

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2017.3.3.31

JCCT 2017-8-5

## 보습상태에서 피부각질의 구조 모델링에 관한 연구 A study of structure modeling of the stratum corneum on the hydration

김정래\* · 김혜주\*\*

Jeong-Lae Kim\*, Hye-Ju Kim\*\*

**요약** 본 연구는 보습상태에서 피부의 각질층에 변화상태를 구조적으로 모델링한다. 피부구조에 따라 진행되는 형태는 세포사이와 세포횡단의 조건으로 조절 할 수 있도록 하였고, 구조적인 모델링으로 시스템의 변화상태를 확인하였다. 보습조건에서 크기·형태·조합의 모형을 구성하고, 결과적으로 보습상태의 피부 임피던스는 각층에 따라 피부에 측정 임피던스가  $\xi$ -R-SC-RH,  $\xi$ -R-SL-RH,  $\xi$ -R-SG-RH,  $\xi$ -R-SS-RH 와  $\xi$ -R-SB-RH 로 다른 형태로 나타났다. 보습조건에서 S-Corneum, S-Lucidum, S-Granulosum, S-Spinosum 과 S-Basale의 변화의 차가 있고, 변환을 제어하는 전달시스템을 구성과 변환모델을 세분화하여 구축하였다. 이를 통하여 보습상태에서 피부의 기능적 효능조절이 가능한 보습조절시스템이 구성되어 지속적인 피부의 개선효과가 진행 될 것으로 예상된다. 투과 조절시스템이 구성되어 지속적인 피부의 개선효과가 진행 될 것으로 예상된다.

**주요어:** 보습상태, 보습제어시스템, 개선효과, 구조모델링

**Abstract** We are made up to the variation of the structure modeling of the stratum corneum by the skin on the hydration. The given skin structure is consist of the control level of the intercellular route and transcellular route, and is confirmed to the variation of the modeling for algorithm. Hydration condition is consisted to modeling by the size, form and combination, that skin impedance is appeared to result the value of measurement by the several layer such as forms of  $\xi$ -R-SC-RH,  $\xi$ -R-SL-RH,  $\xi$ -R-SG-RH,  $\xi$ -R-SS-RH and  $\xi$ -R-SB-RH. Hydration condition is showed to the alteration difference value of S-Corneum, S-Lucidum, S-Granulosum, S-Spinosum and S-Basale. And, composition condition was constructed with the alteration modeling that was established to separate the division parts for conversion system. We will be possible to progress the improvement effectiveness of the skin and to consist of the continuous hydration control system for functional on the skin. We will be possible to progress the improvement effectiveness of the skin and to consist of the continuous penetration control system for functional energy on the skin.

**Key words:** Hydration, Hydration control system, Improvement Effectiveness, Structure Modeling

### I. 서론

인간의 피부는 거대한 구조의 조직으로 구성되어 있고, 소화세포나 호흡세포와 같이 접막성 세포의 구조의

특성을 갖고 있고 서로 연결고리가 이루어지며, 외부에서 발생하는 마이크로단위의 조직이나 방사선 물질과 같은 외부의 적에서부터 내부적으로 보호하는 역할을 한다. 또한, 인체의 수분을 분석하여 원하지 않은 수분

\* 종신회원, 을지대학교 의료공학과

\*\* 정회원, 우송정보대학 뷰티디자인학과

접수일자: 2017년 7월 4일, 수정완료일자: 2017년 7월 26 일

게재확정일자: 2017년 8월 10일

Received: 4 July, 2017 / Revised: 26 July, 2017

Accepted: 10 August, 2017

\*\*Corresponding Author: heajud@hanmail.net

Dept. of Beauty Design, Woosong College, Korea

의 손실의 한계를 설정하며, 모든 분야에 연결되어 상호 작용을 한다. 피부는 비침습작용에서 미세한 침습작용을 꾸준히 유고하고 있으며 이는 정맥주사나 구강으로 들어가는 약물 전달시스템의 우회작용하는 결과이다. 피부를 통하여 약물전달 기능은 바늘을 사용하지 않고 가능한 환자의 고통을 줄이며, 감염을 제거하고 줄이는 역할을 한다.[1,2]

피부의 조직 여러 개의 보호층으로 형성되어 외부의 침입을 보호하기 때문에 면역반응에 방어하는 기능을 갖으며 보호막이 피부장벽으로 구성되어 인체에 연결되는 꾸준한 관계를 유지한다. 이 과정에서 세포간의 분화작용과 형성작용이 유지되며, 수분을 통해 기능의 다각적인 작용을 함으로 각 기관과 교류가 끊임없이 유지된다.[3,4]

최근에 피부에 침투하는 능력을 확인하기 위해 여러 가지 열에너지의 변환인 고주파 에너지를 대상으로 신체의 변화상태를 확인하고 신체의 피부간의 변화를 확인하는 촉진시스템을 사용하여 피부질환 및 미용에 다각적으로 사용되며, 순환기관을 확장하는 혈액이나 림프의 순환을 촉진하는 신진대사에 관심을 많이 갖고 있다.[5]

따라서 본 연구는 보습상태에서 피부의 각질의 모델링을 통해 치료 및 진료에 필요한 구조를 고안하고 변환시스템을 구성하고자 한다.

## II. 연구대상

### 1. 피부 구성

피부는 표피(epidermis), 진피(dermis), 피하조직(hypodermis)로 구성되어 있고, 표피층은 각질형성세포인 여러층의 형성층으로 구성되어 층간에 경계가 구분되어 있다. 표피층은 각질층(Stratum corneum), 투명층(Stratum lucidum), 과립층(Stratum granulosum), 유극층(Stratum spinosum)과 기저층(Stratum basale)으로 구성되어 층간에 증식과정이 일어나고, 새로운 세포의 형성에 따른 분화과정으로 세포의 형성이 진행된다. S-Basale은 일정 기간동안 세포의 증식이 유지되며, 이를 통해 되도록 S-Granulosum과 S-Spinosum이 형성된다. 세포분열과정을 통해 재생과정이 이루어

지며 생화학적 반응으로 일정기간 분화작용이 진행된다. 분화의 단계는 각질형성세포의 분열과 성장의 진행으로 각계층간에 분화가 형성되고, 피부 각 계층마다 다양한 조절인자의 작용으로 분화 단계가 최종분화 과정을 진행된다. 각질형성 세포과정은 S-Granulosum과 S-Spinosum의 원형질막에 구조물로부터 세포간의 지질막이 생성되고, 각질형성세포가 S-Granulosum에서 S-Corneum으로 이동하면서 세포질내에서 다른 단백질들과의 교차작용에 의한 결합으로 활성화되어 효소작용이 이루어진다.(그림 1)[4,5]

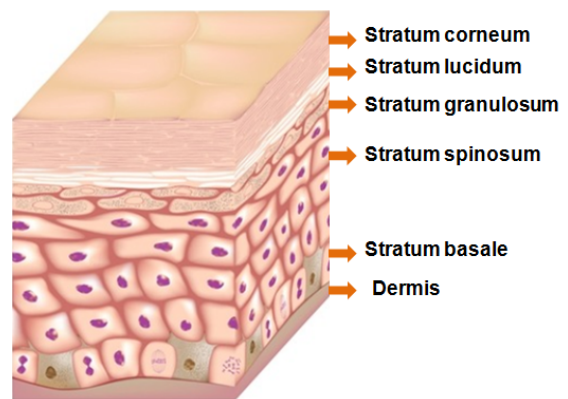


그림 1. 피부 표피 구성

Fig 1. Structure of the Skin Content

### 2. 피부 구조의 기본 특성

피부의 구조는 피부의 표면을 등가구조로 표피(Ep)에서 발생되는 성분에서부터 저항성분인 R-Ep가 발생하고, 또한 표피(Ep)에서 포텐셜 성분인 Po-sc에서 저항성분인 R-EP와 캐패시터 성분인 Cap-SG로 구분하여 진행된다. 포텐셜 작용으로부터 각질층(SC)에서 Po-sc가 진행되고, 투명층(SL)의 R-SL의 저항성분과 과립층(SG)의 Cap-SG의 캐패시터로 충전과 방전이 진행된다. 유극층(SS)의 Cap-SS의 캐패시터에서 에너지의 충전이 진행되며, 기저층(SB)의 R-SB의 저항성이 진행된다.(그림 2)

DC 저항성분과 캐패시터로 통과된 에너지 성분은 피부의 투과정도에 따라 지수함수에 따른 변화로 나타난다. 에너지의 정도에 따른 투과 정도는 진피의 분압과 에너지 작용으로 조절한다.(그림 2)[6]

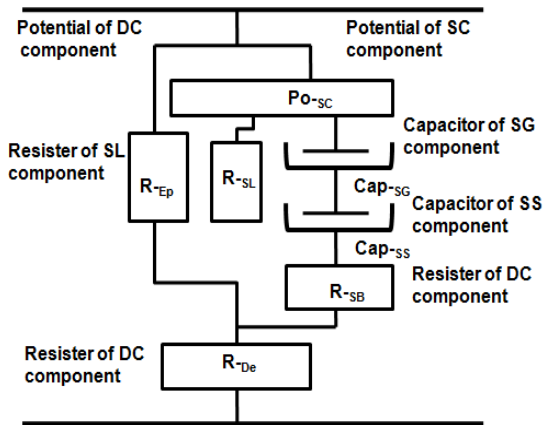


그림 2. 투과 블록 구성 모델링  
 Fig 2. Modeling of the Penetration Block Structure

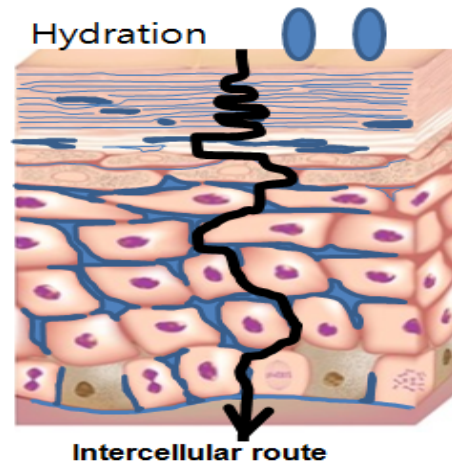


그림 4. 보습상태에서 세포사이의 투과 블록 구성  
 Fig 4. Penetration Block Structure of the intercellular routes on the Hydration

### III. 연구결과

#### 1. 보습상태의 피부 특성

보습상태에서 피부에 침투되는 펄스에너지는 피부 내 각층에 따라 단계별로 흡수 정도가 다른 현상으로 나타난다. 그림 3은 보습되는 과정을 단계별로 구성하고 피부에 1차적으로 보습이 머무르는 현상을 표시한다. 피부에 보습이 침투되는 과정은 세포사이(intercellular routes)와 세포횡단(transcellular routes)으로 구성할 수 있다.

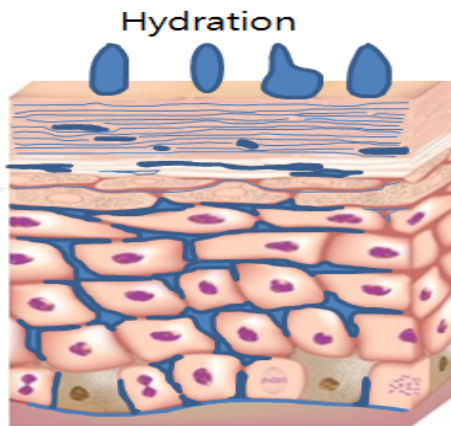


그림 3. 보습상태에서 투과 블록 구성 형태  
 Fig 3. Penetration Block Structure on the Hydration

그림 4는 세포사이(intercellular routes)의 구성으로 각층에 따라 보습이 머무르는 시간과 수분량이 특성이 길게 느껴지며, 깊이에 따른 전달되는 속도가 길게 나타난다.

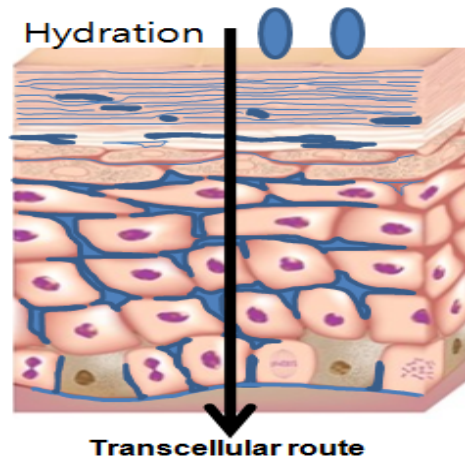


그림 5. 보습상태에서 세포횡단의 투과 블록 구성  
 Fig 5. Penetration Block Structure of the transcellular routes on the Hydration

#### 2. 보습상태의 피부 투과 조절 모델링

보습상태에서 피부의 구조는 피부의 표면에 수분 (R-H)의 저항성분을 인가한 상태에서 등가구조로 구성한다. 표피(Ep)에서 저항성분인 Re-EP가 발생하고, 캐패시터 성분인 Cap-EP가 진행됨에 따라 각층별 R-H를 포함한 상태에서 성분이 진행된다. 각질층(SC)에서 Re-SC의 성분이 진행되고, 투명층(SL)의 Re-SL의 저항성분과 과립층(SG)의 Ca-SG의 캐패시터로 진

행되며, 유극층(SS)의 Ca-SS의 캐패시터에서 에너지의 충전이 진행되며, 기저층(SB)의 Re-SB의 저항성이 진행된다.(그림 6)

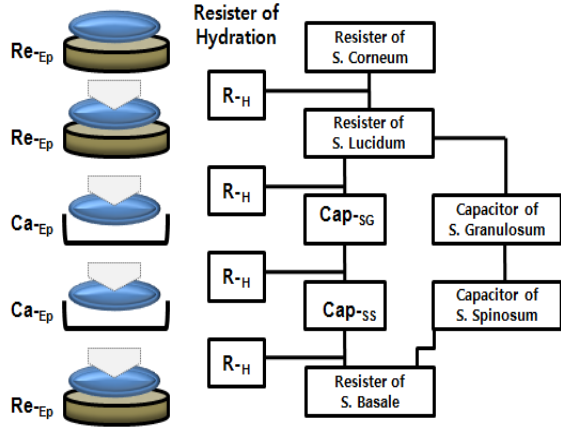


그림 6. 수분 투과한 피부의 블록 구성 모델링  
Fig 6. Modeling of the Penetration Block Structure on the Hydration

### 3. 보습상태의 성분별 피부 특성

#### 1) 보습상태의 피부 임피던스 특성

보습상태의 피부 임피던스는 각층에 따라 피부에 측정 임피던스가 다르게 나타났다.[7,8] 각질층(SC)에서 보습에 의한 Re-SC의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SC로 표시되며,

$$\xi_{R-SC} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SC}} [(R_{\xi-SC} - \bar{X}_{\xi-RSC})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (1)$$

투명층(SL)에서 보습에 의한 Re-SL의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SL로 표시되며,

$$\xi_{R-SL} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SL}} [(R_{\xi-SL} - \bar{X}_{\xi-RSL})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (2)$$

과립층(SG)에서 보습에 의한 Ca-SG의 임피던스 성분은  $\xi$ -C-SG로 표시되며,

$$\xi_{C-SG} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{C-SG}} [(R_{\xi-SG} - \bar{X}_{\xi-CSG})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (3)$$

유극층(SS)에서 보습에 의한 Ca-SS의 임피던스 성

분은  $\xi$ -C-SS로 표시되며,

$$\xi_{C-SS} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{C-SS}} [(R_{\xi-SS} - \bar{X}_{\xi-CSS})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (4)$$

기저층(SB)에서 보습에 의한 Re-SB의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SB로 표시되었다.

$$\xi_{R-SB} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SB}} [(R_{\xi-SB} - \bar{X}_{\xi-RSB})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (5)$$

#### 2) 보습상태의 세포사이 투과 피부 임피던스 특성

보습상태에서 세포사이의 피부 임피던스는 각층에 따라 피부에 측정된 임피던스가 다르게 나타났다. 세포사이의 각질층(SC)과 투명층(SL)에서 Re-SC와 Re-SL의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SC과  $\xi$ -R-SL로 표시되며,

$$\begin{aligned} \xi_{R-SC-SL} &= \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SC}} [(R_{\xi-SC} - \bar{X}_{\xi-RSC})^2 + (R_{\xi-H})^2] \\ &+ \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SL}} [(R_{\xi-SL} - \bar{X}_{\xi-RSL})^2 + (R_{\xi-H})^2] \end{aligned} \quad (6)$$

세포사이의 과립층(SG)과 유극층(SS)에서 Ca-SG과 Ca-SS의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SG과  $\xi$ -R-SS로 표시되며,

$$\begin{aligned} \xi_{C-SG-SS} &= \sum_{\xi_i=1}^{n_{C-SG}} [(R_{\xi-SG} - \bar{X}_{\xi-CSG})^2 + (R_{\xi-H})^2] \\ &+ \sum_{\xi_i=1}^{n_{C-SS}} [(R_{\xi-SS} - \bar{X}_{\xi-CSS})^2 + (R_{\xi-H})^2] \end{aligned} \quad (7)$$

세포사이의 기저층(SB)에서 Re-SB의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SB로 표시되었다.

$$\xi_{R-SB} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SB}} [(R_{\xi-SB} - \bar{X}_{\xi-RSB})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (8)$$

### 3) 보습상태의 세포횡단 투과 피부 임피던스 특성

보습상태에서 세포횡단의 피부 임피던스는 각층에 따라 로그 함수에 따른 피부의 측정 임피던스가 다르게 나타났다. 세포횡단의 각질층(SC)에서 Re-SC의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SC 로 표시되며 ,

$$\xi_{R-SC} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SC}} [\log(R_{\xi-SC})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (9)$$

세포횡단의 투명층(SL)에서 Re-SL의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SL로 표시되며,

$$\xi_{R-SL} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SL}} [\log(R_{\xi-SL})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (10)$$

세포횡단의 과립층(SG)에서 Ca-SG의 임피던스 성분은  $\xi$ -C-SG로 표시되며,

$$\xi_{C-SG} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{C-SG}} [\log(R_{\xi-SG})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (11)$$

세포횡단의 유극층(SS)에서 Ca-SS의 임피던스 성분은  $\xi$ -C-SS로 표시되며,

$$\xi_{C-SS} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{C-SS}} [\log(R_{\xi-SS})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (12)$$

세포횡단의 기저층(SB)에서 Re-SB의 임피던스 성분은  $\xi$ -R-SB로 표시되었다.

$$\xi_{R-SB} = \sum_{\xi_i=1}^{n_{R-SB}} [\log(R_{\xi-SB})^2 + (R_{\xi-H})^2] \quad (13)$$

### 4. 보습상태의 세포사이와 세포횡단 투과 빈도

보습상태에서 세포사이와 세포횡단의 깊이에 따른 피부의 투과정도는 지수함수에 의한 변화로 나타난다. 투과 정도는 피부의 깊이에 따라 줄어들고, 깊숙한 부분에 물질의 변화가 전류의 빈도로 줄어들었다. (그림 7)

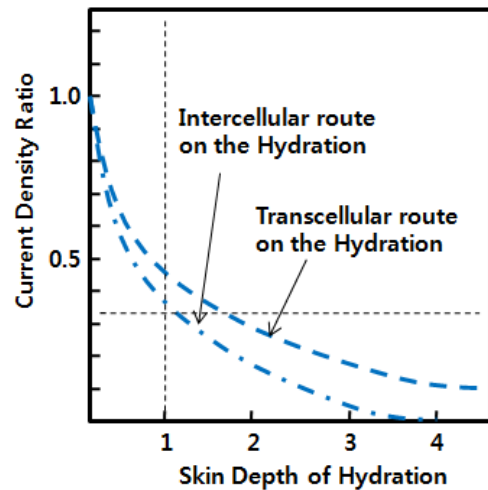


그림 7. 세포사이와 세포횡단의 깊이별 투과 빈도

Fig 7. The Depth of Penetration Density Level of the Intercellular and Transcellular route on the Hydration

## IV. 결론

본 연구는 보습상태에서 피부의 각질층에 변화 상태를 구조적으로 모델링하였다. 피부구조에 따라 진행되는 형태는 세포사이와 세포횡단의 조건으로 조절 할 수 있도록 하였고, 구조적인 모델링으로 시스템의 변화 상태를 확인하였고, 피부의 각층에서 저항 성분과 캐패시턴스 성분에서 임피던스의 교류성분을 통해 피부의 변화 상태를 조건부에 맞추어 투과시킴으로 알고리즘을 모델링하게 하였다.

보습상태의 피부 임피던스는 각층에 따라 피부에 측정 임피던스로 나타내며, 변환을 제어하는 전달시스템이 변환모델을 세분화하였다. 이를 통하여 보습상태의 피부의 기능적 효능조절이 가능한 보습조절시스템이 구성될 것으로 예상된다.

## References

- [1] S Silva, L Hu, JJ Sousa, AA Pais, BB Michniak-Kohn, A combination of nonionic surfactants and iontophoresis to enhance the transdermal drug delivery of ondansetron HCl and diltiazem HCl, Eur.

- J. Pharm.Biopharm., 80:663-673, 2012.
- [2] MR Prausnitz, R Langer, Transdermal drug delivery, Nat. Biotechnol., 26:1261-1268, 2008.
- [3] C Pegoraro, S MacNeil, G Battaglia, Transdermal drug delivery: from micro to nano, Nanoscale, 4: 1881-1894, 2012.
- [4] Y Shahzad, S Sohail, MS Arshad, T Hussain, SNH Shah, Development of solid dispersions of artemisinin for transdermal delivery, Int. J. Pharm., 457:197-205, 2013.
- [5] Y Shahzad, U Afreen, SN Hussain Shah, T Hussain,Applying response surface methodology to optimize nimesulide permeation from topical formulation, Pharm. Dev. Technol., 18:1391-1398, 2013.
- [6] JL Kim, HJ Kim, A Study of energy conversion by the penetration control in the skin, Journal of the Convergence on Culture Technology, 3(1):43-48, 2017.
- [7] PX Ku, NA AbuOsman, A Yusof, A Wan, Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index, Journal of Biomechanics, 45:1638-1642, 2012.
- [8] BL Arnold, RJ Schmitz, Intertester and intratester reliability of the biodex stability system, Journal of Sport Rehabilitation, 7:95-101, 1998b.