

큐티클 리무버 화장품의 *In Vivo*와 *In Vitro*에서의 안전성 평가

이기영¹ · 김민경² · 김정희^{3,*}

¹닝보위생직업기술대학 의학미용학과, 교수

²원광대학교 대학원 뷰티디자인학부, 학생

³원광대학교 자연과학대학 뷰티디자인학부, 교수, 원광대학교 W안티에이징연구소, 운영위원

Safety Assessment of Cuticle Remover Cosmetics *In Vivo* and *In Vitro*

Kee-Young Lee¹, Min-Kyung Kim², and Jeong-Hee Kim^{3,*}

¹Professor, Department of Cosmetology, Ningbo College of Health Sciences

²Student, Dept. of Beauty Design, Graduate School of Wonkwang University

³Professor, Division of Beauty Design, Wonkwang University,

Executive Manager, Institute of W-antiaging, Wonkwang University

Recently, the issue of the harmful effects of nail care products has been posed. In case of cuticle remover, information on hazards of chemical substances is limited and product safety reports are also insufficient. This study evaluated the safety of the top three commercially selling cuticle removers that are widely used in nail care: Blue cross, Zero cleanser and Flower vita cuticle cares. To measure the pH level of cuticle remover cosmetics, distilled water and DMEM. The toxic effect of cuticle removers on cultured HaCaT was identified by MTT-assay. The patch test was performed to evaluate the occurrence of erythema on the patch area according to the criteria of ICDRG after applying the cuticle remover cosmetics (as is). Adherence to the cosmetic pH measurement guidelines, it was confirmed that the blue cross product did not meet the pH standard of the final product of the domestic cosmetic method. When measuring the pH by diluting DMEM with a solvent, Flower vita product maintained a pH close to Neutral 7.0 overall. All three cuticle removers demonstrated dose-dependent cytotoxic on HaCaT cell. The viability of cells treated with 10 µg/mL Blue cross or 10 µg/mL Zero cleanser was presented below 10%. Otherwise, Flower vita treatment at concentrations of 0.5~20 µg up to 20 µg/mL did not affect the viability (above 70%) in the HaCaT. Of the patch test, there was positive in one case (3.3%) at 2 weeks. It was observed that a doubtful reaction (-/+) to Flower vita and weak positive reactions (+) to Blue cross, and zero cleanser. Taken together, it was shown that the Flower vita product have the lowest cytotoxicity in HaCaT cells and slight allergic reaction, proving more safer than other two products *in vivo* and *in vitro*.

Keywords: Cuticle remover, *In vivo*, *In vitro*, Nail cosmetic, Safety

I. 서 론

네일 서비스 산업의 성장에 따라 네일 미용 서비스 현장에서 발생 되는 네일 손상은 보건학적 문제로 드러나고 있다. 네일 케어 중 큐티클 제거는 고객의 큐티클을 정리하기 위해 큐티클 리무버를 큐티클 부위에 적하한 후 연화된 큐티클을 메탈 푸셔로 밀어내고 마지막으로 니퍼를 이용하여 큐티클을 제거하는 것이다. 이때 사용되는 큐티클 리무버 화장품은 죽은 피부를

연화시키기 위해 사용하며, 큐티클 연화의 주요 성분은 포타슘 하이드록사이드 (Potassium hydroxide)와 소듐하이드록사이드 (Sodium hydroxide)이다. 포타슘 하이드록사이드와 소듐하이드록사이드는 화장품 원료로서 유해성이 낮지만, 제품에 사용되는 함유량에 따라 화장품의 최종 제품 pH를 강알칼리성으로 만든다.

의료 산업에서는 과도하게 생성되는 각질을 제거하기 위해 10% Potassium hydroxide를 적용하기도 하지만 화장품에서는 최종 제품의 pH 제한에 따라 저용량을 사용하고 있다. 또한 큐티클 제거과정에서도 큐티클 리무버를 적용 후 씻어내지 않고 일회용 티슈 혹은 거즈로 닦아내는 과정을 고려한다면 씻어내는 제품의 pH 한도보다 낮은 일반화장품의 적용을 기준으로

이 논문은 2021학년도 원광대학교의 교비지원에 의해 수행됨

*Corresponding author: Jeong-Hee Kim

Tel : +82-63-850-6898

E-mail : jh@wku.ac.kr

접수일(2021년 6월 3일)/수정일(2021년 6월 28일)/채택일(2021년 9월 15일)

해야 할 것이다.

네일 샵에서 사용되는 제품의 경우 기초화장품, 기능성 화장품처럼 안전성에 대한 표시가 여전히 미흡하다. 최근 녹색소비자 연대는 젤 네일 제품의 안전성을 시험 평가했는데 제품 표시사항 미기재 및 안전기준 부적합의 제품이 시판되고 있다는 사실이 발견되었으며(CMN, 2020), EWG(Environmental Working Group)'s Skin Deep에서 조차 네일 샵에서 보편적으로 사용되는 네일 큐티클 리무버 안전성에 대한 정보가 매우 제한적이다.

네일 화장품의 유해성에 관련된 다수의 선행연구는 주로 에나멜, 아세톤 등에 관련된 것이 집중되어 있으나(Yun & Lee, 2017; Choi et al., 2015; Baran & Andre, 2005; Iorizzo et al., 2007; Valerie, 2008), 큐티클 리무버의 유해성에 관한 연구는 거의 존재하지 않는다. 최근 큐티클 주변 피부 손상을 줄이기 위한 저자극성의 큐티클 리무버의 제품이 출시되고 있다. 이러한 제품들은 기존의 큐티클 리무버에 보습과 영양 공급 효능이 있는 화장품 원료들이 추가된 제품이다. 즉, 저자극성이라고 광고하는 천연성분의 네일 화장품이 실제로 어느 정도 피부를 손상을 줄일 수 있는지에 대한 데이터를 파악하기 어려운 실정이다.

네일 산업에서 가장 기본적으로 사용되는 큐티클 리무버 화장품은 제조 성분과 제품의 최종 pH에 대한 안전성이 확보되어야 한다. 또한 시판 화장품일지라도 안전성에 대한 데이터의 공유는 사회적 측면에서 필요하다. 따라서 이 연구에서는 시판 네일 전문 화장품 중 샵에서 일반적으로 사용되고 있는 3개의 큐티클 리무버를 대상으로 화장품의 pH를 측정 결과와 *In vivo*와 *In vitro*에서의 안전성 평가 결과를 제시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시판 큐티클 리무버(Cuticle remover)

시판되는 네일 큐티클 리무버의 안전성 평가를 위해 네일 샵에서 일반적으로 사용되는 수입화장품 1개와 국내화장품 2개 제품을 선정하였다. 현재 네일 샵에서 가장 보편적으로 사용되는 네일 큐티클 리무버 제품은 Blue cross(Universal co. VA, USA)로 네일 샵에서 사용하는 덕용 수입화장품이다. 국내 네일 화장품 중 샵에서 사용되는 네일 큐티클 리무버 제품으로는 Zero cleanser(Cuore, Inchun, Korea)와 Flower vita cuticle care(Bandi, Seoul, Korea)가 대표적인 제품이다<Table 1>.

2. pH 측정

식품의약품안전처에 고시되어있는 화장품의 pH 측정법은 검체 약 2g 또는 2 mL을 취하여 100 mL 비이커에 넣고 물 30 mL을 넣어 6.25 µg/mL로 희석한 다음 냉장고에서 지방분을 응결시켜 여과하여 측정한다. 다만, 성상에 따라 투명한 액상인 경우에는 시료를 6.25 µg/mL로 희석한 후 여과없이 그대로 측정한다(식품의약품안전처고시, 2018). 따라서 선정된 큐티클 리무버의 pH를 측정하기 위해 정제수와 DMEM에 시료를 각각 1 µg/mL, 5 µg/mL, 6.25 µg/mL, 10 µg/mL, 25 µg/mL의 농도로 희석하였다. pH 측정기는 PHI 34(Beckman, California, USA)를 사용하여 각 농도별 희석된 시료의 pH 측정은 3회 반복 측정하였다. 측정하기 전 유리전극은 염기성 완충액에 담가두고 pH meter는 전원에 연결하여 10분 이상 두었다가 사용하였다. 검출부는 증류수로 잘 씻어 가볍게 닦아낸 검액에 담가 2분 후 측정하였다.

3. *In vitro* 안전성 평가

HaCaT 세포주는 Addex Bio(Addex Bio, CA, USA)에서 분양받아 사용하였다. 분양받은 세포는 KGM 배지에 10% FBS,

Table 1. Ingredients of cuticle remover cosmetics

Product	Ingredients
Blue cross	Water, Potassium Hydroxide, Calcium Carrageenan Lanolin, oil
Zero cleanser	Centella Asiatica Extract, Nelumbo Nucifera Flower Water, 1,2-Hexanediol, Palmitoyl Tripeptide-1, Glutathione, Sodium Hyaluronate, Potassium Hyaluronate, Hydrolyzed Sodium Hyaluronate, Sodium Hyaluronate Crosspolymer, Hyaluronic Acid, Sodium Acetylated Hyaluronate, Houttuynia Cordata Extract, Perilla Frutescens Leaf Extract, Camellia Sinensis Leaf Extract, Panax Ginseng Root Extract, Sophora Flavescens Extract, Cnidium Officinale Root Extract, Zanthoxylum
Flower vita	Piperitum Fruit Extract, Centella Asiatica Leaf Extract, Ginkgo Biloba Leaf Extract, Citrus Paradisi (Grapefruit) Fruit Extract, Rosa Centifolia Flower Extract, Chrysanthemum Sinense Flower Extract, Coix Lacryma-Jobi Ma-yuen Seed Extract, Luffa Cylindrica Fruit Extract, Pisum Sativum (Pea) Extract, Aloe Barbadosensis Flower Extract, Angelica Gigas Root Extract, Zanthoxylum Alatum Fruit Extract, Glycyrrhiza Glabra (Licorice) Root Extract, Morus Alba Bark Extract, Paeonia Lactiflora Root Extract, PEG-75 Lanolin, Panthenol, Allantoin, Butylene Glycol, Glycerin
	Water, Propylene Glycol, Phenoxyethanol, 1,2-Hexanediol, Caprylyl Glycol, Potassium Hydroxide, Carbomer, Glycerin, Triethylhexanoin, Diphenyl Dimethicone, Polyglyceryl-10 Myristate, Butylene Glycol, Carica Papaya (Papaya) Fruit Extract, Prunus Domestica Fruit Extract, Citrus Aurantium Dulcis (Orange) Fruit Extract, Citrus Limon (Lemon) Fruit Extract, Rosmarinus Officinalis (Rosemary) Leaf Extract, Salvia Officinalis (Sage) Leaf Extract, Cymbopogon Citratus Extract, Lavandula Angustifolia (Lavender) Extract, Chamomilla Recutita (Matricaria) Flower Extract

Table 2. Grading criteria of skin reactions by ICDRG guideline

Positive/Negative	Score	Criteria
-	0	No irritant reaction (Discrete patchy erythema without infiltration)
-/+	0.5	Doubtful reaction (Faint macular, No infiltration, Homogenous erythema)
+	1	Weak Positive reaction (Erythema, Induration, Papules)
++	2	Strong Positive reaction (Erythema, Induration, Papules, Discrete vesicles)
+++	3	Extreme Positive reaction (coalescing vesicles, Bullous or ulcerative reaction)

antibiotics를 첨가하여 37°C, 5% CO₂ 조건에서 배양하였다.

인체각질형성세포(Keratinocyte cell, HaCaT)을 사용하여 MTT-assay(3-(4,5-dimethyl thiazol-2-yl)-2,5-dip henyltetrazolium bromide)를 수행하였다. 배양된 인체각질형성세포, 를 96 well 에 각 well 당 1×10⁴ cells/mL로 분주 후 37°C, 5% CO₂ 조건에서 24시간 배양하였다. 배양 후 농도별로 희석한 시료를 각 well 당 100 µL씩 24시간 동안 반응시켰다. 그 후 상층액을 제거하고 PBS(Phosphate buffered saline)로 세척하여 시료의 색상이 흡광도에 영향을 미치지 못하도록 하였다. 각 well에 배양액 100 µL과 Dye Solution 15 µL씩 첨가하여 Incubator에 4시간동안 반응시켰다. 그 후 Stop Solution 100 µL씩 첨가하여 1시간 동안 반응시킨 후 ELISA reader(Spectramax M3, Molecular Devices, San Jose, USA)에서 570 nm의 파장으로 흡광도를 측정하였다.

4. In vivo 안전성 평가

피부적용 안정성 평가를 위해 누적자극시험(Culative Irritation Test; CIT)을 시행하였다. 연구의 지원자는 피부 관련 질환이 없는 건강한 피부를 가진 20~39세 여성 33명을 대상으로 하였다. 인체적용시험을 수행하기 위해 원광대학교 생명윤리위원회(IRB)에 심사를 거쳐 연구수행의 승인을 허가받았다(IRB NO. 2021-04-003-003). 연구 지원자를 대상으로 연구의 목적과 과정을 자세히 설명하고 2021년 2월 3일부터 2021년 2월 28일까지 첩포시험을 수행하였다. 첩포부위는 피험자의 척추 기립근을 축으로 양쪽 견갑골사이로 하였다. 시험 부위를 70% 에탄올로 닦은 후 각 시료들을 25 µL씩 IQ ultra patch test units (Chemotechnique diagnostics, Sweden)에 적하하여 고정시켰다.

48시간 밀폐시킨 후 첩포를 제거하고 45 분 후의 피부 반응을 확인하였다. 첩포검사 기간은 일주일에 1 회씩 3 주 동안 실험을 진행하였다. 결과 판독은 국제 접촉 피부염 연구위원회(International Contact Dermatitis Research Group, ICDRG)의 기준에 따라 홍반 발생 유무 및 정도를 육안으로 판정하였다 <Table 2>.

5. 자료 분석

자료의 분석은 모두 유의수준 5%에서 검증하였으며, 통계처리하는 SPSS for windows Version 24.0 program을 사용하였다. 데이터는 평균과 표준편차, 변화의 값을 구하였다. 결과의 비교분석을 위해 paired t-test와 One-way ANOVA를 실시하였다. One-way ANOVA 결과에 대한 각 집단 간 차이 검증을 위해 Duncan의 사후검증을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

큐티클 리무버 화장품을 정제수에 1 µg/mL, 5 µg/mL, 6.25 µg/mL, 10 µg/mL, 25 µg/mL 농도로 희석하여 pH를 측정한 결과는 <Table 3>과 같다. 3개의 큐티클 리무버 화장품을 모두 정제수를 용매로 희석하였을 때 농도가 높아질수록 pH가 증가하였다. 동일 희석 농도에 따라 제품별 pH 측정 결과에 차이가 있었다. pH 레벨이 가장 높은 제품은 Blue cross였고, pH 레벨이 가장 낮은 제품은 Flower vita로 나타났다. 식품의약품안전처에 고시 화장품의 pH 측정법을 준하여 6.25 µg/mL 농도를 기준으로 pH를 측정한 결과, Blue cross 제품의 pH는 11.50 이었고, Zero cleanser는 10.47 이었다. Flower vita 제품의 pH는

Table 3. Value of pH from cuticle remover cosmetics in distilled water as a solvent

Distilled Water	Sample	1 µg/mL	5 µg/mL	6.25 µg/mL	10 µg/mL	25 µg/mL
5.15 ± 0.07	Blue cross	10.58 ± 0.06	11.42 ± 0.01	11.50 ± 0.02	11.72 ± 0.04	12.14 ± 0.02
	Zero cleanser	9.42 ± 0.02	10.44 ± 0.01	10.47 ± 0.01	10.83 ± 0.03	11.33 ± 0.02
	Flower vita	7.97 ± 0.01	8.62 ± 0.03	8.71 ± 0.02	8.99 ± 0.02	9.25 ± 0.05

Data were obtained in triplicate.

Data show mean values ± standard deviation

Table 4. Value of pH from cuticle remover cosmetics in DMEM as a solvent

DMEM	Sample	1 µg/mL	5 µg/mL	6.25 µg/mL	10 µg/mL	25 µg/mL
7.59 ± 0.01	Blue cross	7.78 ± 0.01	8.72 ± 0.02	8.82 ± 0.03	9.43 ± 0.02	11.31 ± 0.04
	Zero cleanser	7.64 ± 0.01	7.10 ± 0.02	7.84 ± 0.06	8.07 ± 0.01	9.21 ± 0.02
	Flower vita	7.09 ± 0.01	7.10 ± 0.02	7.10 ± 0.15	7.12 ± 0.07	7.24 ± 0.01

Data were obtained in triplicate.

Data show mean values ± standard deviation

8.71 로 측정되었다. 화장품법 제 5조 제 5항에 따르면 최종 제품이 pH 기준이 정하여 있지 아니한 경우에도 pH는 11 이하로 제조하도록 제시되어 있다. 그러나 수입 제품인 Blue cross의 제품은 pH 레벨이 11.0 이상으로 측정되었다.

큐티클 리무버 화장품을 DMEM 배양액을 용매로 하여 1 µg/mL, 5 µg/mL, 6.25 µg/mL, 10 µg/mL, 25 µg/mL 농도로 희석하여 pH를 측정한 결과는 <Table 4>와 같다. 큐티클 리무버 화장품을 DMEM을 용매로 희석하였을 때 Blue cross와 Zero cleanser는 제품 희석 농도가 높아질수록 pH가 증가하였으나 Flower vita는 제품의 희석농도가 1 µg/mL부터 25 µg/mL 농도로 순차적으로 높아지는 것에 비해 pH 레벨의 범위가 7.09~7.24로 변화가 크지 않고, 매우 안정적으로 나타났다. 1 µg/mL 농도의 경우, Blue cross의 pH는 7.78 이었고, Zero cleanser의 pH는 7.64 이었다. 이는 DMEM의 pH인 7.59와 희석되었을 때 pH에 큰 변화를 주지 않았다. 그러나 1 µg/mL 농도에서 Flower vita의 pH는 7.09 로 측정되었고 DMEM의 pH를 Neutral(7.0)에 가까운 수치로 변화를 주었다. 큐티클 리무버의 가장 높은 농도인 25 µg/mL에서 Blue cross가 pH 11.31, Zero cleanser가 pH 9.21 로 염기성으로 변화하였고, Flower vita의 경우, pH 7.24 (±0.01)로 Neutral 7.0에 가까운 중성으로 나타났다. 또한 큐티클 리무버 제품을 정제수를 용매로 희석하였을 경우와 달리

DMEM을 용매로 희석하였을 때, 각 농도별 pH 레벨의 변화가 적게 나타났다. 이는 DMEM에 함유된 buffer가 pH의 변화를 상쇄시켰을 것으로 볼 수 있다.

인체각질형성세포에 시판 큐티클 리무버 3개의 제품을 농도별로 처리하여 세포 생존율을 평가한 결과는 <Figure 1>과 같다. Blue cross의 경우, 0.5 µg/mL 농도에서 65.67%의 세포 생존율을 보여 70%이하로 세포독성을 확인하였다(p<0.01). 1.0 µg/mL, 1.75 µg/mL, 2.5 µg/mL, 10 µg/mL, 20 µg/mL로 농도가 증가함에 따라 세포 생존율이 감소하였으며 20 µg/mL의 농도에서 모든 세포가 사멸하였다. Zero cleanser 제품에서도 0.5 µg/mL 농도에서 62.33%로 세포독성을 확인하였다(p<0.01). 1.0 µg/mL 농도에서는 24%로 나타났고 1.75 µg/mL 농도 이후 모든 세포가 사멸하였다. Flower vita 제품은 0.5 µg/mL 농도에서 세포생존율이 93.67%로 나타났고, 1.0 µg/mL 농도에서 89.67%, 1.75 µg/mL에서 86%, 2.5 µg/mL에서 85.33%, 20 µg/mL에서 71.66%로 나타나 20 µg/mL까지의 농도에서 70% 이상의 세포 생존율을 보였다. 그러나 25 µg/mL에서 세포 생존율이 7%로 나타나 세포가 사멸하였다.

인체각질형성세포를 사용하여 3개의 시판 큐티클 리무버의 농도별 세포 생존율을 비교분석한 결과<Table 5>, 모든 농도에서 제품별 세포 생존율이 통계적으로 유의한 차이를 보였다

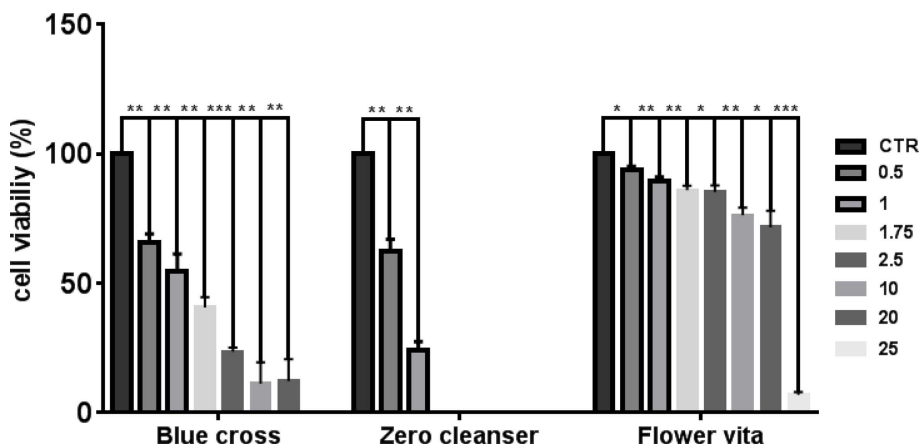


Figure 1. Viability of HaCaT cell exposed to cuticle remover cosmetics from various concentration.

Each value represents the means ± standard deviation of 3 replicates.

Data analysis was performed through paired t-test.

Statistical significance was found at *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 5. Comparison of cell viability of HaCaT among the cuticle remover cosmetics

	Blue cross	Zero cleanser	Flower vita	F	p.
0.5 µg/mL	65.67±3.51 (b)	62.33±4.73 (b)	93.67±1.53 (a)	72.04***	0.000
1.0 µg/mL	54.67±6.66 (b)	24.00±3.46 (c)	89.67±1.53 (a)	165.62***	0.000
1.75 µg/mL	40.67±4.04 (b)	0.00±0.00 (c)	86.00±1.73 (a)	861.59***	0.000
2.5 µg/mL	23.67±1.53 (b)	0.00±0.00 (c)	85.33±2.52 (a)	2015.42***	0.000
10 µg/mL	11.33±8.14 (b)	0.00±0.00 (c)	76.33±2.88 (a)	204.51***	0.000
20 µg/mL	12.33±8.34 (b)	0.00±0.00 (c)	71.66±6.35 (a)	120.48***	0.000
25 µg/mL	0.00±0.00 (b)	0.00±0.00 (b)	7.00±1.00 (a)	147.00***	0.000

Data were obtained in triplicate.

Data show mean values ± standard deviation

To compare HaCaT cell's viability of cuticle remover cosmetics by one-way ANOVA.

Statistical significance was found at ***p<0.001

a, b, c : Duncan's post-analysis result between characters.

(p<0.001). Flower vita 제품은 모든 농도에서 가장 높은 세포 생존율을 보였으며, Blue cross와 Zero cleanser의 경우 0.5 µg/mL에서 70% 이하의 세포 생존율이 나타났다. 특히 Zero cleanser의 경우 다른 두 개의 제품과 비교하였을 때 농도별로 세포 생존율이 가장 낮게 나타났다.

피부적용 안정성 평가를 위해 누적자극시험을 3주간 반복하여 적용한 결과<Table 6>, 1회 검사에서는 3가지 큐티클 리무버 화장품 모두 음성반응을 보였다. 그러나 2회 검사에서 1명(3.3%)의 피험자가 모든 화장품 시료에서 홍반의 양성반응이 나타났다. 반응정도를 살펴보면 Blue cross와 Zero cleanser는 1점에 해당하는 week positive reaction(+) 이었고, Flower vita 제품의 경우 0.5점인 doubtful reaction(-/+) 이었다. 홍반 반응의 1

명을 제외한 29명의 피험자에 대한 3회 반복시험 결과에서는 모두 음성 반응을 보였다. 결과적으로 큐티클 리무버에 대한 반복적인 사용 환경을 가정하였을 때 *In vivo* 측면에서, 3.3%의 피부부작용이 발생하였음을 확인하였다. *In vivo* 측면에서 색조파운데이션을 as is로 적용하여 반복폐쇄 첩포검사시험을 시행한 선행 연구 결과에 따르면 피험자의 6.6%에서 양성반응이 보고되었고(Kim et al., 2019), 세미퍼머넌트 아이브로우 시료를 10%로 희석하여 첩포시험을 수행한 결과 3.33%의 양성반응이 보고되었다(Song et al., 2018). 큐티클 리무버 화장품에 관련한 동등 시료의 선행연구 결과는 보고된 바 없으나 시판 화장품의 첩포수행 결과를 살펴보면 반복적으로 피부에 노출되었을 때 일부의 부작용이 나타난 보고를 살펴볼 수 있다. 이 연구에서도 화장품 시료를 3주 반복 적용하였으며, 2주차에서 3개의 시료 모두 양성(+) 혹은 약양성(-/+) 반응을 확인하였다.

Table 6. Representative photographs of skin reaction by human patch test

(N=30)

Week	Reaction	Blue cross	Zero cleanser	Flower vita
1 week	Positive	0	0	0
	Negative	30	30	30
2 weeks	Positive	1(+)	1(+)	1(-/+)
	Negative	29	29	29
3 weeks	Positive	0	0	0
	Negative	29	29	29

Photograph of week positive reaction (+) on 2 weeks



- : No irritant reaction, -/+ : Doubtful reaction, + : Week Positive reaction, ++ : Strong Positive reaction, +++ : Extream Positive reaction

IV. 결 론

이 연구에서는 시판 큐티클 리무버 화장품 중 가장 보편적으로 사용되는 Blue cross, Zero cleanser, Flower vita cuticle care의 제품을 선정하여 pH를 측정하였다. 또한 화장품 안전성 평가를 위해 *In vivo* 측면에서, 인체각질형성세포를 이용하여 제품에 대한 세포 생존율을 평가하였고, *In vitro* 측면에서 첩포시험을 수행하였다.

시판 큐티클 리무버 화장품의 pH 측정 결과, Blue cross 제품이 정제수 15배율로 희석한 6.25 µg/mL 농도에서 pH가 11.50

으로 나타났고 이는 화장품의 최종 제품이 5조 5항에 pH 기준이 정하여 있지 아니한 경우에도 최종 제품의 pH는 11 이하로 제조되는 기준에 부합하지 않았다. 큐티클 리무버 제품을 DMEM을 용매로 희석하였을 때, Flower vita 제품이 1 µg/mL에서 25 µg/mL까지 농도가 증가하였음에도 pH 범위가 7.09~7.24로 매우 안정적이었으며 다른 두 제품에 비해 Neutral에 가까운 pH를 유지하였다.

인체각질형성세포를 이용한 세포독성 평가 결과, Blue cross, Zero cleanser 제품은 10 µg/mL 농도에서 10% 미만의 생존율을 보였으나, Flower vita 제품이 20 µg/mL 농도까지 70% 이상의 높은 세포 생존율을 보였다. 이 결과를 통해 Flower vita가 인체 조직에 가장 손상을 적게 주는 제품으로 나타났다. 첩포검사 결과, Blue cross, Zero cleanser, Flower vita 모든 제품에서 피험자의 3.3%가 홍반반응이 나타났다. 그러나 제품별로 홍반의 정도가 다르게 나타났다.

이 연구는 시판 큐티클 리무버 화장품에 대한 *In vitro*와 *In vivo* 측면의 안전성을 평가하여 그 결과를 제시하였다. 결론적으로 Flower vita 제품의 pH가 중성에 가까우며, 세포독성 평가와 첩포검사 결과에서 안전성이 가장 우수한 제품인 것을 확인하였다. 또한 *In vitro*와 *In vivo*의 안전성 평가 결과에 연관성이 있음을 확인하였다. 특히 *In vivo* 측면에서의 부작용 사례(3.3%)는 큐티클 리무버의 반복적인 사용 환경을 가정하였을 때 피부 부작용이 발생할 수 있음을 확인한 결과이며, 큐티클 리무버 화장품의 사용에 환경에서 적용 후 씻어 내거나 닦아내는 등의 주의가 필요할 것이다.

References

Barab, R., Berker, D., Holzberg, M., Piraccini, B. M., Richert, B., & Thomas, L. (2019). Baran and Dawber's diseases of the nails and their management. 5th ed, Wiley-Blackwell, 646-649.

Baran, R., & Andre, J. (2005). Side effect of nail cosmetics. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 4(3), 204-209.

Baran, R. (2002). Nail beauty therapy: an attractive enhancement or a potential hazard. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 1, 24-29.

Berker, D. A. R., Andre, J., & Baran, R. (2007). Nail biology and nail science. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 29(4), 241-275.

Choi, S. J., Park, S. A., Yoon, C. S., & Kim, S. J. (2015). Task-Specific Hazardous Chemicals Used by Nail Shop Technicians. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 25(4), 446-464.

CMN. (2020). Gel nail safety·indications still 'insufficient', <http://www.cmn.co.kr/sub/news/news.2020.10.01>.

Fleckman, P. (1985). Anatomy and physiology of the nail. *Clin. Dermatology*, 3(3), 373-381

Hamid, R., Rotshteyn, Y., Rabadi, L., Parikh, R., & Bullock, P. (2004). Comparison of alamar blue and MTT assays for high through-put screening. *Toxicology in vitro*, 18(5), 703-710.

Hare, A., & Rich, P. (2016). Nail Physiology and Grooming, *Cos-*

metic Dermatology, 2(1), 207-216.

Iorizzo, M., Piraccini, B. M., & Tosti, A. (2007). Nail Cosmetics in nail disorders. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 6(1), 53-58.

Jefferson, J., & Rich, P. (2012). Update on nail cosmetics. *Dermatology Therapy*, 25(6), 481-490.

Kamiloglu, S., Sari, G., Ozdal, T., & Capanoglu, E. (2020). Guidelines for cell viability assays. *Food Frontiers*, 1, 332-349.

Kim, M. J., Park, K., & Kim, J. H. (2019). Safety assessment of natural color foundation for atopy. *Asian Journal of Beauty cosmetology*, 17(2), 169-177.

Kim, M. Y., & Moon, D. H. (2011). Exposure Levels To Organic Compounds by Nail Art Technique. *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, 17(2), 218-224.

Kim, N. H., Min, K. W., Cho, K. W., Seo, D. J., Im, K. H., Jeung, W. S., Cho, Y. G., & Yang, J. S. (2017). Health effects on workers and actual exposure of VOCs in the nail shops. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 27(1), 59-69.

Kruse, C. R., Singh, M., Targosinski, S., Sinha, I., Sørensen, J. A., & Eriksson, E. (2017). The effect of pH on cell viability, cell migration, cell proliferation, wound closure, and wound reepithelialization: *In vitro* and *in vivo* study. *Wound Repair Regen*, 25(2), 260-269.

Lee, N. R., Song, W. K., Choi, U. N., Lee, H. S., & Kim, K. Y. (2010). Change of Physical Property and Morphology on Onyx by Repeated.

Liu, G., Li, Y., Yang, L., Wei, Y., Wang, X., Wang, Z., & Tao, L. (2017). Cytotoxicity study of polyethylene glycol derivatives. *RSC Advances*, 30, 18252-18259.

Martin, B. (2013). Nail Histopathology. *Actas Dermosifiliogr*, 104(7), 564-578.

Ministry of Food and Drug Safety. (2018). Functional cosmetic standards and test methods, general test method, 2 No.10.

Song, S. M., Yu, S. J., & Kim, J. H. (2018). The Cell viability & Patch test of Semi-permanent Eyebrow Cosmetic depending on Various pH Levels. *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, 24(5), 977-985.

Taofiq, O., Rodrigues, F., Barros, L., Barreiro, M. F., Ferreira, I., & Oliveira, M. B. (2019). Mushroom ethanolic extracts as cosmetics ingredients: Safety and ex vivo skin permeation studies. *Food Chemical Toxicology*, 127, 228-236.

Using of Polish Remover. *Journal of the Korean Society of Cosmetology*, 16(4), 1180-1187.

Uyesugi, B. A., & Sheehan, M. P. (2019). Patch Testing Pearls. *Clinical Reviews in Allergy Immunology*, 56, 110-118.

Valerie, C. M. (2008). Final Report of the Addendum to the to the Safety Assessment of *n*-Butyl Alcohol as Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 27(2), 53-69.

Yoo, J. H., Chung, J. H., & Eun, H. C. (1998). Effects of several anti-fungal agents on cultured human nail matrix cells and epidermal keratinocytes. *Korean Journal of Dermatology*, 36(3), 415-421.

Yun, C. H., & Lee, S. H. (2017). Study on the safety review and management system of hazardous substances in nail products. *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(11), 439-445.