

펌프 타입 화장품 도포에 따른 피부 표면 평가와 온도 측정

조완구[†] · 박지은*

[†]전주대학교 대체의학대학 기초의과학과

*경인식약청 유해물질분석과

(2010년 4월 13일 접수 ; 2010년 6월 15일 채택)

Assesment of Human Skin Surface and Measurement of Temperature upon Applying Pump Type Cosmetics

Wan-Goo Cho[†] · Jee-Eun Park*

[†]College of Alternative Medicine, Jeonju University,
Hyoja-Dong, Wansan-Gu, Jeonju 560-759, Korea

*Kyungin Food & Drug Administration, 120, Juan 1-Dong, Nam-Gu, Incheon 402-835, Korea

(Received April 13, 2010 ; Accepted June 15, 2010)

Abstract : Over the years, scientists have developed many test methods to evaluate the efficacy of skin care products. The needs for objective assessment have stimulated to develop instruments that are capable of reliably monitoring some parameters in evaluating skin conditions. The beauty is evaluated as a measure of smoothness of skin surface. Quantitative size measurements of skin pores is also important concept to evaluate the their conditions. The purpose of this paper is to measure the temperature change of skin and the size of pores in the skin. The pore sizes were changed by its varying skin temperature. They were decreased by applying a essence which is contained with propellant and contents.

Keywords : skin morphology, skin temperature, pore, cosmetics

1. 서 론

노화에 따른 얼굴 피부의 가장 큰 변화는 주름 증가, 탄력 감소, 색상 변화 등으로 알려져 있다[1]. 수많은 화장품이 시장에 출시되어 판매 되고 있으며 소비자들은 피부의 개선 또는 노화 지연을 기대하고 제품을 사용하고 있다. 따라서 화장품 적용 전후의 피부 형태의 변화 등을 평가하는 것은 매우 중요한 연구 분야로

대두되어 물리화학적인 방법으로 피부를 평가하는 방법이 활발히 연구되고 있다[2-4]. 그러나 미용 산업의 급성장과는 달리 이 분야에 대한 연구결과는 미미하다. 미용의 학문적 발전을 위해서는 우선 측정기기를 사용한 평가법이 객관화되어야 할 것이다. 측정기기를 이용한 피부와 모발에 대한 특성 평가는 다양한 의료용 측정기기의 개발과 응용으로 가능하게 되었으며 측정기기는 피부나 모발에 직간접적으로 적용되는 화장품의 효능 효과의 판정에서부터 유효성분에 이르기까지 널리 이용되고 있다[5].

측정기기를 이용한 평가법은 피부나 모발 상

[†]주저자 (E-mail : wgcho@jj.ac.kr)

태를 분석하는 방법에 따라 물리화학적 측정법(광학적 측정, 역학적 측정), 생리학적 측정법(각질 수분량 측정, 수분증발량 측정, 피지량 측정, 피부 pH 측정) 및 말초 혈액순환 측정법(피부 온도 측정) 등으로 구분할 수 있다. 그중에서도 피부 표면을 평가하는 방법으로는 주로 직접법과 간접법으로 구분할 수 있으며 직접법은 간섭무늬 투영법(fringe projection)을 이용하는 것으로 두개의 렌즈를 이용하여 피사체의 높낮이를 입체화하여 3차원 영상을 제작하여 분석하며 간접법은 다이아몬드 팁을 활용하는 단면측정법(profilometry)과 레이저 팁을 이용하는 레이저 단면측정법이 있다. 또한 레플리카(replica) 이미지를 포집하여 분석하는 광학 단면측정법(optical profilometry)이나 레플리카에 일정한 각도로 광선을 조사하여 생성되는 그림자를 분석하는 방법 등이 이용되고 있다[6-9].

소비자의 피부 노화 개선 및 예방에 관련한 다양한 요구 중에서 연령 증가에 따른 피지 분비의 통로가 되는 모공의 크기에 대한 불만이 매우 큰 것으로 나타나 있으며 모공에 관련된 화장품이 출시되고 있는 것으로 소비자의 요구를 파악할 수 있다.

본 연구에서는 피부의 다양한 측정 요소 중 화장품을 적용하였을 때의 피부 온도 변화와 특히 피부 표면의 모공 크기 및 화장품 적용시의 모공 크기 변화를 물리적 방법인 적외선 카메라와 레플리카를 이용한 광선 조사법에 의

한 피부 표면 분석 및 모공 크기에 변화에 대한 측정 결과를 보고하고자 한다.

2. 실험

2.1. 시약

사용된 시료는 Table 1에 나타난 것과 같은 화장품용 등급의 원료를 사용하였다. 증류수는 Milli Q(Millipore Co., Milford, MA, USA) 장치를 통과시킨 것을 사용하였다. PEPHA-TIGHT® (Algae Ext., Pentapharm, Swiss)와 POLYLIFT® (Dulcis seed Ext., Silab, France)는 제공 받은 상태 그대로 사용하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. 실험 대상

실험 대상은 병력이 없는 건강한 한국인 여성을 대상으로 총 35명을 실시하였으며 연령 분포는 20대 17명, 30대 7명, 40대 5명, 50대 6명이었다.

2.2.2. 피부 온도 측정

적외선카메라 (Thermo Tracer, Model: 6T62, 삼영전기, Japan)를 이용하여 측정부위를 촬영하여 측정하였다. 이때 실온 조건에서 피부의

Table 1. Materials for Experiments

| INCI name | Commercial name | Maker | Content(wt. %) |
|---------------------|-------------------|------------------------|----------------|
| Glycerin | ELOGLYN R980 | LG H&H(Korea) | 3.0 |
| Ethanol | Ethanol | Korea Ethanol(Korea) | 5.0 |
| Dipropylene glycol | DPG FC | Asahi Glass(Japan) | 3.0 |
| Methyl paraben | Methyl Paraben | Nipa(Japan) | 0.1 |
| Phenyl trimethicone | D.C. Silicone 556 | Dow Corning(USA) | 0.1 |
| Trisodium EDTA | EDTA-3Na | AKZO(Netherlands) | 0.03 |
| Polysorbate 80 | Tween 80 | Unichema(USA) | 0.8 |
| Sodium polyacrylate | Aronvis M | Nihon Junyaku(Japan) | 0.1 |
| Water | D. I. Water | | 77.56 |
| Citric Acid | Citric Acid | Sigma-Aldrich | 0.05 |
| Algae Ext. | PEPHA-TIGHT | Pentapharm(Swiss) | 5.0 |
| POLYLIFT | Dulcis seed Ext. | Silab(France) | 5.0 |
| Na-citrate | Na-citrate | Sigma-Aldrich | 0.06 |
| Fomes Mushroom Ext. | LARICYL LS 8865 | Serobiologique(France) | 0.2 |

평균 온도는 34 °C로 측정 되었으며 부위별로는 이마가 34~35 °C로 가장 높았으며 볼은 34 °C, 코는 상대적으로 사람마다 편차가 크지만, 일반적으로 이마나 볼에 비해 온도가 낮았다.

2.2.3. 모공 크기 측정

온도 20 ± 2 °C와 습도 50 ± 5 %의 항온 항습실에서 모든 시험자들은 시험 전 30분 정도 완충 시간을 갖고 모든 실험을 실시하였다. replica는 눈 밑 10 cm 하부에 표시를 하고 Xantopren®L (Heraeus Kulzer Ltd. Germany)과 경화제 (Dublish15, Dreve, Unna, Germany)를 1:1로 혼합하여 10분 후에 경화를 확인하고 negative replica를 피부로부터 떼어내었다. 이때 혼합액의 기포 형성을 제거하기 위해서 진공 펌프를 이용 기포를 제거하였다. 이후 폴리머와 경화제를 같은 형식으로 혼합하여 negative 레플리카로부터 positive 레플리카를 준비하였다. 제작된 레플리카에 흑색 산화철이 혼합된 왁스 혼합물로 표면을 처리하고 모공 이외를 왁스 혼합물을 제거한 후 레플리카를 CCD 카메라(752x582 pixel, CCS-212, 삼성항공, Korea)로 영상을 획득한 후 영상분석 프로그램인 Image Pro (Media Cybernetics Inc., USA)로 모공의 크기를 측정하였다. 모공 측정의 재현성을 검증하고자 5회 측정 후 유의차를 t-검정으로 실시한 결과 재현성을 확인할 수 있었다.

2.2.4. 인장 강도 측정

Universal Tester(Vitrodyne® V-1000, Chatillon™, USA)을 이용하여 잡아 늘일 때에 감지되는 힘(load)의 형태(profile)를 분석하여 측정하였다. 시료를 탄성 있는 고무위에 일정량 도포한 후 상온에서 10분간 건조 한 후 기기의 측정부에 물린 후, 30,000 mm를 당기기 위한 힘의 크기 및 형태를 분석하였다.

2.2.5. 에센스의 제조

Table 1의 성분에서 수상에 폴리머를 분산 용해 후 수상과 에탄올 상을 45 °C로 가열 하여 호모믹서 (TK Homo mixer, Japan) 4,500 rpm에서 2분간 유화하고 유화물을 실온 까지 냉각하여 제조하였다. 실험을 위한 캔에 충전된 에센스는 Table 1과 같이 제조된 에센스 A의 충전제로 HFC (Hydrofluorocarbon)을 사용하였다. 이때 내용물과 충전제의 비율은 1.5:8.5

의 비율로 충전하였다. 캔은 Fig. 1과 같은 구조로 주) 아이스텍(Seoul, Korea)에서 공급 받아 사용하였다.

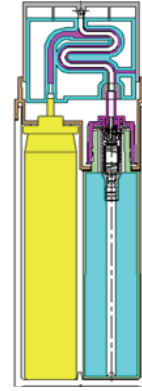


Fig. 1. Schematic diagram of essence bottle.

3. 결과 및 고찰

3.1. 에센스 적용 후 시간에 따른 피부 온도 변화

화장품의 용기는 병, 단지 등 손이나 주걱 등으로 사용하거나 펌프나 튜브를 이용하여 충전제나 압력 차이를 이용하여 토출화장품을 피부에 도포하는 방법 등 다양하다. 화장품의 사용 품목이나 양 등은 계절에 따라 기온에 의해 큰 차이를 보이며 특히 여름철에는 화장수 등을 냉장고에 보관하여 사용하는 경우도 있다. 본 실험에서는 HFC로 충전된 화장품 중 에센스의 토출 및 피부 도포 횟수에 따른 피부의 온도 변화를 측정하였다. Fig. 2에 적외선 감지기를 이용하여 측정된 사진이 있으며 사진에서 붉은 부분의 면적의 크기와 색상의 강도에 따라 온도 변화를 평가할 수 있다. 냉매에 의한 피부 온도 하강 효과를 측정하게 위하여 항온 항습실의 온도는 33.5 ± 0.5 로 조절하여 실험을 진행하였다. 냉매를 사용한 캔 타입 에센스와 일반 펌프를 이용한 에센스의 피부 도포 후의 온도 변화를 측정된 결과를 Table 2에 나타냈다. 일반 에센스를 사용한 직후에도 에센스 내용물에 함유된 에탄올과 물의 증발에 의한 온도 감소가 측정되었으며 냉매를 사용한 경우와는 도포 직후 약 2 °C 정도의 온도차를 보였으며 15 분 정도까지는 그 차이를 유지하였다.

Table 2. Change of Skin Temperature Before and After Applying Essences

| | Before | Just afetr application | After 3 min. | After 5 min. | After 10 min. | After 15 min. |
|------------------|--------|------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| With refrigerant | 34.1 | 29.7 | 29.2 | 29.0 | 29.1 | 29.7 |
| Emulsion | 34.2 | 31.3 | 31.8 | 31.5 | 31.5 | 32.2 |

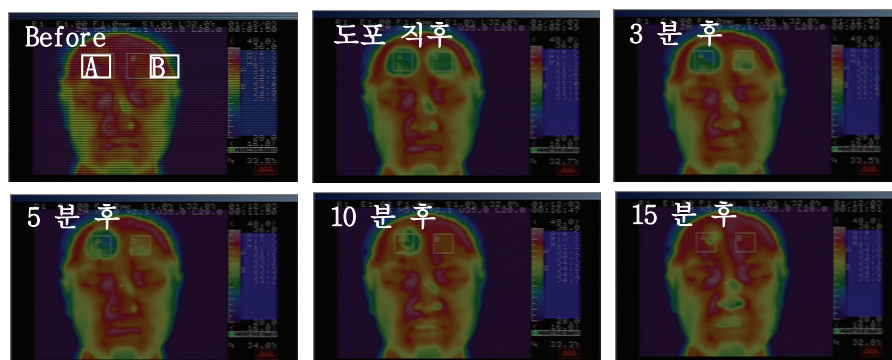


Fig. 2. Monitor of infrared camera before and after applying essence.

Table 3. Change of Temperature upon the Number of Pumping Times

| min. | 1 time | 2 times | 10 times | |
|--------|------------|------------|------------|--------------|
| | Aver. (°C) | Aver. (°C) | Aver. (°C) | Minimum (°C) |
| Before | 33.8 | 33.5 | 34.1 | 33.6 |
| After | 32.1 | 30.7 | 29.7 | 28.3 |
| 1 | 31.1 | 29.2 | 29.5 | 28.6 |
| 2 | 31.7 | 28.9 | 29.3 | 28.5 |
| 3 | 30.5 | 29.0 | 29.2 | 28.3 |
| 4 | 30.5 | 28.4 | 29.1 | 28.0 |
| 5 | 30.4 | 28.4 | 29.0 | 27.8 |
| 6 | 30.7 | 28.3 | 29.0 | 27.8 |
| 7 | 31.4 | 28.6 | 29.0 | 27.8 |
| 8 | 32.4 | 29.6 | 29.1 | 27.7 |
| 9 | 32.8 | 30.5 | 29.1 | 27.7 |
| 10 | 32.8 | 30.8 | 29.3 | 27.7 |

3.2. 펌핑 횟수에 의한 피부 온도 변화

캔에 충전된 에센스의 펌핑 횟수에 따른 피부 도포의 온도를 측정하였다. Table 3과 Fig. 3에 에센스 펌핑 횟수에 따른 온도 변화를 나타냈다. 1회 펌핑 에센스를 적용한 후 1분 간격

으로 피부 온도를 측정하였을 때 약간의 온도 하강 효과를 보였으며 2회 펌핑 에센스 적용 후에는 좀 더 큰 폭의 온도 하강효과를 보였으나 10회 펌핑 제품을 적용한 결과와는 유사한 결과를 보였다.

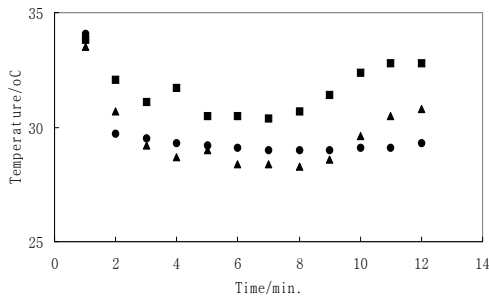


Fig. 3. Change of temperature against time. ■, ●, ▲, for pumping times of 1, 2, 10, respectively.

3.3. 냉각관 재질 및 펌핑 횟수에 따른 에센스 온도 변화

항온항실의 온도를 24±0.5 °C로 설정하여 캔 용기의 냉각관 재질에 따른 온도 하강 효과를 실험한 결과를 Table 4와 Fig. 4에 나타냈다. 같은 온도(°C)에서 초기냉각은 구리가 빠름, 펌핑 횟수가 많아질수록 냉각 속도 측면에서 열전도도는 은이 높았다.

Table 4. Temperature Change of Essence upon the Pumping Times and Material of Cooling Tube

| Pumping times | Copper (°C) | Silver (°C) |
|---------------|-------------|-------------|
| 1 | 19.3 | 21.4 |
| 2 | 18.4 | 19.8 |
| 3 | 17.8 | 18.6 |
| 4 | 17.3 | 17.7 |
| 5 | 17.1 | 17.3 |
| 6 | 17.1 | 17.0 |
| 7 | 16.9 | 16.5 |
| 8 | 16.7 | 16.5 |
| 9 | 16.8 | 16.1 |
| 10 | 16.6 | 15.3 |

3.4. 피부 온도변화에 따른 모공 크기의 평가

피부의 온도 변화에 따른 모공의 크기는 피부 온도에 따른 피부의 레플리카를 분석하여 측정하였다. Fig. 5에 온도에 따른 레플리카를 나타냈다. 이들 레플리카를 Image Pro로 분석한 결과 모공의 면적이 온도에 따라 Fig. 6과 같이 현격하게 감소함을 발견하였다. 이는 실험 오차를 감안하여도 충분히 의미가 있는 수치로 평가할 수 있다.

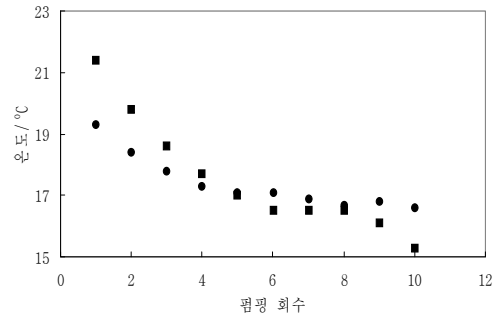


Fig. 4. Change of essence temperature against pumping times. ■, ● for copper and silver of cooling tube in a can, respectively.

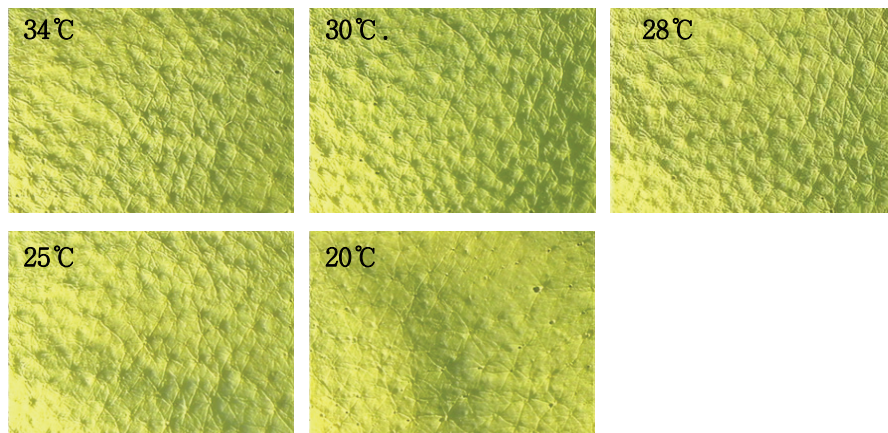


Fig. 5. Image of replica varying the skin temperature.

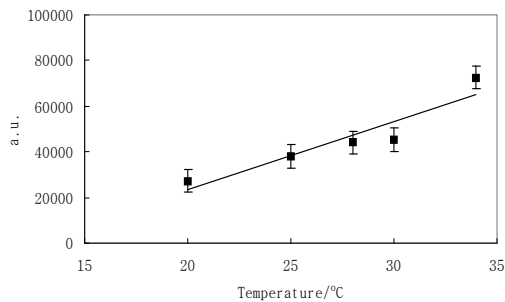


Fig. 6. Area(arbitrary units) of pores against skin temperature.

3.5. 에센스 적용에 따른 모공 크기의 평가

구리를 냉각관으로 사용한 펌핑 에센스 적용 전 후의 피부 표면 분석을 통하여 모공 크기 변화를 평가하고자 하였다. 실험에서 제조한 에센스를 항온 항습실에서 도포 전과 에센스 도포 후 및 세안 후 에센스의 도포로 나누어 피부 레플리카를 제작하고 평가하였다. 이때 에센스의 적용은 0.2 gcm^{-2} 의 일정량을 피부에 도포하였다. 이때 에센스 적용의 경우는 레플리카를 제작하기 전에 30분 정도의 에센스로 부터의 수분 증발 등 평형 상태에 도달할 수 있는 시간 후에 레플리카를 제작하였다. Fig. 7에 도포 전 후의 레플리카 이미지를 나타냈으며 Fig. 8에 면적으로 환산되는 모공의 크기를 나타냈다. 도포 전에 비하여 모공의 도포 후 면적 기준으

로 37.0 %의 감소 효과를 보였으며 세안 후 에센스를 적용한 후에는 53.1 %의 면적 감소 효과를 보였다. 모공 면적의 감소 요인으로는 크게 도포된 에센스의 효과, 온도 하강에 의한 효과와 폴리머의 수축 효과 등을 고려할 수 있으나 폴리머와 온도 변화에 따른 효과를 예측할 수 있었다.

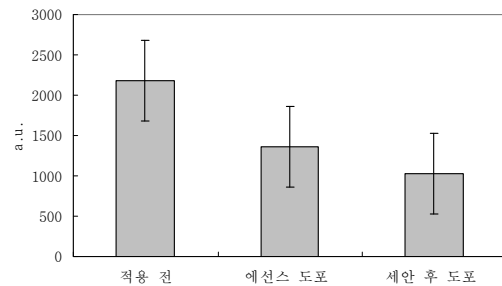


Fig. 8. Area(arbitrary units) of pores before and after applying essence.

3.6. 피부 수렴 효과의 평가

화장품 피부 도포 시 수용성 폴리머의 피부에서의 건조에 따른 피부 당김 현상을 측정하여 피부의 수렴 효과를 간접적으로 측정하고자 시험을 시행하였다. 원료회사에서 제공 받은 PEPHA-TIGHT®와 POLYLIFT®를 각각 탄성이 있는 고무판 위에 2.0 gcm^{-2} 의 일정량 도포

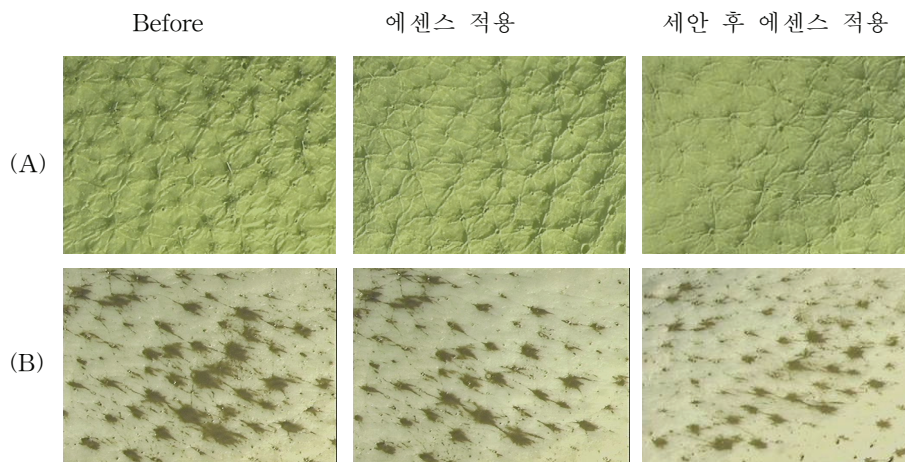


Fig. 7. Image of replica before and after applying essence. A, positive replica; B, negative replica(shadow due to the pores).

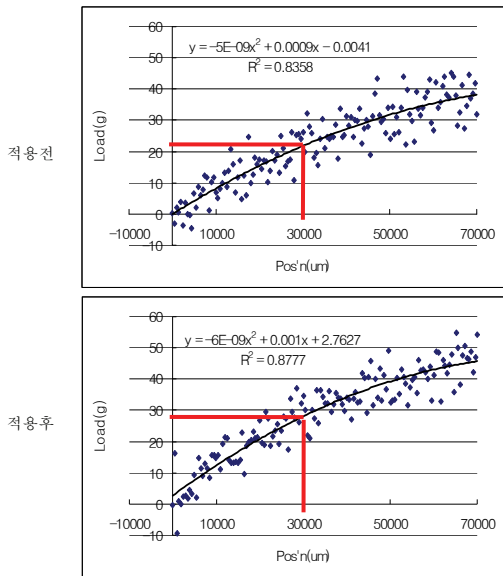


Fig. 9. Profile of load change in the condition of 10.0 % aqueous PEPHA-TIGHT® solution.

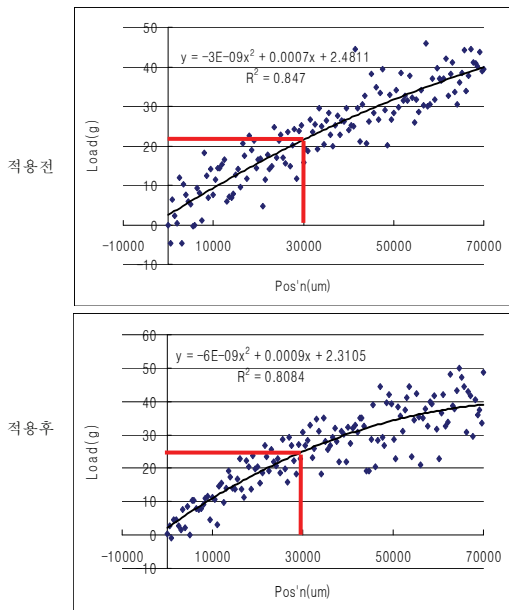


Fig. 10. Profile of load change in the condition of 10.0 % aqueous POLYLIFT® solution.

한 후 상온에서 10분간 건조한 후 인장 강도 측정을 위하여 준비된 고무의 양단을 만능 시

험기(universal tester)의 측정부에 물린 후, 30,000 um를 당기기 위한 힘의 크기 및 형태를 분석하였다. 측정원리는 기기를 통해 잡아 늘일 때에 감지되는 힘(load)의 형태(profile)를 분석하여 그래프의 기울기로부터 인장 강도를 환산하였다. Fig. 9와 10에 각 전용 전후의 프로파일 일을 나타냈다. Fig. 9는 PEPHA-TIGHT®의 적용 전 후의 프로파일로서 적용 전 후 간에 약 21.8 %의 인장 강도의 증가를 보였으며 Fig. 10의 POLYLIFT®의 경우는 약 15.1 %의 증가를 보였다. 따라서 상기의 원료를 에센스에 일정량 함유시키면 고분자의 피막 강도 개선에 의한 모공 축소 현상도 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결론

상기의 실험 결과로부터 하기의 결론을 얻을 수 있었다.

1. 화장품 도포 후 시간 변화에 따른 피부의 온도를 적외선 카메라로 측정하였다. 냉매를 이용한 펌프 타입의 제품에서 보다 많은 온도 하강 현상을 관찰 할 수 있었다.
2. 냉매를 이용한 펌프 타입 에센스의 펌핑 횟수 증가에 의한 온도 변화 정도를 측정된 결과 2회 이상의 펌핑에서는 더 이상의 온도 하강 효과를 보이지 않았다.
3. 냉각관 재질에 따른 온도 변화를 시험한 결과 같은 온도(°C)에서 초기 냉각은 구리가 빨랐으나 펌핑 횟수가 많아질수록 냉각 속도 측면에서 열전도도는 은이 높았다.
4. 피부 온도 변화에 따른 모공의 축소 정도를 레플리카 분석 방법으로 평가할 수 있었다. 이때 온도가 떨어지면 모공이 축소되었다.
5. 피부에 일반적인 용기와 냉매를 이용하여 도출되는 용기를 사용한 에센스의 피부 도포 시 온도 변화에 의한 모공 축소 효과를 측정 한바 온도 하강에 따른 모공 축소 현상을 유의차 있게 평가할 수 있었다.
6. 화장품 용 천연 폴리머를 제품에 혼합 할 때의 모공 축소 현상을 기대하기 위하여 폴리머를 건조 시켜 인장 강도를 측정하였다. 인장 강도의 증가가 관찰 되었으며 이는 에센스에서의 모공 축소 효과의 한 요소로서 작용하였다.

참고문헌

1. W. van Es-Spiekman and G. W. Lucassen, Skin characterization: Human skin water content versus lipid content measured by corneometer, sebumeter and ATR-FTIR spectroscopy, Proceedings XXIst IFSCC International Congress in Berlin, 248-256 (2000).
2. H. Takiwaki and J. Serup, Measurement of color parameters of psoriatic plaques by narrow-band reflectance spectrophotometry and tri-stimulus colorimetry, *Skin Pharmacol.*, **7**, 145 (1994).
3. P. Clarys, K. Alewaeters, R. Lambrecht, and A. O. Bare, Skin Color Measurements ; *Skin Res. Technol.*, **6**, 230 (2000).
4. G. E. Pierard, C. Pierard-Franchimont, and A. M. Klingman, Kinetics of sebum excretion evaluated by the Sebutape-Chromameter technique, *Skin Pharmacol.*, **6**, 38 (1993).
5. S. Akazaki and M. Kawai, Methods of evaluation of skin lipids, *Fragrance J.*, **13**, 64 (1994).
6. J. Hatzis, The wrinkle and its measurement-A skin surface profilometric method, *Micron.*, **35**, 201 (2004).
7. T. W. Fisher, W. Wigger-Alberti, and P. Elsner, Direct and non-direct measurement techniques for analysis of skin surface topography, *Skin Pharmacol. Appl. Skin Physiol.*, **21**, 1 (1999).
8. C. A. Gropper, M. J. Stiller, J. L. Shupack, F. Lizzi, J. Driller, and M. Morke, Diagnostic high resolution ultrasound in dermatology, *Int. J. Dermatol.*, **32**, 243 (1993).
9. M. Gniadecka, Non-invasive methods for determination of oedema and water behaviour in the skin, *Skin Res. Technol.*, **1**, 55 (1995).
10. M. Gniadecka, Potential for high-frequency ultrasonography, nuclear magnetic resonance, and Raman spectroscopy for skin studies, *Skin Res. Technol.*, **3**, 139 (1997).