 기초자료를 제공하고자 본 연구를 시행하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 분석된 전체 색조화장품의 중금속 평균 농도는 납  $0.663 \mu\text{g/g}$ , 카드뮴  $0.010 \mu\text{g/g}$ , 비소  $0.056 \mu\text{g/g}$ , 크롬  $1.144 \mu\text{g/g}$ , 안티몬  $0.008 \mu\text{g/g}$ , 니켈  $0.405 \mu\text{g/g}$ , 구리  $0.319 \mu\text{g/g}$  및 코발트  $0.108 \mu\text{g/g}$ 으로 측정되었으며, 이 중 납, 카드뮴, 비소, 안티몬의 경우 우리나라 화장품 안전기준 등에 관한 규정에서 제시한 허용기준인  $20 \mu\text{g/g}$ ,  $5 \mu\text{g/g}$ ,  $10 \mu\text{g/g}$ ,  $10 \mu\text{g/g}$ (식품의약품 안전처 고시 제2013-24호)보다 낮은 수치이다.

2. 국산 및 수입산 색조화장품은 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 수입산이 크롬을 제외한 7개 금속에서 국산보다 높게 검출되었다.

3. 색조화장품을 유형에 따른 중금속 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 립스틱에서 크롬  $1.430 \mu\text{g/g}$ , 납  $0.616 \mu\text{g/g}$  그리고 니켈  $0.385 \mu\text{g/g}$ 이 파운데이션에서 납  $1.155 \mu\text{g/g}$ , 크롬  $1.023 \mu\text{g/g}$ 이 가장 높은 농도를 보였으며, 아이라이너에서는 크롬  $1.424 \mu\text{g/g}$ , 니켈  $0.830 \mu\text{g/g}$ 이 가장 높은 농도를 나타내었다.

4. 색조화장품의 색상별 중금속 농도는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 갈색의 화장품은 크롬, 니켈과 구리가 높은 평균 농도를 보였고, 아이보리색의 화장품은 납, 크롬이 핑크색의 화장품은 크

롬과 납이 높은 평균 농도를 나타내었다.

## Reference

1. B. S. Cho, A study on purchasing behavior of shade cosmetics, *J. Kor. Data Anal. Soc.*, **13**, 5 (2007).
2. V. K. WG and L. DH, Eyelid dermatitis from nickel contaminated cosmetics. *Contact Dermatitis*, **7**(4), 217 (1981).
3. L. Robert, F. Joseph, Fisher's Contact Dermatitis, *Williams & Wilkins* (1995).
4. Y. S. Kim, H. j. Jeong, and I. S. Chang, Heavy metals and cosmetics, *J. Soc. Cosmet. Scientist Korea*, **28**, 39 (2002).
5. H. J. Lee, J. S. Yoon, and J. Y. Lee, A study on heavy metal concentration in color painting cosmetics, *J. Kor. Soc. Cosm.*, **12**(1), 57 (2006).
6. G. Lockitch, Perspectives on lead toxicity, *Clin-Biochem.*, **26**(5), 371 (1993).
7. Sa Liu, S. Katharine Hammond, and Ann Rojas-Cheatham, Concentrations and potential health risks of metals in lip products, *Environ. Health Perspect*, **10**, 1289 (2013).
8. H. Lee, Y. J. Yoo, M. H. Park, J. H. Kim, Y. H. Lee, C. S. Moon, Y. S. Hwang, and D. H. Moon, A study on heavy metal concentration of cosmetics on the market, *J. Prev. Med. Public Health*, **31**(4), 666 (1998).
9. D. K. Kim, M. S. Kang, and D. W. Moon, Heavy metal concentration in marketing low price cosmetics, *J. Kor. Data Anal. Soc.*, **13**(5), 2367 (2011).
10. I. Tsankov, I. Iordanova, D. Lolova, S. Uzunova, and S. Dinoeva, Hygienic evaluation of the content of heavy metals (lead and copper) in cosmetic products, *Probl. Khig.*, **7**, 127 (1982).
11. C. Patry and J. K. Eaten, A lead-hazardous eye make-up from third world to the first world, *Environmental Health Perspect*, **94**, 121 (1991).
12. M. R. Zavon and C. D. Meadoves, Vascular sepuellae to cadmium fume exposure, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **31**, 180 (1970).

13. H. Ullah, S. Noreen, and A. Rehman, Comparative study of heavy metals content in cosmetic products of different countries marketed in Khyber Pakhtunkhwa, *Arabian Journal of Chemistry*, **10**, 1016 (2013).
14. C. Reilly, Metal contamination of food, Blackwell Science, Oxford, UK (2002).
15. K. M. Lee, A study on addiction of chrome compound, *Kor. Ind. Med. J.*, **17**(3), 60 (1978).
16. J. H. Lee, D. H. Moon, and J. T. Lee, A study on concentration of heavy metal of lower Nakdong river, *Inje Medical Journal*, **13**(1), 43 (1992).
17. D. Burrows, Chromium and the skin, *Br. J. Dermatol.*, **99**, 587 (1978).
18. B. Pringle, D. Hissong, and E. Katz, Trace metal accumulation by estuarine mollusks, *Proceeding Society Swaiting England Division*, **6**, 455 (1968).
19. Y. H. Lee and M. H. Jung, Metal and people, 167, 380, Shin-kwang Publishing Company, Seoul (1993).
20. K. S. Park, Heavy metal concentration in the whole blood of healthy person in Pusan area, *Inje Medical Journal*, **10**(2), 187 (1989).
21. J. A. Jeung and J. M. Kim, A study on concentration of the airborne copper and biological exposure index in the workplace manipulating the copper, *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.*, **3**(1), 78 (1993).
22. S. Alexander, Allergy and the skin, *Practitioner*, **227**(1382), 1271 (1983).
23. E. A. Emmett, T. H. Risby, L. Jiang, and F. Susan, Allergic contact dermatitis to nickel bioavailability from consumer products and provocation threshold, *J. Am. Acad. Dermatol.*, **19**, 314 (1988).