

폴리올을 이용한 각질층 수분량 측정의 표준화 연구

남 개 원[†]

[†]서원대학교 화장품과학과, *서원 글로벌 피부임상센터
(2015년 6월 10일 접수, 2015년 6월 25일 수정, 2015년 6월 29일 채택)

Standardization of Hydration in the Stratum Corneum Using by Polyols

Gaewon Nam[†]

[†]Department of Cosmetic Science & Technology, Seowon University, 377-3
Musimseoro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk, 361-742, Korea

*Seowon Global Skin Research Center, 377-3 Musimseoro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk, 361-742, Korea
(Received June 10, 2015; Revised June 25, 2015; Accepted June 29, 2015)

요약: 피부의 최외곽층인 각질층에 대한 수분량을 측정하는 것은 피부장벽기능과 생물리학적 특성에 대한 피부 건강함, 유연함, 부드러움 등의 중요한 정보를 제공한다. 그러나, 평가자와 피험자와의 개인적인 차이와 측정환경의 변화에 따라 재현성과 반복성에 있어서 각질층의 수분량을 측정하는 데에는 많은 어려움이 있다.

본 연구의 목적은 피부 각질층에 여러 종류의 제품을 사용 전후에 객관적으로 수분량을 측정하는 데에 있다. 40명의 건강한 자발적 피험자의 하박 내측을 피부의 전기용량 특성을 이용하여 수화정도를 측정하였다. 피부 수분량은 시험제품 도포 후, 3 h, 6 h 뒤에 측정하였다. 무도포 부위의 편차를 보정하기 위해 수분증가율을 이용하였고, 5반복 측정을 통하여 분석하였다. 수분량 측정에 가장 효과를 보이는 대표적 폴리올 종류인 글리세롤과 부틸렌 글라이콜을 이용하여 연구를 수행하였다. 대부분의 폴리올 종류는 피부 수분량 변화에 영향을 미치지 때문에 연구에 참여한 피험자에게 0 ~ 20%의 글리세롤을 표준제품으로 사용하여 보정하였다.

피부 수분량은 낮은 농도의 글리세롤 범위에서 직선의 상관관계를 갖기 때문에, 글리세롤의 농도에 따라 피부 수분량에 대한 피험자 각각의 표준화된 곡선을 얻었다. 이렇게 얻어진 피부 수분량에 대응하는 글리세롤 농도 값은 통계학적으로 재현성과 반복성을 보였다. 게다가 이렇게 얻어진 표준화 곡선은 피험자 개인의 피부특성으로 활용할 수 있었다. 이러한 연구 결과는 화장품과 같은 피부외용제품에 대한 미세한 피부 상태의 변화와 외부 환경 변화에도 불구하고, 같은 결과를 보였다. 향후 이러한 결과를 토대로, 계면활성제와 지질, 수용성 물질에 대한 제품 원료에 대한 피부 측정에 필요한 비침습적 방법과 병행해서 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: The measurement of hydration level in the surface layer of the skin, stratum corneum (SC), gives important information on the biophysical properties and function of the skin barrier such as softness, flexibility, and healthiness of the skin. But it is difficult to measure a consistent hydration level from a sample to another sample due to individual variations and environmental changes. The aim of this study was to evaluate objective hydration after using various products in the SC. The SC Hydration was measured by capacitance (Corneometer[®], C+K, Germany) on the ventral site of forearm from 40 healthy volunteers. The skin surface was chronologically measured immediately after application of the test products and 3 and 6 hours later. We analyzed the averages of five measurements of each site and used the hydration increase rate for correction on untreated site variation. We found that most polyols including glycerol and

† 주 저자 (e-mail: skarod@seowon.ac.kr)
call: 043)299-8496

butylenes glycol influenced directly the hydration increase rate in the SC previously. In this study, glycerol was used to prepare the standard products from 0 to 20 percents and applied to the same volunteers. The individual standard curve showed linear relation to glycerol concentrations. Based on the the standard curve, hydration of SC was converted into hydration increase rate to glycerol concentrations. The converted glycerol concentrations of products were repetitive and reproducible. In addition, the individual standard curve was used to relate the skin type of each individual. These results suggest that the hydration of the SC standardized regardless of external variation and individual skin condition can explain detailed skin state variation. Further studies will be conducted with other ingredients such as surfactants, lipids and aqueous materials, and with other methods for noninvasive measurement.

Keywords: stratum corneum, hydration, polyol, standard curve and skin type

1. 서 론

피부에 존재하는 수분의 정도에 따라 다른 전기적 성질을 가지는 데에 있어서 개발된 방법들로서 피부의 전기용량(capacitance)[1-5], 전기전도도(conductance)[6], 임피던스(impedance)[7-8] 등을 측정하는 장비들이 주로 이용된다. 가장 많이 알려지고 범용적으로 사용되는 장비는 피부의 전기용량을 측정하는 Corneometer[®]이다. Probe는 사방 7 mm의 크기이며, 전극(전극의 폭이 50 μm , 간격이 75 μm)이 배치되어 있고, 프로브(probe)를 피부에 접촉하면 평균 1 MHz의 주파수로 정전용량을 구하여 피부표피층의 수분을 측정한다. 전극표면은 두께 20 μm 의 유리(glass)로 피복되어 있고 피부와 전극과의 직접적인 이온 전도는 없다. 측정수치는 임의의 단위(arbitrary unit)로 표시되며, 0으로부터 150의 범위로 측정되어진다. 측정심도는 약 100 μm 정도라고 되어 있다.

Skicon[®]은 3.5 MHz의 고주파전류를 외경 2 mm의 원판과 외경 6 mm의 overpass ring으로 이루어진 구조를 한 전극을 통하여 피부에 흘려 보내어 전기전도도를 측정하는 것이다. 그 측정원리를 보면, 약 20 μm 정도 깊이의 수분을 측정하고 있는 것으로 알려져 있다. 각질층의 수분보유기능의 평가법으로서 Tagami 등은 각질층 수부하시험법(*in vivo* water sorption-desorption test)을 개발했다[9]. 측정부위의 전기전도도를 우선 측정하고, 물방울을 피부 표피 위에 떨어뜨린 후 10 s 정도 후 제거하여, 직후부터 2 min 후까지 30 s마다 측정을 하는 것이다. 전도도는 닦아 내어 취한 직후는 높은 값을 나타내고, 서서히 떨어져 최초의 상태로 되돌아간다. 이 평가법을 이용해 각질층의 흡습성(hygroscopicity), 수분 함유 능력(water holding capacity)을 조사할 수 있다[10].

건조한 피부에서는 두 가지 인자가 낮은 값으로 나타난다. 또한 본 방법을 이용하여 외용제를 도포한 후, 각질층에 대하여 측정하면, 그 제제가 각질층의 흡습성을 높이는 기능이 어느 정도 있는지, 수분 함유 능력이 어느 정도 되는지를 해석할 수 있다. Corneometer[®]와 Skicon[®]의 기기 측정값을 비교하였을 때 높은 상관성을 보였으며($r=0.89$) 필요한 상황에 따라 적절히 활용하면 된다. 단, Corneometer[®]는 수분량이 높은 곳에서, Skicon[®]은 수분량이 낮은 곳에서 감도가 약간 둔하게 되는 단점이 존재한다[11].

과거부터 피부의 수분량을 측정함으로써 제품의 보습효과를 나타내는 데에 필수적인 증명 방법으로 이용하였지만, 정확하고 객관적으로 나타내는 데에는 피부의 외부 변화 및 개인 피부 특성의 차이가 커, 무도포 부위를 음성 대조군으로 설정하여 일회성 측정 결과를 토대로 상대적인 평가를 진행하였다. 또한 제품 성분의 종류에 따른 피부 수분의 변화를 파악하여, 제품의 처방 설계에 활용하고자 하는 노력이 많았다[12-13]. 그러나 제품의 성분으로 쓰이는 원료의 종류가 다양하고, 피부 특성 역시 다양하여, 조합 설계를 통한 분석 방법에 대한 한계가 존재하였다.

본 실험에서는 화장품의 대표적 보습 성분인 폴리올을 이용하여, 피부 수분량 측정에 있어서, 객관적인 측정방법을 연구하고자 하였다. 폴리올 중에 대표적인 글리세롤의 농도에 따른 피부 수분량의 변화와 이를 이용한 표준화 방법을 탐색하여, 보다 많은 제품의 평가에 있어서, 객관적인 평가가 가능하도록 통계적 분석을 통하여 확인하였다.

Table 1. Standard Products of Polyol

	STD#1	STD#2	STD#3	STD#4	STD#5	STD#6	STD#7	STD#8
D.I Water	96.53	95.53	93.53	91.53	89.53	86.53	81.53	76.53
EDTA-2Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
BIOPHILIC H	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
D-M	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
D-P	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Glycerol	0.00	1.00	3.00	5.00	7.00	10.00	15.00	20.00
Germall 115	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Sepigel 305	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

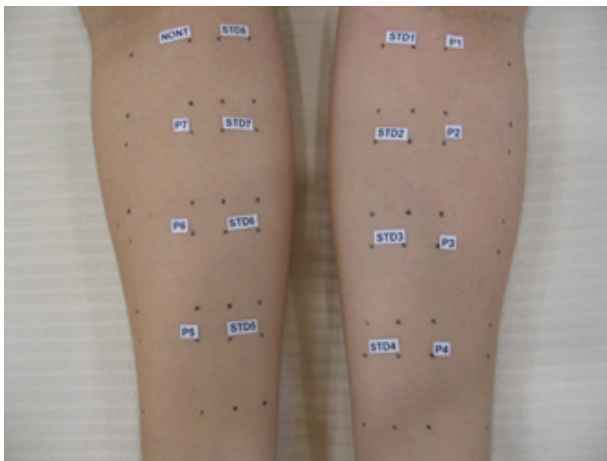


Fig 1. The example of application sites on test products and standard products.

2. 재료 및 방법

2.1. 피험자

총 40명의 건강한 성인(20 ~ 35세)을 대상으로 참여 의사 확인서를 받은 후, 시험에 참여하였다. 실험 결과의 재현성과 반복성을 보기 위하여 시험 일시를 다르게 선정하여 4차에 걸쳐서 각 시험 당 10명씩 시험에 참여하였다. 1차에 참여한 피험자는 남성 6명, 여성 4명이며, 2차 시험에는 남성 4명, 여성 6명, 3차 시험에는 남성 6명, 여성 4명, 4차 시험에는 남성 1명, 여성 9명을 대상으로 시험을 수행하였다. 피험자는 하박 내측에 병리학적 증상도 보이지 않았으며, 시험 수행 기간 동안 어떠한 국소 도포 제품도 사용하지 않았다. 이 연구에 대하여 참여의사 확인서를 받은 후, 학교 내 임상윤리심의위원회(IRB, international review board)의

허가를 득하여 수행하였다.

2.2. 시험 제품

시중에 판매하고 있는 제품 중에 보습을 소구하고 있는 국내외 제품을 대상으로 선발하였다. 총 23개의 국내외 제품을 시험 제품으로 선발 수행하였으며, 그 중 국내 3개 제품과 해외 제품 1개를 선발하여, 재현성과 반복성에 대한 분석 제품으로 선발하였다.

2.3. 표준 제품 제조

표준화된 제품을 피부 수분량 측정에 재현성과 반복성 분석을 위하여 사용하였다. Table 1에서와 같이 대표적 폴리올 종류인 글리세롤을 이용하여 0 ~ 20%의 농도로 총 8개의 표준 제품을 제조하여, 시험에 사용하였다.

2.4. 측정 기기

비침습적인 방법으로 피부 표면의 수분량을 측정하기 위해, 피부 전기용량 특성으로 활용한 기기를 이용하여 측정하였다(Comeometer®, CM825, Courage + Khazaka, Germany). 이 측정기기는 피부 표면의 표피층으로 약 0.1 mm의 깊이까지 수분량을 측정하여 임의 단위(arbitrary units)로 표현한다[14-15]. 5반복 측정을 통하여, 최대값과 최소값을 제외한 3개의 측정값의 평균을 사용하였다.

2.5. 시험 방법

피험자는 항온항습 조건이 유지되는 실험실(25 ± 2 °C, 40 ± 2% relative humidity)을 방문하여, 참여 의사 동의서를 작성하고, 하박 내측을 동일한 제품으로 씻어낸

Table 2. Individual Standard Curve on response to Glycerol. (a) 1st Study, (b) 2nd Study

(a) Subjects	3 hours			6 hours		
	Coefficient	Constant	R-square	Coefficient	Constant	R-square
S 1	3.1774	9.4744	0.9990	3.0400	24.6270	0.9170
S 2	2.6280	1.4934	0.9800	2.3287	-6.0857	0.9180
S 3	6.0595	22.9650	0.9480	8.6664	-13.9830	0.9520
S 4	4.0269	-3.9800	0.9160	3.7681	-0.1328	0.9160
S 5	1.3437	16.5390	0.9900	1.8566	2.2412	0.9250
S 6	3.8815	-1.1810	0.9800	4.0267	-5.6875	0.9350
S 7	3.8053	15.4960	0.9090	1.8208	19.4930	0.9300
S 8	3.2890	16.9440	0.9500	2.2210	7.4026	0.9570
S 9	1.0123	23.1870	0.9380	1.0062	28.2200	0.9330
S 10	3.3667	26.0860	0.9320	3.2289	6.1629	0.9350
Average	3.3970	11.8960	0.9800	3.1350	8.0300	0.9660

(b) Subjects	3 hours			6 hours		
	Coefficient	Constant	R-square	Coefficient	Constant	R-square
S 11	4.7986	-7.7668	0.9610	3.1596	12.4100	0.9250
S 12	4.7338	20.4140	0.9310	8.9889	-3.1665	0.9720
S 13	8.0033	-7.4021	0.9340	4.7122	9.0997	0.9530
S 14	8.3131	-9.8232	0.9690	5.4652	-7.2149	0.9840
S 15	4.4332	4.8324	0.9600	2.3019	45.1980	0.9230
S 16	4.7484	-5.1125	0.9730	4.4806	7.2908	0.9610
S 17	5.4114	-0.8392	0.9120	4.5978	-1.0731	0.9650
S 18	4.5901	2.9981	0.9200	3.9136	-11.1700	0.9560
S 19	3.1627	4.0968	0.9670	2.3998	-1.7761	0.9400
S 20	2.9470	10.3080	0.9360	4.6374	0.3043	0.9850
Average	4.6050	5.1640	0.9870	3.7460	9.1490	0.9660

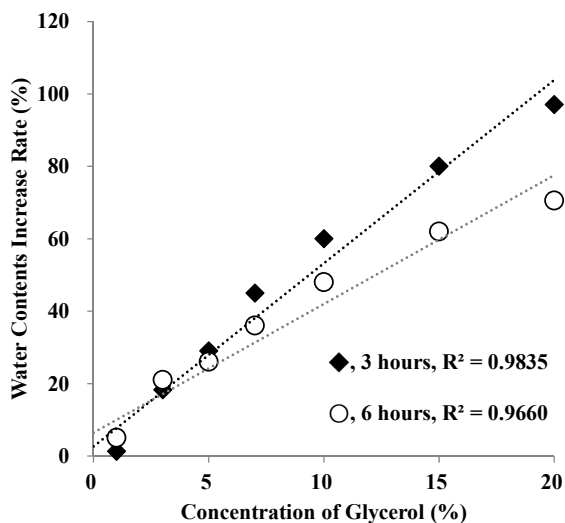


Fig 2. Water contents increased concentration dependant of glycerol.

다음, 시험을 위한 피부가 항온항습 조건에 적응을 위하여 15 min 이상 대기하였다. 피험자의 하박 내측의 좌우에 시험제품을 2 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ 의 농도로 무작위 도포하였다. 음성대조군으로서 무도포부위를 무작위로 선정하였다(Figure 1). 측정기기를 이용하여, 도포 전과 도포 후, 3 h, 6 h 후 측정을 수행하였다. 피부 수분량은 측정기기 표시되는 임의 단위를 이용하였고, 시간에 따른 수분 증가량은 아래와 같은 식을 이용하여 나타내었다.

$$\text{수분증가율(\%)} = \frac{(\text{도포 부위 수분량 차이}) - (\text{무도포 부위 수분량 차이})}{(\text{무도포 부위 수분량 차이} + \text{도포 부위 기본 수분량})} \times 100$$

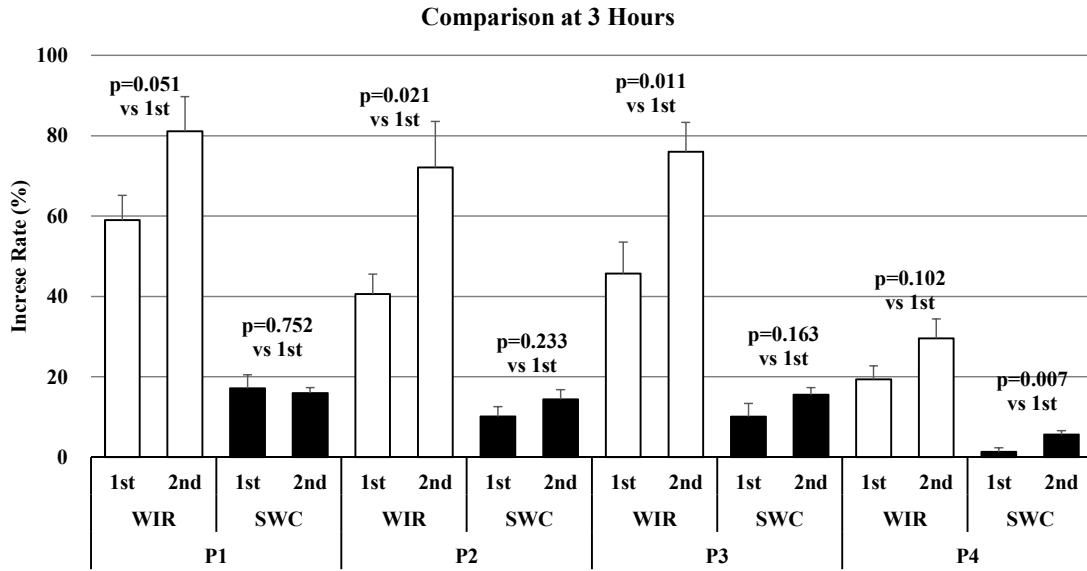


Fig 3. Comparison standard water contents (SWC, %) with water increase rate (WIR, %) in ventral forearm skin after application of cosmetic products 1 ~ 4 (P1 ~ P4).

2.6. 통계 분석

실험 결과의 올바른 분석을 위하여, 정규성 검증을 실시하여 모수와 비모수 여부를 구분하였다. 정규성 검증에 있어서 모수 분석에 있어서는 이표본 T 검정을 실시하였고, 비모수 분석에 있어서는 Mann-Whitney 검정을 실시하였다. 통계적으로 유의한 차이는 95% 신뢰수준으로 수행하였으며, 모든 통계 분석은 Minitab® Ver.14 (MINITAB Inc, PA, USA) 소프트웨어를 이용하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 양성대조군으로서 폴리올의 피부 수분량 영향

흡습제(humectants)는 각질층 내에서 수분을 잡아주거나 끌어당기는 역할을 한다. 또한 피부 내에서 안에서 바깥으로(inside out, 진피층에서 표피층으로), 바깥에서 안으로(outside in, 외부 환경에서 피부의 보습을 유지시키는) 수분을 유지시키는 기능을 가진다. 일반적으로 화장품에 보습 성분으로 전통적으로 사용되고 있으며, 이러한 흡습제에서 가장 효과적으로 사용되는 성분은 폴리올이다. 이러한 폴리올 중에서 글리세롤은 가장 많이 사용되는 성분이며, 글리세롤을 포함한 보습제는 보습 지속력을 유지시키고, 수분 손실을

막아주는 효과를 나타낸다. Figure 2에서 보는 것과 같이 글리세롤의 함유 농도에 따라 피부 수분량이 시간에 따라 변화되는 것을 보여준다. 글리세롤의 농도에 따라 일차식의 곡선으로 정확하게 6 h까지 유지되는 것을 볼 수 있다.

3.2. 글리세롤에 반응하는 개인별 피부 수분량 영향

글리세롤의 농도에 따라 피부 수분량이 변화하는 양은 개인에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 피부특성에 따라 구분되는 피부타입과 같이, 개인에 따른 글리세롤에 대한 피부 수분량 변화는 상이하게 나타났다. Table 2에서 보는 바와 같이 20명의 피험자를 대상으로 2차에 걸친 피부 수분량 평가에 있어서, 피험자(subject)에 따른 글리세롤의 수분 증감율에 대한 추세를 작성하였을 때, 글리세롤에 따른 농도에 R2의 값은 모두 0.9 이상의 높은 상관성을 갖지만, 기울기(coefficient)와 상수(constant)의 값은 개인별로 다른 결과를 보여주고 있다.

3.3. 표준 수분량

개인별 피부 수분량을 글리세롤의 농도로 환산하여, 제품의 도포에 따른 수분량의 변화를 Figure 3에 나타내었다. 4개의 제품을 도포하여, 2차에 걸친 시험을

Table 3. Comparison Reproducibility of Water Increase Rate (WIR) and Standard Water Contents (SWC). (a) WIR, (b) SWC

(a)								
p-value	P 1		P 2		P 3		P 4	
	2Sample T-test	Mann-Whitney	2Sample T-test	Mann-Whitney	2Sample T-test	Mann-Whitney	2Sample T-test	Mann-Whitney
3 hours	0.0510	0.1041	0.0210	0.0173	0.0110	0.0113	0.1020	0.2123
6 hours	0.4480	0.6232	0.4340	0.0640	0.1180	0.1859	0.3370	0.5708
(b)								
p-value	P 1		P 2		P 3		P 4	
	2Sample T-test	Mann-Whitney	2Sample T-test	Mann-Whitney	2Sample T-test	Mann-Whitney	2Sample T-test	Mann-Whitney
3 hours	0.7520	0.5205	0.2330	0.0539	0.1630	0.2730	0.0070	0.0091
6 hours	0.2160	0.3847	0.6750	0.7913	0.9550	0.9698	0.4870	0.9698

통하여, 재현성을 나타내었다. 수분 증감율(Water increase rate, WIR, %)은 모든 제품에서 시험의 횟수, 다른 피험자에 따라 통계적으로 유의한($p < 0.05$) 결과 또는 유사하게 차이가 나타났다. 이러한 결과는 시험에 따라 같은 반복적인 결과를 나타내기 힘들다. 이에 반해 표준 수분량(Standard water content, SWC, %)은 통계적으로 유의한 차이가 나지 않아 재현성을 갖추었다고 할 수 있다. 제품4(P4)의 경우, 통계적으로 유의한 차이($p = 0.007$)를 나타내었는데, 이 제품의 경우 폴리에올을 함유하지 않는 제품으로 분석되었다. 따라서 표준 수분량도 폴리에올이 함유된 제품에 한해서 결과의 반복성을 얻을 수 있다.

3.4. 피부 수분량의 반복 시험 영향

피부 수분량 측정에 있어서, 수분증감률과 표준수분량을 시간에 따라 통계적으로 반복성을 분석하였다. Table 3에서 보는 것과 같이 제품 도포 후, 3 h과 6 h 후의 통계적 분석 결과, 표준 수분량에 있어서 폴리에올을 함유하지 않는 제품 4(P4)의 3 h 도포 결과를 제외하고, 반복성을 갖는 결과를 나타내었다(분석 결과의 정규성을 검증하였으나, 나타내지 않아, 이표본 검정과 Mann-Whitney 검정 결과를 모두 나타내었다).

4. 결 론

본 연구에서는 화장품의 효능 중에 가장 빈번하게 표현하는 보습 효능에 대해 인체를 대상으로 피부 수

분량을 측정하는데 있어서, 결과의 신뢰도를 높이기 위한 연구를 진행하였다. 일반적으로 폴리에올은 가장 효과적인 흡습제로서 과거부터 보습효과를 부여하는 화장품 원료로 사용하였다. 폴리에올 중에 글리세롤을 사용하는 보습 제품은 수분을 함유하는 성질이 우수하여 지속효과가 우수한 제품에 이용하였다. 이러한 수분을 함유하는 성질 때문에 전기용량 특성을 이용하는 피부 수분량 측정에 있어서, 가장 높은 수치를 가질 수 있기 때문에 인체를 대상으로 하는 피부 수분량 측정에 양성대조군으로 사용하고자 하였다. 더 나아가 개인별로 글리세롤에 반응하는 피부 수분량의 수치가 다르기 때문에, 글리세롤을 이용하여 표준화된 수분량을 표현하였고, 이를 통하여 시험결과의 재현성과 반복성을 확인할 수 있었다.

기존 연구에 있어서는 제품의 보습력 또는 수분량 평가에 있어서 제품 도포 전과 후의 비교를 통해서, 한 번의 실험에 관련한 결과의 해석으로 여러 제품에 대한 상대적 비교평가가 통계학적으로 어려운 부분이 많았다. 보습 지속력과 같은 평가에 있어서는 기존의 평가법이 적당하지만, 제품 내 제형의 변화나 원료의 변화를 통한 설계 처방의 보습력 변화를 측정하는 데에는 무리가 있었다. 따라서 향후 이 방법을 통하여 시장에 경쟁력 있는 보습 제품 개발에 활용을 가져올 것으로 사료된다. 더 나아가 외부 환경의 변화나 서로 다른 피부특성을 지닌 피험자를 대상으로 화장품의 효능 평가에 안정적인 시험결과를 가져올 것으로 기대된다.

Reference

1. G. Jemec and J. Serup, Epidermal hydration and skin mechanics. The relationship between electrical capacitance and the mechanical properties of human skin *in vivo*, *Acta Derm. Venereol.*, **70**, 245 (1990).
2. F. Auriol, L. Vaillant, L. Machet, S. Diridollou, and G. Lorette, Effects of short-time hydration on skin extensibility, *Acta Derm. Venereol.*, **73**, 344 (1993).
3. G. Jemec and H. Wulf, The plasticising effect of moisturisers on human skin *in vivo*: a measure of moisturizing potency?, *Skin Res. Technol.*, **4**, 88 (1998).
4. J. Bettinger, M. Gloor, A. Vollert, A. Kleesz, J. Fluhr, and W. Gehring, Comparison of different non-invasive test methods with respect to the effect of different moisturizers on skin, *Skin Res. Technol.*, **5**, 21 (1999).
5. G. Jemec and H. Wulf, Correlation between the greasiness and the plasticizing effect of moisturizers, *Acta Derm. Venereol.*, **79**, 115 (1999).
6. M. Mateus, Bergamaschia, D. Orlando, and H. Santosb, A comparative analysis of the changes during evaporation of three different commercial emulsion of unknown composition, *J. Dis. Sci. Technol.*, **31**, 188 (2010).
7. B. Murray and R. Wickett, Sensitivity of Cutometer data to stratum corneum hydration level. A preliminary study, *Skin Res. Technol.*, **2**, 167 (1996).
8. B. Murray and R. Wickett, Correlations between Dermal Torque Meter, Cutometer, and Dermal Phase Meter measurements of human skin, *Skin Res. Technol.*, **3**, 101 (1997).
9. H. Tagami and Y. Kanamaru, Water sorption-desorption test of the skin *in vivo* for functional assessment of the stratum corneum, *J. Invest. Dermatol.*, **78**, 425 (1982).
10. P. Clarys, A. Barel, and B. Gabard, Non-invasive electrical measurements for the evaluation of the hydration state of the skin: comparison between three conventional instruments - the corneometer, the skicon and the nova DPM. *Skin Res. Technol.*, **5**, 14 (1999).
11. E. Alanen, K. Nicklen, N. Lahtinen, and J. Monkkonen, Measurement of hydration in the stratum corneum with the Moisture Meter and comparison with the Corneometer. *Skin Res. Technol.*, **10**(1), 32 (2004).
12. G. Nam, S. Kim, E. Kim, J Kim, and B. Chae, How skincare ingredient concentrations can modulate the effect of polyols and oils on skin moisturization and skin surface roughness, *IFSCC magazine*, **9**(1), 37 (2006).
13. E. Kim, G. Nam, S. Kim, H. Lee, S. Moon, and I. Chang, Influence of polyol and oil concentration in cosmetic products on skin moisturization and skin surface roughness, *Skin Res. Technol.*, **13**(4), 417 (2007).
14. C. Blichmann and J. Serup, Assessment of skin moisture. Measurement of electrical conductance, capacitance and transepidermal water loss, *Acta Derm. Venereol.*, **68**, 284 (1988).
15. A. Barel and P. Clarys, Measurement of epidermal capacitance. In: Serup J, Jemec GBE; eds. Handbook of non-invasive methods and the skin, Boca Raton: CRC Press, 165 (1995).