

플러린 함유 세럼의 멜라닌색소 및 피부톤 개선 효과

임현숙, 이미분, 이재남*
건국대학교 산업대학원 향장학과

Improvement of Melanin Production and Skin Tone by Fullerene Serum

Hyun-Sook Lim, Mi-Bun Lee, Jae-Nam Lee*

Dept. of Cosmetology Graduate School, Engineering Konkuk University

요약 본 연구는 피부색이 칙칙하거나 색소침착이 생성된 30~55세 여성을 대상으로 플러린 함유 세럼을 제조하여 멜라닌 색소 및 피부톤 개선을 통한 미백 효능을 알아보고, 화장품 소재로서 그 가능성을 제시하고자 하였다. 실험방법은 대조군(B)의 플러린 미함유 세럼과 시험군(A)의 플러린 0.1% 함유 세럼 2 그룹으로 나누어 8주간 연구를 진행하였다. 육안평가와 피부 측정(피부 멜라닌 지수, 피부색 밝기)은 제품사용 전, 제품사용 4주 후, 8주 후 시점에서 시행하였으며, 설문평가와 안전성평가를 시행하였다. 분석 결과, 피부색 육안평가는 제품사용 8주 후 시점에서 최대감소율이 시험군(A)가 0.37%로 나타났으나 유의한 차이는 없었으며, 군간 비교 결과에서도 유의한 차이는 나타나지 않았다. 피부 멜라닌 지수 시점별 변화 측정과 군간 비교 결과에서는 제품사용 후 모든 시점(4주 후, 8주 후)에서 시험군(A)가 각각 유의하게 감소하였다($p<0.05$, $p<0.05$). L*value(피부색 밝기) 측정 결과는 제품사용 8주후 시점에서 시험군(A)가 유의하게 증가(개선)하였으며($p<0.05$), 군간 비교 결과에서도 시험군(A)가 모든 시점(4주 후, 8주 후)에서 유의하게 증가(개선)하였다($p<0.05$). 또한 효능에 관한 설문 평가 결과 '피부색개선' 항목은 제품사용 8주 후 시점에서 시험군(A) 사용부위가 개선되었다는 긍정적 응답률이 높게 나타났으며, 안전성평가 결과에서는 이상반응이 관찰되지 않았다. 결론적으로 플러린을 0.1% 함유한 세럼은 멜라닌 색소의 개선과 피부톤(피부색 밝기)개선 효과를 나타내어 미백 효능 및 화장품 소재로서의 가능성을 확인할 수 있었다. 따라서 향후 본 연구를 기초로 효과적인 적용방법 및 화장품제형에 대한 지속적이고 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

Abstract This study investigated whether the whitening effects of fullerene serum occurred through improvement of melanin production and skin tone and evaluated its potential for use as a cosmetic material for adult women aged 30-55 with dull skin color and pigmentation. Subjects were divided into a control group with fullerene-less serum (B) and an experimental group with serum containing 0.1% fullerene (A) and evaluated over 8 weeks. Visual assessment and measurement of skin conditions (melanin index, skin brightness) were conducted before use of and 4 and 8 weeks after use of the product, and a questionnaire survey and safety assessment were conducted at the end of the experiment. The results revealed that the highest decrease was 0.37% in the experimental group (A) after eight weeks of use of the product, but that this difference was not statistically significant. Moreover, no significant differences were observed upon inter-group comparison. Evaluation of changes in the melanin index and inter-group comparison revealed a significant decline in the experimental group (A) at all time points. Additionally, the L* value (skin brightness) of the experimental group (A) showed a significant increase (improvement) after eight weeks, while in inter-group comparison revealed a significant increase (improvement) at all time points (4 and 8 weeks later) ($p<0.05$). Based on a questionnaire survey of efficacy, positive response rates such as improvement of the target parts on week 8 were high in terms of 'improvement of skin color.' Moreover, the safety assessment revealed no adverse reactions. In conclusion, serum containing 0.1% fullerene revealed improved melanin production and skin tone (brightness) and confirmed its potential for use as a cosmetic material with brightening efficacy. Taken together, the results of this study indicate systematic investigation of the effective application and cosmetics formulations of this product are warranted.

Keywords : skin tone, fullerene, serum, brightening, cosmetic

*Corresponding Author : Jae-Nam Lee (Konkuk Univ.)

Tel: +82-2-450-3596 email: jn386@konkuk.ac.kr

Received March 22, 2018

Revised April 30, 2018

Accepted June 1, 2018

Published June 30, 2018

1. 서론

현대인들의 삶이 보다 다양화, 개성화 되면서 자신만의 미에 대한 욕구도 함께 증가 되었으며[1], 잡티 없는 맑고 투명한 피부가 미인을 판단하는 또 다른 관점으로 부각되고 있다. 피부는 20대 이후부터 피부의 노화가 진행되어 모공이 확장되고, 피부 탄력이 떨어지며[2] 피부 건조, 주름, 불규칙한 색소침착들과 함께 증식성 병변이 나타난다[3]. 특히 표피의 기저층에 존재하는 멜라닌 생성세포는 피부가 자외선에 반복적으로 노출되면[4], 활성산소종(Reactive Oxygen species, ROS)이 생성되어 피부의 항산화 방어체계를 붕괴시키고 진피의 결합조직에 심각한 손상을 초래한다[5, 6]. 또한 동시에 멜라닌이 급격하게 증가되어 피부 노화 및 주근깨, 반점, 기미, 흑자 등의 색소침착을 유발한다. 피부색에 결정적인 영향을 미치는 멜라닌[7, 8]의 주요 역할은 자외선으로부터 피부를 보호하고 활성산소를 제거하는 것이다. 이렇듯 멜라닌은 피부에 긍정적인 영향뿐 아니라, 노화 및 색소 침착을 유발하여 건강하고 아름다운 피부를 상정하는 것에 부정적인 영향을 미치고 있다. 이에 다양한 미백성분들을 이용한 미백관리 방법들이 개발되고 있다[9]. 멜라닌을 억제하는 방법으로는 자외선을 차단하는 방법, 멜라닌 생성 자극신호 전달을 조절하는 방법, tyrosinase 생성을 억제하거나 활동을 저해하는 방법, 활성산소를 제거하여 멜라닌의 생성을 억제하는 방법 등이 있다[10].

풀러린(Fullerene)은 탄소원자가 오각형과 육각형이 교대로 배열된 분자를 통칭하는 말이다. 풀러린은 자연계에 존재하는 흑연이나 다이아몬드와 같이 탄소만으로 이루어져 있으며[11], 1985년 흑연 조각에 레이저를 쏘았을 때 그을음에서 발견된 [12, 13] 신생 물질이다. 풀러린은 탄소 수에 따라 C60, C70, C78 등 다양한 종류가 있으며. 이 중 C60은 합성된 풀러린 중에서 약 80% 이상을 차지하고, 나머지 풀러린은 20% 미만 정도에 불과하므로 주로 C60을 풀러린 이라고 부른다[11]. C60 풀러린은 나노축공이라고도 불리는데, 분자형태의 공 모양을 띄고 있는 비극성 분자로 6각형 20개와 5각형 12개가 서로 이어져 축공공 모양처럼 배열되어 있다. 이러한 풀러린의 내부에는 0.4 nm의 공간이 있어 빈 공간에 수소를 저장시키려는 연구가[11, 14, 15] 개발 진행되고 있다.

Fullerene에 관한 국내외 선행 연구 동향을 살펴보면

탄소의 풀러렌 - 새로운 동종 형태 : 분자 및 전자 구조, 화학적 성질[12], Hydroquinone-Fullerene Mix Clathrate의 분광 분석 및 수소 저장 특성[13], 작은 풀러린 분자 표면에 흡착된 헬륨 흡착 층의 구조적 특성 및 초유동성 연구[16], 광변환 풀러린-실리카 나노입자의 제조와 생물학적 응용 [17], HaCaT 세포에서 간헐적인 자외선 A 조사에 의해 유발된 세포 손상에 대한 polyvinylpyrrolidone-wrapped 풀러린의 보호 효과[18], 효과적인 광역학 치료를 위한 기능성 풀러린 나노입자[19]에 관한 연구 등이 있다. 이러한 풀러린은 탄소 원자끼리 강하게 결합해 반응성이 적은 대신 인체에 독성이 없는 특징이 있으며[20], 전자를 쉽게 받아들이거나, 에너지를 잘 전달해주는 물질로 바이오 시험에 많이 사용하고 있다. 이는 라디칼산소화의 반응성이 커 antioxidant로 연구 되고, HIV-1Protease 등 특정 효소의 활성 자리에 모양이 꼭 맞아 효소저해제로 쓰일 수 있기[11, 17] 때문이다. 활성산소종(ROS)에 대한 강력한 소거능력과 생물학적 항산화제로서의 우수한 잠재력을 집중 받고 있는 풀러린은 항산화 및 노화에 방의 효과를 주는 활성 물질로 화장품에 적용하여 그 효능이 입증되고[18] 있으나 임상시험 및 미백에 관한 선행 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 풀러린 성분 0.1%를 함유한 세럼 화장품을 제조한 후, 임상시험을 수행하여 멜라닌색소 및 피부톤 개선을 통한 미백효능을 알아보고, 미백 화장품 소재로서 활용 가능성을 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자 및 시험기간

본 연구는 풀러린 함유 세럼의 멜라닌색소 및 피부톤 개선을 통한 미백효능을 알아보고자 서울, 경기지역에 거주하는 피부색이 칙칙하거나 색소침착(기미, 잡티피부)이 생성된 30~55세 여성 22명을 연구대상자로 선정하였다. 연구대상자에게는 시험목적과 방법에 대하여 충분한 설명을 하였다. 자발적인 참여 동의하에 2016년 3월부터 8주간 대조군B(풀러린 미함유 세럼)과 시험군A(풀러린 0.1% 함유 세럼) 2 그룹으로 나누어 연구를 진행하였다.

연구방법은 시험 전 피부 멜라닌지수, 피부색 밝기(L*value), 육안평가를 측정하였고, 시험기간 동안 매일

아침·저녁 세안한 후 토닉을 이용하여 피부결을 정돈하였다. 그 다음 에센스 단계에서 시험군A와 대조군B는 정해진 세럼을 눈꼬리 아래와 코 끝 옆이 만나는 뺨 부위(좌·우측)에 적당량 도포하여 사용하도록 하였다. 그리고 제품사용 4주 후, 8주 후 시점별 육안평가, 피부 멜라닌 지수 측정, 피부색 밝기 측정을 시행한 다음 설문평가와 안전성평가를 시행하였다(그림 1).

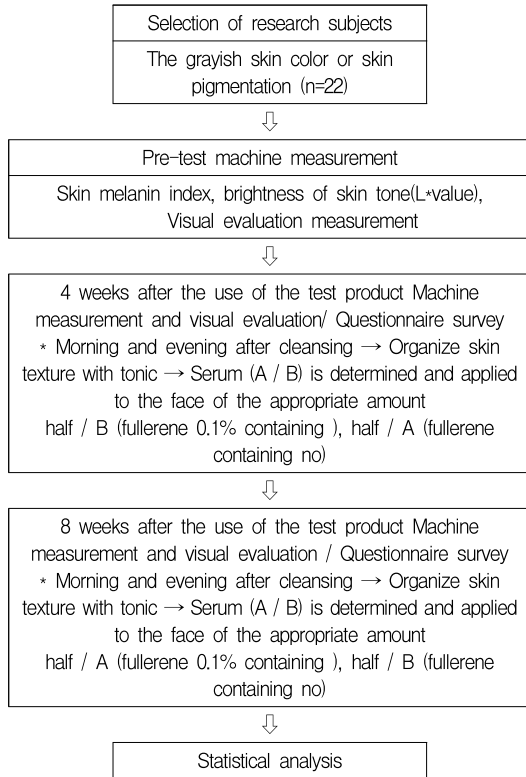


Fig. 1. Test plan.

2.2 실험재료 및 방법

본 시험을 위해 플러린은 화장품 원료사에서 구매하였고, 시료성상은 유백색의 세럼 형태의 제형으로 제조하였다. 시료성분은 Table 1과 같고 제조한 제품은 H (Korea)사에서 제공받아 사용하였으며, 라벨에 제조 일시를 기재하여 보관하였다. 연구대상자에게 제공될 시험 제품(화장품)은 무게를 측정하였고 연구대상자 번호와 시험코드, 사용법 등을 기재한 후 라벨을 부착하였다. 그리고 제품 사용설명서 및 사용일지와 함께 연구대상자에게 제품을 지급하였으며, 매 방문 시 제품과 사용일지

를 가져오게 함으로서 제품 사용량을 확인하고 기록하였다. 본 연구의 제품(화장품) 제조 시험에 사용된 모든 원료는 국제 화장품 원료 사전(International Cosmetic Ingredient Dictionary : ICID)에 등재된 화장품 원료를 사용하였다.

Table 1. Product composition table

Serum	Ingredients
experimental group(A) Fullerene 0.1%	Control product (B) + fullerene (0.1%)
Control product (B) Serum without fullerene	Purified water, Hydrogenatedlecithin, Ceramide Efee, Octyldodecanol, 1,2-hexanediol, Caprile Glico, Butylene glycol, Butyleneglycol dicaprylate/dicaprate, Share butter, Glyceryl stearate, Phage - 100 stearate, glycerin, Macadamia seed oil, Sodium hyaluronate, Stearyl alcohol, Cetearyl alcohol, Cetearyl alcohol, Grapefruit extract, Cyclopentasiloxane, Dimethicone, Stearic acid, Cyclohexasiloxane, Flecken, Carbomer, Sunflower seed oil, Glutamic acid, Adenosine

Table 2. Sample information

Name of sample	experimental group(A): Serum containing 0.1% fullerene Control product (B): Serum without fullerene
Sample Properties	experimental group(A): milky white serum type Control product (B): milky white serum type
Sample period	8 weeks
How to use sample	After cleansing the morning and evening, after adjusting the skin texture with the skin, apply an appropriate amount to the face of the face (A / B)
Product use area	The whole face (half / A, half / B)

2.3 피부측정 및 평가 방법

연구대상자들은 제품 사용 전, 사용 4주 후, 8주 후 시점에 시험실을 방문하도록 하였다.

매 방문 시 세안을 한 후 항온과 항습 조건(22±2℃, 50±5%)이 유지되는 장소에서 20 분간 피부 안정을 취한 후, 육안평가, 피부 멜라닌 지수 측정, 피부색 밝기 측정을 시행한 다음 설문평가와 안전성평가를 시행하였다.

2.3.1 육안평가

피부색(색소침착 포함)의 육안평가는 2명의 시험자가 육안 평가기준[21]에 의거하여 0 ~ 9 단계로 평가하였다. 피부색은 시점별(제품사용 전, 사용 4주 후, 8주 후)로 안면 촬영장치(VISIA, Canfield Scientific, Inc. USA)를 이용하였다.

2.3.2 피부 멜라닌 지수 측정

제품사용 전, 사용 4주 후, 8주 후 시점에서 눈꼬리 아래와 코 끝 옆이 만나는 뺨 부위(좌우측)를 피부 멜라닌 지수 기기(Mexameter® MPA580(C+K, Germany))를 이용하여 측정하였다. 이 기기는 피부색을 결정하는 주요한 요인인 헤모글로빈과 멜라닌의 양을 흡광 원리를 이용하여 측정한다. 멜라닌 지수와 홍반지수는 과장 영역의 피부 흡수율로 측정되어 디지털화 하여 멜라닌 지수(Melanin Index, M.I)와 홍반 지수(Erythema Index, E. I)로 나타낸다. 본 시험에서 시험부위를 3회 반복 측정하고 평균값을 취하여 분석하였다.

2.3.3 피부색 밝기 측정

Spectrophotometer®CM-700d (Minolta Co, Japan) 기기를 이용하여 제품사용 전, 사용 4주 후, 8주 후 시점에서 눈꼬리 아래와 코 끝 옆이 만나는 뺨 부위(좌우측)의 피부색 밝기를 측정하였다. 물체색의 분광반사율을 측정하는 장비로서 tristimulus values를 측정하여 CIELAB의 표색계인 L*, a*, b*로 계산해 주는데 명도는 L*로 표시하고 색상과 채도를 표시하는 색도는 a*, b*로 표시한다. 본 시험에서는 시험부위를 3회 반복 측정하고 L*value의 평균값을 취하여 분석하였다.

2.4 설문 평가

연구대상자의 피부 특성, 연령 등의 인구통계학적 설문 평가 내용은 피부특성 4항목, 인구통계학적 특성 12항목으로 구성하였고, 본 연구의 조사 목적에 맞게 선행 연구 Kim[22]의 연구 4항목, Lee[23]의 연구 3항목, 연구자 개발 9문항을 추가 수정 보완하였다. 시험제품의 효능에 대한 설문 평가는 Jo[24]의 연구 5문항과 연구자 개발 6문항을 수정 보완하여 구성하였다.

2.5 안정성 평가

제품 사용 4주 후, 8주 후 시점에 연구대상자의 피부

상태를 관찰하고 질의응답을 통해 피부상태를 확인하여 기록하여 평가하였다. 피부에 이상 반응이 있을 시에는 피부 이상반응 보고를 작성하도록 하였으며, 이에 대한 시험 제품과의 관련성은 시험책임자가 판단하도록 하였다.

2.6 자료처리 및 통계

육안평가, 기기평가를 통해 산출된 결과는 SPSS Ver. 22(Statistical Package for Social Science, IBM, USA)를 이용하여 통계 분석하였다. 정규성은 첨도(Skewness) 및 왜도(Kurtosis)를, 군간의 제품사용 전 측정값의 동질성은 Paired t-test를 이용하여 검정하였다. 실험 시점별 전·후 비교 및 군간 비교는 동일 연구대상자에게서 반복 측정되어 산출된 결과의 상호의존성(교호작용)을 고려하여 반복측정 분산분석법(Repeated Measures ANOVA)을 이용하여 통계적 유의성을 검증하였고, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다. 설문평가는 빈도분석을 이용하여 분석하였다.

3. 연구결과 및 고찰

3.1 연구대상자의 일반적 특성

실험 전 연구대상자의 피부특성과 연령 등의 일반적 인 특성은 30세~55세 여성 22명을 대상으로 설문을 이용하여 조사 하였으며, 연구대상자의 피부 특성과 연령 등의 일반적인 특성의 분석 결과는 다음과 같다(Table 3, Table 4).

Table 3과 같이 연구대상자의 피부특성을 파악한 결과 환경자극에 민감, 화장품 사용 후(따가움, 가려움)와 화장품 부작용에서는 각각 “아니오”가 전체 인원인 22명(100%)로 나타났다. 생리 중 피부상태 변화에서는 “예”

Table 3. Subjects' Skin Characteristics (n=22)

Classification	Frequency (number)	ratio(%)
Sensitive to environmental stimuli	Yes	0
	No	22
Sensitive to environmental stimuli	Yes	6
	No	16
After using cosmetics (Stinging, itching)	Yes	0
	No	22
Cosmetic side effects	Yes	0
	No	22

Table 4. Subjects' General Characteristics (n=22)

Classification	Frequency (number)	ratio(%)	
age	30 years old	12	54.55
	40 years old	9	40.91
	50 years old	1	4.55
Skin type	Dry	8	36.36
	normal	4	18.18
	oil	0	0.00
	Combination	10	45.45
Skin color	Problematic	0	0.00
	White	3	13.64
	usually	10	45.45
Skin surface condition	Black or dull side	9	40.91
	Soft piece	6	27.27
	usually	11	50.00
Skin sebum	Coarse pieces	5	22.75
	Shine	5	22.75
	usually	12	54.55
Skin moisture	Lack also	5	22.75
	Do moist	0	0.00
	usually	9	40.91
Skin thickness	Dry	13	59.09
	Thin	11	50.00
	usually	8	36.36
Frequency of color makeup (1 week)	Thick side	3	13.64
	0 ~ 1 time	12	54.55
	2 ~ 3 time	4	18.18
Outdoor Time	4 ~ 5 time	4	18.18
	Almost every day	2	9.09
	Less than 1 hour	4	18.18
Sleep time (1 day)	1 ~ 3 time	16	72.75
	More than 5 hours	2	9.09
	Less than 5 hours	0	0.00
Smoking (1 day)	5 ~ 8 hours	17	77.27
	More than 8 hours	5	22.75
	I will not.	22	100.00
Smoking (1 day)	Less than 10 pieces	0	0.00
	More than 10 pieces	0	0.00
	More than one	0	0.00

6명(27.3%), “아니오”가 16명(72.7%)으로 나타났다.

또한 Table 4와 같이 연구대상자 22명의 일반적 특성을 파악한 결과에서 연령은 ‘30대’가 12명(54.6%), ‘40대’ 9명(40.9%), ‘50대’ 1명(4.5%) 순으로 나타났고, 피부타입은 ‘복합성’ 10명(45.5%), ‘건성’ 8명(36.3%), ‘중성’ 4명(18.2%) 순으로 조사되었다. 피부색은 ‘보통’이 10명(45.5%), ‘검거나 칙칙한 편’ 9명 (40.9%), ‘하얀 편’이 3명(13.6%) 순으로 나타났고, 피부표면상태는 ‘보통’이 11명(50%) ‘부드러운 편’ 6명(27.3%), ‘거친 편’이 5명(22.7%) 순으로 나타났으며, 피부유분은 ‘보

통’이 12명(54.6%), ‘번들거림’과 ‘부족함’은 각각 5명씩(22.7%) 동일하게 나타났다. 피부수분은 ‘건조함’이 13명(59.1%), ‘보통’이 9명(40.9%)으로 나타났고, 피부 두께는 ‘얇은편’이 11명(50%), ‘보통’ 8명(36.3%), ‘두꺼운편’이 3명(13.7%) 순으로 나타났으며, 색소화장빈도(주 1회)는 ‘0~1회’가 12명(54.6%), ‘2~3회’와 ‘4~5회’는 각각 4명씩(18.2%) 동일하게 나타났다. 야외활동 시간은 ‘1~3시간’이 16명(72.7%), ‘1시간미만’이 4명(18.2%), ‘거의 매일함’이 2명(9.1%) 순으로 나타났고, 수면시간(1일)은 ‘5~8시간’이 17명(77.2%), ‘8시간 이상’이 5명(22.7%), ‘5시간 이상’이 2명(9.1%) 순으로 나타났으며, 흡연유무(1일)는 ‘안된다’가 22명(100%)으로 나타났다. 또한 환경 자극에 민감은 ‘No’가 전체 인원인 22명(100%)으로 나타나 연구대상자들이 환경자극에 민감하지 않은 것으로 나타났다.

3.2 제품사용 전·후 시점별 육안평가 결과

제품사용 전·후 시점별 피부색 육안평가 변화를 비교한 결과는 Table 5와 같다. 제품사용 4주 후, 8주 후 모든 시점에서 피부색 육안평가 점수는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 최대감소율은 제품사용 8주 후 시점에서 시험군(A)이 0.37%로 나타났다. 또한 Table 6과 같이 시점별 피부색 육안평가 변화를 사후검증을 통한 구간 비교에서도 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Table 5. Changes in the Scores of Visual Inspection on Skin Color before and after the Use of the Product

Group	week	Mean (M.I)	S.D	Sig.	Growth rate° (%)
experimental group (A)	0	5.36	0.79	-	-
	4	5.36	0.79	1.000	-
	8	5.34	0.81	0.329	▼0.37
control group (B)	0	5.36	0.79	-	-
	4	5.36	0.79	1.000	-
	8	5.36	0.79	1.000	-

※ Mean value: Decreases skin color as it decreases.
 ※ Significant difference at *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 compared with before application.
 ※ Growth rate°: (Wx - Wo)/Wo×100, calculated by mean value

Table 6. Comparison of Changes in Visual inspection on Skin Color between the Groups before and after the Use of the Product (n=22)

week	TypeIII Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig. \neq	scheffe
4	0.000	1	0.000	0.000	1.000	N,S
8	0.011	1	0.011	1.000	0.329	

※ \neq Significant difference : *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 compared with control group, N,S : not Significance

3.3 멜라닌 지수(M.I) 변화

3.3.1 제품사용 전·후 시점별 피부 멜라닌 지수

제품사용 전·후 시점별 피부 멜라닌 지수 변화를 측정한 결과는 Table 7과 같다. 시험군(A)는 제품사용 4주 후, 8주 후 모든 시점에서 피부 멜라닌 지수가 통계적으로 유의하게 감소하였으며(p<0.01, p<0.001), 멜라닌지수의 최대 감소율은 실험군(A)가 제품사용 8주 후 시점에 4.85%로 나타났다.

Table 7. Changes in Melanin Index before and after the Use of the Product

Group	week	Mean (M.I)	S.D	Sig.	Growth rate ^o (%)
experimental group (A)	0	145.44	6.42	-	-
	4	140.06	6.55	0.001**	▼3.70
	8	138.38	6.26	0.000***	▼4.85
Control group (B)	0	145.99	6.25	-	-
	4	143.67	6.30	0.076	1.59
	8	143.33	6.08	0.057	1.82

※ Mean value: Decreases skin color as it decreases.
 ※ Significant difference at *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 compared with before application.
 ※ Growth rate^o: $(W_x - W_0) / W_0 \times 100$, calculated by mean value

Lee[10]의 연구에 의하면 항산화 효과가 생체 내 유해한 활성산소종(ROS)을 제거하여 환원, 산화 균형을 맞추는 항 노화 효과로 Turn-over를 정상적인 주기로 맞추주는 역할을 한다고 보고하였다. 또한 Jeong[25]의 연구에서는 은행잎의 항산화 효과가 피부 미백에 관여한다고 보고하였고, Choi와 Moon[26]의 연구에서는 파슬리 추출물의 우수한 항산화 효과가 미백 및 주름 개선에 효과적이라고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 이와 같은 결과는 본 연구의 플러린 성분이 활성산소종(ROS)에 대한 강력한 소거능력과 우수한 생물학적 항산화제

[18]로서 멜라닌색소 개선에 영향을 미쳤음을 뒷받침한다. 따라서 플러린 함유 세럼의 미백효능과 미백화장품 소재로서의 그 가능성을 확인하였다.

3.3.2 제품사용 전·후 피부 멜라닌 지수(M.I) 군간 비교

제품사용 전·후 피부 멜라닌 지수 변화를 군간 비교한 결과는 다음과 같다(Table 8, Fig. 2). 시험군(A)는 제품사용 4주 후, 8주 후 시점에서 피부 멜라닌지수가 대조군(B)에 비해 각각 통계적으로 유의하게 감소하였으며(p<0.01, p<0.01), 사후검증결과에서도 제품사용 전과 4주 후, 8주 후 시점에서 각각 유의한 차이를 나타냈다(p<0.05). 이와 같은 결과는 Lee등[27]의 야민 추출물이 함유된 마스크팩의 피부개선 효과 연구에서 멜라닌량이 감소하였다는 연구 결과와 유사하였다. 따라서 대조군(B) 보다 시험군(A)에 함유된 플러린 성분이 피부의 멜라닌 지수를 감소시켜 피부 개선효과를 나타낸 것으로 사료되며, 미백화장품의 소재로서 가능성을 확인하였다.

Table 8. Comparison of Changes in Melanin Index between the Groups before and after the Use of the Product (n=22)

week	TypeIII Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig. \neq	scheffe
4	206.122	1	206.122	9.774	0.005**	b<a
8	427.505	1	427.505	16.203	0.001**	b<a

※ \neq Significant difference : *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 compared with control group
 ※ scheffe : a (experimental group), b (Control group)

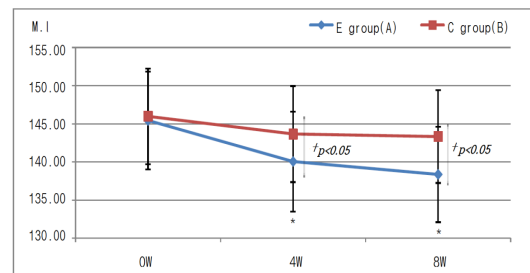


Fig. 2. Changes in Melanin Index before and after the Use of the Product

3.4 L*value 변화

3.4.1 제품사용 전·후 시점별 L*value 변화

제품사용 전·후 시점별 L*value(피부색밝기) 변화를

측정한 결과는 Table 9와 같다. 제품사용 전과 비교 시, 제품사용 4주 후, 8주 후 시점에 시험군(A)에서 L*value가 각각 통계적으로 유의하게 증가 하였으며(p<0.01, p<0.001), L*value 최대증가율은 시험군(A)가 제품사용 8주 후 시점에 0.96%로 나타났다. 이와 같은 결과는 시험군(A)에 함유된 플러린 성분이 피부의 밝기를 나타내는 SCE L*value을 높여 피부톤 개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 본 연구는 모시대 잎이 항산화 및 피부 개선효과[28] 연구결과와 Jung 등[29]의 연구 미세다공침을 이용한 스피루나 함유 화장품의 피부 밝기 개선효과, Lee[10]의 은행잎 추출물(1.0% 함유)의 피부 미백효과 연구에서 대조군 보다 시험군이 L*value 피부 명도가 변화되어 피부가 밝아지는 효과가 있었다는 결과와 유사하였다. 따라서 플러린 성분의 미백효능과 미백 화장품 소재로서의 그 가능성을 확인하였다.

Table 9. Changes in Skin Brightness before and after the Use of the Product (n=22)

Group	week	Mean (M.I)	S.D	Sig.	Growth rate ^o (%)
experiment al group (A)	0	61.56	1.81	-	-
	4	61.87	0.79	0.001**	▲0.50
	8	62.15	0.81	0.000***	▲0.96
control group (B)	0	61.68	1.87	-	-
	4	61.63	1.88	0.560	▼0.08
	8	61.82	1.83	0.087	▲0.23

※ Mean value: Decreases skin color as it decreases.
 ※ Significant difference at *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 compared with before application.
 ※ Growth rate^o: (W_x - W₀)/W₀×100, calculated by mean value
 ※ scheffe : a (experimental group), b (Control group)

3.4.2 제품사용 전·후 시점별 L*value 군간 비교

제품사용 전·후 시점별 L*value(피부색밝기) 변화를 군간 비교한 결과는 다음과 같다(Table 10, Fig. 3). 시험군(A)는 제품사용 후 모든 시점(4주 후, 8주 후)에서 L*value가 대조군(B)에 비해 각각 통계적으로 유의하게 증가하였고(p<0.01, p<0.001), 사후검증결과에서도 제품사용 전과 4주 후, 8주 후 시점에서 유의한 차이를 나타냈다(p<0.05). 이와 같은 결과는 Lee[10]의 은행잎 추출물(1.0% 함유)의 피부 미백효과 연구에서 대조군 보다 시험군의 L*value 수치가 증가 되었다는 결과와 유사하였다. 이는 시험군 A가 피부의 밝기를 나타내는 SCE L*value을 높여 시험군 A에 함유된 플러린 성분이 피부

톤 개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다.

Table 10. Comparison of Changes in Skin Brightness between the Groups before and after the Use of the Product (n=22)

week	TypeIII SS	df	MS	F	Sig. [†]	scheffe
4	2.801	1	2.801	12.495	0.002**	b<a
8	4.527	1	4.527	17.589	0.000***	b<a

※ [†] Significant difference : *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 compared with control group
 ※ scheffe : a (experimental group), b (Control group)

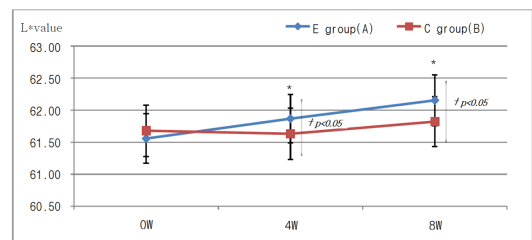


Fig. 3. Changes in Skin Brightness before and after the Use of the Product

3.5 설문 평가

3.5.1 효능에 관한 설문 평가

제품 사용 4주 후, 8주 후 시점에 연구대상자들이 설문문을 통해 답변한 제품의 효능에 관한 평가 결과는 Table 11과 같다.

Table 11. Questionnaire evaluation result about efficacy (n=22)

Classification	Week	control group(B)		experimental group(A)	
		Positive response	satisfaction (%)	Positive response	satisfaction (%)
Degree of skin color improvement	4	6	27.27	11	50.00
	8	14	63.64	13	59.09
1. The skin seems to be moistened.	4	13	59.09	18	81.82
	8	17	77.27	20	90.91
2. The skin seems to be soft.	4	18	81.82	19	86.36
	8	17	77.27	18	81.82
3. Skin appears to be trimmed.	4	12	54.55	13	59.09
	8	16	72.73	16	72.73
4. The skin tone seems to be lighter	4	12	54.55	13	59.09
	8	13	59.09	14	63.64
5. The skin seems to be strong.	4	11	50.00	12	54.55
	8	14	63.64	17	77.27

▷ Survey scale [†]: 0, no change/ 1, I do not know whether a slight change is felt/ 2, feeling a little improved/ 3, feeling improved/ 4, greatly improved, Subjects who respond positively (%): 2-4

‘피부색개선’ 항목은 제품사용 4주후, 8주 후 시점에서 대조군(B)에 비해 시험군(A)의 사용부위에서 피부색이 개선되었다는 긍정적 응답률이 높게 나타났으며, ‘촉촉해진 것 같다’, ‘부드러워진 것 같다’, ‘겉이 정돈된 것 같다’ 항목은 8주 후 시점에서 두 제품(A, B) 모두 70% 이상이 긍정적인 응답을 나타냈다. 이와 같은 결과는 대체로 효능에 만족한다는 것을 의미하며, 특히 시험군(A)에 함유된 플러린 성분이 피부색 개선효과를 나타내어 미백화장품의 소재로서 가능성을 확인하였다.

3.6 안정성 평가 결과

Table 12와 같이 제품사용 4주 후, 8주 후 시점에 연구대상자의 피부상태를 육안으로 관찰하고, 질의응답을 통해 주관적, 객관적 자극에 대한 안전성 평가를 실시한 결과, 제품사용 후 연구대상자들은 모든 항목에서 아무런 피부 이상반응이 관찰되지 않았다. 이와 같은 결과는 플러린이 인체에 독성이 없다고[20] 보고한 바와 같이 본 연구의 플러린 성분을 함유한 세럼이 피부에 안전성이 있다는 것을 의미한다.

Table 12. Safety assessment: skin adverse reaction

Evaluation point	Symptom	Subjective stimulation										Objective stimulus	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
4W	weakness	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	middle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Severe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8W	weakness	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	middle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Severe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Number of adverse events(total)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A: Itch, B: Stinging pain, C: Stiffen, D: Burning, E: Tingling, F: Stiffness, G: strain, H: Erythema, I: edema, J: Keratin, K: Poruge(jopsal)

4. 결론

본 연구는 피부색이 칙칙하거나 색소침착(기미, 잡티 피부)이 생성된 30~55세 여성 20명을 대상으로 플러린 0.1%가 함유된 세럼을 제조하여 피부의 멜라닌 지수 및 피부톤 개선을 통한 미백 효능을 연구하고, 미백 화장품의 소재로서 그 가능성을 알아보고자 하였다. 시험결과

는 다음과 같다.

첫째, 피부색 육안평가 결과는 제품사용 전 보다 제품사용 4주 후, 8주 후 시점에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 최대감소율은 제품사용 8주 후 시점에서 시험군(A)가 0.37%로 나타났다. 군간 비교한 결과에서도 제품사용 후 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

둘째, 피부멜라닌 지수 변화 측정 결과는 제품사용 전 보다 제품사용 4주 후, 8주 후 시점에서 시험군(A)의 피부 멜라닌 지수(M.I)가 통계적으로 유의하게 감소하였으며($p<0.05$), 최대감소율은 제품사용 8주 후 시점에서 시험군(A)가 4.85%로 나타났다. 군간 비교한 결과에서는 시험군(A)가 제품사용 4주 후, 8주 후 모든 시점에서 대조군(B)에 비해 통계적으로 유의하게 감소하였다($p<0.05$).

셋째, L*value(피부색 밝기) 변화 측정 결과는 제품사용 전 보다 제품사용 8주 후 시점에서 시험군(A)의 L*value가 통계적으로 유의하게 증가 하였으며($p<0.05$), 최대증가율은 시험군(A)가 제품사용 8주 후 시점에 0.74%로 나타났다. 군간 비교한 결과에서도 시험군(A)가 제품사용 4주 후, 8주 후 모든 시점에서 대조군(B)에 비해 통계적으로 유의하게 증가 하였다($p<0.05$).

넷째, 효능에 관한 설문평가 분석결과에서는 ‘피부색개선’ 항목은 제품사용 8주 후 시점에서 대조군(B)에 비해 시험군(A)의 사용부위에서 개선되었다는 긍정적 응답률이 높게 나타났다.

다섯째, 안전성평가 결과에서는 본 시험기간인 8주 동안 모든 연구대상자에게서 아무런 이상반응이 관찰되지 않아 피부에 안전성이 있음을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 플러린을 0.1% 함유한 세럼은 멜라닌 색소와 피부톤(피부색 밝기) 개선 효과를 나타내었으며, 화장품 소재 가능성을 시사하였다. 이는 파슬리 추출물의 우수한 항산화 효과가 미백 및 주름 개선에 효과적인 연구[26], 양변 추출물이 함유된 마스크팩에서 멜라닌량이 감소한 연구[27], 대조군 보다 실험군이 L*value 피부 명도가 변화되어 피부가 밝아지는 효과가 있었다는 미세다룬침을 이용한 스피루나 함유 화장품의 피부 밝기 개선 효과 연구[29], 은행잎 추출물이 멜라닌지수 감소 및 피부톤 개선 효과로 미백효과가 있었다는 연구[10]결과와 같이 본 연구의 플러린 함유 세럼 화장품이 멜라닌 지수 감소 효과와 피부톤 개선 효과 즉, 미백 효능이 있음을 입증한 결과라 사료된다.

그러나 화장품 성분으로서의 효능 입증에 선행 되어진 연구가 아직은 미비한 실정으로 향후, 본 연구를 기초로 하여 체계적인 시험을 통한 플러린의 효능에 대한 추가 검증이 요구된다. 또한 미백화장품 소재로 피부 관리에 적용 시 효과적인 적용방법 및 화장품제형에 대한 지속적이고 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

References

- [1] B. Y. Choi, H. H. Lee, "Antioxidant and Physiological Activities of Coriulus versicolor Fruit Body Crude Extracts", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 17, no. 8, pp. 415-422, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.8.415>
- [2] S. J. Jung, H. J. Lee, S. H. Li, "A Study on the Effect of Spirulina-containing Cosmetics Using Micro-Needle", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 18, no. 6, p. 270, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.6.269>
- [3] G. M. Kim, "A Study on the Recognition Rate of Skin aging and Its Treatment Habits", Master's Thesis, Joongb University, pp. 1-74, 2009.
- [4] M. J. Kim, J. N. Lee, "A Study on Peucedanum Japonicum Thunberg Extract on Anti-oxidation and Cell Activities as Cosmetic Additive", *Journal of the Korea Society of Cosmetology*, vol. 22, no. 6, pp. 1135-1143, 2016.
- [5] S. N. Park, "Active oxygen, photoaging and natural products", *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, vol. 29, no. 1, pp. 75-77, 2003.
- [6] M. K. Kim, S. M. Kang, "The Effect of Enzyme Food and Collagen Intake on 40's-60's Women's Neck Skin", *Journal of the Korea Society of Cosmetology*, vol. 22, no. 2, pp. 235-248, 2016.
- [7] T. J. Kwak, Y. M. Jang, S. M. Lee, S. K. Park, S. N. Park, "A comparative study of melanin quantification and skin color in keratinocytes", *Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, vol. 36, no. 3, pp. 193-198, 2010.
- [8] E. J. Kim, S. M. Kang, "The Effect of Hydrogen Rich Water intake on 40's-60's Women's Neck Skin", *Journal of the Korea Society of Cosmetology*, vol. 22, no. 6, pp. 1352-1360, 2016.
- [9] Y. Lee, "Effect of Moisturizing Cosmetics on the Skin Whitening" Master's Thesis, Konkuk University, pp. 1-59, 2013.
- [10] S. A. Lee, "The research about cosmetic which contains Ginkgo leaf extract's Whitening effects", Master's Thesis, Konkuk University, pp. 1-52, 2016.
- [11] H. S. Lim, "A study on the Effect of Fullerene serum on Skin Tone up & Whitening", Master's Thesis, Konkuk University, pp. 1-44, 2016.
- [12] Sokolov, Stankevich, "The fullerene—new allotropic forms of carbon: molecular and electronic structure, and chemical properties", *Russian Chemical Reviews*, vol. 62, pp. 419-435, 1993. DOI: <https://doi.org/10.1070/RC1993v062n05ABEH000025>
- [13] S. H. Ahn, "Spectroscopic Analysis and Hydrogen Storage Properties of Hydroquinone-Fullerene Mixture Clathrate", Master's Thesis, Korea Maritime University, pp. 7-8, 2011.
- [14] S. Riahi, P. Pourhossein, A. Zolfaghari, M. R. Ganjali, H. Z. Jooya, "Fullerenes, nanotubes and carbon nanostructures", USA, Taylor&Francis, 2009.
- [15] B. W. Smith, M. Monthieux, D. E. Luzzi, "Encapsulated C60 in carbon nanotubes", *Nature*, vol. 396, pp. 323-324, 1998.
- [16] B. J. Kim, "Structural and Superfluid Properties of 4He Layers Adsorbed on Small Fullerene molecules", Master's Thesis, Konkuk University, pp. 1-43, 2014
- [17] E. J. Yoon, "Photoswitchable Fluorescent Fullerene-Silica Nanoparticle for Biological Application" Master's Thesis, Science and Technology University, p. 4, 2011.
- [18] Y. Saitoh, H. Ohta, S. Hyodo, "Protective effects of polyvinylpyrrolidone-wrapped fullerene against intermittent ultraviolet-A irradiation-induced cell injury in HaCaT cells", *Journal of photochemistry and photobiology Biology*, vol. 163, pp. 22-29, 2016.
- [19] S. kim, "Functional fullerene nanoparticle for efficient photodynamic therapy", Master's Thesis, Catholic University, pp. 1-67, 2016.
- [20] Small and Medium Business Administration, "Carbon Nanomaterial Applications Industry Roadmap, 2013, <https://blog.naver.com/bizhospital/220041985708>
- [21] Food and Drug Administration, "Test method guidelines for cosmetic marking and advertising demonstration", <http://www.mfds.go.kr>, 2014, 8
- [22] E. J. Kim, "The Effect of Seaweeds Scaling and Glycolic Acid Peeling on the Acne and the Hyperpigmentation", Master's Thesis, Konkuk University, pp. 40-43, 2009
- [23] Y. S. Lee, "The effects of cleansing oil containing lavender", Master's Thesis, Konkuk University, pp. 1-64, 2015.
- [24] A. R. Jo, "Effects of *Poria cocos* extracts-containing Cream on the Improvement of Skin Barrier Functions", Master's Thesis, Konkuk University, p. 1, 2015
- [25] J. M. Jeong, "A Study on the skin condition effect of Ginkgo biloba leaf extract composition", Master's Thesis, Kwangju Women's University
- [26] Jung-Eun Choi, Ji-Sun Moon, "Physiological Activities of Parsley Extracts as an Ingredient of Functional Cosmetics", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, vol. 15, no. 4, pp. 501-511, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20402/ajbc.2017.0168>
- [27] Ah Reum Lee, Hae-Ok Kim, Weon Jung Song, Yu-Hong Min, Seong-Soo Roh1, "Effects of Mask Pack Containing Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*) Extracts on Skin Improvement", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, vol. 15, no. 1, pp. 180-190, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20402/ajbc.2016.0123>
- [28] H. S. Ra, J. M. Park, "Measuring of Anti-oxidant Activity and Skin Improvement Effect using *Adenophora Remotiflora* Leaf", *Journal of the Korea Academia-*

Industrial Cooperation Society, vol. 14, no. 1, pp. 3824-3831, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.8.3824>

- [29] S. J. Jung, H. J. Lee, S. H. Li, "A Study on the Effect of Spirulina-containing Cosmetics Using Micro-Needle", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol. 18, no. 6, p. 272, 2017.

DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.6.269>

임 현 숙(Lim-Hyun Sook)

[정회원]



- 2017년 2월 : 건국대학교 산업대학원 향장학과 (향장학석사)
- 2017년 11월 ~ 현재 : 프로젝트엘앤씨(주)(프로젝트L&C) 대표

<관심분야>

향장미용, 미용교육, 화장품소재

이 미 분(Mi-Bun Lee)

[정회원]



- 2016년 8월 : 건국대학교 산업대학원 향장학과 (향장학석사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 포렌테라 에스테틱 원장

<관심분야>

향장미용, 미용교육, 화장품소재

이 재 남(Jae-Nam Lee)

[정회원]



- 2011년 8월 : 건국대학교 대학원 미생물공학과 (이학박사)
- 2017년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 산업대학원 향장학과 조교수

<관심분야>

향장미용, 메디컬, 화장품