

국내 화장품 원료성분에 대한 유해성 조사

최혜영 · 최상준¹ · 박윤경¹ · 최인자*

원진직업병관리재단부설 노동환경건강연구소, ¹대구가톨릭대학교 산업보건학과

Hazard Investigation of Cosmetic Ingredients in Korea

Hyeyoung Choi · Sangjun Choi¹ · Yunkyoung Park¹ · Inja Choi*

Wonjin Institute for Occupational and Environmental Health

¹Department of Occupational Health, Daegu Catholic University

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to investigate the hazards of cosmetic ingredients in Korea.

Methods: An Excel database of cosmetic ingredients was developed on a website(Korea Cosmetic Ingredient Dictionary) and used for a hazard assessment based on Tox-free, a database containing toxic information such as on carcinogens, mutagens or reproductive toxicants(CMRs) and endocrine disrupting chemicals(EDCs), as well as other regulated chemicals in Korea.

Results: A total of 16,605 chemicals were registered with the cosmetic ingredient dictionary and 308 of them were identified as either CMRs or EDCs. CMRs included formaldehyde and nickel gluconate, and EDCs included parabens, benzophenone, styrene, and toluene. Reproductive toxicants such as xylene, zinc chloride, toluene, and formaldehyde were regulated by the Occupational Safety and Health Act and the Act on the Registration and Evaluation, etc. of Chemical Substances(the Chemical Control Act).

Conclusions: Regulations on cosmetics components should be strengthened, and the right to know about cosmetics containing hazardous chemicals should be guaranteed.

Key words: CMR, cosmetics ingredients, EDCs, hazard

I. 서 론

화장품은 일반인들이 거의 매일 사용하는 스킨, 로션, 샴푸 등이 포함되는 개인위생용품이며, 미용업 종사 노동자들에게는 직업적으로 사용되는 화학제품이다. 미용업에서 사용되는 화학물질 즉, 화장품은 고용노동부의 산업안전보건법(이하 산안법) 제41조에 따른 물질안전보건자료의 작성 및 게시 등의 제외대상으로 식품의약품안전처의 화장품법에 의거하여 별도 관리되고 있다(Choi et al., 2015).

화장품법 제12조 및 시행규칙 제 21조 2호에 의하여, 모든 화장품은 제조에 사용된 모든 성분을 용기나

포장에 표준화된 일반명으로 표시해야 하며, 이를 위반하는 경우 시행규칙 별표 4에 따라 판매 업무정지 등의 행정처분을 받게 된다. 웹사이트를 통하여 화장품 원료 성분 일반명을 제공하는 화장품 성분사전의 정보제공 목적은 소비자의 선택권 확보 및 부작용 발생 시 원인 규명의 용이성을 위함이다. 법적으로 작은 용기에 많은 정보가 포함되어야 하는 화장품의 특성상, 이를 실제로 사용하는 일반 소비자는 제품의 뒷면이나 제품이 들어있는 포장 겉면에 매우 작은 글씨로 빼곡하게 나열된 정보에 노출된다. 일반인에게 이러한 방법으로 노출되는 성분명 정보는 유해성 여부를 직관적으로 판단하기 어렵다는 특징이 있다. 또한 화

*Corresponding author: Inja Choi, Tel: 02-490-2092, E-mail: spanner@hanmail.net

Wonjin Institute for Occupational and Environmental Health, 53, Sagajeong-ro 49-gil, Jungnang-gu Seoul, Korea

Received: December 7, 2018, Revised: December 20, 2018, Accepted: December 22, 2018

© Hyeyoung Choi <https://orcid.org/0000-0003-2979-6041>

© Sangjun Choi <http://orcid.org/0000-0001-8787-7216>

© Yunkyoung Park <https://orcid.org/0000-0002-5244-1620>

© Inja Choi <https://orcid.org/0000-0002-7847-392X>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

장품법 시행규칙 제19조에 의거하여 내용량이 10 ml 이하 또는 10 g 이하인 화장품의 포장에는 표시규정 예외에 해당되어 전성분표시의 의무가 없다. 이러한 제한점들로 인하여, 제공되는 정보의 전달효율성이 떨어지며 그 목적이 흐려진다.

Gummin et al.(2017)의 연구에 의하면, 화장품은 인체노출과 관련된 물질 중 진통제와 가정용세제에 이어서 세 번째로 높게 기여하고 있다고 보고하였다(7.20%). Harley et al.(2016)는 미국 여자 청소년들을 대상으로 phthalate, paraben, phenol이 함유되어있지 않은 개인위생용품을 사용하는 회피실험을 실시하였고 그 결과 소변 중 mono-ethyl phthalate, methyl paraben, propyl paraben, triclosan, benzophenone-3의 농도가 통계적으로 유의미하게 감소하였다고 보고하였다(95% CI: -39.3, 13.2; -61.3, 18.8; -63.7, 17.9; -5.35, -11.6; -51.0, -16.4). 이러한 결과는 특정 화학물질이 화장품으로 인하여 인체에 노출되어 바디버든(body burden)에 기여하며, 이를 규제한다면 인체노출을 감소할 수 있음을 의미한다.

또한 학계에서는 화장품에 함유된 화학물질의 유해성이 지속적으로 보고되었다. 변성제, 착향제, 가소제, 용제의 목적으로 화장품에 사용되는 diethyl phthalate는 경피흡수가 가능한 물질이고, 실험동물의 간 및 신장의 무게의 증가, 임신한 실험동물 태자의 발달영향 등에 영향을 미친다(Api, 2001). 자외선차단 및 변색 방지제의 목적으로 사용되는 benzophenone-3는 접촉성 피부반응물, 광 항원, 내분비계교란물질로 알려져 있으며(DiNardo & Downs, 2018), formaldehyde는 변성제, 살균보존제로서 화장품에 사용되지만 대표적인 건강영향은 눈, 코, 목의 자극, 두통 등이 있으며 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서 Group 1으로 분류되는 인체발암물질이다(Main & Hogan, 1983; McGregor et al., 2008; IARC 2012).

선행연구에 따르면 직업적으로 화장품을 사용하는 노동자들은 사용하는 제품이나 구성성분의 유해성 정보를 얻기 어렵기 때문에 적절한 유해성 정보를 제공할 수 있는 자료의 보급이 필요함을 알 수 있으며(Choi et al., 2015), 법적으로 노출 제한 및 금지물질들이 규제되고 있음에도 국내 미용업 종사 노동자들이 사용하는 화장품 내에 어떤 화학물질이 함유될 수 있고, 그 유해성은 어떠한지에 대한 조사 및 평가 연

구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문은 화장품 성분 사전에 등록되어 있는 화장품 성분 물질 목록을 정리하고, 국내외 독성정보와 우리나라의 화학물질 관련 규제 대상 정보를 활용한 유해성 정보를 제시하여 미용업 종사 노동자를 포함한 소비자의 알권리 확보를 위한 기초 자료로서 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 화장품 원료성분의 데이터베이스 구축

대한화장품협회가 운영하는 화장품성분사전 포털사이트(<https://www.kcia.or.kr/cid/>)에서 제공되는 표준화된 화학물질의 명칭 및 정보를 2018년 4월 24-25일간 수집하여 마이크로소프트 엑셀 프로그램에 입력하였다. 수집한 정보는 화학물질의 국문명, 영문명, CAS 번호, 배합목적, 별명(이명), 배합한도이며, 총 18,846종의 화학물질이 화장품 성분사전에 등록되어 있었다. 이 중 물질명이 중복되는 3,260종과 CAS 번호가 중복된 491종을 제외하였고, CAS 번호 정보가 없는 9,226개를 제외한 총 5,869종의 화학물질에 대해 유해성을 조사하였다.

2. 유해성 조사

노동환경건강연구소의 국내외 독성정보 및 규제대상물질 데이터베이스인 톡스프리(<https://toxfree.kr/>)를 활용하여, 고독성 물질과 규제대상물질 중심으로 유해성을 분류하였다.

1) 고독성(발암성 · 변이원성 · 생식독성 · 내분비계교란물질) 정보 검색

국내외 기관의 발암성 · 변이원성 · 생식독성(Carcinogens, Mutagens or Reproductive toxicants, CMR) 정보와 내분비계교란물질(Endocrine Disrupting Chemicals, EDCs) 정보를 중심으로 화장품 원료성분의 고독성 여부를 분류하였다.

발암물질에 대한 정보는 IARC, 미국산업위생사협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH), 미국 환경보호국(U.S. Environmental Protection Agency, EPA)의 통합위험정보시스템(Integrated Risk Information System, IRIS), 유럽연합의 화학물질 분류 · 표시 · 포장에 관한 규정(the Classification, Labeling and Packaging of substances and mixtures regulation, EU

Table 1. Hazard classification criteria

Hazard	Reference*	Classification
Carcinogenic	IARC	Group 1, Group 2A, Group 2B
	ACGIH	A1, A2, A3
	EPA IRIS	A, B1, B2, C
	EU CLP	Category 1A, Category 1B, Category 2
	NTP	K [†] , R [‡]
	MoEL	1A, 1B, 2
Mutagenic	EU CLP	Category 1A, Category 1B, Category 2
	MoEL	1A, 1B, 2
Reproductive toxicants	EU CLP	Category 1A, Category 1B, Category 2
	MoEL	1A, 1B, 2
	Choi et al., 2017	1A, 1B, 2
Endocrine disrupting chemicals	EU EDC	Category 1

* Reference: IARC: International Agency for Research on Cancer; ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; EPA IRIS: United States Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System; EU CLP: European Union, the Classification, Labeling and Packaging of substances and mixtures Regulation; NTP: National Toxicology Program: 14th Report on Carcinogens; MoEL: Ministry of Employment and Labor; EU EDC: European Union, Endocrine disrupting chemicals.

[†] K: Known to be a human carcinogen.

[‡] R: Reasonably anticipated to be a human carcinogen.

CLP), 미국 독성학 프로그램(National Toxicology Program, NTP), 고용노동부 노출 기준에서 제시한 분류 정보를 활용하였다.

변이원성은 EU CLP와 고용노동부 노출 기준 정보를 활용하였고, 생식독성 분류는 EU CLP, 고용노동부 노출 기준 정보 및 Choi et al.(2017)가 연구하여 제시한 874종 생식독성물질 목록을 이용하였다. EDCs는 유럽연합(European Union, EU)에서 제시한 목록을 활용하였다. 각 기관별 분류 표시 정보 중 Table 1에 해당되는 정보를 발암성, 변이원성, 생식독성, 내분비계 교란물질로 분류하였다.

2) 화학물질 관련 규제대상 정보 검색

산안법 제39조에 따라 분류 및 규제되는 유해인자 8종(작업환경측정 대상 유해인자, 특수건강진단 대상 유해인자, 특별관리물질, 관리대상 유해물질, 허용기준 설정물질, 금지물질, 노출기준 설정물질)과 화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(이하 화평법)과 화학물질관리법(이하 화관법)에 의해 규제되는 4종(유독물질, 제한물질, 사고대비물질, 금지물질)의 목록과 비교하여 화장품 원료성분의 해당 여부를 분류하였다.

III. 연구결과

1. 화장품 성분 중 고독성 물질

화장품 성분 중 CAS 번호가 있는 5,869종에 대해 고독성 정보 목록과 비교한 결과 Table 2와 같이 총 114종이 CMR 혹은 EDCs로 분류되었다. 고독성 물질로 분류된 114종의 세부 물질명, 배합목적, 분류 결과는 Appendix 1에 제시하였다.

발암성 물질은 54종, 변이원성 57종, 생식독성 12종 그리고 내분비계 교란물질은 총 16종이었다. 각각의 기관에서 가장 상위 분류(Group 1, A1 등)에 해당하는 원료성분은 발암성 물질 중 alcohol(단, 음용 시), butane($\geq 0.1\%$ butadiene), formaldehyde, nickel gluconate, phenacetin, quartz, sulfuric acid, talc이었으며, 변이원성 및 생식독성 물질은 최상위 분류(Category 1A, 1A)에 해당하는 물질이 없었다. 내분비계교란물질은 3-benzylidene camphor, 4-hydroxybenzoic acid, 4-methylbenzylidene camphor, benzophenone-1, benzophenone-2, BHA, boric acid, deltamethrin, diethyl phthalate, ethylhexyl methoxycinnamate, parabens(butyl-, ethyl-, methyl-, propyl-), resorcinol, styrene

Table 2. Hazard assessment of chemicals registered in Cosmetic Ingredients Dictionary

Hazard(Number of chemicals)	Reference*	Classification	Number of chemical
Carcinogene(54)	IARC	Group 1	7
		Group 2A	1
		Group 2B	18
	ACGIH	A1	1
		A2	4
		A3	11
	EPA IRIS	B1	1
		B2	1
		C	3
	EU CLP	Caterory 1A	2
		Caterory 1B	11
		Caterory 2	7
	NTP	Group K	6
		Group R	6
	MoEL	1A	5
		1B	2
		2	13
Mutagene(57)	EU CLP	Caterory 1B	7
		Caterory 2	5
	MOEL	1B	2
		2	1
Reproductive toxicants(12)	EU CLP	Caterory 1B	8
		1B	2
	MoEL	2	2
		1B	10
		2	47
Sub total			102
Endocrine disrupting chemicals(16)	EU EDC	Category 1	16
Total			114

* Reference: IARC: International Agency for Research on Cancer; ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; EPA IRIS: United States Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System; EU CLP: European Union, the Classification, Labeling and Packaging of substances and mixtures Regulation; NTP: National Toxicology Program: 14th Report on Carcinogens; MoEL: Ministry of Employment and Labor; EU EDC: European Union, Endocrine disrupting chemicals.

이 포함되었다.

2. 화장품 성분 중 고용노동부 및 환경부 규제대상 물질

화장품 성분 중 CAS 번호가 있는 5,869종과 고용노동부 혹은 환경부의 규제대상 물질 목록과 비교한 결과

고용노동부 산안법의 8가지 규제 대상 중 어느 하나라도 해당되는 물질은 190종, 환경부의 화평법/화관법에 의해 규제되는 물질은 67종으로, 총 217종이었다(Table 3). 산안법의 특별관리물질은 배합금지 물질인 phenol을 포함한 ethoxyethanol, formaldehyde, sulfuric acid이 포함되었으며 formaldehyde는 허용기준설정물질로도

Table 3. Chemicals regulated by the Ministry of Labor and Employment or the Ministry of Environment

Act	Classification	Number of chemicals
Occupational Safety and Health Act	Exposure Limit	162
	Management Substances	108
	Working Environment Measurement	93
	Special Health Diagnosis	69
	Special Management	4
	Prohibited Substances	2
	Permissible Limit	1
	Sub total	190
Act on the Registration and evaluation, etc. of Chemical Substances / Chemical Control Act	Poisonous Substances	58
	Substances Requiring Preparation for Accidents	22
	Prohibited Substances	2
	Restricted Substances	1
	Sub total	67
Total		217

Table 4. Hazard assessment of cosmetic ingredients restricted for blending

No.	CAS #	Name	Purpose of blending	C*	M†	R‡	Reg§
1	52-51-7	2-Bromo-2-Nitropropane-1,3-Diol	Sterilization preservative				✓
2	1305-62-0	Calcium Hydroxide	pH regulator				✓
3	120-80-9	Catechol	Not information	✓			✓
4	126-97-6	Ethanolamine Thioglycolate	Hair-waving/straightening agents, reductant				✓
5	111-30-8	Glutaral	Disinfectant, Fragrance ingredients, sterilization preservative			✓	✓
6	7722-84-1	Hydrogen Peroxide	Oxidizer	✓			✓
7	26172-55-4	Methylchloroisothiazolinone	Sterilization preservative				✓
8	2682-20-4	Methylisothiazolinone	Sterilization preservative				✓
9	541-69-5	m-Phenylenediamine HCl	Not information		✓		
10	144-62-7	Oxalic Acid	pH regulator			✓	✓
11	7761-88-8	Silver Nitrate	Not information				✓
12	7631-90-5	Sodium Bisulfite	Antioxidant, hair relax, reductant				✓
13	1303-96-4	Sodium Borate	pH regulator, sterilization preservative			✓	✓
14	7681-57-4	Sodium Metabisulfite	Antioxidant, reductant				✓
15	11138-47-9	Sodium Perborate	Oxidizer, sterilization preservative			✓	
16	1968-11-01	Thioglycolic Acid	Antioxidant, depilatory, hair relax, reductant				✓
17	3380-34-5	Triclosan	Deodorant, sterilization preservative				✓
18	8006-64-2	Turpentine	Fragrance ingredients, viscosity decreasing agents				✓
19	124-43-6	Urea Peroxide	Oxidizer				✓
20	1314-22-3	Zinc Peroxide	Oxidizer				✓

* C: Carcinogens, † M: Mutagens, ‡ R: Reproductive toxicants, § Reg: Chemicals regulated by Occupational Safety and Health Act, Act on the Registration and evaluation, etc. of Chemical Substances or the Chemical Control Act in Korea

분류되었다. 금지물질은 phenyl mercuric acetate와 talc가 분류되었으며 화평법/화관법의 금지물질과 같았다. 화평법/화관법의 제한물질은 formaldehyde였다.

3. 화장품 성분 중 배합금지 및 배합제한 물질

화장품 성분사전에 등록된 원료 성분 중 34종의 원료 성분(황색 406호, phenol, 청색 403호 등)은 화장품의 재료로서 사용할 수 없는 배합금지 물질로 분류된다. 발암성물질인 적색503호, 생식독성물질인 chloroacetamide가 있으며, 변이원성 및 생식독성 물질인 phenol과 생식독성 및 내분비계교란물질인 boric acid도 포함되어 있다.

특정배합 목적 및 한도에 따라 제한적으로 화장품에 사용되는 배합 제한물질은 총 90종이었지만, 화장분 성분사전에 CAS 번호가 제시되어있지 않은 calcium thioglycolate hydroxide, TEA-undecylenate, toluene-2,5-diamine hydrochloride, diaminopyrimidine oxide 4종을 제외하면 86종이다. 이 86종에 대한 유해성 조사 및 규제대상 여부 분류 결과, 20종만이 독성이 있거나 규제대상이었으며 Table 4에 제시하였다. 86종 중 발암성물질인 hydrogen peroxide, catechol, 생식독성물질인 glutaral, oxalic acid, sodium borate, sodium perborate, 변이원성물질인 m-Phenylenediamine HCl이 포함되어 있으며 내분비계교란물질은 없었다.

IV. 고 찰

국내의 화장품 원료성분 5,869종의 0.6%(34종)는 화장품에 사용할 수 없는 배합금지물질이었으며, 배합목적 및 한도에 따라 제한적으로 사용되는 배합 제한물질은 1.5%(90종)였지만 모두 CMR 물질이었다. 게다가 성분사전의 5.2%인 308종의 화학물질만이 CMR, 내분비계교란의 독성이 있는 물질(136종)로 분류되었거나 산안법, 화평법/화관법의 규제대상(234종)임에도 불구하고 화장품에서 원료성분으로 사용 시 배합 제한 및 금지물질은 24종으로 미흡한 실정이었다.

산화방지제와 용제의 목적으로 화장품에 사용되는 toluene은 고용노동부와 Choi et al.(2017)의 연구에서 구분 2로 생식독성물질로 분류되었지만, 화장품성분사전에서는 손발톱용 제품류에 배합한도 25%로 제한하여 사용되도록 명시되어 있었다. 이는 대한민국 노동자에게 노출기준이 50 ppm, STEL 150 ppm으로 설

정되어 있는 물질임에도 불구하고 화장품의 원료로서 사용이 가능하다는 것을 의미하지만, 실제로 toluene이 함유된 제품의 함유량과 노동자를 포함한 일반소비자가 해당제품을 사용함으로써 노출가능성 혹은 어느 수준으로 노출될지에 대한 정보는 전혀 예측할 수 없다.

유해성 정보가 부족한 물질이나 법적으로 관리되고 있지 않은 물질이 안전하다고 판단할 수 없으며(Choi et al., 2015), 주목해야 할 실례는 국내보다 미국 및 유럽에서 특정 화학물질 규제가 광범위한 경우이다. 네일산업의 중주국인 미국은 1974년부터 피부 및 눈 자극, 직업적 천식, 중추신경 장애 등의 건강영향(Gosavi et al., 2010)으로 인하여 네일 제품에서 methyl methacrylate(이하 MMA)의 사용을 금지하고 있다. 그럼에도 불구하고 대한민국에서는 MMA가 노출기준설정물질일 뿐이며, 화장품의 원료성분으로서 배합 제한 및 금지물질이 아닌 사용가능한 원료성분이다. 최근 관심과 우려가 증가하고 있는 내분비계 교란물질은 화장품에 포함된 개인 위생용품이 주요 노출원이다. 방부제로 흔히 사용되고 있는 paraben은 에스트로겐성을 보이는 것으로 보고된 이후 유방암 환자의 조직에서 발견되었고(Darbre et al., 2004), paraben의 에스트로겐성과 유방암 발생원인의 관련성을 의심하기 시작하였다. 덴마크는 2011년 3월부터 이러한 paraben의 내분비계교란성과 같은 건강영향을 우려하여 3세 이하의 어린이제품에서 propylparaben과 butylparaben의 사용을 처음으로 금지하였다(SCCS, 2011). paraben을 비롯한 대부분의 내분비계교란물질은 여전히 국내에서는 별다른 규제를 받지 않는다(SCCS, 2007).

Park et al.(2014)는 네일샵 노동자 159명을 대상으로 실시한 설문조사에서 응답자 전원이 작업환경측정을 받은 경험이 없으며, 67.9%가 사전에 건강검진 경험이 없다고 보고하였다. 이처럼 선행 연구들을 토대로 대한민국 미용업의 대표적인 업종인 미용(헤어) 및 네일업은 특정 유해화학물질이 다중이용시설 권고 및 유지기준을 준수하기 어려우며, 노동자의 직업적인 노출뿐만 아니라 일반소비자까지도 노출 가능성이 있음을 의미한다. 따라서 미용업 종사 노동자들은 안전한 제품사용 방법에 대한 지식이 미흡하고 이에 대한 교육·관리의 사각지대에 위치해 있으므로, 해당 업종의 대표적 노출 원인 화장품의 성분규제, 적절한 제품의 유해성 표기, 사용자 대상의 유해성 교육 등이 시급하다.

V. 결 론

본 연구는 화장품 성분사전에 등록된 18,846종의 원료 성분 중 물질명과 CAS 번호가 중복되고 누락된 경우를 제외한 총 5,869종을 대상으로 유해성을 확인하였다. 따라서 화학물질의 유해성만을 구분하였으며, 노동자의 노출수준, 빈도 환경 등을 고려하지 못하였다는 한계를 가지고 있다. 또한 화장품이라는 특성상 피부노출이 주요한 노출경로이며, 고독성만을 고려하였기 때문에 실제 노출되면서 발생할 수 있는 피부질환과 같은 건강영향을 고려하지 못하였다.

실제 화장품에 사용가능한 화학물질 목록인 화장품 성분사전의 유해성을 분류하고 법적 규제대상물질을 구분하였으며, 조사대상 원료성분 중 고독성물질이거나 규제대상물질은 308종이었다. 화장품에 배합규제 없이 사용가능한 물질에는 CMR 물질인 formaldehyde, nickel gluconate와 내분비계교란물질인 parabens, styrene, toluene 등이 있었고, 노출기준설정물질 178종, 관리대상 유해물질 115종으로 법적으로 노동자를 보호하기 위한 규제대상 화학물질이 화장품에 사용될 수 있음을 확인하였다. 따라서 현재 산안법상 유해화학물질로부터의 보호 및 특수건강검진 제외대상인 미용업 종사 노동자들의 건강권을 보장하기 위하여, 화장품 성분 규제 및 적절한 유해성 고지를 통한 자발적 제품 선택 및 위험제품 노출을 피할 수 있는 알권리의 보장에 대한 연구가 필요하다.

References

- Api AM. Toxicological profile of diethyl phthalate: a vehicle for fragrance and cosmetic ingredients. *Food Cosmet Toxicol* 2001;39(2):97-108
- Choi SJ, Kim IA, Lim JU, Kim W. The study on the regulations Management Analysis and systematic improvement plans of reproductive toxicant. 2017; Available from: URL: www.alio.go.kr/download.dn?fileNo=2354763
- Choi SJ, Park SK, Yoon CS, Kim SJ. Task-Specific Hazardous Chemicals Used by Nail Shop Technicians. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2015;25(4):446-464
- Cosmetic ingredient dictionary. Available from: URL: <https://www.kcia.or.kr/cid/>
- DiNardo JC, Downs CA. Dermatological and environmental toxicological impact of the sunscreen ingredient oxybenzone/benzophenone-3. *J Cosmet Dermatol* 2018;17(1):15-19
- Darbre PD, Aljarrah A, Miller WR, Coldham NG, Sauer MJ et al. Concentrations of Parabens in Human Breast Tumours. *J. Appl. Toxicol.* 2004;24: 5 - 13
- Gosavi SS, Gosavi SY, Alla RK. Local and systemic effects of unpolymerised monomers. *Dent Res J* 2010;7(2):82
- Gummin DD, Mowry JB, Spyker DA, Brooks DE, Fraser MO et al. 2016 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' National Poison Data System (NPDS): 34th Annual Report. *Clin Toxicol* 2017; 55(10):1072-1254
- Harley KG, Kogut K, Madrigal DS, Cardenas M, Vera IA et al. Reducing phthalate, paraben, and phenol exposure from personal care products in adolescent girls: findings from the HERMOSA Intervention Study. *Environ Health Perspect* 2016;124(10):1600
- IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, A Review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations: Formaldehyde. 2012;100f(29)
- Main DM, Hogan TJ. Health effects of low-level exposure to formaldehyde. *Journal of occupational medicine.: official publication of the Industrial Medical Association* 1983;25(12):896-900
- McGregor D, Bolt H, Cogliano V, Richter-Reichhelm HB. Formaldehyde and glutaraldehyde and nasal cytotoxicity: case study within the context of the 2006 IPCS Human Framework for the Analysis of a cancer mode of action for humans. *Crit Rev Toxicol* 2006;36(10):821-835
- Park SA, Gwak SK, Choi SJ. Assessment of occupational symptoms and chemical exposures for nail salon technicians in daegu city, Korea. *J Prev Med Public Health* 2014;47(3):169
- SCCP. Scientific Committee on Consumer Products. Opinion on Phthalates in Cosmetic Products. 2007; Available from: URL: https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_sccp/docs/sccp_o_106.pdf
- SCCS. Scientific Committee on Consumers Safety. Opinion on parabens, 14 December 2010, revision of 22 March 2011.

Appendix 1. Cosmetic ingredients classified as CMR and ECDs

No.	CAS #	Name	Blending	C*	M†	R‡	E§
1	15087-24-8	3-Benzylidene Camphor					✓
2	99-96-7	4-Hydroxybenzoic Acid					✓
3	36861-47-9	4-Methylbenzylidene Camphor					✓
4	98-73-7	4-t-Butylbenzoic Acid				✓	
5	75-07-0	Acetaldehyde		✓		✓	
6	50-78-2	Acetylsalicylic Acid				✓	
7	64-17-5	Alcohol; Alcohol Denat.		✓		✓	
8	7446-70-0	Aluminum Chloride				✓	
9	7429-90-5	Aluminum Powder; Aluminum, CI 77000				✓	
10	7664-41-7	Ammonia				✓	
11	119-61-9	Benzophenone		✓			
12	131-56-6	Benzophenone-1					✓
13	131-55-5	Benzophenone-2					✓
14	98-88-4	Benzoyl Chloride		✓			
15	25013-16-5	BHA		✓			✓
16	10043-35-3	Boric acid	Prohibition			✓	✓
17	7440-50-8	Bronze Powder; Copper Powder, CI 77400				✓	
18	106-97-8	Butane		✓	✓		
19	112-34-5	Butoxydiglycol				✓	
20	112-07-2	Butoxyethyl Acetate		✓		✓	
21	94-26-8	Butylparaben					✓
22	64742-48-9	C10-11 Isoparaffin; C10-12 Alkane/Cycloalkane; C10-13 Isoparaffin; C11-12 Isoparaffin; C11-13 Isoparaffin		✓	✓		
23	64742-46-7	C12-20 Isoparaffin; C13-14 Alkane; C13-15 Alkane		✓			
24	64741-76-0	C14-17 Alkane; C14-19 Alkane; C15-19 Alkane; C15-23 Alkane; C18-21 Alkane		✓			
25	64742-55-8	C21-28 Alkane		✓			
26	64741-66-8	C7-8 Isoparaffin; C8-9 Isoparaffin		✓	✓		
27	64742-82-1	C8-10 Alkane/Cycloalkane/Aromatic Hydrocarbons		✓	✓		
28	64742-49-0	C9-10 Alkane/Cycloalkane; C9-11 Alkane/Cycloalkane		✓	✓		
29	64742-95-6	C9-10 Aromatic Hydrocarbons		✓	✓		
30	331-39-5	Caffeic Acid		✓			
31	1333-86-4	Carbon Black, CI 77266		✓			
32	124-38-9	Carbon Dioxide				✓	
33	120-80-9	Catechol	Restriction	✓			
34	10049-04-4	Chlorine Dioxide				✓	
35	79-07-2	Chloroacetamide	Prohibition			✓	
36	120-32-1	Chlorophene				✓	
37	3761-53-3	CI 16150	Prohibition	✓			
38	12017-38-8	Cobalt Titanium Oxide		✓			

No.	CAS #	Name	Blending	C*	M†	R‡	E§
39	108-94-1	Cyclohexanone		✓			
40	108-91-8	Cyclohexylamine				✓	
41	52918-63-5	Deltamethrin					✓
42	8008-20-6	Deodorized Kerosene		✓			
43	84-66-2	Diethyl Phthalate				✓	✓
44	111-46-6	Diethylene Glycol				✓	
45	103-23-1	Diethylhexyl Adipate		✓			
46	99-97-8	Dimethyltolylamine		✓			
47	110-80-5	Ethoxyethanol				✓	
48	2687-91-4	Ethyl Pyrrolidone				✓	
49	107-21-1	Ethylene Glycol; Glycol				✓	
50	7425-14-1	Ethylhexyl Ethylhexanoate				✓	
51	5466-77-3	Ethylhexyl Methoxycinnamate					✓
52	120-47-8	Ethylparaben					✓
53	50-00-0	Formaldehyde		✓	✓	✓	
54	98-01-1	Furfural		✓			
55	90045-36-6	Ginkgo Biloba Leaf; Ginkgo Biloba Leaf Cell Extract; Ginkgo Biloba Leaf Extract; Ginkgo Biloba Leaf Powder; Ginkgo Biloba Leaf Water; Ginkgo Biloba Root Extract		✓			
56	111-30-8	Glutaral	Restriction			✓	
57	107-22-2	Glyoxal			✓		
58	7722-84-1	Hydrogen Peroxide	Restriction	✓			
59	53973-98-1	Hydrolyzed Carrageenan		✓			
60	5470-11-1	Hydroxylamine HCl		✓			
61	10039-54-0	Hydroxylamine Sulfate		✓			
62	288-32-4	Imidazole				✓	
63	7439-89-6	Iron Powder				✓	
64	554-13-2	Lithium Carbonate				✓	
65	108-39-4	m-Cresol		✓			
66	78-93-3	MEK				✓	
67	107-98-2	Methoxyisopropanol				✓	
68	67-56-1	Methyl Alcohol				✓	
69	93-15-2	Methyl Eugenol		✓			
70	80-62-6	Methyl Methacrylate				✓	
71	119-36-8	Methyl Salicylate				✓	
72	99-76-3	Methylparaben					✓
73	108-10-1	MIBK		✓		✓	
74	8012-95-1	Mineral Oil, Paraffinum Liquidum		✓			
75	8032-32-4	Mineral Spirits		✓	✓		
76	541-69-5	m-Phenylenediamine HCl	Restriction		✓		
77	81-14-1	Musk Ketone		✓			

No.	CAS #	Name	Blending	C*	M†	R‡	E§
78	71957-07-8	Nickel Gluconate		✓	✓	✓	
79	75-52-5	Nitromethane		✓			
80	10024-97-2	Nitrous Oxide				✓	
81	90-43-7	o-Phenylphenol				✓	
82	144-62-7	Oxalic Acid	Restriction			✓	
83	106-44-5	p-Cresol		✓			
84	8009-03-8	Petrolatum		✓			
85	62-44-2	Phenacetin		✓			
86	108-95-2	Phenol	Prohibition		✓	✓	
87	122-99-6	Phenoxyethanol				✓	
88	51-03-6	Piperonyl Butoxide				✓	
89	32289-58-0	Polyaminopropyl Biguanide		✓			
90	7757-79-1	Potassium Nitrate				✓	
91	94-13-3	Propylparaben					✓
92	14808-60-7	Quartz; Quartz Powder		✓			
93	108-46-3	Resorcinol					✓
94	81-07-2	Saccharin				✓	
95	1303-96-4	Sodium Borate	Restriction			✓	
96	132-27-4	Sodium o-Phenylphenate		✓			
97	11138-47-9	Sodium Perborate	Restriction			✓	
98	100-42-5	Styrene		✓		✓	✓
99	7664-93-9	Sulfuric Acid		✓			
100	14807-96-6	Talc		✓			
101	97-99-4	Tetrahydrofurfuryl Alcohol				✓	
102	83-67-0	Theobromine				✓	
103	58-55-9	Theophylline				✓	
104	1314-20-1	Thorium Dioxide		✓			
105	7440-31-5	Tin				✓	
106	13463-67-7	Titanium Dioxide, CI 77891		✓		✓	
107	108-88-3	Toluene				✓	
108	38260-01-4	Triethylenetetramine HCl				✓	
109	75980-60-8	Trimethylbenzoyl Diphenylphosphine Oxide				✓	
110	108-05-4	Vinyl Acetate		✓			
111	1330-20-7	Xylene				✓	
112	7440-66-6	Zinc				✓	
113	7646-85-7	Zinc Chloride				✓	
114	1314-13-2	Zinc Oxide, CI 77947				✓	

* C: Carcinogens, † M: Mutagens, ‡ R: Reproductive toxicants, § E: Endocrine disrupting chemicals