

한국 여성의 연령에 따른 피부 측정 데이터 기반 20대 ~ 40대 피부 나이 예측 모형 개발 및 적용

맹지혜¹ · 남개원^{2,†}

^{*}씨알에이코리아

^{**}서원대학교 바이오코스메틱학과, 부교수

(2022년 3월 4일 접수, 2022년 3월 21일 수정, 2022년 3월 24일 채택)

Development and Application of Skin Age Prediction Model Based on Skin Measurement Data According to Age of 20's to 40's ages of Korean Women

Jihye Maeng¹ and Gaewon Nam^{2,†}

¹CRA Korea Inc., 2018, Cheongnam-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do 28790, Korea

²Department of Bio-cosmetics, Seowon University

(Received March 4, 2022; Revised March 21, 2022; Accepted March 24, 2022)

요약: 본 연구에서는 20대 ~ 40대 한국 여성을 대상으로 피부 수분량, 피부 멜라닌, 피부 붉은기, 피부 비틀림 탄력을 측정하여 기초 피부 특성 데이터를 수집하고, 이를 나이와 상관성 분석을 진행하여 피부 지수를 만들고 이에 기반 하여 4개의 군집으로 분류하여 그 특성을 확인하였다. 그 후 시제품 2종을 2주간 사용하여 피부 수분량, 피부 붉은기, 피부 각질량 감소에 대한 개선 효과를 확인한 후, 해당 시험자 중 피부 특성시험에 참여했던 피험자들을 대상으로 어느 군집에서 어떤 제품이 더 효과적이었는지 분석하였다. 이를 통해 피부 지수와 군집분석결과를 제품 효능평가에 반영하여 맞춤형 화장품 시장에 대비할 수 있는 가능성을 확인하였다.

Abstract: In this study, basic skin characteristics data were collected by measuring skin hydration, skin melanin, skin redness, and skin torsion elasticity from Korean women in from 20's to 40's ages, and then, age and correlation analysis were conducted. This was used to create a skin index, and cluster analysis was performed to classify the groups into 4 clusters, and the skin characteristics of each cluster were confirmed. Then, two prototypes were used for two weeks to confirm the improvement effect on skin moisture, skin redness, and skin dead mass reduction, and then analyzed which product was more effective in which cluster of subjects participated in the skin characteristics test. As a result of the study, the possibility of preparing for the customized cosmetics market was confirmed by applying the skin index and cluster analysis results to product efficacy evaluation.

Keywords: skin index, skin characteristic regression analysis, classification skin, clinical study, customized cosmetic

1. 서론

맞춤형 화장품은 2020년 3월 제도화되었으며 그 범위는 제조 또는 수입된 화장품의 내용물에 다른 화장품의 내용물이나 식품의약품안전처장이 정하는 원료를 추가하여 혼합한 화장품, 제조 또는 수입된 화장품의 내용물을 소분한 화장품이다. 이러한 개인 맞춤형 화장품의 경우 개인의 피부 측정이 병행될 필요가 있으며, 이와 관련된 다양한 연구들이 진행되고 있다.

피부를 분류하는 가장 대중화된 분류 기준은 바우만 피부 타입 지표이다[1]. 바우만 피부 타입 지표는 설문지를 이용하여 건성/지성, 색소성/비색소성, 민감성/저항성, 주름/탄력유무를 평가하여 16가지로 분류하여 본인의 피부를 파악할 수 있도록 한다[1]. 바우만 피부 타입 지표는 전세계적으로 널리 활용되고 있으며, 이와 관련된 다양한 연구들이 있다[2]. 이중 대표적으로 한국 여성을 대상으로 설문지와 피부과적 면담 결과를 통해 차이가 있는지를 조사한 연구가 있다[3]. 이외에도 oily skin self-assessment scale (OSSAS), oily skin self-image questionnaire (OSSIQ)가 피부 타입 파악을 위한 척도로 활용되고 있다[4]. 이들은 설문을 기반으로 피험자들의 피부 측정 요소와 연관지어 사람들이 화장품을 선택하는 기준을 제공하고 있다.

설문으로 피부 타입을 분류하는 것뿐만 아니라, 실제 피부 측정 후 이를 관련 요소와 연관 짓는 연구도 이루어지고 있다. 해당 연구가 가장 활발하게 연구되고 있는 분야는 노화 관련 연구로, 대표적인 연구 사례로는 P&G에서 노화 연구를 위해 일본에서 11년간 추적 연구를 한 것을 포함하여 나이 대에 따른 피부 표면 반사율 차이 등을 연구하여, 30대에 피부 주름의 형태가 달라진다는 연구 결과를 발표하였고, 이를 기반으로 하여 노화 진단 지수와 피부 진단기기를 개발하였다[5-8]. 이후 피부 탄력과 주름에 영향을 주는 콜라겐과 피부건강의 연관성을 연구한 논문[9] 뿐만 아니라 한국 여성을 대상으로 한 피부 부위 및 연령에 따른 피부 측정인자와 생물인자 연구[10], 피부 산화 스트레스와 피부 특성과의 연관성 등이 연구되었으며 [11], 당화 산물과 노화 요인과의 상관관계도 연구되었다 [12]. 피부노화 외의 피부 측정인자와 지수와의 상관관계 연구로는 유수분 상태에 따라 피부 착색지수에 영향을 준다는 내용이 있다[13].

그러나 신규 피부 지수 및 분류 체계에 대해서는 아직 연구가 좀 더 필요한 상황이다. 본 연구에서는 20대, 30

대, 40대 한국여성 300명 이상을 대상으로 피부 특성을 조사하고 나이와 상관성 분석 후 피부 지수와 군집 분석을 진행하고, 이를 기반으로 실제 인체적용시험에 적용하여 향후 활용 가능성을 확인해 보았다.

2. 실험 방법

2.1. 기초 피부 특성 확보를 위한 인체적용시험

식품의약품안전처 화장품 인체적용시험 및 효력시험 가이드라인(민원인 안내서, 2021.10)을 준수하여 한국 여성에 대한 피부 특성 측정 인체적용시험을 수행하였다. 시험인원은 총 303명의 한국 여성이며, 20 ~ 29세 여성 102명, 30 ~ 39세 여성 100명, 40 ~ 49세 여성 101명을 포함한 총 303명(평균나이: 34.6 ± 8.61)을 대상으로 단회 피부 측정을 진행하였다. 기초 피부 특성에 대한 균질성 및 표본 수의 영향을 최대한 배제하기 위하여 피험자의 성별은 기준을 하나로 통일하여 여성으로 선발하였다. 피험자 선정 제외 기준으로는 감염성 피부 질환이 있는 자, 민감성, 과민성 피부를 가진 자, 시험부위에 점, 여드름, 홍반, 모세혈관 확장 등의 피부 이상조건이 있는 자로 하였다. 시험부위는 얼굴(이마, 양쪽 뺨) 및 하박 내측이며, 피험자들이 시험장소를 방문하여 시험부위 세정 후 30 min 이상 대기하여 피부 안정화를 진행 후 기기 측정 및 피부 특성 관련 설문평가를 진행하였다. 기기 측정 항목은 피부 수분량, 피부 멜라닌, 피부 붉은기, 피부 비틀림 탄력이다. 전기용량(capacitance)을 바탕으로 측정하는 Skin-O-Mat[®] (Cosmomed, Germany)을 통해 피부 수분량을 측정하였고, 백색 LED를 피부에 조사하여 피부 표면에서 반사되는 빛을 RGB 센서로 감지하여 피부 멜라닌, 피부 붉은기 값을 측정하는 dermacatch (Colorix SA, Switzerland)를 이용해 피부 멜라닌과 피부 붉은기 값을 측정하였으며, 피부에 비틀림 자극을 가하여 피부의 회복력을 측정해 피부 탄력 저항을 측정하는 derma torque meter (DTMB10, Dia-Stron, UK)을 이용하여 피부 탄력을 측정하였다. 본 연구는 (주)씨알에 이코리아 임상윤리위원회에 의해 연구 수행 이전에 승인되었다(승인번호 : 2020021201-202104-HR-005-01).

2.2. 기초 피부 특성을 활용한 지수 개발 및 군집분석

303명의 기기 측정 결과와 연령과의 상관성(spearman correlation test)을 SPSS 28.0 (IBM SPSS Statistics, USA)을 이용해 분석하였다. 상관성 분석 후, 상관성이 높은 기기

평가 항목을 index화 하였다. 항목간의 다중공선성(multicollinearity)을 검토하여 항목 간 VIF (variance inflation factors, 분산팽창인자) 지수를 확인하였다. 항목간 다중 공선성이 발생하는 경우 단계적 회귀분석(stepwise regression)을 통하여 최종적으로 각 측정 파라미터를 활용한 한국인 여성의 피부나이 예측 모형을 도출하였다. 해당 데이터를 기반으로 군집분석을 진행하여, 군집을 분류하고 각 군집에 해당하는 설문을 분석하여 해당 군집의 특성을 확인하였다.

2.3. 피부특성지수 기반 군집분석을 활용한 시제품의 효능평가

하이루론산을 함유한 시제품 1 종과 만델릭 에씨드 함유한 시제품 1 종을 가지고 2 주 동안 피험자들에게 사용하게 하여 인체적용시험을 진행하였다. 피험자들의 준수 사항은 일반 화장품의 인체적용시험 선정 및 제외기준에 부합하며, 제품 사용기간에 평소 생활 시 기능성 화장품 사용 제한(주름개선, 미백개선 화장품 등), 자외선 차단제 사용 필수, 지나친 음주, 흡연, 자외선 노출 등 결과의 평가에 장애를 줄 수 있는 것 제한, 팩이나 마사지, 피부박피 시술, 주름제거시술 등의 시술 금지, 시험에 영향을 줄 수 있는 의약품, 의약외품, 보조식품(비타민 등)의 복용 금지, 시험일정 및 방문일정 준수, 시험 실시 전 자신에게 발생하는 모든 질환, 증세에 대한 상세한 보고, 시험 실시 도중 발생하는 모든 질환 및 증세에 대한 상세한 보고, 그 외 생활 패턴은 평소와 동일하게 진행하게 피험자의 제품 사용 안내를 실시하였다. 피험자들에게 1 일 2 회 간격으로 2 주 동안 화장품 2 종을 저녁에 세안 후 얼굴에 적용 하며, 추가로 다른 제품은 사용하지 않았다. 이후, 사용 전, 사용 후 1 주, 사용 후 2 주에 기기 측정을 진행하면서 제품 사용 확인서를 작성하여 피험자의 제품 사용을 확인하였다. 기기 측정 항목은 피부 수분량, 피부 각질량이다. 제품 사용에 따른 피부 수분량 변화를 평가하기 위해 전기용량(capacitance)을 바탕으로 측정하는 Skin-O-Mat[®]를 이용해 측정하였다. 피부 각질량 측정은 black D-squame tape (D-103, Cuderm, USA)를 이용하여 피부 각질 채취 후, I-scope 20 (Moritex, Japan)을 이용한 각질 촬영 장치 (자체 제작, Korea)를 이용하여 일반 광원 조건에서 촬영하여 Image J (NIH, USA)를 이용해 분석하였다.

이후 피부 개선시험에 참여한 피험자들 중 피부 특성에 참여한 피험자를 대상으로 피험자들의 소속군집에 따른 효과를 별도로 비교하였다.

2.4. 통계 분석

인체적용시험의 기기 측정은 3 회 반복 측정을 진행하여 평균값을 구하였다. 통계 분석 결과는 95% 신뢰구간에서 유의성 여부를 확인하였다. 결과값에 대한 정규성 검정은 Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk 방법으로 실시하였다. 정규성 검정 진행 후 정규성을 충족하면 paired *t*-test를 실시하였다. 통계분석 프로그램은 SPSS 28.0 (IBM SPSS Statistics, USA)을 사용하였으며, $p < 0.05$ 미만의 값은 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 한국인 여성 기초 피부특성 측정 결과

303 명의 한국인 여성을 대상으로 진행한 피부 특성 측정 결과는 Table 1과 같다. 20 대, 30 대, 40 대 여성에 대해 나이대별로 비교 결과, 피부 수분량 에서는 차이가 거의 나타나지 않았으며, 피부 멜라닌과 피부 붉은기는, 양쪽 뺨에서 20 대 대비 30 대와 40 대의 측정값이 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($p < 0.01$). 하박내측의 경우, 피부 수분량에서 20 대 대비 30 대의 피부 수분량이 통계적으로 유의하게 낮게 나타났지만($p < 0.05$), 30 대 대비 40 대의 피부 수분량은 통계적으로 유의하게 높게 나타났($p < 0.05$), 나이대와 무관한 결과가 나타났다. 하박내측의 피부멜라닌과 피부 붉은기의 경우, 나이가 증가할수록 통계적으로 유의하게 높은 값이 나타났다($p < 0.01$). 피부 탄력의 경우, 뺨은 20 대 대비 30 대와 40 대에서 통계적으로 유의하게 낮은 값이 나타났으며($p < 0.001$), 나이대가 증가할수록 탄력값이 낮게 나타나는 경향이 나타났다. 하박내측의 경우, 20 대 대비 40 대에서 통계적으로 유의하게 낮은 값이 나타났다($p < 0.001$).

3.2. 기초 피부 특성을 활용한 나이 예측 모형 개발 및 군집 특성 결과

나이와 피부특성을 이용한 피부 지수를 구하기 위하여 상관성 분석을 진행하였다. 나이를 종속 변수로 설정하고 피부 특성 데이터와의 상관분석을 진행하여, 단순상관(simple correlation)이 높은 순서대로 리스트를 작성하여 상위 5 개의 피부 측정인자를 선정하였고 Table 2에 나타내었다. 선정인자는 얼굴 부위 피부 탄력 인자, 양쪽 뺨 부위 피부 멜라닌 측정인자, 양쪽 뺨 부위 피부 붉은기 측정 인자로, 이를 이용해 회귀분석을 진행하여 index 모형을 만들

Table 1. Results of Skin Characteristics Measurement by Age Group in 20 ~ 49 Ages from Data of 303 People (Mean ± SD 20 ~ 29 Ages vs. 30 ~ 39 Ages vs. 40 ~ 49 Ages, Mann-Whitney U Analysis. Significant: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$)

Index		20 ~ 29 Ages	30 ~ 39 Ages	40 ~ 49 Ages
Number of people		102	100	101
Average ages		24.7 ± 0.28	34.8 ± 0.28	44.5 ± 0.28
Skin hydration	Forehead	63.6 ± 0.75	63.1 ± 0.63	62.4 ± 0.74
	Left cheek	61.7 ± 0.79	60.5 ± 0.71	61.6 ± 0.75
	Right cheek	61.9 ± 0.79	61.2 ± 0.69	62.1 ± 0.66
	Forearm	40.1 ± 0.67	38.2 ± 0.49*	41.1 ± 0.59*
Melanin	Forehead	546.7 ± 2.46	545.5 ± 2.48	550.0 ± 2.67
	Left cheek	502.4 ± 2.26	518.0 ± 2.75***	531.3 ± 2.81***
	Right cheek	505.5 ± 2.21	521.9 ± 2.75***	533.4 ± 3.26***
	Forearm	505.1 ± 2.41	514.7 ± 2.72**	521.2 ± 2.29***
Skin redness	Forehead	430.1 ± 1.07	433.0 ± 0.69	432.2 ± 1.20
	Left cheek	412.8 ± 1.22	417.1 ± 0.69**	422.5 ± 0.84***
	Right cheek	411.5 ± 1.04	417.3 ± 0.80***	421.5 ± 0.89***
	Forearm	397.1 ± 1.13	399.4 ± 1.01	402.6 ± 0.91**
Torsion elasticity(Ur/Ue [†])	Right cheek	0.71 ± 0.006	0.68 ± 0.005***	0.64 ± 0.005***
	Forearm	0.64 ± 0.005	0.62 ± 0.005	0.60 ± 0.005***

- [†]Ur/Ue: Elasticity ratio

Table 2. Top 5 Skin Characteristic Indicators with Simple Correlation with Age in Data of 303 People

Parameter	Region	Coefficient of correlation
Ur/Ue	Face	-0.493
Melanin	Left cheek	0.453
Melanin	Right cheek	0.435
Erythema	Right cheek	0.421
Erythema	Left cheek	0.412

Table 3. Results of Regression Analysis on Basic Skin Characteristics and Age of 303 Peoples

Dependent variable	Independent variable	Unstandardized coefficients(B)	Std. error	Standardized coefficients(β)	t	Sig.	VIF
Ages	(Constant)	-70.659	17.509		-4.036	< .001	
	Melanin_Left	.049	.036	.164	1.354	.177	7.586
	Melanin_Right	.014	.035	.049	.407	.685	7.477
	Redness_Left	.166	.072	.198	2.300	.022	3.806
	Redness_Right	.100	.075	.117	1.334	.183	3.929
	Ur/Ue_Face	-56.732	6.630	-.397	-8.556	< .001	1.106

Ages = -70.659 + 0.049(Melanin_Left) + 0.014(Melanin_Right) + 0.166(Redness_Left) + 0.100(Redness_Right) + -56.732(Ur/Ue_Face)
 $R^2 = 0.422$, Adjusted $R^2 = 0.412$, $F = 43.404$, $p < 0.001$, Durbin-Watson = 0.885

Table 4. Skin Characteristics According to Classification According to Cluster Analysis and Questionnaire by Cluster

Cluster	Number of people	Mainly affected skin characteristics	Representative features through survey answers			
			Skin type	T-zone	U-zone	Skin topic (Top 3)
1	102	Torsion elasticity	Combination skin	Dry skin	Normal to dry skin	-Skin trouble (pimple) -Blemishes (freckles/pigmentation) -Pore (Blackhead)
2	74	Skin melanin	Normal to dry skin	Normal to oily skin	Normal to dry skin	-Dry skin -Blemishes (freckles/pigmentation) -Pore (Blackhead)
3	94	Skin redness	Combination skin	Normal to dry skin	Dry skin	-Dry skin -Blemishes (freckles/pigmentation) -Pore (Blackhead)
4	33	Skin melanin	Normal to dry skin	Oily skin	Dry skin	-Dry skin -Blemishes (freckles/pigmentation) -Skin wrinkles (Deep wrinkles around the eyes or face)

었다(Table 3). Index 모형에서 도출한 식은 $Ages = -70.659 + 0.049 (Melanin_Left) + 0.014 (Melanin_Right) + 0.166 (Redness_Left) + 0.100 (Redness_Right) + -56.732 (Ur/Ue_Face)$ 이다. 이 식의 R²값은 0.422, 수정된 R² 값은 0.412가 나왔으며, 이 식의 유의성은 $p < 0.001$ 로 통계적으로 유의하게 나타났다. 또한 VIF가 15 미만으로 다중공선성에 문제가 없다고 판단할 수 있으며, 잔차의 정규성과 등분산성도 확인하였다(Figure 1). 해당 결과를 바탕으로 군집분석을 실시한 결과 4 개의 군집 유형이 나타났으며 실제나이와 예측나이가 각 군집마다 차이가 나는 피부특성을 갖고 있으며 (Figure 2), 해당 군집에 대한 특성은 Table 4에 나타내었다.

3.3. 피부특성지수 기반 군집분석을 활용한 시제품의 효능평가

시제품 2 종에 대하여 피험자들 얼굴 양쪽에 무작위로 배정하여 각각 2 주간 사용한 후, 피부 수분량, 피부 각질량, 피부 붉은기에 대한 측정을 진행하였다. 그 결과는 Figure 3 과 같다. 피부 수분량 측정 결과, 시제품 1은 사용 전 대비 사용 후 2 주에 통계적으로 유의하게 27,4%가 증가하였으며($p < 0.001$), 시제품 2는 사용 전 대비 사용 후 2 주에 통계적으로 유의하게 32.5%가 증가하였다($p < 0.001$). 피부 각질량 분석 결과, 시제품 1은 사용 전 대비 사용 후 2 주에 통계적으로 유의하게 피부 각질량이 26.0% 감소하였

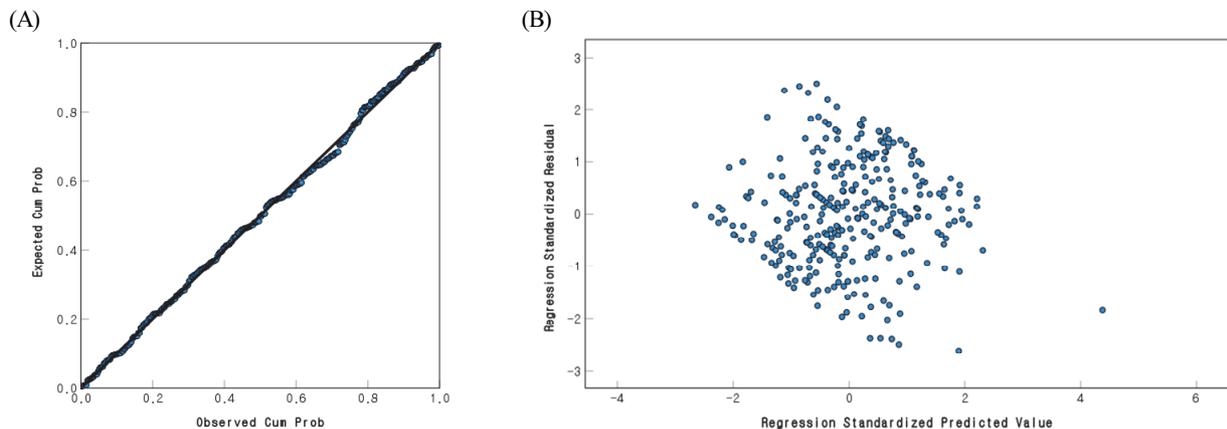


Figure 1. Results of checking the normality and equal variance of the residuals for the skin index.

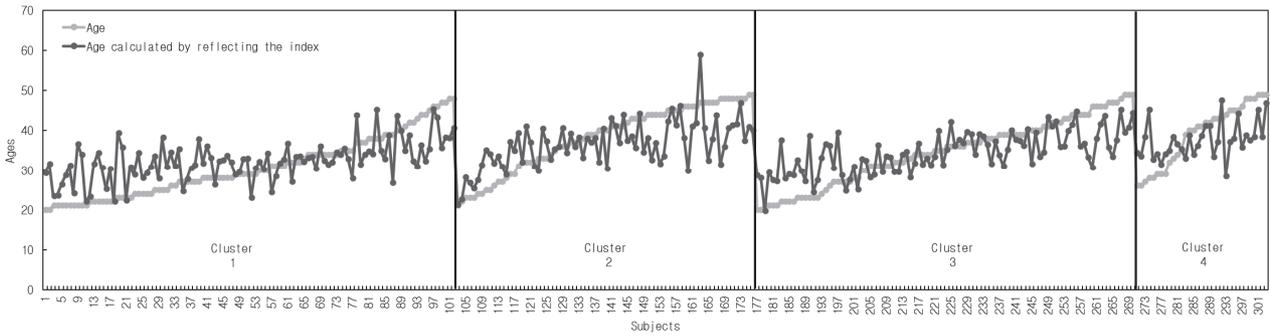


Figure 2. Result of classification by cluster by comparing the actual age and the age calculated by reflecting the skin index.

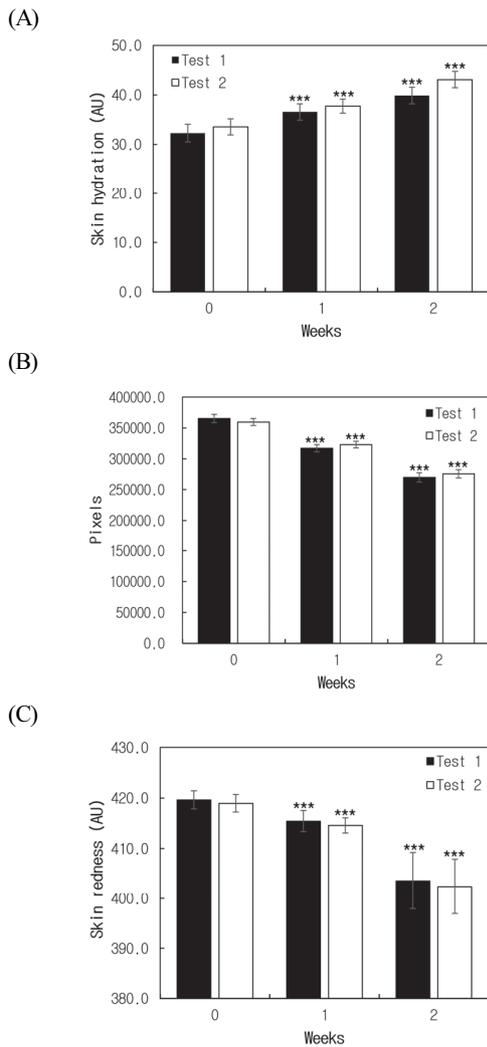


Figure 3. Results of clinical study after 2 weeks of use of two test products.. Negative control vs samples. 0 week vs. 1 week, 2 weeks, Paired *t*-test, Significant: *** $p < 0.001$. (A) Skin hydration, (B) Stratum corneum, (C) Skin redness.

으며($p < 0.001$), 시제품 2는 제품 사용 전 대비 사용 후 2주에 통계적으로 유의하게 23.1%가 감소되었다($p < 0.001$). 피부 붉은기의 경우 제품 1은 사용 전 대비 사용 후 2주에 통계적으로 유의하게 3.8% 감소하였으며($p < 0.001$), 시제품 2는 제품 사용 전 대비 사용 후 2주에 통계적으로 유의하게 4.0%가 감소되었다($p < 0.001$).

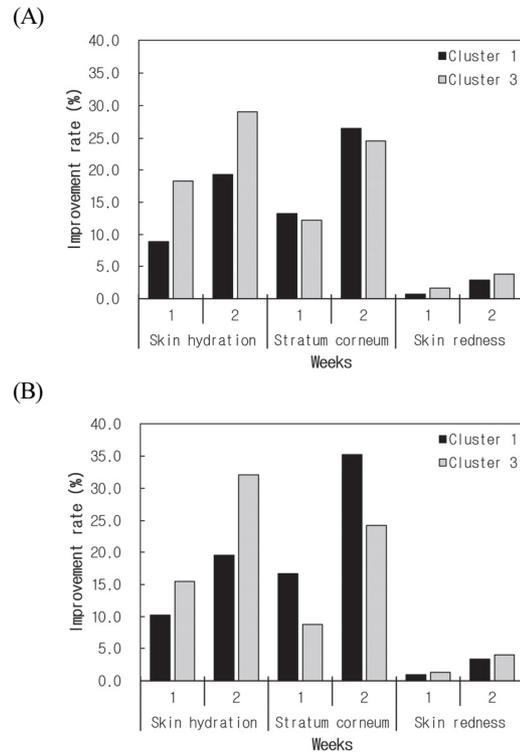


Figure 4. Results of checking the skin improvement of the cluster 1 and cluster 3 subjects in the two types of test products. Cluster 1 vs. Cluster 3, Independent *t* test or Mann-Whitney U analysis, no significant. (A) Test 1 product, (B) Test 2 product.

3.4. 군집에 따른 시제품 효능 분석

시제품 2 종의 피부개선에 참여한 피험자 중 피부 특성 시험 참여 이력이 있는 18 명을 대상으로 군집에 따라 분류하여 피부 개선율을 조사하였다. 그 결과는 Figure 4 와 같다. 피험자 분류 결과, 1 군집 9 명, 3 군집 8 명, 4 군집 1 명 이었으며, 비교가 불가한 4 군집 1 명을 제외하고 1 군집과 3군집의 측정인자별 개선율을 비교하였다. 개선율 비교 시, 시제품 1과 시제품 2는 모두 피부 수분량, 피부 붉은기에서 3 군집에서 개선율이 높은 경향이 나타났으며, 피부 각질량 개선은 3 군집보다 1 군집에서 더 높은 경향이 나타났다. 이는 시험자의 수를 확장하여 시험을 진행할 경우, 특정 군집에서 피부 개선 효과가 더 뛰어난 화장품 을 개발할 수 있다는 가능성을 제시하였다.

4. 결 론

맞춤형 화장품 시장의 활성화와 더불어, 20 세부터 49 세 까지 여성에서 기존의 피부 분류 외에 좀 더 다양하게 활용할 수 있는 피부 지수 및 분류 기준에 대한 연구가 필요한 상황이다. 본 연구에서는 신규 피부 지수 및 분류 기준의 필요성을 인지하고 개발을 위해 한국인 여성 303 명을 대상으로 기초 피부 특성 측정을 진행하였으며, 이를 이용해 피부 지수 및 군집분석을 진행하였으며, 시제품 2 종의 피부개선 시험에 활용하여 분석하였다.

20대에서 40대 한국 여성 303 명을 대상으로 기초 피부 특성 측정을 진행한 결과, 20대 대비 30대, 40대의 피부 특성이 피부 수분량 항목 보다 피부 멜라닌, 피부 붉은기 피부 탄력항목에서 차이가 나타났다. 그중에서도 피부 탄력이 가장 크게 영향을 주는 것으로 확인하였다.

이를 활용하여 상관성 분석 및 회귀분석을 진행하여 피부 지수를 만들었으며, 해당 지수를 기반으로 하여 군집분석을 진행하여 4 군집으로 피험자들을 분류하여 각 군집의 특성을 설문 평가를 분석하여 확인하였다.

그 후 시제품 2 종(히아루론산 포함 제품, 만델릭 애씨드 포함 제품)에 대해 2 주사용에 따른 피부 개선 인체적용시험을 진행한 결과, 제품사용 전 대비 제품 사용 2 주 후 피부 수분량 개선, 피부 각질량 감소, 피부 붉은기 완화 효과가 나타났다($p < 0.001$). 시험 참여자 중 기초 피부 특성 시험에 참여한 피험자를 선별하여 해당 군집별로 분류한 결과, 1 군집 9 명, 3 군집 8 명이 있었으며, 이들을 대상으로 측정인자 별 개선율을 비교한 결과 2 종의 시제품

이 공통으로 피부 수분량과 피부 붉은기 항목에서는 3 군집이 1 군집 대비 개선율이 높은 경향이 나타났으며, 피부 각질량 항목에서는 1 군집이 3 군집 대비 개선율이 높은 경향이 나타났다.

본 연구를 통하여 나이와 피부 특성을 연관 짓는 피부 지수를 만들었으며, 이를 이용하여 피부 개선시험에 대입함으로써 피부 특성을 통한 피부 지수 및 피부 진단이 가능하며, 적합한 제품 추천까지 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다. 이를 기반으로 주름, 마이크로바이옴과 같이 다른 피부특성 측정과 연계하여 현재 도출한 피부 지수를 확장할 수 있으며, 향후 신규 지수 개발을 통한 맞춤형 화장품 시장에 활용할 수 있는 진단기술 발전에도 기여할 수 있는 가능성을 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 2021년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과로(2021RIS-001) 이에 감사를 드립니다.

References

1. L. S. Baumann, The skin type solution, ed. P. Rappaport, 1, Bantam Dell, New York (2006).
2. L. Baumann, Understanding and treating various skin types: The Baumann skin type indicator, *Dermatol Clin.*, **26**(3), 359 (2008).
3. J. Y. Choi, Y. J. Choi, J. H. Nam, H. J. Jung, G. Y. Lee, and W. S. Kim, Identifying skin type using the baumann skin type questionnaire in Korean women who visited a dermatologic clinic, *Korean J Dermatol.*, **54**(6), 422 (2016).
4. T. H. Sakuma and H. I. Maibach, Oily skin: an overview, *Skin Pharmacol Physiol.*, **25**(5), 227 (2012).
5. K. Miyamoto, Y. Inoue, K. Hsueh, Z. Liang, X. Yan, T. Yoshii, and M. Furue, Characterization of comprehensive appearances of skin ageing: an 11-year longitudinal study on facial skin ageing in Japanese females at Akita, *J Dermatol Sci*, **64**(3), 229 (2011).
6. A. Matsubara, Differences in the surface and subsurface reflection characteristics of facial skin by age group, *Skin*

- Res Technol.*, **18**(1), 29 (2012).
7. K. Miyamoto, H. Nagasawa, Y. Inoue, K. Nakaoka, A. Hirano and A. Kawada, Development of new *in vivo* imaging methodology and system for the rapid and quantitative evaluation of the visual appearance of facial skin firmness, *Skin Res Technol.*, **19**(1), e525 (2012).
 8. O. Kuwazuru, K. Miyamoto, N. Yoshikawa and S. Imayama, Skin wrinkling morphology changes suddenly in the early 30s, *Skin Res Technol.*, **18**(4), 495 (2012).
 9. D. M. Reilly and J. Lozano, Skin collagen through the lifestages: importance for skin health and beauty, *Plast Aesthet Res.*, **8**(2), 1 (2021).
 10. S. C. Cho and G. Nam, A study of skin biophysical parameters and biomarkers related to the anatomical site and age in Korean women, *J. Soc. Cosmet. Sci.*, **41**(4), 413 (2015).
 11. Y. Lee and G. Nam, Relationship between stratum corneum carbonylated protein (SCCP) and skin, *J. Soc. Cosmet. Sci.*, **45**(2), 131 (2019).
 12. C. Xin, Y. Wang, M. Liu, B. Zhang, and S. Yang, Correlation analysis between advanced glycation end products detected noninvasively and skin aging factors, *J Cosmet Dermatol.*, **20**(1), 243 (2020).
 13. K. L. Kim. and J. S. Kim, The effect of sebum and moisture condition of skin on the facial pigmentation, *Kor J Aesthet Cosmetol.*, **7**(1), 103 (2009).