

pH에 따른 하이드록시 산(Hydroxy Acid)의 각질 박리 효과 연구

남 개 원*†

서원대학교 화장품과학과, *글로벌피부임상센터
(2016년 11월 25일 접수, 2016년 12월 5일 수정, 2016년 12월 16일 채택)

Stratum Corneum Exfoliation Effect with Hydroxy Acid according pH

Gaewon Nam*†

Department of Cosmetic Science & Technology, Seowon University, 377-3 Musimseoro, Seowon-gu,
Cheongju, Chungbuk 28674, Korea

*Global Skin Research Center, Cheongju, Chungbuk 28674, Korea

(Received November 25, 2016; Revised December 5, 2016; Accepted December 16, 2016)

요약: 하이드록시 산(hydroxy acid, HA)은 피부 각질층에 대한 박리효과로 노화방지와 피부 보습을 높이는 데 효과를 보여, 피부 외용제와 화장품으로서 많은 활용을 하고 있다. 그 중에서 가장 효과적으로 빠른 시간 내에 나타나는 각질 박리는 화장품 제형 pH에 의해 효과를 보이는 것으로 많은 보고가 있다. 그러나 pH에 의한 자극, 부작용에 의한 염려로 인해 사용에 많은 어려움이 있다.

본 연구의 목적은 피부 각질층에 (1) 하이드록시 산의 농도와 (2) 종류, (3) pH를 변화시킨 화장품을 인체 피부에 도포하여 각질 박리 효과에 대한 영향을 측정하는 데에 있다. 건강한 성인 22명을 대상으로 하박 내측에 DHA (dihydroxyacetone), DC (dansyl chloride)로 피부 표면 각질을 염색하여, 시험제품을 도포한 뒤 각질 박리 효과를 측정하였다. (1) GA (glycolic acid)의 농도에 따라 각질 박리 효과는 농도 의존적으로 증가하는 것으로 나타났다. (2) 하이드록시 산의 종류에 따라 pH를 산성과 중성으로 제조한 제품을 대상으로 각질 박리 효과를 측정한 결과, 중성 pH의 GA는 각질 박리 효과가 나타나지 않았다. 이에 반해 SA (salicylic acid)는 산성 pH와 중성 pH에서 모두 통계적으로 유의한 각질 박리 효과가 나타났다. (3) 중성 pH의 SA는 DHA와 DC로 염색한 피부 표면에서 모두 우수한 각질 박리 효과를 나타내었다.

이러한 결과는 pH에 민감한 사람들에게 각질 박리 효과를 기대하는 화장품을 사용할 수 있는 기회를 제공하며, 피부 장벽의 손상 없이 안전한 화장품을 제조할 수 있을 것이라 사료된다.

Abstract: Hydroxy acid has been used to enhance anti-aging and skin moisturization by peeling effect on the skin stratum corneum, and thus it has been widely used in topical products and cosmetic products. Among them, the effect that appears most effectively in a short period of time has been reported to be effected by the pH of the cosmetic formulations. However, there are many difficulties in use due to irritation caused by pH and concerns about side effects. The purpose of this study was to evaluate the effect of applying cosmetics with (1) varying concentrations, (2) types and (3) pH of hydroxy acid on human skin. 22 healthy adults were stained with DHA (dihydroxyacetone) and DC (dansyl chloride) on the forearm, and the skin exfoliation effect was measured after application of the test products. (1) The application of GA (glycolic acid) increased the desquamation by concentration dependent. (2) the test product prepared with neutral pH showed no exfoliation effect. In contrast, SA (salicylic acid) showed a statistically significant exfoliation effect at both acidic pH and neutral pH. (3) The neutral pH SA showed excellent exfoliation effect on both

† 주 저자 (e-mail: skarod@seowon.ac.kr)
call: 043)299-8494

DHA and DC stained stratum corneum. These results suggest that it is possible to manufacture safe cosmetics without damaging the skin barrier, providing an opportunity to use cosmetics that are expected to exfoliate to people, whose skin is sensitive to pH.

Keywords: glycolic acid, salicylic acid, exfoliation, dihydroxyacetone, dansyl chloride, desquamation, pH

1. 서 론

피부의 대표적인 기능은 외부로부터의 보호 기능을 들 수 있는데, 이 보호기능을 담당하는 것 중에서 피부의 pH를 들 수 있다. 이 외에도 보호 기능을 담당하는 것은 투과 장벽 기능, 염증, 항균, 각질층의 완전함/접착력, 각질 탈락 등이 포함되어 있다. 피부 표면이 산성 pH를 나타내는 표면("acid mantle")을 갖고 있다고 알려져 있으며[1], 피부 표면이 산성을 띠는 이유에 대해서 피지선이나 에크린 한선이나 미생물 생산물의 외부요인에 의한 것으로 알려져 있다. 간접적인 증거로, 산성을 띠는 표면의 기능은 논리적으로 항균 역할을 수행하는 것으로 예상하고 있다. 표피 내에서 각질층이 산성을 나타내는 내부적 요인으로는 현재는 요인으로 받아들여지지 않는 histidase로 촉매된 histidine의 제거로 인한 urocanic acid의 생성에 의한 피부 표면의 산성의 [2] 원인 외에 secretory phospholipase A2 (sPLA2)에 의한 인지질에서 자유지방산의 생성[3] 및 sodium-proton exchanger (NHE1)가[4] 피부 표면이 산성을 나타내는 원인으로 알려져 있다.

하이드록시 산(hydroxy acid, HA)은 강력한 효과로 인해, 국소 각질 박리제로서 화장품과 피부외용 의약품으로서 많이 사용되는 원료이다[5]. 하이드록시 산은 글리콜릭 산(glycolic acid, GA), 젖산(lactic acid, LA)과 같은 알파 하이드록시 산(alpha hydroxy acid, AHA)과 살리실 산(salicylic acid, SA)과 같은 베타 하이드록시 산(beta hydroxy acid, BHA)으로 분류된다. 테이프 스트리핑에 따른 살리실 산의 각질 분해 활성에 대해 pH의 영향을 조사한 결과, 살리실 산 함유한 pH는 각질 분해 활성에 큰 영향을 미치지 않는다고 하였다. 이로부터 pH에 관련한 피부 자극을 줄이고, 민감성 피부에 대해 살리실 산의 활용성을 넓힐 수 있다고 보고하였다. 살리실 산의 각질 박리 효과를 pH에 의한 영향이 서양인을 대상으로 중성 pH에서도 효과를 보일 수 있는 가능성을 연구하였다[6].

인체에서 각질 박리를 측정할 수 있는 방법으로는

각질층을 염색하여 그 염색된 정도를 평가하는 방법이 사용된다. Pirerad 등이 연구한 dihydroxyacetone (DHA)를 이용한 방법은 피부 각질세포에 있는 아미노산과 DHA와의 화학적 반응(in-situ chemical reaction)에 의해 각질층이 갈색으로 염색되는 방법이다[7,8]. DHA는 상업적으로는 셀프 태닝 화장품으로 서양에서 많이 사용되는 화장품 원료이다. 이렇게 갈색으로 염색된 각질층을 제품 사용에 따라 피부색의 추적관찰을 통하여 각질 박리 효과를 측정할 수 있다.

각질 박리를 측정하는 또 다른 방법으로는 dansyl chloride (DC)를 이용하여 각질층을 염색하는 방법이 오래전부터 사용되는 방법이다[9-14]. DC를 이용하여 각질층을 비침습적으로 염색하면, 일상적인 가시광선에서는 염색된 부위가 보이지 않으나 자외선에 의해 염색된 부위가 형광으로 발광되고 이를 통하여 각질 박리에 대한 효과를 측정하는 방법으로 활용되고 있다.

본 연구에서는 화장품의 대표적인 효능성분인 AHA를 이용하여, pH에 따른 AHA를 함유한 제형에서 각질 박리 및 피부장벽기능에 대한 효과를 연구하고자 한다. 한국인을 대상으로 pH에 따른 AHA의 각질 박리 효과를 살펴봄으로써, 자극은 줄이면서 효과적으로 각질 박리효과를 보이는 화장품 제형으로 개발하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시험대상자

총 22명의 건강한 성인(20 ~ 35세, 남성 10명, 여성 12명)을 대상으로 참여의사 확인서를 받은 후, 시험에 참여하였다. AHA의 농도와 종류, pH에 따른 실험을 위하여 3차에 걸쳐서 시험을 실시하였다. 피험자는 하박 내측에 병리학적 증상도 보이지 않았으며, 시험수행기간 동안 어떠한 국소 도포 제품도 사용하지 않았다. 이 연구에 대하여 참여의사 확인서를 받은 후, 서원대학교 글로벌피부부임상센터 임상윤리심의위원회(IRB, international review board, SWEC6-1-13)의 허가를 득하여 수행하였다.

Table 1. Formulation of Test Products with Various pH

| (A) 1 st Formulation | Base1 | GA3 | GA5 | GA10 |
|---------------------------------|-----------|--------|-----------|-----------|
| Distilled water | 98.45 | 89.55 | 80.45 | 74.55 |
| EDTA-2Na | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Adekanol GT-700 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| Glycolic acid 70% | | 4.30 | 10.70 | 14.30 |
| Sodium (S)-lactate 60% | | 2.80 | 4.50 | 6.00 |
| Tris amino ultra PC | | 1.80 | 2.80 | 3.60 |
| Sum | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 7.00 | 3.75 | 3.54 | 3.45 |
| (B) 2 nd Formulation | Base2 | SA | nSA | nGA |
| Adekanol GT-700 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 |
| Distilled water | 29.40 | 28.95 | 28.95 | 29.04 |
| Ethanol | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Danisol-M | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Danisol-P | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Salicylic acid | | 0.45 | 0.45 | |
| Glycolic acid 70% | | | | 0.36 |
| Emalex HC-60 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| Tween 20 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| TEA | | | add later | add later |
| Sum | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| pH | 7.39 | 2.47 | 6.54 | 6.19 |
| (C) 3 rd Formulation | Base3 | aSA | nSA | |
| Adekanol GT-700 | 60.00 | 60.00 | 60.00 | |
| Distilled water | 29.70 | 29.25 | 29.25 | |
| Ethanol | 10.00 | 10.00 | 10.00 | |
| Salicylic acid | | 0.45 | 0.45 | |
| Emalex HC-60 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | |
| TEA | add later | | add later | |
| Sum | 100.00 | 100.00 | 100.00 | |
| pH | 6.45 | 2.47 | 6.40 | |

2.2. 시험 제품 제조

Table 1에서와 같이, HA의 대표적 원료인 GA와 SA를 대상으로 시험제품을 제조하였다. GA의 농도에 따른 효과를 보기 위하여 각각 3%, 5%, 10%를 제조하여 시험을 실시하였다. 1차적으로 GA의 실제 사용하는 농도보다 고함량을 제조하여 농도에 따른 각질 박리 효과를 나타내고자 제조하였다. 두 번째로 HA의 종류

에 따른 효과와 pH에 따른 각질 박리 효과를 보기 위하여 GA와 SA를 함유한 제품을 제조하였으며, SA의 제형에서 사용할 수 있는 최대 농도를 사용하였으며, GA의 경우 중성 pH를 나타내기 위하여 SA와 비슷한 농도로 제조하였다. 마찬가지로 세 번째 시험에서도 SA는 동일한 함량으로 제조하였다.

2.3. 피부 장벽 기능 측정

비침습적인 방법으로 피부 장벽 기능을 측정하기 위해, 경피수분손실량(trans epidermal water loss, TEWL)을 측정하는 기기를 이용하여 측정하였다(VapoMeter[®], Delfin Tech, Finland). 이 측정기기는 피부에서 각질층을 통과하여 증발하는 수분의 확산량을 측정하는 기기로 밀폐된(closed) chamber를 이용하여, 증발량이 높을수록 장벽기능의 손상을 나타내며 면적과 시간당 증발하는 단위(g/m²h)로 표현한다[15]. 5회 반복 측정을 통하여, 최대값과 최소값을 제외한 3개의 측정값의 평균을 사용하였으며, 1회 측정 시, 최대 30 s가 소요되었다.

2.4. DC를 이용한 각질 염색 시험 방법

피험자는 항온항습 조건이 유지되는 실험실(25 ± 1 °C, 50 ± 5% relative humidity)을 방문하여, 참여 의사 동의서를 작성하고, 하박 내측을 동일한 제품으로 씻어낸 다음, 시험을 위한 피부가 항온항습 조건에 적응을 위하여 15 min 이상 대기하였다. 각질 형광 염색을 위하여, 0.5% DC용액을 지름 2 cm의 원형 필터 종이에 적신 후, 피험자의 하박 내측에 필터 종이를 위치시키고 테이프로 고정하여, 10 h 첩포하였다. 첩포를 제거한 후, UV 형광등 내에서 사진촬영을 실시하였다. GA의 농도에 따른 각질 박리 효과를 보기 위해 시험 제품을 1일 2회 도포하여 8일간 관찰하였으며, SA의 pH에 따른 각질 박리 효과를 보기 위해 시험 제품을 1일 2회 도포하여 7일간 관찰하였다.

2.5. DHA를 이용한 각질 염색 시험 방법

피험자는 항온항습 조건이 유지되는 실험실(25 ± 1 °C, 50 ± 5% relative humidity)을 방문하여, 참여 의사 동의서를 작성하고, 하박 내측을 동일한 제품으로 씻어낸 다음, 시험을 위한 피부가 항온항습 조건에 적응을 위하여 15 min 이상 대기하였다. 각질 태닝 염색을 위하여, 2% DHA를 함유한 제품을 10 min 간격으로 3회 피험자의 하박 내측의 좌우에 2 μL/cm²의 농도로 도포하였다. 각질 염색 이후, 시험 제품을 1일 2회 도포하여 7일간 각질에 대한 효과를 측정하였다.

2.6. DHA를 이용한 각질 염색 시험에 따른 피부색 측정

DHA에 의해 피부 각질세포와 케라틴의 아미노산과

반응하여 갈색의 melanoidein을 형성하는 염색 정도를 측정하였다. 이를 위해 비침습적인 방법으로 피부색 측정을 가시광선을 조사하여 반사되어 나오는 피부색을 측정하는 spectrophotometer (CM-2600d, Minolta, Japan)을 사용하였다. 피부색의 결과는 ITA° 값(individual typology angle)을 이용하여 나타내었고 ITA° 값은 아래 식(1)을 이용하여 계산되며, L*, b* 값은 3차원 CIE 색상 시스템에서 나타내는 값을 의미한다[16]. 또한 DHA를 도포하여 태닝을 활용한 ITA° 값의 변화량(ΔDn%)은 아래 식 (2)를 이용하여 계산하였다.

$$(1) \text{ITA}^\circ = 180 \times \arctan (L^* - 50/b^*) \times \pi$$

$$(2) \Delta \text{Dn}\% = 100 \times \frac{(\text{ITA}^\circ [\text{DHA tanning } n \text{ day}] - \text{ITA}^\circ [\text{DHA tanning } 0 \text{ day}])}{(\text{ITA}^\circ [\text{original skin color}] - \text{ITA}^\circ [\text{DHA tanning } 0 \text{ day}])}$$

2.7. 통계 분석

실험 결과의 올바른 분석을 위하여, 통계적으로 유의한 차이는 95% 신뢰수준으로 Student paired *t*-test 및 ANOVA test를 수행하였으며, 모든 통계 분석은 SPSS ver.23 (IBM, USA) 소프트웨어를 이용하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 글리콜릭 산(GA) 함량에 따른 각질 박리 효과(DC 염색)

Table 1A에서와 같이 GA의 농도를 각각 3%, 5%, 10%의 시험 제품을 제조하여, 시험을 실시하였다. DC 용액을 필터 종이에 적신 후, 새 필터 종이를 겹쳐 하박 내측에 올린 후, micro-pore 테이프로 이용하여 하박 내측을 고정하여 10 h 폐쇄 첩포하였다. 자외선 형광등을 위치하여 GA의 농도에 따른 시료를 도포한 부위를 도포 시간에 따라 촬영하였다. Figure 1에서 보는 바와 같이 GA의 농도에 비례하여 각질 박리 효과가 증가하는 것을 육안으로 관찰할 수 있었다. 정상적인 각질 박리를 보여주는 Base1 도포 부위와 비교 시, GA 농도가 증가할수록 각질 박리 속도가 5일차부터 가속화되는 것을 명확하게 확인할 수 있었다. Figure 1에서 DC에 의해 염색된 각질이 초기에는 UV 형광등 하에 DC의 발광 세기가 높아 균일하게 염색되어 보이지만, 특히 Base1을 도포한 부위를 관찰하면, 각질 박리가 일어나

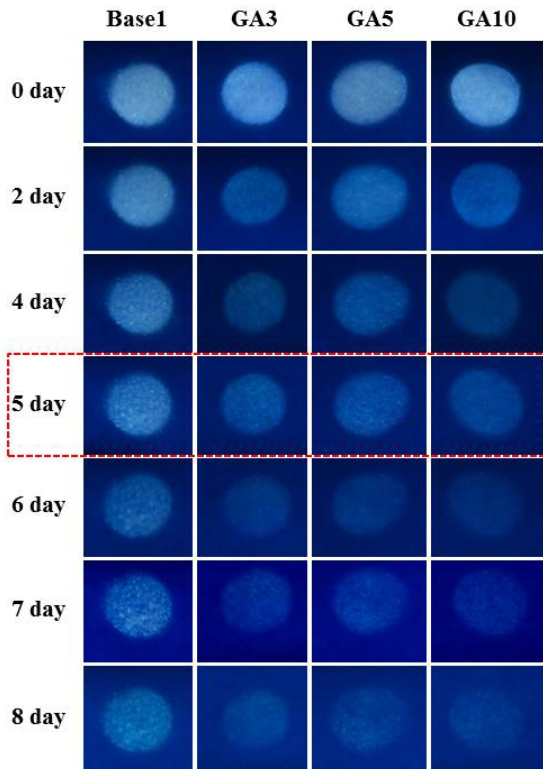


Figure 1. The photographs of fluorescence with dansyl chloride dye solution on skin surface disappearance. The fluorescence images were fade away after treatment with Base1, GA3 (glycolic acid 3%), GA5 (glycolic acid 5%) or GA10 (glycolic acid 10%) compared to Base1.

면서 각질 세포의 탈락이 DC 용액으로 염색된 모든 부위에서 동일하게 일어나지 않고, 염색된 부위에서 불균일하게 각질이 탈락되는 것을 확인할 수 있었다.

3.2. 하이드록시 산(HA)의 종류 및 pH에 따른 각질 박리 효과(DHA 염색)

Table 1B에서와 같이 하이드록시 산의 성분인 GA와 SA를 pH에 따라 각각 제조하여, 시험을 실시하였다. 피험자의 하박내측을 비누로 깨끗이 씻은 후, 15 min 간 향온향습 조건(25 ± 1 °C, 50 ± 5% relative humidity)에서 대기한 후, 2% DHA를 함유한 제형을 하박내측에 도포하였다. 10 min 간격으로 하박내측의 일정한 구획(16 cm², 4 × 4 cm²)에 3회 도포를 실시하였고, 오전과 오후에 반복적으로 도포하여, 총 6회를 도포하였다. 피부 표면 각질을 일정하게 염색한 후, 시험 제품을 7일간 매일 2회씩 도포하여 각질 박리 효과를 비교

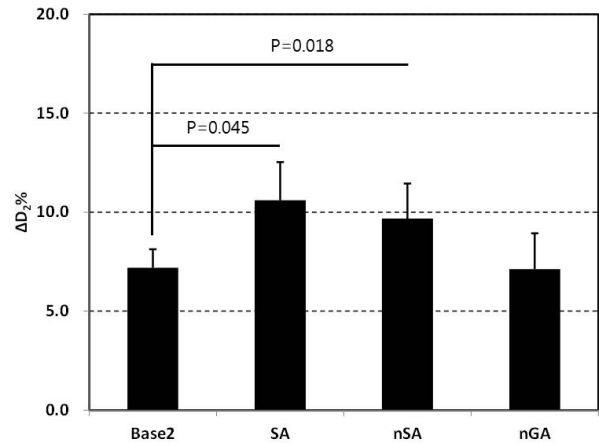


Figure 2. Percentage of skin exfoliation rate, ΔD₂% after 2 days of treatment with Base2, SA (salicylic acid), nSA (neutral salicylic acid) or nGA (neutral glycolic acid), compared to Base2. All data were paired-*t* test. Significant difference between SA or nSA to Base2 are indicated (*p* < 0.05).

하였다. Figure 2에서 보는 바와 같이 제품 도포 2일차에 ITA° 값의 변화량(ΔDn%)을 살펴본 결과, pH를 중성으로 유지한 GA (nGA), SA (nSA)에서 대조군(Base2)과 비교하였을 때, nSA가 통계적으로 유의하게 Base2에 비해 ITA° 값의 변화량이 높은 것을 알 수 있다(*p* = 0.018). 이와 유사하게 산성 pH를 유지하는 SA에서도 Base2에 비해 통계적으로 유사하게 ITA° 값의 변화량이 높았다(*p* = 0.045). 이와는 반대로 nGA를 도포한 부위에서는 ITA° 값의 변화량이 Base2와 유사한 결과를 나타내었다.

피부 장벽 기능을 나타내는 수치인 TEWL을 시험 제품을 도포한 후, 시간에 따른 변화를 살펴본 결과를 Table 2에 나타내었다. TEWL은 시험 제품을 도포한 후, 시간에 따라 측정된 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(ANOVA test). 시험 제품 간의 TEWL의 값을 비교한 결과에서도 마찬가지로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

3.3. 살리실 산(SA)의 pH에 따른 각질 박리 효과(DHA, DC염색)

앞선 시험결과의 확인을 각질염색 방법 2가지를 모두 사용하여 Table 1C에서와 같이 제조한 시험제품으로 SA의 pH에 따른 각질 박리 효과를 측정하였다. 마

Table 2. Mean TEWL(g/m²h) ± S.D. with Base2, SA, nSA and nGA

| TEWL ¹⁾ (g/m ² h) | 1 day | 2 day | 5 day | 7 day |
|---|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Base2 | 7.48 ± 1.06 ²⁾ | 7.73 ± 1.42 | 6.23 ± 1.14 | 6.94 ± 0.62 |
| SA | 7.40 ± 0.74 | 7.41 ± 0.87 | 6.30 ± 1.20 | 6.81 ± 1.47 |
| nSA | 8.72 ± 2.49 | 6.79 ± 0.58 | 5.53 ± 0.78 | 6.18 ± 1.64 |
| nGA | 8.83 ± 1.17 | 6.62 ± 1.42 | 5.64 ± 2.04 | 5.96 ± 1.74 |

¹⁾ TEWL (trans-epidermal water loss) measured during 7 days of treatment with Base2, SA (salicylic acid), nSA (neutral salicylic acid) or nGA (neutral glycolic acid). All data were normally distributed. These data was not significant difference by ANOVA test.
²⁾ Data was shown mean TEWL ± S.D. (standard deviation).

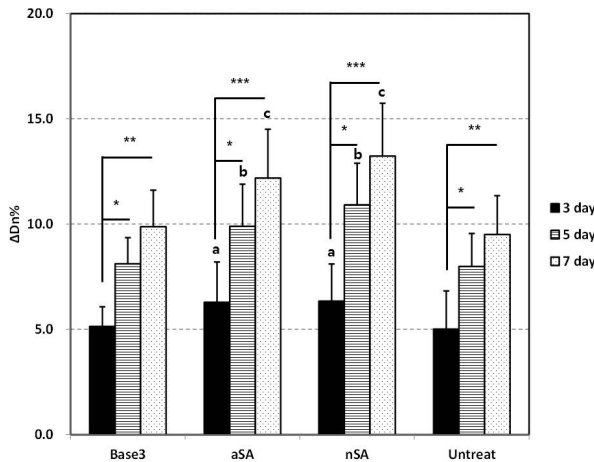


Figure 3. Percentage of skin exfoliation rate, ΔDn% after treatment with Base3, aSA (acid salicylic acid), nSA (neutral salicylic acid) or untreated site compared to 3 days and to measurement time. Compared to 3 days data were Student paired *t*-test and significant difference are indicated (**p* < 0.05, ***p* < 0.01, ****p* < 0.001). Small letter was separated at 3, 5, 7 day respectively by ANOVA test (*p* < 0.05).

찬가지로 하박 내측에 각각 DHA, DC 용액을 도포와 폐쇄 첩포의 방법을 이용하여, 피부 표면 각질을 염색하였다. 이후 7일간 매일 2회씩 시험제품을 하박내측의 일정한 구획에 도포하여 도포에 따른 각질 박리 효과를 측정하였다. DHA로 각질을 염색하여 시험제품 도포에 따른 ITA° 값의 변화량을 관찰한 결과, SA의 pH와 상관없이 Base3과 무처리(untreat)보다 통계적으로 유의한 증가값을 나타내었다(Figure 3). 시험제품을 도포하거나 자연적으로 각질을 박리되는 것을 시간에 따라 ITA° 값의 변화량이 통계적으로 유의하게 증가하는 것을 통해 관찰할 수 있었다.

DC로 염색한 피부표면각질에서 나타나는 형광의

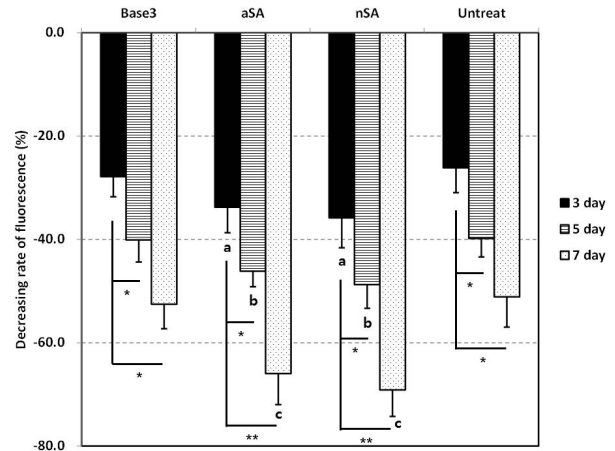


Figure 4. Percentage of decreasing fluorescence intensity treatment with Base3, aSA (acid salicylic acid), nSA (neutral salicylic acid) or untreated site compared to 3 days and to measurement time. Compared to 3 days data were Student paired *t*-test and significant difference are indicated (**p* < 0.05, ***p* < 0.01, ****p* < 0.001). Small letter was separated at 3, 5, 7 day respectively by ANOVA test (*p* < 0.05).

세기를 측정하여, 시험제품 도포에 따른 형광세기를 나타내었다(Figure 4). 시간에 따라 시험제품의 도포 부위와 도포하지 않은 무처리 부위에서 통계적으로 유의하게 형광의 세기가 감소하는 것을 나타내었다. 시험제품 간 비교를 통하여, 산성 pH의 SA (aSA)와 중성 pH의 SA (nSA)를 도포한 부위는 Base3를 도포한 부위와 무처리 부위보다 통계적으로 유의하게 형광 세기의 감소를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 각질 박리 및 노화 방지에 빈번하게 사용되는 하이드록시 산의 종류와 농도, pH에 따른 각

질 박리 효과를 DHA를 이용한 염색방법과 DC를 이용한 염색방법을 이용하여 그 효과를 연구하였다. AHA의 대표적 물질인 GA를 이용하여 농도에 따른 각질 박리 효과를 관찰한 결과, 산성 pH를 유지하는 상태에서 GA는 농도의 증가에 따라 각질 박리 효과도 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. DC로 피부 표면 각질을 염색하여 자외선 형광등 내에서 발광하는 형광의 세기를 관찰한 결과 시험 제품 도포 부위에서 균일한 각질이 탈락되는 것이 아니라 불균일하게 각질 탈락이 일어나는 것을 관찰하였다.

AHA의 대표적 물질인 GA와 BHA의 대표적 물질인 SA를 중성 pH를 나타내는 시험 제형으로 각질 박리 효과를 측정한 결과, SA를 도포한 부위에서 pH와 상관없이 통계적으로 유의한 각질 박리 효과를 나타내었다. 이와는 다르게 중성 pH를 나타내는 GA에서는 각질 박리 효과를 기대할 수 없었다. 각질 박리에 따른 TEWL의 증가를 예상하여 도포에 따른 피부 장벽 기능을 관찰하였지만, 도포 기간 중 TEWL의 변화를 볼 수 없었다.

SA의 pH에 따른 각질 박리 효과를 DHA, DC로 각각 염색하여 비교한 결과, 시간에 따라 각질 박리 효과를 볼 수 있었고, SA의 도포 부위에서 각질 박리 효과가 가속화하는 것을 나타냈다. pH에 따라 산성, 중성으로 제조한 SA는 pH와 관계없이 각질 박리 효과가 우수한 것으로 나타났다.

GA와 다르게 SA는 중성 pH로 제조한 제품에서도 동일한 각질 박리 효능을 갖고 있음을 확인할 수 있었다. 민감성 피부와 같이 pH에 민감한 피부를 가진 사람들에게 있어서 중성 pH로 제조한 SA는 훌륭한 각질 박리 효능을 지니므로, 훌륭한 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 실험을 통해 피부 장벽 기능의 손상을 확인할 수 없어, 보다 안전한 화장품을 만들면서 효능을 극대화할 수 있는 화장품을 제조할 수 있을 것이라 예측된다.

Reference

- H. Schade and A. Marchionini, Der säuremantel der haut, *J. Mol. Med.*, **7**(1), 12 (1928).
- P. M. Krien and M. Kermici, Evidence for the existence of a self-regulated enzymatic process within the human stratum corneum-an unexpected role for urocanic acid, *J. Invest. Dermatol.*, **115**(3), 414 (2000).
- J. W. Fluhr, J. Kao, M. Jain, S. K. Ahn, K. R. Feingold, and P. M. Elias, Generation of free fatty acids from phospholipids regulates stratum corneum acidification and integrity, *J. Invest. Dermatol.*, **117**(1), 44 (2001).
- M. J. Behne, J. W. Meyer, K. M. Hanson, N. P. Barry, S. Murata, D. Crumrine, R. W. Clegg, E. Gratton, W. M. Holleran, P. M. Elias, and T. M. Mauro, NHE1 regulates the stratum corneum permeability barrier homeostasis. Microenvironment acidification assessed with fluorescence lifetime imaging, *J. Biol. Chem.*, **277**(49), 47399 (2002).
- S. J. Bashir, F. Dreher, A. L. Chew, H. Zhai, C. Levin, R. Stern, and H. I. Maibach, Cutaneous bioassay of salicylic acid as a keratolytic, *Int. J. Pharm.*, **292**(1), 187 (2005).
- E. Merinville, A. Laloef, G. Moran, O. Jalby, and A. V. Rawlings, Exfoliation for sensitive skin with neutralized salicylic acid?, *Int. J. Cosmet. Sci.*, **31**(3), 243 (2008).
- G. E. Pierard and C. Pierard-Franchimont, Dihydroxyacetone test as a substitute for the dansyl chloride test, *Dermatology*, **186**(2), 133 (1993).
- S. J. Bashira, F. Drehera, A. L. Chewa, H. Zhaia, C. Levina, R. Sternc, and H. I. Maibach, Cutaneous bioassay of salicylic acid as a keratolytic, *Int. J. Pharm.*, **292**(1), 187 (2005).
- L. H. Jansen, M. T. Hojko-Tomoko, and A. M. Kligman, Improved fluorescence staining technique for estimating turnover of the human stratum corneum, *Br. J. Dermatol.*, **90**(1), 9 (1974).
- A. Johansson and H. Hammer, Measurement of the horny layer turnover after staining with dansyl chloride: description of a new method, *Acta Derm. Venerol.*, **58**(1), 76 (1978).
- M. Takahashi, D. Black, B. Hughes, and R. Marks, Exploration of a quantitative dansyl chloride technique for measurement of the rate of desquamation,

- Clin. Exp. Dermatol.*, **12**(4), 246 (2004).
12. B. D. Ridge, M. D. Batt, H. E. Palmer, and A. Jarett, The dansyl chloride technique for stratum corneum renewal as an indicator of changes in epidermal mitotic activity following topical treatment, *Br. J. Dermatol.*, **118**(2), 167 (2006).
 13. R. Marks, Cutaneous investigation in health and disease, ed. J. L. Leveque, 33, Marcel Dekker, New York Washington, D.C. (1989).
 14. G. E. Pierard, Microscopic evaluation of the dansyl chloride test, *Dermatology*, **185**(1), 37 (1992).
 15. K. De Paepe, E. Houben, R. Adam, F. Wiesemann, and V. Rogiers, Validation of the VapoMeter, a closed unventilated chamber system to assess trans-epidermal water loss vs. the open chamber Tewameter, *Skin Res. Technol.*, **11**(1), 61 (2005).
 16. A. Chardon, C. Cretois, and C. Hourseau, Skin color typology and suntanning pathways, *Int. J. Cosmet. Sci.*, **13**(4), 191 (1991).