

립메이크업 제품의 유해 중금속 함량 조사연구

최 채 만[†] · 김 수 언 · 박 애 숙 · 김 지 영 · 김 윤 희 · 이 명 숙 · 김 옥 희 · 황 인 숙

서울특별시보건환경연구원 화장품연구팀

(2022년 5월 23일 접수, 2022년 6월 30일 수정, 2022년 6월 30일 채택)

A Study on Hazardous Heavy Metal Contents of Lip Cosmetics

Chae Man Choi[†], Su Un Kim, Ae Suk Park, Ji-Young Kim, Yun Hee Kim,
Myung Sook Lee, Uk Hee Kim, and In Sook Hwang

Department of Food & Medicine, Seoul Metropolitan Government Research Institute
of Public Health and Environment, Janggoonmaeul 3 gil 30, Gwacheon-si, Gyeonggi-do 13818, Korea
(Received May 23, 2022; Revised June 30, 2022; Accepted June 30, 2022)

요 약: 2021년 3월에서 8월까지 서울지역 유통 립메이크업 제품, 4종 총 66건을 수집하여 유해 중금속인 납, 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈 함량을 측정하고 제품 유형별(립스틱, 립글로스, 립밤 및 립틴트), 생산지별(국내산 및 수입산), 사용자별(성인용 및 어린이용)로 중금속 함량을 비교하였다. 그 결과, 전체 시료의 중금속 평균값은 납 0.284 $\mu\text{g/g}$, 비소 0.020 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 0.003 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 0.004 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 0.415 $\mu\text{g/g}$ 로, 모든 시료에서 「화장품 안전기준 등에 관한 규정」납 20 $\mu\text{g/g}$, 비소 10 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 5 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 10 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 30 $\mu\text{g/g}$ 의 허용기준 이내로 조사되었다.

Abstract: From March to August 2021, a total of 66 lip makeup products were collected from Seoul to measure the contents of lead, arsenic, cadmium, antimony, and nickel, and compared by product type (lip gloss, lip balm and lip tint), production area (domestic and imported), and user (for adults and children). The average metal contents were as follows; 0.284 $\mu\text{g/g}$ for lead, 0.020 $\mu\text{g/g}$ for arsenic, 0.003 $\mu\text{g/g}$ for cadmium, 0.004 $\mu\text{g/g}$ for antimony and 0.415 $\mu\text{g/g}$ for nickel. The results of lip cosmetics were below the recommended maximums in regulations on safety standards for cosmetics of Ministry of Food and Drug Safety.

Keywords: lip cosmeticss, heavy metals, lead, nickel

1. 서 론

현대는 경제 발달로 인한 소득의 증가로 외모의 아름다움에 대한 관심이 더욱 증대되고 있으며, 남녀노소를 불문하고 화장품은 필수적인 생활필수품으로 소비량 또한 많아지는 추세이다[1-4]. 화장품의 사용 목적은 주로 피부의 기능을 정상화하기 위해 필요한 성분을 공급하고 자외선으로부터 피부를 보호하기 위해 장벽기능을 강화하여 피부 손

상과 노화를 억제하며 다양한 환경적인 요인들로부터 깨끗한 피부를 유지 및 보호하는 것이라 할 수 있다[4,5].

특히 색조화장품은 여성의 사회진출 확대, 젊은 층의 패션 의식 향상과 자기만의 개성을 창출하려는 경향과 또한 과거 여성의 전유물로만 여겨지던 색조 화장이 현재는 남성 및 청소년층까지 확대되고 있으며, 세분화된 색조 제품의 개발도 활발해지고 있다[6].

최근 색조화장품을 사용하는 연령이 점차 낮아짐에 따라 초·중·고등학생이 매일 색조 화장을 하는 비율이 30.5%에 달하며, 입술용 화장품은 어린이나 청소년도 전문매장이나

[†] 주 저자 (e-mail: chaeman7@seoul.go.kr)
call: 02-570-3126

로드샵에서 쉽게 제품을 구입하는 것으로 나타나고 있다[7]. 특히 화장품의 사용방법과 화장기술을 동영상으로 제공하는 유튜버(bauty YouTuber)의 등장은 청소년들의 화장 욕구를 자극하며, 화장 문화에 쉽게 노출되도록 하였다. 현재 다양한 유통채널을 통해 어린이용 화장품이 활발히 판매되고 있어 키즈 화장품 시장이 급성장하고 있다[8]. 2016 년 기준 색조화장품 생산실적은 2012 년 8,882 억 원에서 2016 년 2 조 2,919 억 원으로 약 158% 증가하였으며, 색조화장품 중 입술용 화장품의 생산실적은 2012 년 1,539 억 원에서 2016 년 4,191 억 원으로 최근 5 년간 약 272.3% 증가하였다[9].

이처럼 화장품 사용인구와 소비량의 증가에 따라 안전에 대한 관심도 증대하였으며, 이에 정부는 「화장품 안전기준 등에 관한 규정」으로 납(점토사용 분말제품 50 $\mu\text{g/g}$, 그밖의 제품 20 $\mu\text{g/g}$), 비소 10 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 5 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 10 $\mu\text{g/g}$, 니켈(눈화장용 35 $\mu\text{g/g}$, 색조화장용 30 $\mu\text{g/g}$, 그밖의 제품 10 $\mu\text{g/g}$) 및 수은 1 $\mu\text{g/g}$, 총 6 종의 유해 중금속을 관리하고 있다[3]. 그러나, 많은 관심과 소비에도 불구하고 화장품의 유해 중금속에 함량에 대한 연구는 활발하지 않으며 유해성에 대한 연구 또한 미비한 실정이다[10].

본 연구에서는 「화장품 안전기준 등에 관한 규정」(식품의약품안전처 고시 제2020-12호)에 따라 국내 유통되는 색조화장품 중 립메이크업 제품인 립스틱, 립글로스, 립밤 및 립틴트를 대상으로 납, 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈 함량을 조사하여 결과를 비교해 보고자 하였다.

2. 실험방법

2.1. 실험재료

2021 년 3 월부터 8 월까지 색조화장품 중 소비가 증가하고 있는 립메이크업 제품을 중심으로 서울시 백화점, 대형마트 및 로드샵에서 립스틱 12 건, 립글로스 11 건, 립밤 17 건, 립틴트 26 건, 총 66 건 제품을 수집하였다(Table 1).

Table 1. The Number of Cosmetics by Type Used in Experiment

	Domestic		Imported	
	Adults (20)	Children (17)	Adults (24)	Children (5)
Lip stick (12)	4	3	5	0
Lip gloss (11)	5	0	6	0
Lip balm (17)	3	2	9	3
Lip tint (26)	8	12	4	2

2.2. 시약 및 표준품

분해용 시약으로는 유해 중금속 측정용 질산(62%, Osaka Co. Ltd., Japan)을 사용하였고, 실험에 사용되는 증류수는 증류수 기기(ULTRA GENETIC, ELGA, Korea)를 통과한 여과수로 18.2 M Ω 이상인 정제수를 사용하였다. 분석을 위한 표준용액은 quality control standard 21 (As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, Tl, V, Zn (100 $\mu\text{g/mL}$, Perkin-Elmer, Shelton, CT, USA)을 사용하였으며 회수율 검증을 위해 미국 표준과학기술원 표준인증물질인 Peach Leaves 1547 (NIST, USA)와 Spinach Leaves 1570a (NIST, USA)를 사용하였다.

2.3. 실험기기

납, 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈은 마이크로웨이브 (MARS 6, CEM, USA)를 사용하였고, 그 시험용액을 ICP-OES (OPTIMA 2100DV, Perkin-Elmer, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 2와 같다.

2.4. 시험용액의 조제 및 분석

「화장품 안전기준 등에 관한 규정」에 따라 시험용액의 조제는 시료 약 0.2 g을 취하여 마이크로웨이브용 Vessel에 넣고 질산(62%, Osaka Co. Ltd., Japan) 7 mL, 염산(fuming 37%, MERCK, USA) 2 mL 및 안티몬의 분해를 돕기 위해 불산(37%, MERCK, USA) 0.5 mL를 가한 후 Hood에서 16 h 방치하였다. 이와같이 예비 분해를 실시한 후 시료를 마이크로웨이브 분해장치를 사용하여 30 min간 분해하였다. 이 액을 증류수로 전체량을 50 mL로 한후 syringe filter (Nylon filter media, 0.45 $\mu\text{m} \times 13 \text{ mm}$, Watman)로 여과한 후 시험용액을 조제 후 ICP-OES를 이용해 중금속을 측정하였다.

Table 2. The Operation Conditions of ICP-OES

Parameter	Condition
Wavelength (nm)	Pb : 220.353
	As : 193.696
	Cd : 228.802
	Sb : 206.836
	Ni : 231.604
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

2.5. 정량 및 검출한계

납, 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈 5 종의 검량선 작성을 위하여 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1 µg/mL의 농도로 표준용액을 증류수로 희석하였다. 중금속의 검량선은 0.9999 이상의 정 의 상관관계(r^2)를 보였다. 5 종 중금속의 측정된 검량선을 이용한 검출한계(limit of detection, LOD)는 납 0.0022 µg/g, 카드뮴 0.0005 µg/g, 비소 0.0017 µg/g, 안티몬 0.0026 µg/g, 니켈 0.0007 µg/g이었고, 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 납 0.0065 µg/g, 카드뮴 0.0015 µg/g, 비소 0.0051 µg/g, 안티몬 0.0079 µg/g, 니켈 0.0021 µg/g이었다.

2.6. 회수율 측정

납, 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈의 중금속에 대한 회수 율은 미국 표준과학기술원에서 구입한 표준인증물질인 Peach Leaves 1547와 Spinach Leaves 1570a를 이용하여 회수율을 측정하였으며 그 결과는 Table 3과 같다.

2.7. 통계처리

국내산 및 수입산, 사용자별 립메이크업 제품류의 중금 속 농도를 비교하기 위하여 *t*-test를 실시하였고, 립스틱, 립글로스, 립밤, 립틴트의 유형별 중금속 농도 비교는 일 원분산 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. 결과 및 고찰

3.1. 립메이크업 제품의 유형별(립스틱, 립글로스, 립밤, 립틴트) 유해 중금속 함량

립메이크업 제품 4 종 총 66 건의 유형별 유해 중금속 함량은 Table 4와 같다.

전체 중금속별 평균값은 납 0.284 µg/g, 비소 0.020 µg/g,

Table 3. The Measurements of Standard Reference Material (SRM)

Element	Material	N ¹⁾	Certified (µg/g)	Measured (µg/g)	Recovery (%)
Pb	SRM NIST ²⁾ 1547	5	0.92 ± 0.03	0.89 ± 0.05	96.7
As	SRM NIST 1570a	5	0.062 ± 0.015	0.059 ± 0.07	95.1
Cd	SRM NIST 1570a	5	2.89 ± 0.07	2.87 ± 0.06	97.7
Sb	SRM NIST 1547	5	0.023 ± 0.00	0.022± 1.0	95.6
Ni	SRM NIST 1570a	5	2.11 ± 0.10	2.10 ± 0.30	99.5

¹⁾ Number of samples

²⁾ National institute of standard and technology

Table 4. Heavy Metal Contents (µg/g) by Lip Product Type

	Lip stick (N = 12)	Lip gloss (N = 11)	Lip balm (N = 17)	Lip tint (N = 26)	Total (N = 66)
Pb	0.346 ± 0.223 ¹⁾ (0.093 ~ 0.821)	0.273 ± 0.160 (0.026 ~ 0.502)	0.272 ± 0.513 (0.027 ~ 2.215)	0.268 ± 0.413 (0.047 ~ 2.104)	0.284 ± 0.380 (0.026 ~ 2.215)
As	0.058 ± 0.089 (ND ²⁾ ~ 0.335)	0.015 ± 0.015 (ND ~ 0.043)	0.008 ± 0.009 (ND ~ 0.006)	0.013 ± 0.025 (ND ~ 0.116)	0.020 ± 0.046 (ND ~ 0.335)
Cd	0.002 ± 0.002 (0.001 ~ 0.006)	0.002 ± 0.001 (ND ~ 0.005)	0.004 ± 0.006 (ND ~ 0.019)	0.002 ± 0.003 (ND ~ 1.022)	0.003 ± 0.004 (ND ~ 0.335)
Sb	0.008 ± 0.010 (ND ~ 0.031)	0.003 ± 0.001 (ND ~ 0.003)	0.002 ± 0.002 (ND ~ 0.006)	0.004 ± 0.005 (ND ~ 0.023)	0.004 ± 0.017 (ND ~ 0.006)
Ni	0.861 ± 0.951 (0.062 ~ 3.595)	0.404 ± 0.167 (0.126 ~ 0.677)	0.148 ± 0.095 (0.034 ~ 0.411)	0.389 ± 0.478 (0.084 ~ 2.413)	0.415 ± 0.562 (0.034 ~ 3.595)

¹⁾ Data were expressed as mean ± SD (minimum-maximum)

²⁾ ND : Not detected

카드뮴 0.003 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 0.004 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 0.415 $\mu\text{g/g}$ 로 나타났으며 립스틱, 립밤 및 립틴트와 비교했을 때 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 또한 립스틱, 립글로스 및 립틴트의 중금속 함량은 니켈 > 납 > 비소 > 안티몬 > 카드뮴의 순으로 높았고, 립밤의 경우 납 > 니켈 > 비소 > 카드뮴 > 안티몬의 순으로 높았다. 립스틱은 다른 제품 유형에 비하여 납, 비소, 안티몬, 니켈의 평균 함량이 높았다.

모든 제품 유형의 납 함량은 화장품법에서 정한 허용기준 20 $\mu\text{g/g}$ 을 초과하지 않았다. 립스틱 등 4 종 제품 유형에서 납 평균값은 0.268 ~ 0.346 $\mu\text{g/g}$ 의 범위로 최근 국내에서 수행한 메이크업 제품에서 이진희 등[10]의 0.189 $\mu\text{g/g}$ 보다 높았고, 이현 등[11]의 립칼라 제품 0.400 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다.

특히 4 종의 제품 유형 중 립스틱은 납의 평균 함량 0.346 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 높았으나, O. I. Ouremi 등[12]의 립스틱 납 농도 15.60 ~ 124.20 $\mu\text{g/g}$, 한국소비자원[13]에서 보고된 중국산 립스틱에서 604 $\mu\text{g/g}$, 아일랜드 립스틱에서 9.48 $\mu\text{g/g}$ 에 비하여 현저히 낮게 검출되었다.

립스틱에서 납이 높게 검출되는 이유는 립스틱 성분 중에 안료가 들어 있기 때문이다. 이에 미국 FDA에서도 색소 첨가물로서 규제하고 있고, 납 독성은 성인과 어린이들에게 있어 혈액학적, 위장 및 신경의 기능장애를 초래할 수 있고, 신장, 두뇌, 뼈에서 단백질 결합의 합성을 자극한다. 또한 저농도에 폭로되었을 때 임신한 여성의 경우 신경성 행동장애를 유발하며 어린이들의 성장을 감소시킬 수 있다[14].

또한 본 연구결과의 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈 함량은 화장품법에서 정한 기준 10 $\mu\text{g/g}$, 5 $\mu\text{g/g}$, 10 $\mu\text{g/g}$ 및 30 $\mu\text{g/g}$ 의 기준을 초과하지 않았다. 립스틱 등 4 종 제품 유형의 비소 평균 함량 0.008 ~ 0.058 $\mu\text{g/g}$, 안티몬의 평균 함량 0.002 ~ 0.008 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴의 평균 함량 0.002 ~ 0.004 $\mu\text{g/g}$ 의 범위였다.

비소의 평균 함량은 0.020 $\mu\text{g/g}$ 로 O. I. Ouremi 등[12]의 0.800 ~ 3.000 $\mu\text{g/g}$, 이진희 등[10]의 0.078 $\mu\text{g/g}$, 김도경 등[15]의 7.99 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다. 비소는 섭취시 구토, 혈뇨성 설사를 일으키고 장기간 노출시 식욕부진, 체중감소, 안면 부종, 폐색성 황달, 신경염이나 피부각화증을 유발하며 심하면 피부암이나 폐암, 위장관 암이 나타날 수도 있다[16]. 또한 안티몬의 평균 함량은 0.004 $\mu\text{g/g}$ 로 낮게 검출되어 색조화장품의 다른 연구 결과인 이진희 등[10]의 0.243 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다.

카드뮴의 평균 함량은 0.003 $\mu\text{g/g}$ 로 이진희 등[10]의 0.004 $\mu\text{g/g}$ 와 유사하였으며, P. Ziarati 등[17]의 1.200 $\mu\text{g/g}$,

H. Ullah 등[18]의 0.238 $\mu\text{g/g}$, NIH (2013)[19]의 1.160 $\mu\text{g/g}$, 김도경 등[15]의 1.750 $\mu\text{g/g}$ 의 연구 보고와는 차이를 보여 주었다. 특히 카드뮴은 급성 중독증을 비롯하여 폐부종, 기관지염, 전립선염을 유발할 수 있다[20].

니켈의 평균 함량은 0.415 $\mu\text{g/g}$ 로, 이는 H. Ullah 등[18]의 0.674 $\mu\text{g/g}$ 및 O. I. Ouremi 등[13]의 12.2 ~ 20.4 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았고, 이진희 등[10]의 0.294 $\mu\text{g/g}$, NIH (2013)[19]의 2.810 $\mu\text{g/g}$, 이현 등[11]의 1.050 $\mu\text{g/g}$ 보다 높았다. 이는 본 연구 결과의 0.034 ~ 3.595 $\mu\text{g/g}$ 와 유사한 결과이다. 또한 본 연구와 다른 연구 결과에서 나타난 니켈 함량은 Emmet 등[21]이 제시한 첩포검사 연구에서 피부 감작을 일으킬 수 있는 니켈의 농도 범위(0.15 ~ 1.5 $\mu\text{g/g}$)를 참고할 때 감작 반응이 시작되는 분계점 이상의 수치임을 알 수 있다. 니켈은 크롬과 더불어 가장 흔한 알레르기 원인물질 중의 하나로 특히 여성에게 있어서는 빈번한 접촉피부염의 원인물질로 보고되어 있으며, 피부에 접촉될 때 알러지 반응을 일으켜 많은 양을 섭취하면 신장, 위, 간에 손상을 일으킬 수 있다[21,22].

3.2. 립메이크업 제품의 산지별(국내산 및 수입산) 유해 중금속 함량

립메이크업 제품 4 종, 총 66 건을 생산지(국내산 37 건, 수입산 29 건)로 구분하여 유해 중금속 함량을 조사하였다 (Table 5, 6). 국내산 제품의 중금속 평균 함량은 납 0.289 $\mu\text{g/g}$, 비소 0.019 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 0.003 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 0.003 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 0.408 $\mu\text{g/g}$ 이었고, 수입산 제품은 납 0.320 $\mu\text{g/g}$, 비소 0.024 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 0.002 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 0.004 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 0.425 $\mu\text{g/g}$ 이었다.

국내산 제품은 수입산 제품에 비하여 카드뮴의 평균 함량이 높았고, 수입산 제품은 국내산 제품에 비하여 납, 비소, 안티몬 및 니켈의 평균 함량이 높았으며 국내산과 수입산을 비교했을 때 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$).

본 조사에서 납 평균 함량은 국내산 0.289 $\mu\text{g/g}$ 로 수입산 0.320 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았고, 이현 등[11]의 립칼라 제품 국내산 0.970 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았고, 수입산 0.180 $\mu\text{g/g}$ 보다 높았다. 특히 P. Ziarati 등[17]은 저가의 중국 립스틱에서 시료의 95.91%에서 납의 농도가 20 $\mu\text{g/g}$ 이상인 것과 상대적으로 이란에서 수집한 립스틱은 모두 20 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮은 것으로 보고하였다.

국내산 및 수입산의 비소 평균 함량은 각각 0.019 $\mu\text{g/g}$, 0.024 $\mu\text{g/g}$ 이었고, 안티몬 평균 함량은 각각 0.003 $\mu\text{g/g}$,

0.004 $\mu\text{g/g}$ 로 수입산 제품이 비소와 안티몬 함량이 조금 높았다. 이는 한국소비자원[13]의 중국산 립스틱에서 비소 1.35 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다.

국내산 제품의 카드뮴 평균 함량은 0.003 $\mu\text{g/g}$ 로 수입산 제품 0.002 $\mu\text{g/g}$ 보다 높았으나, Muhammadlrfan 등[22]의 열굴용 색조화장품의 카드뮴 0.670 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다.

국내산 제품의 니켈 평균 함량은 0.408 $\mu\text{g/g}$ 로 수입산 제품 0.425 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았고, 이는 이현 등[11] 립칼라 제품의 니켈 함량 조사 결과인 국내산 제품 1.540 $\mu\text{g/g}$, 수입산 제품 0.720 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다.

또한 수입산 립스틱에서 니켈 함량 1.217 $\mu\text{g/g}$ 로 국내산 0.606 $\mu\text{g/g}$ 보다 2 배 정도 높았으나, R, Sahu 등[24]의 인도산 립스틱에서 0.57 ~ 9.18 $\mu\text{g/g}$ 보다 낮았다. 특히 니켈은 피부와 접촉시 알러지 반응 물질의 원인이 되며 많은 양을 섭취시 신장, 위, 간에 손상을 일으킬 수 있다[24].

3.3. 립메이크업 제품의 사용자별(성인용 및 어린이용) 유해 중금속 함량

립메이크업 제품 4 종, 총 66 건을 사용자(성인용 44 건, 어린이용 22 건)로 구분하여 유해 중금속 함량을 조사하였다(Table 7). 성인용 제품 44 건은 립스틱 9 건, 립글로스 11 건, 립밤 12 건, 립틴트 12 건이었고, 어린이용 제품 22 건은 립스틱 3 건, 립밤 5 건, 립틴트 14 건이었다.

성인용 립스틱의 중금속 평균 함량은 납 0.377 $\mu\text{g/g}$, 비소 0.076 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 0.003 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 0.011 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 1.115 $\mu\text{g/g}$ 이었고, 어린이용 립스틱은 납 0.242 $\mu\text{g/g}$, 비소 0.006 $\mu\text{g/g}$, 카드뮴 0.002 $\mu\text{g/g}$, 안티몬 0.001 $\mu\text{g/g}$ 및 니켈 0.097 $\mu\text{g/g}$ 로 성인용 립스틱에서 중금속 함량이 모두 높았고, 특히 니켈, 비소 및 안티몬은 성인용 립스틱이 어린이용 립스틱에 비하여 각각 10 배, 12 배 및 10 배 정도 높았다. 성인용 립스틱과 어린이용 립스틱에서 납과 니켈이 유의한

Table 5. Heavy Metal Contents ($\mu\text{g/g}$) in Domestic (Do) and Imported (Im) Lip Cosmetics

		Lip stick (Do: N = 7) (Im: N = 5)	Lip gloss (Do: N = 5) (Im: N = 6)	Lip balm (Do: N = 5) (Im: N = 12)	Lip tint (Do: N = 20) (Im: N = 6)	Total (Do: N = 37) (Im: N = 29)
Pb	Domestic	0.388 ± 0.2681 (0.106 ~ 0.821)	0.246 ± 0.208 (0.026 ~ 0.467)	0.256 ± 0.140 (0.093 ~ 0.387)	0.277 ± 0.429 (0.047 ~ 0.912)	0.289 ± 0.120 (0.026 ~ 0.912)
	Imported	0.280 ± 0.180 (0.093 ~ 0.525)	0.296 ± 0.123 (ND ² ~ 0.502)	0.279 ± 0.613 (0.027 ~ 2.215)	0.460 ± 0.439 (0.058 ~ 2.104)	0.320 ± 0.146 (0.027 ~ 2.215)
As	Domestic	0.042 ± 0.042 (0.002 ~ 0.094)	0.020 ± 0.021 (ND ~ 0.043)	0.011 ± 0.007 (0.005 ~ 0.024)	0.010 ± 0.025 (ND ~ 0.050)	0.019 ± 0.046 (ND ~ 0.094)
	Imported	0.083 ± 0.141 (0.012 ~ 0.335)	0.010 ± 0.007 (ND ~ 0.021)	0.006 ± 0.009 (ND ~ 0.019)	0.024 ± 0.067 (ND ~ 0.116)	0.024 ± 0.059 (ND ~ 0.335)
Cd	Domestic	0.003 ± 0.003 (ND ~ 0.006)	0.003 ± 0.002 (ND ~ 0.003)	0.008 ± 0.006 (0.001 ~ 0.015)	0.001 ± 0.003 (ND ~ 0.007)	0.003 ± 0.004 (ND ~ 0.015)
	Imported	0.001 ± 0.001 (ND ~ 0.003)	0.002 ± 0.001 (ND ~ 0.005)	0.003 ± 0.006 (ND ~ 0.019)	0.003 ± 0.067 (ND ~ 0.013)	0.002 ± 0.004 (ND ~ 0.019)
Sb	Domestic	0.003 ± 0.004 (ND ~ 0.011)	0.002 ± 0.001 (ND ~ 0.002)	0.004 ± 0.001 (ND ~ 0.006)	0.004 ± 0.005 (ND ~ 0.023)	0.003 ± 0.004 (ND ~ 0.023)
	Imported	0.014 ± 0.013 (0.001 ~ 0.031)	0.002 ± 0.001 (ND ~ 0.003)	0.023 ± 0.002 (ND ~ 0.005)	0.003 ± 0.023 (ND ~ 0.006)	0.004 ± 0.006 (ND ~ 0.031)
Ni	Domestic	0.606 ± 0.519 (0.062 ~ 1.332)	0.324 ± 0.201 (0.126 ~ 0.663)	0.215 ± 0.113 (0.137 ~ 0.411)	0.407 ± 0.313 (0.084 ~ 2.413)	0.408 ± 0.046 (0.062 ~ 2.413)
	Imported	1.217 ± 1.421 (0.143 ~ 3.595)	0.471 ± 0.108 (ND ~ 0.677)	0.121 ± 0.075 (0.034 ~ 0.247)	0.328 ± 0.491 (ND ~ 1.164)	0.425 ± 0.672 (0.034 ~ 3.595)

¹⁾ Data were expressed as mean ± SD (minimum-maximum)

²⁾ ND : Not detected

Table 6. Heavy Metal Contents ($\mu\text{g/g}$) in Domestic (Do) and Imported (Im) Lip Cosmetics

	Domestic/Imported	Category	Pb	As	Cd	Sb	Ni
Product 1	Imported	Lip balm	0.084	0.003	ND ¹⁾	0.001	0.078
Product 2	Imported	Lip balm	0.027	ND	ND	ND	0.034
Product 3	Domestic	Lip stick	0.391	0.013	ND	ND	0.098
Product 4	Domestic	Lip stick	0.106	0.002	0.004	ND	0.132
Product 5	Domestic	Lip stick	0.228	0.003	ND	0.001	0.062
Product 6	Imported	Lip balm	0.177	ND	ND	ND	0.036
Product 7	Imported	Lip balm	0.037	0.002	ND	ND	0.051
Product 8	Imported	Lip balm	0.063	0.005	ND	ND	0.125
Product 9	Domestic	Lip gloss	0.043	ND	0.001	ND	0.126
Product 10	Domestic	Lip gloss	0.026	ND	ND	ND	0.293
Product 11	Domestic	Lip gloss	0.467	0.017	ND	ND	0.287
Product 12	Domestic	Lip gloss	0.433	0.043	0.002	0.001	0.663
Product 13	Domestic	Lip gloss	0.260	0.040	0.003	0.002	0.251
Product 14	Imported	Lip balm	0.185	0.004	0.003	0.004	0.078
Product 15	Imported	Lip balm	2.215	0.024	0.019	0.004	0.184
Product 16	Domestic	Lip tint	0.457	0.044	0.001	ND	0.392
Product 17	Imported	Lip tint	0.058	0.005	ND	0.006	0.107
Product 18	Imported	Lip gloss	0.152	0.008	0.002	0.003	0.410
Product 19	Imported	Lip gloss	0.502	0.015	0.005	0.002	0.436
Product 20	Imported	Lip gloss	0.272	0.009	0.003	0.002	0.445
Product 21	Imported	Lip gloss	0.362	0.005	0.001	ND	0.370
Product 22	Imported	Lip gloss	0.286	0.003	0.003	0.001	0.489
Product 23	Imported	Lip balm	0.064	0.004	0.003	0.002	0.247
Product 24	Domestic	Lip balm	0.118	0.005	0.010	0.004	0.137
Product 25	Imported	Lip gloss	0.206	0.021	0.001	0.003	0.677
Product 26	Imported	Lip tint	0.143	0.015	0.007	0.003	0.383
Product 27	Domestic	Lip tint	0.127	0.010	0.007	0.003	0.355
Product 28	Domestic	Lip tint	0.138	0.008	0.002	0.010	0.180
Product 29	Domestic	Lip tint	0.170	0.012	0.003	0.005	0.295
Product 30	Domestic	Lip balm	0.093	0.007	0.001	0.006	0.144
Product 31	Domestic	Lip stick	0.688	0.067	0.005	0.003	1.332
Product 32	Domestic	Lip stick	0.821	0.094	0.006	0.001	1.102
Product 33	Imported	Lip balm	0.128	0.028	0.006	0.003	0.158
Product 34	Domestic	Lip balm	0.309	0.009	0.009	0.003	0.411
Product 35	Domestic	Lip balm	0.387	0.011	0.015	0.004	0.176
Product 36	Domestic	Lip balm	0.370	0.024	0.003	0.004	0.207
Product 37	Imported	Lip tint	2.104	0.116	0.013	0.004	1.164
Product 38	Imported	Lip tint	0.130	0.003	ND ¹⁾	0.001	0.094
Product 39	Domestic	Lip tint	0.193	0.001	ND	0.002	0.304
Product 40	Domestic	Lip stick	0.189	0.018	0.005	0.011	0.857
Product 41	Imported	Lip stick	0.525	0.335	ND	0.021	0.556
Product 42	Domestic	Lip stick	0.296	0.093	ND	0.007	0.661
Product 43	Imported	Lip stick	0.405	0.018	0.002	0.003	0.143

Table 6. (Continued)

	Domestic/Imported	Category	Pb	As	Cd	Sb	Ni
Product 44	Imported	Lip tint	0.135	0.001	ND	0.003	0.131
Product 45	Imported	Lip tint	0.191	0.001	ND	0.002	0.085
Product 46	Imported	Lip stick	0.093	0.014	ND	0.001	1.454
Product 47	Imported	Lip stick	0.154	0.035	0.001	0.018	3.595
Product 48	Imported	Lip stick	0.221	0.012	0.003	0.031	0.338
Product 49	Domestic	Lip tint	0.289	0.050	0.002	0.002	2.413
Product 50	Domestic	Lip tint	0.187	0.002	0.005	0.005	0.497
Product 51	Domestic	Lip tint	0.183	0.002	0.003	0.003	0.705
Product 52	Domestic	Lip tint	0.252	0.003	ND	0.001	0.353
Product 53	Domestic	Lip tint	0.270	0.003	ND	0.004	0.180
Product 54	Domestic	Lip tint	0.113	0.017	ND	0.002	0.174
Product 55	Domestic	Lip tint	0.090	0.015	ND	ND	0.569
Product 56	Domestic	Lip tint	0.307	0.020	0.002	0.003	0.330
Product 57	Domestic	Lip tint	0.124	0.001	0.001	0.002	0.195
Product 58	Domestic	Lip tint	0.157	ND	ND	0.012	0.143
Product 59	Domestic	Lip tint	0.912	0.012	0.002	0.023	0.534
Product 60	Domestic	Lip tint	0.047	ND	ND	ND	0.084
Product 61	Domestic	Lip tint	0.070	ND	0.002	ND	0.213
Product 62	Domestic	Lip tint	0.055	ND	ND	0.006	0.132
Product 63	Domestic	Lip tint	0.067	0.002	ND	ND	0.095
Product 64	Imported	Lip balm	0.095	0.001	0.001	0.002	0.137
Product 65	Imported	Lip balm	0.054	0.001	ND	0.001	0.074
Product 66	Imported	Lip balm	0.224	ND	0.001	0.005	0.246

¹⁾ ND : Not detected

Table 7. Heavy Metal Contents ($\mu\text{g/g}$) in Lip Cosmetics Classified by Target User Group

	Lip stick (N = 12)		Lip gloss (N = 11)		Lip balm (N = 17)		Lip tint (N = 26)	
	Adults (N = 9)	Children (N = 3)	Adults (N = 11)	Children (N = 0)	Adults (N = 12)	Children (N = 5)	Adults (N = 12)	Children (N = 14)
Pb	0.377 ± 0.253 ¹⁾ (0.093 ~ 0.821)	0.242 ± 0.143 (0.106 ~ 0.391)	0.273 ± 0.160 (0.026 ~ 0.502)	—	0.113 ± 0.096 (0.027 ~ 0.370)	0.655 ± 0.107 (0.177 ~ 2.215)	0.170 ± 0.668 (0.058 ~ 0.457)	0.329 ± 0.516 (0.047 ~ 2.104)
As	0.076 ± 0.102 (0.012 ~ 0.335)	0.006 ± 0.006 (0.002 ~ 0.013)	0.015 ± 0.015 (ND ²⁾ ~ 0.043)	—	0.007 ± 0.009 (ND ~ 0.028)	0.010 ± 0.009 (ND ~ 0.024)	0.010 ± 0.013 (ND ~ 0.118)	0.015 ± 0.030 (ND ~ 0.118)
Cd	0.003 ± 0.002 (ND ~ 0.006)	0.002 ± 0.002 (ND ~ 0.004)	0.002 ± 0.001 (ND ~ 0.005)	—	0.002 ± 0.003 (ND ~ 0.010)	0.009 ± 0.008 (ND ~ 0.019)	0.056 ± 0.163 (ND ~ 0.044)	0.002 ± 0.003 (ND ~ 0.013)
Sb	0.011 ± 0.011 (0.001 ~ 0.031)	0.001 ± 0.001 (ND ~ 0.001)	0.001 ± 0.001 (ND ~ 0.003)	—	0.002 ± 0.002 (ND ~ 0.006)	0.003 ± 0.002 (ND ~ 0.004)	0.002 ± 0.003 (ND ~ 0.007)	0.003 ± 0.005 (ND ~ 0.023)
Ni	1.115 ± 1.027 (0.143 ~ 3.595)	0.097 ± 0.035 (0.062 ~ 0.132)	0.404 ± 0.157 (0.126 ~ 0.677)	—	0.136 ± 0.071 (0.034 ~ 0.247)	0.177 ± 0.411 (0.036 ~ 0.411)	0.227 ± 0.119 (0.085 ~ 0.392)	0.490 ± 0.587 (0.084 ~ 2.413)

¹⁾ Data were expressed as mean± SD (minimum-maximum)

²⁾ ND : Not detected

차이를 보였다($p < 0.05$). 또한 본 조사의 어린이용 립스틱 중금속 함량은 한국소비자원[25]이 조사한 비소 $0.25 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $0.05 \mu\text{g/g}$ 및 안티몬 $0.43 \mu\text{g/g}$ 보다 낮았다.

립글로스는 성인용 제품에서 납 및 니켈의 평균 함량은 각각 $0.273 \mu\text{g/g}$ 및 $0.404 \mu\text{g/g}$ 으로 이진희 등[10]의 메이크업 제품 납 및 니켈의 평균 함량 $0.189 \mu\text{g/g}$ 및 $0.294 \mu\text{g/g}$ 보다 높았다. 그러나 어린이용 제품을 수집할 수 없어, 성인용 제품과 어린이용 제품 간의 중금속 함량 차이를 비교할 수 없었으며, 추후 연구가 필요할 것이다.

성인용 립밤의 중금속 평균 함량은 납 $0.113 \mu\text{g/g}$, 비소 $0.007 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $0.002 \mu\text{g/g}$, 안티몬 $0.002 \mu\text{g/g}$ 및 니켈 $0.136 \mu\text{g/g}$ 이었고, 어린이용 립밤은 납 $0.655 \mu\text{g/g}$, 비소 $0.010 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $0.009 \mu\text{g/g}$, 안티몬 $0.003 \mu\text{g/g}$ 및 니켈 $0.177 \mu\text{g/g}$ 로 어린이용 립밤의 중금속 함량이 높았다. 특히 납의 함량은 어린이용 립밤이 성인용 립밤보다 6 배 정도 높았으며, 이는 김도경 등[15]의 저가 화장품의 납 $1.52 \mu\text{g/g}$ 으로 조사된 보고에서 어린이들이 많이 사용하는 저가 화장품이 등급이 낮은 원료를 사용하여 납의 함량이 높은 것으로 추정되며, 저농도 납 노출로 인한 신경계 영향은 주로 어린이에게 나타나며 인지능력 저하, 학습 장애, 성장을 감소시킬 수 있으므로[14] 특히 어린이들이 자주 사용하는 립밤에서 납이 높게 검출된 것은 매우 위험한 것으로 생각되며, 본 연구에서도 중국산 어린이용 립밤 2 건 중 1 건에서 $2.215 \mu\text{g/g}$ 으로 높게 검출되어 중국산 제품 구입시 주의할 필요가 있다.

성인용 립틴트의 중금속 평균 함량은 납 $0.170 \mu\text{g/g}$, 비소 $0.010 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $0.056 \mu\text{g/g}$, 안티몬 $0.002 \mu\text{g/g}$ 및 니켈 $0.227 \mu\text{g/g}$ 이었고, 어린이용 립틴트는 납 $0.329 \mu\text{g/g}$, 비소 $0.015 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $0.002 \mu\text{g/g}$, 안티몬 $0.003 \mu\text{g/g}$ 및 니켈 $0.490 \mu\text{g/g}$ 로 카드뮴을 제외하고 어린이용 립틴트에서 중금속 함량이 높았다. 특히 어린이용 립틴트의 납과 니켈의 평균 함량은 성인용 립틴트에 비하여 각각 2 배 정도 높았다($p < 0.05$). 이는 김예인 등[7]의 보고와 같이 초등학교생과 유아를 대상으로 하는 어린이 화장품이 문방구, 슈퍼마켓, 대형마트 등에서 저렴하게 판매되어 어린이들이 쉽게 구입할 수 있어 문제가 되는 것으로 판단된다. 또한 우리나라의 화장품은 성인용 화장품과 어린이용 화장품을 성분을 따로 구분하지 않고 있어 어린이들이 안전성 및 오염 등 등의 문제를 겪을 수 있다[26].

4. 결 론

2021 년 3 월에서 8 월까지 서울지역 유통 립메이크업 제품 4 중, 총 66 건을 수집하여 유해 중금속인 납, 비소, 카드뮴, 안티몬 및 니켈의 함량을 측정하고 제품 유형별(립스틱, 립글로스, 립밤 및 립틴트), 생산지별(국내산 및 수입산), 사용자별(성인용 및 어린이용)로 중금속 함량을 비교하였다.

제품 유형별로 립스틱, 립글로스, 립틴트는 니켈의 함량이, 립밤은 납의 함량이 높았고($p < 0.05$). 생산지별로 국내산은 카드뮴 함량이 높았고($p < 0.05$), 수입산은 납, 비소, 안티몬 및 니켈 함량이 높았다($p < 0.05$). 또한 사용자별로 성인용 립스틱은 5 중 중금속 함량이 높았고($p < 0.05$), 어린이용 립밤과 립틴트는 납, 비소 및 니켈 함량이 높았다($p < 0.05$). 전체적으로 본 연구에서는 납과 니켈 함량이 다른 중금속보다 높게 검출되어 보다 철저한 품질관리가 필요할 것으로 생각된다.

전체 제품의 중금속 평균값은 우리나라 「화장품 안전기준 등에 관한 규정」(식품의약품안전처 고시 제2020-12호)에서 제시한 허용기준 납 $20 \mu\text{g/g}$, 비소 $10 \mu\text{g/g}$, 카드뮴 $5 \mu\text{g/g}$, 안티몬 $10 \mu\text{g/g}$ 및 니켈 $30 \mu\text{g/g}$ 보다 매우 낮은 수준으로 검출되어 안전한 것으로 평가되었다.

References

1. J. K. Shin, Y. L. Kho, M. S. Shin, H. R. Kwon, S. H. Kim, and J. S. Heo, Safety management of cosmetics for body-painting, Eulji university press, (2017).
2. M. C. Choi, Y. S. Hwang, A. S. Jung, H. J. Kim, and J. H. Kim, A study on heavy metal concentrations of color cosmetics in Korean market, *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea*, **40**(3), 269 (2014).
3. J. S. Park, Y. T. Yoon, S. U. Kim, H. J. Jeong, Y. K. Kim, and J. K. Lee, Analysis of chromium and neodymium by ICP-OES in cosmetics, report of S. I. H. E, **42**, 233 (2006).
4. H. J. Jeong, Y. K. Kim, W. H. Park, M. S. Lee, I. S. Cho, and Y. Z. Chae, Analysis of hazardous heavy metals in cosmetic peaks by ICP-OES in cosmetics, Report of S. I. H. E, **44**, 166 (2008).
5. S. A. Baik. Study on hazard heavy metals in cosmetics,

- Kor J Aesthet Cosmetol*, **3**(10), 163 (2005).
6. B. S. Cho and J. D. Kim, A study on purchasing behavior of shade cosmetics, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, **5**(1), 56 (2007).
 7. Y. I. Kim and H. J. Jin, An exploratory study on makeup of elementary school students, *J. fash. bus.* **22**(5), 52 (2018).
 8. Korea Health Industry Develop Institue (KHIDI), Bogeonsan-Eobtong-Gyejib (Cosmetic Industry Type an Actual Output), (2008-2017).
 9. National Council of the Green Communitis Network in Korea, Survey on the Behavior of Children and Adolescents by Use, (2017).
 10. J. H. Lee, J. Y. Kim, S. G. Park, J. H. Lee, J. H. Yoon, G. T. Kim, and H. J. Kim, Comparative study of hazardous heavy metal contents by cosmetic type, *J Environ Health Sci.*, **45**(2), 154 (2019).
 11. 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, *Korean J. of Preventive Medicine*, **31**(4), 666 (1998).
 12. O. I. Oureni and O. E. Ayodele, Lipsticks and nail polishes: potential source of heavy metal in human body, *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, **3**(4) 45 (2014).
 13. Korea Consumer Agency Safety Monitoring Team, Safety Investigation of Lip Cosmetics, 1 (2019).
 14. G. Lockitch, Perspectives on lead toxicity, *Clin Biochem*, **26**(5), 371 (1993).
 15. D. K. Kim, M. S. Kang, and D. H. Moon, Heavy metal contamination in marketing low price cosmetics, *Journal of Korean Data Analysis Society*, **13**(5), 2367 (2011).
 16. C. Reilly, Metal Contamination of Food, Blackwell Science, Oxford, UK (2002).
 17. P. Ziarati, S Moghimi, S. Arbabi-Bidgoli, and M. Qomi, Risk assessment of heavy metal contents (lead and cadmium) in lipsticks in Iran, *Int J Chem Eng Appl*, **3**(6), (2012).
 18. H. Ullah, S. Noreen, A. Rehman, A. Waseem, S. Zubair, M. Adnan, and I. Ahmad, Comparative study of heavy metals content in cosmetic products of different countries marketed in Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan, *Arabian Journal of Chemistry*, **10**(1), 10 (2017).
 19. Sa Liu, S. K. Hammond, and A. Rojas-Cheatham, Concentrations and potential health risks of metals in lip products, *Environ Health Prespect.*, **121**(6), 705 (2013).
 20. M. R. Zavon and C. D. Meadoves, Vascular sepuellae to cadmium fume exposure, *Am Ind Hyg Assoc J*, **31**(2), 180 (1970).
 21. E. A. Emmett, T. H. Risby, L. Jiang, S. K. Ng, and S. Feinman, Allergic contact dermatitis to nickel bioavailability from consumer products and provocation threshold, *J Am Acad Dermatol*, **19**(2 Pt 1), 314 (1988).
 22. S. Alexander, Allergy and the skin, *Practitioner*, **227**(1382), 1271 (1983).
 23. M. Irfan, A. Shafeeq, U. Siddiq, F. Bashir, T. Ahmad, M. Athar, M. T. Butt, Sa. Ullah, A. Mukhtar, M. Hussien, and S. S. Lamg, A mechanistic approach for toxicity and risk assessment of heavy metals, hydroquinone and microorganisms in cosmetic creams, *Journal of Hazzardous Meterials*, **433**, 128 (2022).
 24. R. Sahu, P. Saxena, S. Johnson, Heavy metals in cosmetics, *Centre for Science and Environment*, PML/PR, **45**, 4 (2014).
 25. Korea Consumer Agency Safety Monitoring Team, Safety Investigation of Children Cosmetics, **2** (2014).
 26. J. D. Kim, The study on elementary students current conditions of cosmetics usage, *AJMAHS*, **7**(5), 381 (2017).