

글리터를 포함한 네일 에나멜 제품의 유해 금속 분석

고속경[†] · 정삼주 · 박영혜 · 박애숙 · 김현정 · 박건용 · 오영희

서울특별시보건환경연구원 식품의약품부

Determination of Hazardous Metals in Nail Enamel Containing Glitter

Suk Kyung Ko, Sam Ju Chung, Young Hye Park, Ae Sook Park, Hyun Jung Kim,
Geon Yong Park, and Young Hee Oh

Food and Drug Department, Seoul Metropolitan Government
Research Institute of Public Health and Environment

ABSTRACT

Objectives: This study was performed to provide basic data for the re-establishment of standards (criteria) and analytical methods for hazardous metals in nail enamel.

Methods: Ten metals (lead; Pb, arsenic; As, cadmium; Cd, antimony; Sb, cobalt; Co, nickel; Ni, copper; Cu, chromium; Cr, aluminum; Al, and mercury; Hg) were measured in 67 commercial nail enamels containing glitter and/or pearls. The content of hazardous metals (excepting Hg) was determined by using an inductively coupled plasma-optical emission spectrophotometer (ICP-OES) after microwave digestion. Mercury content was measured by a mercury analyzer without any preparation.

Results: The detected ranges of the intact samples were as follows: ND - 1.756 µg/g for Pb, ND - 1.24 µg/g for As, ND for Cd, ND - 20.41 µg/g for Sb, ND - 12.36 µg/g for Co, ND - 7.908 µg/g for Ni, 0.088 - 79.27 µg/g for Cu, 0.281 - 18.54 µg/g for Cr, 13.78 - 3 563 µg/g for Al, and ND - 0.044 µg/g for Hg. After centrifugation, the detected ranges of supernatant were as follows: ND - 0.435 µg/g for Pb, ND - 0.504 µg/g for As, ND for Cd, ND - 0.035 µg/g for Sb, ND - 13.17 µg/g for Co, ND - 0.232 µg/g for Ni, 0.117 - 90.07 µg/g for Cu, 0.174 - 2.787 µg/g for Cr, and 9.459 - 1 565 µg/g for Al. The results of this analysis showed that the levels of heavy metals such as Pb, As, and Sb were much higher in the intact samples than those of supernatant.

Conclusion: In the present study, we found that the levels of hazardous metals were significantly different depending on the status of the presence of glitter. Based on the results, we recommend that the product consumer refrain from prolonged application of nail enamel, avoid biting or chewing the nails, and wear gloves during cooking and washing dishes.

Keywords: Glitter, hazardous metals, inductively coupled plasma-optical emission spectrophotometer (ICP-OES), nail enamel

I. 서 론

화장품은 불특정 다수의 사람들이 인체에 직접

사용하고, 짧게는 수 시간부터 길게는 일주일이상 지속적으로 사용하기 때문에 안전성 확보가 중요하다. 생활수준과 소득수준이 올라가면서 미용에 대

[†]Corresponding author: 30, Janggunmaeul 3-gil, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 13818, Korea. Tel: +82-2-570-3126, Fax: +82-2-570-3129, E-mail: narosako@seoul.go.kr

Received: 29 September 2016, Revised: 07 March 2017, Accepted: 08 March 2017

한 관심이 커짐에 따라 화장품의 종류 및 사용방법이 다양해지고 있다. 이런 화장품은 다양한 성분이 혼합되어 있고 그 중 착색을 목적으로 무기안료인 아연, 알루미늄, 바륨 등 금속과 철, 크롬, 니켈 등이 함유된 황산화철, 흑산화철, 산화크롬, 수산화크롬 등이 사용되고 있다. 유기 색소는 타르색소가 사용되고 있으나 발암성 등 인체에 유해한 것이 많아 화장품에 사용할 수 있는 물질이 따로 규정되어 있다. 이들이 주로 쓰이는 색조화장품 중의 중금속은 수포, 습진, 소양증 등을 동반한 알레르기나 접촉성 피부염을 일으키는 원인 물질로 다량 함유된 화장품을 장기간 사용하면 심각한 건강상의 위해를 초래할 수 있다.¹⁾

중금속 중 납과 수은은 신경 독성물질로 납은 지능발달에도 영향을 미친다. 6가 크롬, 비소와 니켈은 발암성과 피부염을 일으키는 물질로 알려져 있으며 카드뮴은 이타이타이병과 생식장애, 폐기종을 일으킨다고 보고되고 있다. 이런 중금속은 생체내로 흡수되면 생체 내 물질과 결합하여 잘 분해되지 않고 축적되어 인체에 더욱 유해한 것으로 알려져 있다.²⁾

E.L. Sainio 등³⁾은 납, 코발트, 니켈, 크롬 및 비소의 문제점을 지적하고 아이 새도의 중금속을 스크리닝한 결과, 납과 비소는 각각 20 µg/g 이하로, 코발트와 니켈은 각각 20 µg/g 이상 검출되었다고 발표했다. 또한 I. Al-Saleh 등⁴⁾은 사우디아라비아에 수입되는 화장품중 립스틱과 아이새도우의 납을 분석한 결과 각각 0.27 ~ 3 760 µg/g, 0.42 ~ 58.7 µg/g으로 납중독을 일으킬 수 있는 20 µg/g 이상의 몇몇의 화장품의 결과를 발표하였으며 A. D. Monnot 등⁵⁾과 A. Zakaria 등⁶⁾은 립스틱 중의 납 또는 중금속(납, 카드뮴, 크롬)의 노출에 대한 건강 위해도 평가를 보고하였다. 국내에서도 최채만 등⁷⁾이 색조화장품의 중금속 농도를 측정하여 유형별, 색상별로 비교하여 발표하였다.

21세기의 황금산업으로 불리는 네일아트산업이 빠르게 성장하면서 많은 여성들이 네일 에나멜을 쇼핑몰의 전문 네일 샵 및 전문 네일샵을 통해 구매하거나 네일아트 관리(시술)를 받고 있다. 그 중 글리터나 펄 소재의 네일아트는 여성스럽고 화려해 여성들이 가장 선호하는 것으로 나타났다.⁸⁾ 화려한 광택과 금속성 느낌을 주기위해 코팅한 합성수지나

진주안료를 주로 사용한다. 현재까지 네일 에나멜의 유기용매의 유독성과 네일 샵의 실내 공기질 등에 대한 몇몇 연구가 보고되고 있으나⁹⁻¹¹⁾ 중금속, 프탈레이트류 등 유해물질에 관한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 유통 중인 글리터나 펄을 포함하고 있는 네일 에나멜 제품의 유해 금속 함유량을 조사하여 화장품의 안전기준 마련에 자료로 제공하고자한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 시료는 대표적인 온라인, 오프라인 매장에서 판매되고 있는 네일 에나멜 제품 중 펄이나 글리터와 같은 반짝이가 들어있는 67개 제품을 구입하여 제품 그대로(이하 원심분리하지 않은 시료)와 그 제품을 원심분리기(UNIVERSAL 320, Hettchi, Germany)로 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 펄이나 글리터를 제거한 상등액(이하 원리분리 시료)을 가지고 유해금속 분석을 실시하였다.

2. 시약 및 초자

분해용 시약으로 유해금속측정용 질산(Wako pure chemicals, Japan) 유해금속측정용 황산(Wako pure chemicals, Japan), 불화수소산(J.T.Baker, USA)을 사용하였고, 실험에 사용한 물은 초순수 제조장치(PURELAB ultra, ELGA, UK)를 통과한 것으로 18.2 MΩ 수준으로 정제된 초순수를 사용하였다. 마이크로웨이브 및 기기분석에 사용된 초자 및 기구들은 초자세척기로 세척한 후 금속오염을 막기 위해 30% 질산에 6시간 이상 담근 후에 초순수로 행군 다음 건조 후 분석에 사용하였다. Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrophotometer (ICP-OES) (OPTIMA 2100DV, Perkin-Elmer, USA)로 납, 비소, 카드뮴, 안티몬, 코발트, 니켈, 구리, 크롬 분석을 위해 Quality Control Standard 21 100 mg/L (Perkin-Elmer, USA)과 알루미늄 분석을 위해서 ICP multi elements standard solution VIII 100 mg/L (Merck KGaA, Germany)를 표준용액으로 0.5 N HNO₃로 희석하여 사용하였다. 수은 분석을 위해 Mercury standard solution 1000 mg/L (Merck KGaA, Germany) 표준액을 0.001% L-cystein (시

스테인) 용액으로 희석하여 사용하였으며 직접 수은분석기(DMA-80, Milestone, Italy)을 이용해 분석하였다.

3. 마이크로웨이브로 시료 분해 및 분석

시료 1 g을 분해용 용기에 정확히 취한 후 질산 7 mL, 황산 2 mL, 불화수소산 1 mL를 넣어 마이크로웨이브 분해장치(Microwave Digestion System: START D Milestone)로 무색~엷은 황색이 될 때까지 분해하였다. 상온으로 식힌 다음 붕산과포화용액을 5 mL 넣고 0.5 N HNO₃를 넣어 50 mL로 하여 검액으로 하였고 따로 질산 7 mL, 황산 2 mL, 불화수소산 1 mL를 가지고 검액과 동일하게 조작하여 공시험액으로 하였다.¹²⁾ 표준액으로 납, 비소, 카드뮴, 안티몬, 코발트, 니켈, 구리, 크롬의 멀티 표준원액을 0.5 N HNO₃로 희석하여 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 2 mg/L 농도로 만들었고 알루미늄은 표준원액을 희석하여 2, 5, 10, 20, 50 mg/L 농도로 만들어 ICP-OES에 주입하여 얻은 검량선을 가지고 9종류의 금속의 양을 측정하였다.

4. 수은분석기로 수은 측정

원심분리하지 않은 시료 50 mg을 정밀하게 달아 직접 수은분석기로 측정하였다. 동일한 방법으로 공시험을 실시하고 수은표준원액을 0.001% L-cystein(시스테인) 용액으로 희석하여 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 mg/L 농도로 만들어 수은분석기에 주입하여 얻은 검량선을 가지고 측정하였다.

III. 결 과

1. 검출 및 정량한계

납, 비소, 카드뮴, 안티몬, 코발트, 니켈, 구리, 크롬, 알루미늄 및 수은 10종 금속의 검량선은 0.999 이상의 직선성을 보였다. 검량선을 이용한 검출한계와 정량한계는 Table 1과 같다.

2. 표준물질을 사용한 회수율 측정

미국 표준과학원에서 구입한 Peach Leaves 1547 (NIST, USA), Spinach Leaves 1570a (NIST, USA)와 캐나다 국가조사위원회의 MESS-4 (NRC,

Table 1. Results from the validation test for the analysis of 10 elements

	Elements(μg/kg)									
	Pb	As	Cd	Sb	Co	Ni	Cu	Cr	Al	Hg
LOD*	1.04	4.75	3.12	1.27	1.37	1.47	2.56	1.55	26.91	0.0495
LOQ†	3.14	14.38	9.44	3.84	4.15	4.46	7.76	4.68	81.55	0.1653
Linearity(R ²)	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.9999	>0.999

* Limit of detection = 3.3σ/S

† Limit of quantitation = 10σ/S

Table 2. Recovery of metal with standard reference material(SRM)

Element	Material	Certified (mg/kg)	Measured (mg/kg)	Recovery (%)
Pb	SRM 1547	0.87 ± 0.03 ¹⁾	0.939 ± 0.160	107.9
As	CRM MESS-4	21.77 ± 0.03	21.78 ± 0.15	100.4
Cd	SRM 1570a	2.876 ± 0.058	2.948 ± 0.032	102.5
Sb	CRM MESS-4	1.07 ± 0.16	1.049 ± 0.040	98.0
Co	CRM MESS-4	13.0 ± 0.8	12.68 ± 0.36	97.5
Ni	CRM MESS-4	42.8 ± 1.6	42.84 ± 5.02	100.1
Cu	SRM 1547	3.7 ± 0.4	3.684 ± 0.070	99.6
Cr	SRM 1547	1.0 ± 0.00	0.998 ± 0.059	99.8
Al	SRM 1547	249 ± 8	236.0 ± 1.7	94.8
Hg	SRM 1547	0.031 ± 0.007	0.030 ± 0.005	96.8

1) Data were expressed as average ± Standard deviation

Table 3. Metal concentration of nail enamel with pearl and glitter(Hole)

Element	No. of samples	Detected(mg/g) Range	No. of samples Detected (%)	No. of samples violated (%)	Criteria (mg/g)
Pb	67	0.210 ± 0.298 ¹⁾ (ND ²⁾ ~ 1.756 ³⁾	39 (58.2)	- (-)	20
As	67	0.177 ± 0.319 (ND ~ 1.24)	26 (38.8)	- (-)	10
Cd	67	ND ND	- (-)	- (-)	5
Sb	67	5.053 ± 6.026 (ND ~ 20.41)	35 (52.2)	19 (28.4)	10
Hg	67	0.016 ± 0.014 (ND ~ 0.044)	42 (62.7)	- (-)	1

1) Data were expressed as average ± Standard deviation
 2) Not Detected
 3) Range (minimum ~ maximum)

Canada)를 표준물질로 사용하여 검액과 동일하게 조작하여 회수율을 측정하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

3. 기준이 설정된 유해 금속

시중에 유통 중인 네일 에나멜 중 펠이나 글리터가 포함된 67종을 대상으로 있는 원심분리하지 않은 시료를 전처리하여 유통화장품의 안전관리기준(이하 안전기준)에 기준이 설정된 납, 비소, 카드뮴, 안티몬을 분석한 결과, 납은 39건(58.2%), 비소는 26건(38.8%), 안티몬은 35건(52.2%), 수은은 42건(62.7%)에서 검출되었고 카드뮴은 검출되지 않았다. 각각 금속의 검출범위는 납은 불검출 ~ 1.756 µg/g, 비소는 불검출 ~ 1.24 µg/g, 수은은 불검출 ~ 0.044 µg/g로

각각의 안전기준인 20, 10, 1의 1/10 수준이하로 검출되었다. 안티몬의 검출범위는 불검출 ~ 20.41 µg/g이며 그중 19건(28.4%)에서 안전기준인 10 µg/g을 초과하여 검출되었다(Table 3).

또한 원심분리 시료를 전처리하여 분석한 결과, 납은 34건(50.8%), 비소는 17건(25.4%), 안티몬은 1건(1.5%)에서 검출되었고 카드뮴은 검출되지 않았다. 각각 중금속의 검출범위는 납은 불검출 ~ 0.435 µg/g, 비소는 불검출 ~ 0.504 µg/g, 안티몬은 불검출 ~ 0.035 µg/g이며 모두 화장품의 중금속 안전기준에 적합하였다(Table 4). 원심분리하지 않은 시료와 원심분리 시료의 유해금속 검출량을 비교해보면, 납은 38.1%, 비소는 25.6%로 감소하였으며, 안티몬의 경우 거의 검출되지 않았다(Fig. 1).

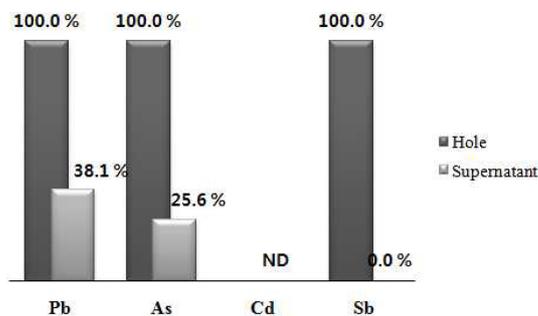


Fig. 1. Distribution of lead, arsenic, cadmium and antimony between hole and supernatant of nail enamel.

4. 기준 미설정 유해우려 금속

안전기준이 설정되지 않은 코발트, 니켈, 구리, 크롬과 알루미늄을 분석하기 위해 있는 원심분리하지 않은 시료를 전처리했을 때 코발트는 66건(98.5%), 니켈은 25건(37.3%), 구리, 크롬과 알루미늄은 67건(100%)에서 검출되었으며 각각의 검출범위는 코발트는 불검출 ~ 12.36 µg/g, 니켈은 불검출 ~ 7.908 µg/g, 구리는 0.088 ~ 79.27 µg/g, 크롬은 0.281 ~ 18.54 µg/g, 알루미늄은 13.78 ~ 3563 µg/g이었다(Table 5).

원심분리 시료를 전처리하여 분석한 결과, 코발트는 63건(94.0%), 니켈은 5건(7.5%), 구리, 크롬과 알루미늄은 67건(100%)에서 검출되었으며 각각 금속의

Table 4. Metal Concentration of nail enamel without pearl and glitter(supernatant)

Element	No. of samples	Detected(mg/g) Range	No. of samples Detected (%)	No. of samples violated (%)	Criteria (mg/g)
Pb	67	0.080 ± 0.109 ¹⁾ (ND ²⁾ ~ 0.435 ³⁾	34 (50.8)	- (-)	20
As	67	0.045 ± 0.107 (ND ~ 0.504)	17 (25.4)	- (-)	10
Cd	67	ND ND	- (-)	- (-)	5
Sb	67	0.001 ± 0.004 (ND ~ 0.035)	1 (1.5)	- (-)	10

1) Data were expressed as average ± Standard deviation
 2) Not Detected
 3) Range (minimum ~ maximum)

Table 5. Metal Concentration of nail enamel with pearl and glitter(hole)

Element	No. of samples	Detected(mg/g) Range	No. of samples Detected (%)
Co	67	1.615 ± 2.407 ¹⁾ (ND ²⁾ ~ 12.36 ³⁾	66 (98.5)
Ni	67	0.313 ± 1.340 (ND ~ 7.908)	25 (37.3)
Cu	67	5.517 ± 11.598 (0.088 ~ 79.27)	67 (100)
Cr	67	1.162 ± 2.308 (0.281 ~ 18.54)	67 (100)
Al	67	991 ± 996 (13.78 ~ 3563)	67 (100)

1) Data were expressed as average ± Standard deviation
 2) Not Detected
 3) Range (minimum ~ maximum)

Table 6. Metal concentration of nail enamel without pearl and glitter(supernatant)

Element	No. of samples	Detected(mg/g) Range	No. of samples Detected (%)
Co	67	0.465 ± 1.706 ¹⁾ (ND ²⁾ ~ 13.17 ³⁾	63 (94.0)
Ni	67	0.006± 0.032 (ND ~ 0.232)	5 (7.5)
Cu	67	2.192 ± 11.061 (0.117 ~ 90.07)	67 (100)
Cr	67	0.444 ± 0.348 (0.174 ~ 2.787)	67 (100)
Al	67	534 ± 544 (9.459 ~ 1565)	67 (100)

1) Data were expressed as average ± Standard deviation
 2) Not Detected
 3) Range (minimum ~ maximum)

검출범위는 코발트는 불검출 ~ 13.17 µg/g, 니켈은 불검출 ~ 0.232 µg/g, 구리는 0.117 ~ 90.07 µg/g, 크롬은 0.174 ~ 2.787 µg/g, 알루미늄은 9.459 ~ 1565 µg/g이었다(Table 6). 원심분리하지 않은 시료와 원심분리 시료의 유해우려 금속 검출량을 비교해보면, 코발트는 28.8%, 니켈은 2.0%, 크롬은 38.2%, 구리 39.7%, 알루미늄은 53.9%로 감소하였다(Fig. 2).

IV. 고찰

납, 비소, 카드뮴, 안티몬, 수은과 그 화합물은 화장품에 사용할 수 없는 원료이다. 자연환경에 의하여 원료의 불순물로 존재하거나 제조 또는 보관 중

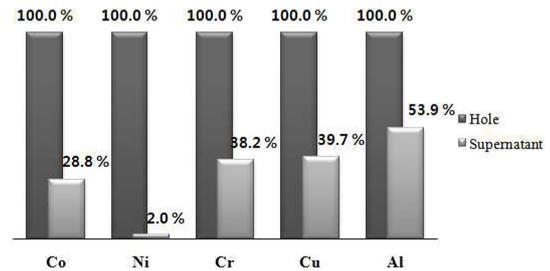


Fig. 2. Distribution of cobalt, nickel, chromium, copper and aluminum between hole and supernatant of nail enamel.

오염에 의해 미량이지만 다양한 화장품에 검출될 수 있어 인체 노출량을 바탕으로 위해도를 평가해 인체

Table 7. Review of hazardous metals present in cosmetic products

Element	Criteria (ug/g)		Agent (Chemicals)	Classification by IARC*
	Korea	Other country		
Cd	5	3 - 5	cadmium and its compounds	Group 1 ¹⁾
Pb	20	10 - 20	lead compounds, inorganic	Group 2A ²⁾
As	10	3 - 5	arsenic and inorganic arsenic compounds	Group 1
			monomethylarsonic acid(MMA) and dimethylarsinic acid(DMA)	Group 2B ³⁾
			arsenobetaine and other organic arsenic compounds	Group 3 ⁴⁾
Sb	10	5 - 10	antimony trioxide	Group 2B
Hg	1	1 - 3	metallic mercury and inorganic mercury compounds	Group 3
Co	-	1	metallic cobalt, cobalt compounds, cobalt sulfate, other soluble salts of cobalt(II)	Group 2B
Ni	-	-	nickel(II) compounds	Group 1
			nickel, metallic and alloys	Group 2B
Cr	-	-	chromium(VI) compounds	Group 1

*IARC International Agency for Research on Cancer

- 1) Group 1 carcinogenic to humans
- 2) Group 2A probably carcinogenic to humans
- 3) Group 2B possibly carcinogenic to humans
- 4) Group 3 not classifiable

에 충분한 안전역을 확보할 수 있는 범위 내에서 비의도적 검출한도를 설정해 화장품 안전기준 등에 관한 규정으로 고시하였다.¹²⁾

국제암연구소(IRAC)에서 인체발암가능물질 그룹 2A(IRAC, 2006)로 분류되어 있는 납은 우리나라 안전기준이 20 µg/g이다. FDA, 브라질, 독일 역시 기준이 20 µg/g이며 캐나다는 10 µg/g으로 설정되어 있다. 분석한 네일 에나멜 67건 모두 기준의 1/10 이하로 검출되어 모두 적합하였다. 비소와 무기 비소화합물은 발암성 인정되어 인체발암가능물질 그룹 1(IRAC, 2012)로 분류되었으며 우리나라의 비소 안전기준은 10 µg/g이나 독일과 캐나다는 각각 3, 5 µg/g이다. 네일 에나멜에서 비소 역시 기준의 1/10 이하로 검출되어 모두 적합하였다. 카드뮴은 인체발암가능물질 그룹 1(IRAC, 1993)로 분류되었으며, 독일과 캐나다의 기준은 각각 5, 3 µg/g이며 우리나라 안전기준은 5 µg/g 이하로 네일 에나멜 67건에서 전혀 검출되지 않았다. 안전기준이 1 µg/g 이하로 엄격한 수은은 67건의 네일 에나멜에서 기준의 1/20 이하로 검출되었다. 안티몬의 중금속 분석 결과, 그 대료를 검액으로 쓴 경우 안전기준인 10 µg/g를 초과한 건수가 19건으로 전체의 1/4 이상이 기준을 초과하였다. 원심분리하여 글리터를 제거한 경우는

납, 비소의 검출량이 1/3로 줄었고 특히 안티몬은 100% 제거되어 안전기준을 초과한 검체가 없었는데 이는 원심분리하여 제거된 펄이나 글리터에서 안티몬이 유래된 것으로 생각된다. 삼산화안티몬이 인체발암가능물질 그룹 2B(IRAC, 1989)로 분류되어있으며, 이러한 유해성 때문에 우리나라에서도 기준을 정하여 관리를 하고 있으나 실제 네일에나멜의 사용법을 토대로 하는 시험방법 설정이 필요하다.

화장품에서 코발트, 니켈, 구리, 크롬과 알루미늄의 안전기준은 설정되어있지 않다. 코발트 화합물(디클로라이드, 벤젠설포네이트, 설페이트), 니켈과 그 화합물(디히드록사이드, 디옥사이드, 모노옥사이드, 설파이드, 설페이트, 카보네이트), 크로믹에씨드 및 그 염류는 화장품에 사용할 수 없는 원료이나 원료의 불순물로 존재하거나 오염물로 검출될 수 있다. 코발트와 그 염류는 발암가능물질 그룹 2B(IRAC, 1991)로 분류하고 EU에서는 화장품에 사용을 엄격히 금지하고 있으나 기술적인 한계로 인해 생기는 불순물로 허용하고 있으며 그 허용량을 아직까지 규정하고 있지 않다(Table 7).

원심분리하지 않은 시료를 분해한 경우, 코발트의 경우 1 µg/g을 넘는 검체가 23건으로 검체의 1/3이 1 µg/g을 초과했다.

금속 코발트나 코발트설페이트, Co(II)염은 알러지 성 접촉성 피부염을 일으키는 원인물질로 소비재에 1 µg/g 이상의 코발트를 함유하지 않을 것을 제안하고 있다.¹³⁾ 일찍이 인체발암가능물질 그룹 1(IRAC, 1990)로 분류된 금속성 니켈과 니켈(II) 화합물은 EU에서 니켈과 그 염을 화장품원료로 사용금지하고 있으나 그 불순물로 잔류는 허용하고 있다. 67건의 네일 에나멜 중 3건에서 1 µg/g을 넘는 니켈이 검출되었다. 2003년 Basketter 등¹⁴⁾은 자극제 존재하에 니켈에 자극되었거나 반복 노출로 감작된 사람도 10 µg/g보다 낮은 수준에서는 반응하지 않는다고 발표하였다. 이러한 결과를 토대로 학자들은 생필품이 5 µg/g 이상의 니켈을 함유해서는 안 되고 더 안전하기 위해서는 1 µg/g으로 정할 것을 제안하고 있다.¹³⁾

네일 에나멜 16건에서 1 µg/g 이상의 크롬이 검출되었다. 크롬옥사이드그린 Cr(III)oxide green과 크롬하이드록사이드그린 Cr(III)hydroxide green은 화장품의 색소로 사용 가능하다. 발암가능물질 그룹 1(IRAC, 1990)로 분류된 크롬(VI) 화합물은 물에 용해하면 6가 크롬이온을 생성하는데 크롬(III) 화합물보다 용해성이 커 피부 투과율이 높아 인체에 유해한 것으로 알려져¹⁵⁾ EU에서 화장품의 사용을 엄격히 금지하고 있다. 불순물로 제한하고 있지는 않지만 1 µg/g 이하를 채택하고 있고 더 낮은 농도에서도 알러지성 접촉성 피부염이 발병할 위험이 있다고 발표하였다.¹³⁾

구리나 알루미늄은 착색제로 화장품에 사용되는 원료로 다른 금속들에 비해 높게 검출되었다. 구리는 인체 내의 필수 금속중 하나로 철의 대사에 관여하며 고농도로 흡입하면 눈, 코, 입에 자극을 가져오고 경구 섭취로 인해서 오심, 구토, 설사, 황달 등을 일으키는 것으로 알려져 있다.¹⁶⁾ 또한 알츠하이머나 파킨슨 환자의 뇌에서 다량의 알루미늄이 발견되면서 알루미늄이 이런 질환과 연관있다는 여러 연구가 발표되고 있다.¹⁷⁻¹⁹⁾

원심분리하여 글리터를 제거한 경우는 경금속인 알루미늄은 50% 정도 제거되었으며 구리, 크롬, 코발트 순서로 많이 제거됨을 알 수 있다. 특히 니켈은 98% 제거되었다.

V. 결 론

시중에서 판매되고 있는 네일 에나멜 제품 중 필

이나 글리터와 같은 반짝이가 들어있는 67개 제품을 대상으로 유해 금속인 중금속을 포함하여 분석을 실시한 결과는 다음과 같다.

글리터를 포함한 원심분리하지 않은 네일 에나멜 전체를 분석한 결과, 납, 비소, 카드뮴, 수은은 각각 ND ~ 1.756, ND ~ 1.24, ND, ND ~ 0.044로 모두 기준치 20, 10, 5, 1 µg/g 이하로 화장품의 안전기준에 적합하였으나, 안티몬은 ND ~ 20.41 µg/g으로 19건(28.4%)이 기준인 10 µg/g를 초과하였다. 또한 기준이 설정되어 있지 않은 코발트, 니켈, 구리, 크롬, 알루미늄은 각각 ND ~ 12.36 µg/g, ND ~ 7.908 µg/g, 0.088 ~ 79.27 µg/g, 0.281 ~ 18.54 µg/g, 13.78 ~ 3563 µg/g 검출되었다.

원심분리하여 글리터를 제거하고 네일 에나멜을 분석한 결과, 납, 비소, 카드뮴, 안티몬은 각각 ND ~ 0.435, ND ~ 0.504, ND, ND ~ 0.035 로 모두 기준치 20, 10, 5, 10 µg/g 이하로 화장품의 안전기준에 적합하였다. 또한 기준이 설정되어 있지 않은 코발트, 니켈, 구리, 크롬, 알루미늄은 각각 ND ~ 13.17 µg/g, ND ~ 0.232 µg/g, 0.117 ~ 90.07 µg/g, 0.174 ~ 2.787 µg/g, 9.459 ~ 1565 µg/g 검출되었다.

이상의 분석 결과로 글리터를 제거하고 실험한 안티몬 분석 결과를 정확한 안티몬 결과로 사용해야 하는지 재검토가 필요하며 기준 설정이 되어있지 않으나 알러지 유발물질로 의심할 만한 코발트, 니켈, 크롬의 위험도 평가를 통한 안전역 확보가 필요하며 이번 실험을 통해 글리터가 들어있는 네일 에나멜을 장기간 사용하는 것을 삼가하고 바른 후에는 손톱을 물어뜯거나 빨지 않도록 주의해야하며 요리할 때 비닐장갑을 끼고 설거지할 때도 고무장갑을 낄 것을 제안한다.

References

1. Kim YS, Jeong HJ, Chang IS. Heavy Metals and Cosmetics. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea*. 2002; 28(1): 15-29.
2. Jeong YH, Park MJ, Lee JH, Jeon YT, Son BS, Jang BG. A Study on Concentration of Heavy Metal and Health Effect in Cosmetic. *Proceedings of the 41st Meeting of KOSAE*. 2006, 440-441.
3. Sainio EL, Jolanki R, Hakala E, Kanerva L. Metals and Arsenic in Eye Shadows. *Contact Derm*. 2000;

- 42(1): 5-10.
4. Al-Saleh I, Al-Enazi S, Shinwari N. Assessment of Lead in Cosmetic Products. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2009; 54: 105-113.
 5. Monnot AD, Christian WV, Abramson MM, Follansbee MH. An Exposure and Health Risk Assessment of Lead (Pb) in Lipstick. *Food and Chemical Toxicology*. 2015; 80: 253-260.
 6. Zakaria A, Ho YB. Heavy Metals Contamination in Lipsticks and their Associated Health Risks to Lipstick Consumers. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015; 73: 191-195.
 7. Choi CM, Hwang YS, Park AS, Jung SJ, Kim HJ, Kim JH. A Study on Heavy Metal Concentrations of Color Cosmetics in Korea Market. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea*. 2014; 40(3): 269-278.
 8. An AJ. Study on Preferences of Nail-Pedi Art Material and Salon Design, and Consumption Behavior, [dissertation]. [Daejeon]: Hannam University; 2015.
 9. Kim MY. Exposure levels to organic compounds and perceived symptoms by nail art technique, [dissertation]. [Gimhae]: Inje University; 2010.
 10. Kim MK, Jeong HJ, Cho JC. Accurate Analysis of Trace Phthalates and Method Validation in Cosmetics using Gas Chromatography with Mass Spectrometric Detection. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea*. 2012; 38(1): 33-41.
 11. Alaves VM, Sleeth DK, Thiese MS, Larson RR. Characterization of indoor air contaminants in a randomly selected set of commercial nail salons in Salt Lake County, Utah, USA. *International Journal of Environmental Health Research*. 2013; 23(5): 419-433.
 12. Korea Food & Drug Administration. KFDA Notification No. 2015-110.
 13. Bocca B, Pino A, Alimonti A, Forte G. Toxic Metals Contained in Cosmetics: A Status Report. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2014; 68: 447-467.
 14. Basketter DA, Angelini G, Ingber A, Kern PS, Menné T. Nickel, chromium and cobalt in consumer products: revisiting safe levels in the new millennium. *Contact Dermatitis*. 2003; 49: 1-7.
 15. Jeong HJ, Joo KM, Kim YS, Park JE, Park JH. Safety Evaluation of Water-soluble Chromium in Makeup Products. *J. Toxicol. Pub. Health* : an official journal of the Korean Society of Toxicology. 2005; 21(1): 15-21.
 16. Jeong JA, Kim JM. A study on concentration of the airborne copper and biological exposure index in the workplace manipulating the cooper. *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.* 1993; 3(1): 78-90.
 17. Meyer-Baron M, Schaper M, Knapp G, van Thriel C. Occupational aluminum exposure: evidence in support of its neurobehavioral impact. *NeuroToxicology* 2007; 28: 1068-1078.
 18. Campdelacreu J. Parkin's disease and Alzheimer disease: environmental risk factors. *Neurologia* 2014; 29(9): 541-549.
 19. Bondy SC. Low levels of aluminum can lead to behavioral and morphological changes associated with Alzheimer's disease and age-related neurodegeneration. *NeuroToxicology* 2016; 52: 222-229.