

# 세라마이드가 피부장벽 기능에 미치는 효과

권 민 수, 최 태 부  
 건국대학교 산업대학원 향장학과  
 김 기 연  
 충청대학교 보건예술학부

## The Effect on the Skin Barrier Function of Ceramide

**Kwon, Min- Su, Choi, Tea-Bu**  
 Dept cosmology, Graduate School of Engineering, Konkuk University  
**Kim, Gi Yeon**  
 Faculty of Health & Aesthetics, Chung Cheong University

### Abstract

Ceramide is known as the one of the most important ingredients in the phospholipids that organize the horny layers, protecting the skin. It is discovered that the lack of the ceramide evaporates the skin and makes it very dry, also causes the various skin troubles worse. It is known that as Ceramide applied in the skin and penetrated to lipid layers of the horny layers, the topical applying ceramide prevent the skin dry, improves skin troubles and keeps the skin heathy long time. Especially, the quantity of ceramide is directly relevant to the skin barrier function which prevent horny layers evaporating. It will be clear that Applying ceramide to skin not only makes the skin barrier be formed and maintained, but also recover the damaged skin barrier. Then we make an experiment that when we apply emulsified ceramide products to damaged skin, how the damaged skin recover well and the skin barrier be formed effectively. It was a result that the skin which applied with ceramide was much more moist than the control. Also there is a significant difference between the two groups in TWEL, so it is sure that ceramide has a effective function as a skin barrier.

### I. 서론

피부는 조직학적으로 표피(epidermis), 진피(dermis), 피하지방(subcutis)의 3층으로 구성되어 있는데, 이중 가장 외부에 존재함으로써 피부노화의 측면에서 가장 중요한 역할을 하며 이에 따라 피부미용면에서도 가장 집중적인 연구의 대상이

되고 있는 것이 바로 표피이다. 표피에서도 최외각층인 각질층을 구성하는 성분은 각질세포와 피부지질로서 피부지질은 피부의 장벽 기능을 담당하는데, 이와 같은 피부의 장벽기능은 각질의 세포분열과 분화를 조절하여 외부 유해물질로부터 피부를 보호하고 체내 물질의 유출을 방지하며 피부 수분증발을 방지하는 중요한기능이라고 할 수

있다.1) 피부지질 중에서도 피부장벽기능을 담당하는 주된 지질은 표피의 각화세포(keratinocytes)가 분화되면서 생성되는 지질로서, 이 지질은 분화된 각질세포(corneocytes) 사이의 공간을 채우고 있어서 세포간의 결합력을 부여하는 역할도 하고 있다, 이러한 지질은 주로 세라마이드, 콜레스테롤 및 유리지방산으로 구성되어 있고 이들은 각각 각질층 지질 전체의 약 40~65%, 10% 및 25%를 차지한다. 또한, 이밖에 소량의 파이토스핑고신(phytosphingosine), 스펅고신(sphingosine)이 함께 존재하는 조성을 가진다.2)3)

표피는 연령, 성별, 구체적 부위, 지속적인 환경 자극, 스트레스의 증가 등의 외부 자극 누적으로 인해 그 기능이나 구조에도 변화를 일으키게 되며, 이러한 변화를 통해서 피부 염증, 노화 등의 반응이 진행되고 피부 보호막으로서의 기능이 저하된다. 이러한 기능 저하의 원인으로 최근 연구에 의하면 세라마이드의 감소에 의한 것으로 밝혀지고 있다.4)

본 연구에서는 피부 장벽기능의 저하 문제와 이로 인한 수분 보습능력의 저하 문제를 해결하기 위하여 효모에서 합성하여 인체에서 발견되는 세

라마이드와 동일한 구조의 천연 세라마이드를 유액제품으로 만들어 도포하여 그 효과를 확인하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

아토피 피부염이나 알레르기성 접촉 피부염의 병력이 없고 현재 피부 질환이 없다고 판정된 건강한 성인여성 10명을 대상으로 하였으며, 연령 분포는 40세에서 50세로 평균 연령은 45세였다. 모든 연구 대상자들은 실내온도 섭씨 25℃, 상대 습도 45%이하에서 30분간 안정시킨 후 각종 계측학적 연구를 수행하였다.

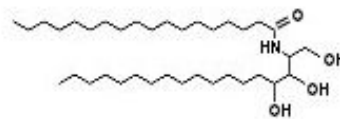
Tape Stripping에는 셀로판테이프(스카치™ 다용도 테이프, 3M)를 사용하였다.

### 2. 연구 재료

#### 1) 세라마이드

인체에서 발견되는 것과 동일한 형태의 세라마이드로 이스트로부터 정제하여 제조한 Degussa(독일)의 Ceramide3를 사용하였다.

- The structural formula of ceramide3



- The chemical name  
N-stearoyl-phytosphingosine
- The ICID name  
Ceramide3

※ ICID : International Cosmetic Ingredient Dictionary

1) Jacobi OK, About the mechanism of moisture regulation in the horny layer of the skin. Proc scisect. Toilet Goods Assoc. 1959;31:22-24

2) H. Lamber, W. Keuning, L v.d. Heijden, W. van der Wilden, E. Brand. Human Skin-identical Ceramides. 2000.

3) 오유경, 김기연 기능성 화장품 원료로서 세라마이드의 유용성에 관한 이론적 고찰. 한국미용학회지, 2002.

4) Imokawa G, Abe A, Jin K, Higaki, et al. A. Decreased level of ceramides in stratum corneum of atopic dermatitis, an etiologic factor on atopic dry skin. J Invest Dermatol. 1991;99:523-526

2) Formulation

세라미이드의 효과를 측정하기 위해서 피부에 세라미이드를 포함한 유액제품을 도포하여 그 효과를 측정하도록 하였다. 이 제품은 성상이 고체 파우더로서 그 자체로는 피부에 적용하기 곤란한 점과 불용성으로 제조의 어려움이 있으므로 리포솜 제제로 제조하였다.

Table 1의 조성을 사용하여 하기와 같은 방법으로 조성물을 제조 하였다.

가 상을 60°C~80°C로 가열하여 완전 용해한 후 나 상을 가에 투입 하고 다 상을 60°C 가열 후 가+나 상을 다에 투입하여 용해시켰다. 가+나+ 다를 호모믹서 3,000rpm의 속도로 2분간 유화시켰다. 그다음 얻어진 유화물을 Microfluidizer 1,000bar의 크기로 3회 통과 시키고, 40°C이하로 냉각 후 라 상을 투입하여 분산하였다.

Table 1. Formulation of emulsion

Ingredient	Content (%) Emulsion	Figure
Ethanol	10.00	가
Propylene Glycol	3.00	
Hydrogenated Phosphatidyl choline	1.00	
Cholesterol	0.50	
<b>Natural Ceramide/Ceramide3</b>	<b>1.00</b>	
Butyl Hydroxy Toluene	0.05	
Caprylic/Capric Triglyceride	10.00	나
DEA-Cetyl phosphate	0.30	다
DMDM Hydantoin	0.30	
Disodium EDTA	0.04	
D.I.water	to 100.00	라
SodiumPolyacrylate& Ethylenehexyl Stearat & Trideceth-6	0.2	

3. 연구 방법

1) Tape Stripping

피검자의 양쪽 하박 내측 면에 5x8cm크기의 직사각형을 표시하고 팔목의 5cm떨어진 위치에 표시하여 3주경과 후까지 표시가 남아 있지 않더라도 동일 위치를 확인할수 있도록 한다. 셀로판 테이프를 이용하여 반복적으로 50회씩 stripping하였다. Tape stripping 전과 50회 실시 후 경피수분손실(TEWL)과 피부수분 함유량 (Capacitance, AU)을 측정하였다.

2) 경피수분손실 및 피부 보습효과 측정

24시간 Kinetics 실험과 3주 Kinetics 실험을 병행하였고 실험실의 조건은 온도 24±2°C, 습도 45±5% 로 유지하였다. 시료를 5명에게는 우측에, 나머지 5명에게는 반대로 좌측에 시료를 도포하게 하였다. 동일인에서 기제를 도포한 부위와 도포하지 않은 대조군에서 경피수분손실과 피부 보습효과를 평가 하였다.

피험자는 매일 오전, 오후 2회씩 배포한 시료를 자가 도포 하고 1주 후와, 2주 후 각각 오후 3시에 경피수분손실과 피부 보습효과를 측정 하고, 2주 측정 후부터 피험자는 시료의 사용을 중단하였다.

시료를 사용하지 않고 실험개시 21째 날과 24일째 날의 경피수분손실과 피부 보습효과를 측정하였다.

3) 측정기기

① Teawameter TM210® (Courage+ Khazaka, Koln, Germany)

피부 표면에서 공기 중으로 수분이 확산한다고 가정하고 피부에서 일정한 높이에 있는 두 지점의

증기압을 측정하여 피부로부터 발산하는 수분량을 산정한 것이다

본 측정방법은 기본적으로 1885년 Adolf Fick에 의해 만들어진 확산법칙인 Adolf Fick's Law에 따라 수치화하고 있다.

② Corneometer CM825® (Courage+Khazaka, germany)

피부 표면의 정전 용량(electrical capacitance)을 이용해서 피부 표면 수분을 측정하는 기구이다. 두개의 절연된 금속판이 절연된 매질 내에 있는 것이 콘덴서 인데, 배터리가 연결되면 전자의 흐름이 발생하여 한쪽은 양성 전하가 생기고 다른 한쪽은 음성 전하가 발생한다. 이러한 조건은 배터리가 제거되어도 변하지 않고 남아 있는데 이러한 전기적 부하의 양을 정전 용량이라고 한다. 이러한 원리로 피부의 수분 함유량에 따라 정전 용량의 차이가 발생하게 된다.

4) 통계 처리

세라마이드 도포부위와 대조부위의 수분함유량과 경피수분손실량을 비교하였다. 통계학적 유의성을 검증하고자 One-way ANOVA test와 mutple comparison by LSD를 시행하였고, Independent t-test를 시행하였으며, 이를 p-value로 환산하여 나타내었다. 이상의 모든 통계처리는 SPSS10.0 프로그램을 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 피부 보습효과

Table 2에서 알 수 있듯이 실험 전 피부의 수분 함유량은 세라마이드 도포부위가 44.73±7.48, 대조부위가 44.13±7.55로 차이가 거

의 없었으며 50회 tape Stripping으로 각질을 파괴시킨 직후의 피부 수분 함유량은 세라마이드 도포부위가47.63±3.73, 대조부위가49.07±5.81로 오히려 조금 더 증가하였다.

Table 2. The skin hydration effect in process of time

Hours	capacitance. AU		
	Natural Ceramide	Control	P
BL	44.73±7.48	44.13±7.55	0.59
T0	47.63±3.73	49.07±5.81	0.60
T30min	60.57±6.17*	53.97±6.74	0.025
T2hour	60.53±7.49*	55.40±6.40	0.034
T5hour	58.63±5.18	54.80±5.75	0.045
T8hour	61.17±4.07	56.90±5.35	0.090
T24 hour	53.53±5.35	50.50±5.89	0.091
T7day	40.07±7.61	35.77±8.25	0.117
T14 day#	38.20±5.25*	33.00±6.35	0.041
T24day	43.33±9.20*	36.20±6.35	0.043

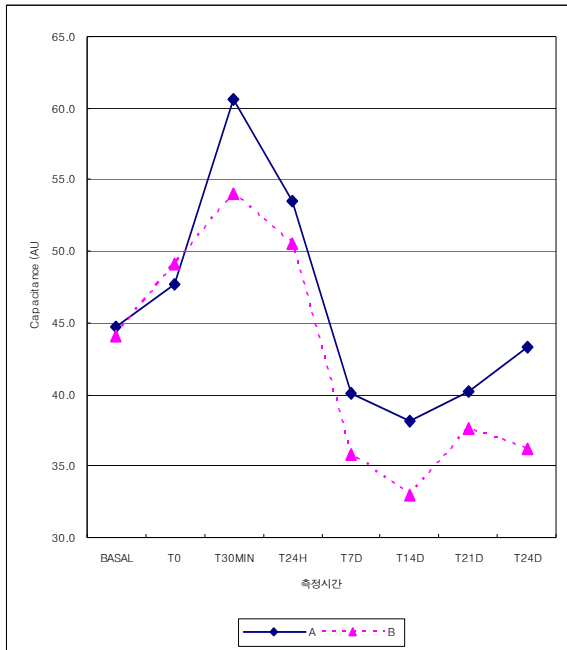
BL: Basal; Normal skin, T0: After tape stripping.

# : End of application

\* : P<0.05 compared with control skin hydration from 14days after application till 24days after application

시료 도포 후 8시간까지 세라마이드 도포부위가 높은 증가율을 보이나 24시간 후부터는 급격히 감소하였다가 시료 도포종료 후인 14일 이후부터 다시 완만하게 증가였다. 대조부위에서는 시료 도포 30분 후 높은 수분 함유율을 보이나 점차 감소하며 24시간 이후부터 급격히 감소하여 14일 후 까지 꾸준히 감소하였다가 14일부터 24일 이후까지 천천히 증가하였다(Fig.1).

Fig. 1. Change of skin hydration by ceramide solution



A: Natural Ceramide, B: Control  
 Basal: Normal skin. T0: After tape stripping, T30MIN: 30 minutes after application  
 T2H: 24 hours after application, T7D: 7 days after application, T21D: 21 days after application, T24D: 24 days after application

실험 종료일인 24일째 되는 날의 수분함유량은 세라마이드 도포부위가 43.33±9.20, 대조부위가 36.20±6.35로 세라마이드 도포부위가 대조부위보다 높게 나타났으며 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다(p<0.05) (Fig. 1).

2. TEWL(Transepidermal Water Loss, 경피수분손실)

Table 3. TEWL in process of time

Hours	TEWL(g/h m <sup>2</sup> )		
	Natural Ceramide	Control	P
BL	8.99±1.28	8.77±1.89	0.449
T0	10.16±4.08	11.63±2.78	0.412
T30 min	8.37±1.88	9.62±2.78	0.581
T2h	10.85±2.90	13.63±3.62	0.159
T5h	11.99±3.62	13.43±3.17	0.647
T8h	14.44±3.69	14.10±2.99	0.850
T24h	13.06±4.73	14.10±2.99	0.754
T7day	9.55±2.98	11.84±2.96	0.250
T14day#	11.87±2.31	13.75±3.14	0.314
T21day	10.00±2.65	11.76±3.66	0.438
T24day	10.63±2.56*	13.25±1.82	0.039

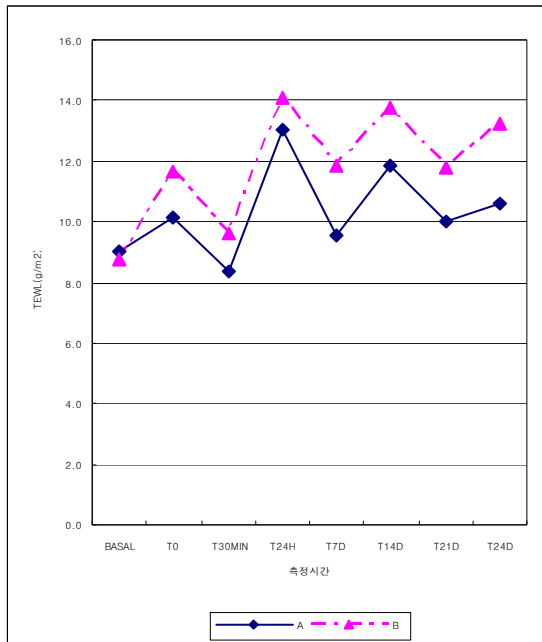
BL: Basal; Normal skin, T0: After tape stripping.  
 # : End of application  
 \* : p<0.05 compared with control transepidermal water loss 24 days after application

Table 3에서 보듯이 실험 전 경피수분증발량은 세라마이드 도포부위가 8.99±1.28, 대조 부위가 8.77±1.89로 세라마이드 도포부위가 높았으며 tape stripping 직후에는 대조부위가 11.63±2.78, 세라마이드 도포부위가 10.16±4.08로 대조부위가 높았으나 통계학적으로 유의미한 차이는 아니었다(P>0.05). 14일 동안 시료를 도포하고 중단하였는데, 도포7일째 감소하였다가 도포14일째 측정에서는 다시 증가하였다. 그러나 시료도포 중단 후 10일 동안 감소하였으며 마지막 측정에서는 세라마이드 도포부위가 10.63±2.56, 대조부위가 13.25±1.82로 세라마이드 도포부위에서 경피수분증발량이 감소하였다. 24일간 경피수분손실량은

비교해보면 24시간 후부터 24일째까지 대조부위에서는 불규칙하지만 큰 변화가 없어 보이나 세라미이드를 도포한부위에서 경피수분증발량의 감소가 나타났다(Fig. 2).

TEWL값은 피부 장벽기능을 말해주는데, 실험 마지막 측정에서 세라미이드와 대조부위 사이에서는 통계학적으로 유의미한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ) (Fig.2).

Fig. 2. Change of TEWL by ceramide solution



Abbreviations are the same as Fig. 1.

#### IV. 결론 및 제언

인체 피부의 표피는 각질층을 형성하여 피부 건조를 방지하고 다양한 외부 유해인자로부터 인체를 보호하는 일차적인 방어 기능이 있다. 피부는 각질층에 존재하는 수분으로 탄력 있고 부드럽게 되며, 각질층의 탄력성이 유지되려면 10%이상의

수분함유가 필수적인 것으로 알려져 있다.

피부 보습을 조절하는 내적인자로는 첫째, 각질층 하부로부터 수분확산 둘째, 피부 상층에 존재하는 수분과 결합할 수 있는 자연 보습인자 (natural moisturizing factor) 셋째, 수분손실을 막는 각질세포사이의 세포간지질(intercellular lipid) 이 있다. 세포간지질은 주로 각화과정에서 형성되는데 각화세포 결합을 개선하고 수분손실을 억제하여 각질층의 보습상태를 유지시키고, 인체를 보호하는 일차적인 방어기능으로서의 피부 장벽기능을 한다. 각질층에 존재하는 총지질의 40~65%를 다양한 종류의 세라미이드가 차지하고 있다. 즉, 세라미이드는 각질층에서 중요한 구성성분으로 지질 장벽(lipid barrier)을 형성하고 유지하는 피부의 수분 보유 능력에 있어 핵심적 역할을 한다.

본 연구에서는 인체 피부에 존재하는 것과 동일한 형태의 세라미이드가 기능적인 면에서 피부 장벽의 효과를 보이는지에 대하여 연구 하고자하였다.

결과는 다음과 같다.

1. 보습 효과의 경우 세라미이드 도포부위가 대조부위보다 호전을 보였으며 시료 도포를 중단한 후에도 보습력이 유지 되었다. 이러한 결과로 볼 때 세라미이드의 양은 각질층의 수분함유능 및 수분 손실을 방지하는 피부의 장벽기능과 직접적인 관련이 있다는 점을 알 수 있다.

2. TEWL은 tape stripping으로 장벽을 손상시킨 후 24시간까지 급격히 상승하였다가 그 이후에는 상당히 감소하였다. 특히, 14일째부터 시료 도포를 중단하고 10일 후인 24일째 측정에서는 세라미이드 도포부위가 대조부위와 통계적으로 유의미한 차이를 보임으로서, 피부 장벽의 기능으로써 효과가 있음을 말해주고 있다.

위의 두 가지 결과들로 보면 세라마이드는 피부 보습 화장품으로서의 적용이 가능하며, 세라마이드의 피부 장벽기능은 각질층 구성성분 감소를 나타내는 연령증가(aging)와 같은 물리적 요인 및 아토피 피부염과 같은 병적인 요인으로 보습과정이 장애를 받게 될 때 꾸준히 사용해 줌으로서 치료제의 보조적 역할이 가능 할 것으로 보인다.

본 연구에서 아쉬웠던 점은 피시험군의 연령이 좀 높았다는 점과 시료 도포기간이 짧았던 점을 들 수 있다. 장기간 사용했을 때, 다양한 연령대에서 나타날 수 있는 차이들에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것이다. 또한 한 두 가지의 세라마이드를 피부에 적용하여 그 효능을 나타내기에는 무리가 있다. 세라마이드의 함량보다는 얼마나 피부와 비슷한 조성을 가지고 있는가가 더 중요하며 표피 지질과 같은 조성으로 제조하여 피부에 도포했을 때 효과가 배가 될 것으로 사려 된다.

## 참 고 문 헌

1. Jacobi OK, About the mechanism of moisture regulation in the horny layer of the skin. Proc scisect. Toilet Goods Assoc. 1959
2. H. Lamber, W. Keuning, L v.d. Heijden, W. van der Wilden, E. Brand. Human Skin-identical Ceramides. 2000
3. 오유경, 김기연 기능성 화장품 원료로서 세라마이드의 유용성에 관한 이론적 고찰. 한국미용학회지, 2002
4. Imokawa G, Abe A, Jin K, Higaki, et al. A. Decreased level of ceramides in stratum corneum of atopic dermatitis, an etiologic factor on atopic dry skin. J Invest Dermatol. 1991
5. 이승현, 안성구, 정세규 저 피부 장벽. 여문각. 2004
6. Monon GK, Feingold KR, Elias PM. The lamella body secretory response to barrier disruption. J Invest Dermatol. 1992
7. Tagami, H. MD. Electrical Measurement of the Water content of the skin surface, Cosmetics & Toiletries. 1982
8. Wertz PW, Downing D. Gycolipids in mammalian epidermis : structure and function in the water barrier. Science. 1982
9. Landmann L. Epidermal permeability barrier. transformation of lamellar granules into intercellular sheets by a membrane-fusion process, a freeze-fracture study. J. Invest Dermatol. 1986
10. Elias PM, Brown BE, Ziboh VA. The permeability barrier in essential fatty acid deficiency, evidence for a direct role for linoleic acid in epidermal barrier function J. Invest Dermatol. 1980
11. Obata, M. MD. Tagami, H. MD. Electrical determination of water content and concentration profile in a simulation model of vivo stratum corneum, J. Invest Dermatol. 1989, 1992
12. 박장서. 피부 장벽과 스펅고리피드. 한국 피부 장벽 학회지 제4권 제1호. 2002