

## 도라지 추출성분의 항균·항산화 및 탈모예방 효과

†정민화

대동대학교 두피·모발연구소 소장

### Evaluation of Antibacterial, Antioxidant Fractionalities and Hair Loss Prevention Effect of *Platycodon grandiflorum*

†Min-Hwa Jung

Director, Hair Scalp Research Institute in Daedong College, Busan 46270, Korea

#### Abstract

To investigate the effects of antioxidant activities and hair loss prevention of extracts from *Platycodon grandiflorum*, we've prepared chloroform (CF) and ethylacetate fractions (EA) extracted from *P. grandiflorum*. In the results of DPPH radical scavenging assay, the two fractions showed dose-dependent antioxidant activities. Furthermore, in the ABTS assay, the two fractions exhibited the inhibitory effect over 90% at 10, 50, 100, 200 mg/mL. To investigate the inflammation inhibitory effect, we used RAW264.7 cells, these extracts were inhibited inflammatory reaction by suppressing the production of nitric oxide (NO) and prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) in dose-dependent manner. In the assay of HaCaT cells' proliferation, the 24 hr treatment of the extracts significantly accelerated cell proliferation in the range of concentrations used. The two fractions inhibited the proliferation of *Malssezia furfur*, the bacteria induce the dandruff. Finally, the CF could significantly inhibit the DHT production at 1, 10, 50, 100 µg/mL, but EA showed the inhibitory effect at the concentration over 50 µg/mL. The overall results of this study suggest that the chloroform (CF) and ethylacetate fractions (EA) from *P. grandiflorum* could be a useful raw material for the hair loss prevention products.

Key words: *Platycodon grandiflorum*, NO, PGE<sub>2</sub>, DPPH, DHT

#### 서론

사회생활의 증가로 현대인의 외모에 대한 관심이 증대된 반면, 환경오염, 미세먼지, 음주, 흡연 등의 이유로 증장년층 뿐만 아니라, 젊은층에서도 탈모가 발생하고 있어, 개인의 자존감 상실 및 대인기피 등 생활의 질 저하를 야기하기도 한다(Liu 등 2018). 탈모인구의 증가로 탈모시장이 급성장하면서 탈모를 예방 및 치료하기 위한 제품들이 개발되고 있다. 탈모는 모발의 성장주기 중 휴지기에 빠지는 '자연 탈모'와 스트레스나 질병 등의 환경적 요인에 의해 휴지기가 아닌 성장기에 모발이 탈락되는 '비정상적인 탈모'로 나뉜다(Lee & Im 2009; Moreno-arrones 등 2017). 탈모치료의 근본적인 해결책은 탈모의 원인을 해결하는 것이다. 탈모의 대표적인 원

인으로 5- $\alpha$  reductase에 의해 생성되는 dihydrotestosterone(DHT)이 있다. 따라서 많은 연구들에서 DHT 합성을 억제시키는 노력이 진행되었으며, 그 대표적인 약물이 Minoxidil과 Finasteride이다. 이들 약물은 5- $\alpha$  reductase의 활성을 저해함으로써 탈모를 치료하는 효과가 있으나, 홍반, 가려움증, 피부염, 혈압저하, 성욕감퇴 등의 부작용이 초래되는 것으로 알려져 있다. 따라서, 부작용이 적은 천연물로부터 탈모에 효과가 있는 물질을 분리, 추출하고자 많은 연구가 진행되고 있다. 한련초 추출액과 미세 다룬침을 병행사용하여 두피관리를 했을 때 모발 밀도, 굵기 등에 효과가 있다는 보고가 있다(Kim GR 2011). 또한 플라보노이드의 일종인 naringenin과 hesperetin이 모발의 성장을 촉진시킨다고 하였다(Madaan 등 2017). An & Hwang (2009)은 산삼 배양근을 함유한 생약추출물이 모발의

† Corresponding author: Min-Hwa Jung, Director, Hair Scalp Research Institute in Daedong College, Busan 46270, Korea. Tel: +82-10-8034-6848, E-mail: idohair80@naver.com

밀도와 굵기를 증가시킴으로써 탈모 방지 및 육모 촉진 효과가 있다고 하였다.

초롱꽃과의 다년생 초본식물인 도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 식용뿐만 아니라, 한방에서 약재로 사용되어온 만큼 도라지의 효능을 나타내는 성분에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 도라지 추출물이 구강미생물에 대해서 항균효과를 보였으며(Jung SY 2016), 그 외에도 항알러지(Park 등 2012), 항산화(Jeong 등 2009), 항암효과(Yi & Kim 2017) 등이 보고되었다. 이들 효능은 대부분 도라지에 함유된 사포닌에 의한 것으로, Leng 등(2018)은 도라지에서 추출한 사포닌이 nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells(NF- $\kappa$ B)와 AMP-activated protein kinase(AMPK)/Phosphoinositide 3-kinases(PI3K)/protein kinase B (PKB, also known as Akt) signaling pathways를 통해 아세토아미노펜에 의한 간손상을 억제한다고 하였다.

이상의 연구들에서 보았듯이, 도라지 추출물의 탈모예방 효과에 대한 연구는 전무한 실정이므로 본 연구에서는 도라지로부터 탈모예방 및 치료에 효과적인 유용성분을 얻기 위해 에탄올추출물로부터 클로로포름, 에틸아세테이트 순으로 극성 차이에 따라 분획층을 분리하였고, 이들 분획들의 항균·항산화 및 탈모방지 효능을 증명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 원료 및 추출과정

실험에 사용한 도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 지리산 도덕농원에서 2018년산 3년생 장생도라지를 구입하였다. 도라지를 깨끗이 씻어 흙을 제거한 다음 잘게 잘라 40°C에서 24시간 동안 열풍건조시킨 후 분쇄기로 갈아서 도라지 분말을 제조하였다. 도라지 분말 중량의 10배 부피의 70% 에탄올(Daejung Chem., Siheung-si, Gyeonggi-do, Korea)을 첨가하여 35°C, 48시간 동안 교반하여 2회 추출하였고, 이 추출물에 클로로포름, 에틸아세테이트 순으로 첨가하면서 극성 차이에 따라 층이 분리되는 성질을 이용하여 분액깔대기로 각 용매별 분획물을 얻었다. 본 실험에 사용된 클로로포름 분획물(CF)과 에틸아세테이트 분획물(EA)은 감압농축하여 용매를 제거한 후 DMSO에 녹여 사용하였다.

### 2. DPPH radical 소거능

DPPH assay는 Yoshida 등(1989)이 사용한 방법에 따라 측정하였다. 96 well plate에 시료 50  $\mu$ L씩 분주한 후 25  $\mu$ L 에탄올, 75  $\mu$ L DPPH(0.5mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl/ethanol; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 용액을 첨가한다. 25°C, 30분간 반응시킨 다음 517 nm에서 microplate reader(Molecular

Devices, VersaMax ELISA Microplate Reader, USA)로 흡광도를 측정하였다. 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = \frac{(1 - \text{시료첨가시의 흡광도})}{\text{대조군 흡광도}} \times 100$$

### 3. ABTS radical 소거능

ABTS assay는 Re 등(1999)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 7 mM ABTS(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 5 mL와 140 mM potassium persulfate 88  $\mu$ L를 섞은 후 상온에서 16시간 빛을 차단하여 ABTS 양이온을 형성시킨다. 16시간 후 414 nm에서 흡광도 값이 1.5가 되도록 PBS(USB Corporation, Cleveland, OH, USA)로 희석하였다. 조제된 희석용액 190  $\mu$ L와 시료 10  $\mu$ L를 혼합한 후 상온에서 5분간 반응시킨 다음 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다.

ABTS 라디칼 소거능(\%) =

$$\frac{(\text{대조군 흡광도} - \text{시료첨가시의 흡광도})}{\text{대조군 흡광도}} \times 100$$

### 4. 세포 배양

실험에 사용한 RAW264.7 cell은 한국세포주은행(KCLB, Seoul, Korea)에서 분양받아, 10 cm plate (SPL, Pocheon-si, Gyeonggi-do, Korea)에 10% FBS를 함유한 DMEP 배지(GE healthcare, Cichago, IL, USA)로 37°C, 습도 95%, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 배양하였다. 80% 세포성장이 일어나면 phosphated-buffered saline-EDTA(PBS-EDTA)로 세척한 후 트립신 처리하여 계대배양하였으며 배지는 48시간마다 교환하여 세포를 배양하였다.

### 5. Nitric oxide 생성량 측정

RAW264.7 cell을 96 well plate에 분주한 후 세포가 80% 성장하면 1  $\mu$ g/mL lipopolysaccharide(LPS, Sigma-Aldrich, MO, USA)와 함께 1, 10, 50, 100, 200  $\mu$ g/mL 농도로 24시간 처리하였다. 24시간 후 세포 배양액 50  $\mu$ L를 96 well plate에 채취하고 여기에 50  $\mu$ L Griess시약(1% sulfanilamide + 0.1% naphthylethylenediamine dihydrochloride / 2.5% phosphate)을 첨가하여 15분 동안 실온에서 반응시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 6. PGE<sub>2</sub> 생성량 측정

PGE<sub>2</sub> 생성량은 Prostaglandin E<sub>2</sub> EIA Kit(Cayman Chemical

Company, Ann Arbor, Michigan, USA)의 manual에 따라 측정하였다. 즉, RAW264.7 cell을 LPS와 함께 1, 10, 50, 100, 200 µg/mL 농도로 24시간 처리하였다. 24시간 후 세포 배양액 50 µL를 goat anti-mouse로 코팅된 96 well plate에 채취하고, 여기에 50µL primary antibody solution, 50 µL PGE<sub>2</sub> conjugate를 첨가한 후 4°C에서 18시간 반응시킨다. Washing buffer로 5회 세척한 뒤, 200 µL Ellman's reagent를 첨가하고, 60분간 교반하면서 반응시킨 후, 405 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 7. 세포 배양

피부세포에 대한 독성평가를 하기 위해 인간유래 표피세포인 HaCaT cell(ATCC-Manassas, VA, USA)을 10% Fetal Bovine Serum(FBS, Lonza, Valais, Switzerland)가 함유된 DMEM LOW- glucose (GE healthcare, Cichago, IL, USA) 배지로 배양하였다.

### 8. 세포재생 효능 평가

HaCaT cell을 96 well plate에  $2 \times 10^3$  cells/well로 분주하여 37°C, 습도 95%, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 24시간 동안 배양하였다. FBS가 없는 배지에 도라지 에탄올 추출물을 1, 10, 50, 100, 200 µg/mL 농도로 첨가한 배지에 세포를 3일 동안 배양하였다. 세포 생존율을 측정하기 위해 Cell Counting Kit-8 (CCK-8, Dojindo Mol. Tech., Rockville, MD, USA)를 이용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 세포의 재생효능은 시료를 처리하지 않은 대조군에 대한 시료 처리군의 흡광도로 표시하였다.

### 9. 균주 배양

본 실험에 사용된 균주는 여드름균인 *Propionibacterium acnes*(*P. acnes*)와 비듬균인 *Malassezia furfur*(*M. furfur*)로 미생물자원센터 KCTC(Korean Collection for Type Culture, Jeongeup-si, Jeollabuk-do, Korea)에서 분양받아 실험에 사용하였다. *P. acnes*과 *M. furfur*의 생육배지는 Table 1에 나타낸 바와 같은 배지에서 37°C로 배양하였다.

### 10. 항균활성 측정

배양한 균주의 단일 colony를 채취하여 액체배지에 접종한 후 *P. acnes*과 *M. furfur*를 37°C, 48시간 배양한다. 48시간 후 1mL씩을 취해 고체배지에 균일하게 도말한다. 멸균된 disc paper(8mm, Toyo seisakusho, Kashiwa-shi, Chiba, Japan)를 준비하고, 50 µL의 시료를 각각 disc에 주입하고 평평한 부분이 밑으로 가도록 하여 도말된 고체배지에 올려 놓고 클리어 존의 크기(cm)를 측정하여 항균활성을 평가한다.

Table 1. The medium composition for *P. acnes* and *M. furfur*

<i>P. acnes</i>		<i>M. furfur</i>	
Substance	Amount	Substance	Amount
Peptone	10.0 g	Peptone	10 g
Sodium chloride	5.0 g	Dextrose	20 g
Beef extract	10.0 g	Yeast extract	5 g
Yeast extract	3.0 g	Olive oil	3.3 g
Dextrose	5.0 g	Distilled water	1 L
Soluble starch	1.0 mL		
Sodium acetate	3.0 g		
L-Cysteine hydrochloride	0.5 g		
Distilled water	1.0 L		

### 11. Dihydrotestosterone(DHT) 저해능 평가

Rat의 간을 이용하여 DHT 저해능을 측정하였다. 간 중량의 2배에 해당하는 PBS를 간에 넣고 균질화한 후, 0.5 mL 균질액에 50 µL 시료를 첨가하고, 37°C 30분간 교반하며 반응시켰다. 30분 후 0.5 mL extraction buffer(50 mM NaHPO<sub>4</sub>, 0.25 M sucrose)를 첨가, 4°C, 1,500 g에서 20분간 원심분리한다. 상층액을 취해 DHT kit(Immuno-Biological Laboratories, Inc., Minneapolis, MN, USA) manual에 따라 저해능을 측정하였다.

### 12. 통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 student's *t*-test법을 사용하였다. 모든 결과치는 mean±SD로 표기하였으며,  $p < 0.05$ 로 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 도라지 추출성분의 항산화능

탈모의 원인은 유전적인 요인과 환경적인 요인이 있으며, 어느 한 가지 원인에 의해 탈모가 일어난다기 보다는 복합적인 이유로 탈모가 발생한다. 그 중 환경적인 요인은 활성산소와 밀접한 관련이 있다. 활성산소란 여러 대사과정에서 생성된 산화력이 강한 산소로, 피로, 자외선, 화학물질, 스트레스 등과 같은 환경적인 요인으로 인해 과잉 발생한다. 이러한 활성산소는 산화 작용으로 노화를 촉진하고, 모발의 활력을 감소시킨다. 뿐만 아니라 과산화 지질의 형태로 혈관 벽에 부착하여 두피 혈관을 좁게 하고, 모공을 막아 혈류를 감소시켜 모근으로의 영양 공급을 방해한다. 또한, 모낭을 구성하는 세포의 막을 손상시켜 세포 사멸을 일으키고, 두피 염증을 유발함으로써 탈모를 일으키게 된다.

이번 연구에서는 도라지로부터 추출한 클로로포름 분획

과 에틸아세테이트 분획의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다. 그 결과, 클로로포름 분획과 에틸아세테이트 분획의 DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값이 각각 19.5 mg/mL, 29.6 mg/mL로 나타났으며, ABTS 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값은 클로로포름 분획의 경우 3.7 mg/mL, 에틸아세테이트 분획의 ABTS 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값은 4.2 mg/mL로 높은 활성을 나타내었다(Table 2).

앞선 연구에서 도라지 메탄올 추출물에서는 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능이 각각 10 mg/mL와 5 mg/mL 농도에서 높은 활성을 나타낸다고 보고하였다(Boo 등 2018). 또한 도라지 종자, 발아 싹, 뿌리로부터 추출한 에탄올 추출물에서 DPPH 라디칼과 ABTS 라디칼 소거능에 모두 농도의존적인 활성을 나타낸 것으로 보고하였다(Woo 등 2018). 본 연구에서는 추출한 도라지 분획물들이 높은 항산화능을 나타내었음을 확인하였으며, 이를 근거로 탈모 방지 가능성을 확인하였다.

## 2. 도라지 추출성분의 항염증 효과

대식세포의 염증 반응시 interleukin-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ ), PGE<sub>2</sub>, COX-2 (cyclooxygenase-2), NO 등과 같은 염증관련 인자들의 농도가 증가하며(Vane JR 1971; Lee 등 2007), 혈관확장, 혈관 세포막의 투과성 증가 이외에도 지루성 피부염 등 두피의 염증반응 유발되어 탈모가 일어난다. 따라서, 본 연구에서는 도라지로부터 추출한 클로로포름 분획(CF)과 에틸아세테이트 분획물(EA)의 탈모방지 효과를 확인하기 위해, RAW264.7 cell에 염증 유발인자인 LPS를 처리하여 염증반응을 유도하였다. 여기에 CF와 EA를 처리하고, 염증관련 인자인 PGE<sub>2</sub>, NO의 생성 변화를 살펴 보았다. RAW264.7 cell에 대한 독성실험결과(Table 3), 독성을 나타내지 않은 농도범위에서 LPS와 CF, EA를 처리한 후, PGE<sub>2</sub>와 NO 생성정도를 측정하였다. Table 4에 나타낸 바와 같이, CF와 EA 처리군에서 모두 농도의존적으로 NO의 생성을 저해하였다. 반면, PGE<sub>2</sub> 실험 결과에서

**Table 2. The antioxidant activity of *P. grandiflorum* fractions**

Concentration (mg/mL)	DPPH radical scavenging activity (%)		ABTS radical scavenging activity (%)	
	CF	EA	CF	EA
1	17.0 $\pm$ 3.0	11.5 $\pm$ 3.6	32.0 $\pm$ 9.3	27.2 $\pm$ 0.7
10	50.7 $\pm$ 7.3	48.0 $\pm$ 1.4	91.3 $\pm$ 3.3	91.1 $\pm$ 2.5
50	85.4 $\pm$ 6.6	77.2 $\pm$ 3.5	100.0 $\pm$ 6.0	100.0 $\pm$ 3.3
100	89.2 $\pm$ 4.3	94.4 $\pm$ 2.7	97.6 $\pm$ 7.7	96.6 $\pm$ 5.6
200	96.9 $\pm$ 2.7	96.8 $\pm$ 2.2	95.3 $\pm$ 11.5	84.0 $\pm$ 5.9

**Table 3. The cytotoxic activity of *P. grandiflorum* fractions on RAW264.7 cells**

Concentration ( $\mu$ g/mL)	Cell viability (%)	
Control	100 $\pm$ 5.2	
CF	1	102.7 $\pm$ 8.7
	10	103.4 $\pm$ 3.5
	50	112.2 $\pm$ 8.3
	100	108.8 $\pm$ 10.2
EA	1	115.2 $\pm$ 2.6
	10	110.4 $\pm$ 4.5
	100	119.5 $\pm$ 15.1
	200	120.2 $\pm$ 6.7

\*  $p < 0.05$ .

**Table 4. The effect of *P. grandiflorum* fractions on NO and PGE<sub>2</sub> production**

Concentration( $\mu$ g/mL)	NO production (%)	PGE <sub>2</sub> production (%)
Control	11.6 $\pm$ 0.2	34.6 $\pm$ 1.8
LPS	100.0 $\pm$ 1.2	100.0 $\pm$ 5.0
LPS + CF	1	81.5 $\pm$ 9.8*
	10	74.6 $\pm$ 3.6*
	50	61.5 $\pm$ 3.2*
	100	51.0 $\pm$ 4.2*
LPS + EA	1	79.2 $\pm$ 4.2*
	10	68.3 $\pm$ 3.0*
	100	57.0 $\pm$ 5.0*
	200	45.7 $\pm$ 5.6*

\*  $p < 0.05$ ,

는 CF 처리 시 10  $\mu$ g/mL 농도에서 67.5%의 최대저해 효과를 보인 반면, EA 처리군에서는 농도의존적으로 PGE<sub>2</sub> 생성을 저해하는 것으로 나타났다(Table 4). Kim J (2014)은 도라지추출물을 10, 20  $\mu$ g/mL 농도로 처리했을 때 29.2, 26.1%의 NO 생성 저해를 나타내었다고 하였다. 본 연구에 사용한 도라지 분획물들에서의 항염증효능이 더 높은 것은 추출방법에 따른 차이로 사료된다.

## 3. 도라지 추출성분의 피부세포 재생 효과

모발은 피부의 부속기관이며, 건강한 두피는 매끄럽고 윤기가 나는 모발을 가진다(Patal 등 2015). 따라서, 본 연구에서는 도라지로부터 추출한 클로로포름 분획(CF)과 에틸아세테이트 분획물(EA)이 피부세포 증식에 미치는 영향을 관찰하기 위해 인간피부세포인 HaCaT cell에 대한 독성을 확인하였

다. HaCaT cell은 표피의 항상성과 병태생리 연구에 오랜 기간 사용되고 있으며, Pekmezci 등(2018)은 대표적인 탈모치료제인 미녹시딜이 HaCaT cell에서 IL-1  $\alpha$  발현을 억제시킴으로써 항염증효과를 낸다고 하였다. 독성을 나타내지 않는 농도범위에서 CF와 EA를 24시간과 48시간 처리한 후 세포 증식율을 관찰하였다(Table 5). 24시간 CF 및 EA 처리 시 각각 최대 20% (CF 0.01  $\mu\text{g/mL}$ )와 10%(EA 0.01  $\mu\text{g/mL}$ )까지 증가하였고, 48시간 처리 시에는 유의적인 증식촉진효과를 보이지 않았다. 즉, CF와 EA는 24시간 처리시 최대 효과가 나타났다. 대표적인 탈모치료제인 Minoxidil Sulphate의 경우, 0.001-0.001  $\mu\text{M}$  농도에서 48시간 처리 시 HaCaT cell 증식을 유의적으로 촉진시킨다(Madaan 등 2017). 이는 순수물질과 분획물의 차이로 기인한 것으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 4. 도라지 추출성분의 항균 효과

모포 상부의 피지선으로부터 피지가 과잉 분비되면 두피 상재균 등에 의해 분해되고, 분해산물에 의해 지루성 탈모증을 일으키기도 한다. 따라서, 본 연구에서는 탈모의 원인균인 *P. acnes* 균과 *M. furfur* 균을 이용하여 도라지 분획물들의

**Table 5. The effect of *P. grandiflorum* fractions on HaCaT cells' proliferation**

Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )	Cell proliferation (%)	
	24 hr	48 hr
CF	0.001	115.7 $\pm$ 3.5*
	0.005	117.9 $\pm$ 1.9*
	0.01	120.4 $\pm$ 4.0*
	0.1	115.1 $\pm$ 2.6*
EA	0.01	110.7 $\pm$ 5.7*
	0.1	110.0 $\pm$ 2.7*
	1	108.5 $\pm$ 5.4*
	10	108.5 $\pm$ 4.6*

\*  $p < 0.05$ .

**Table 6. The antibacterial activity of *P. grandiflorum* fractions**

Sample	<i>P. acnes</i> (cm)	<i>M. furfur</i> (cm)
Control	-	0.0 $\pm$ 0.0
CF	25 $\mu\text{L}$	0.5 $\pm$ 0.1
	50 $\mu\text{L}$	0.7 $\pm$ 0.1
EA	25 $\mu\text{L}$	0.2 $\pm$ 0.1
	50 $\mu\text{L}$	0.8 $\pm$ 0.1

항균효과를 살펴보았다. CF와 EA 처리 후 클리어존의 형성 유무를 관찰한 결과, *P. acnes* 균에 대해 CF와 EA 50  $\mu\text{L}$  처리군에서 각각 0.7과 0.8 cm의 항균효과를 나타내었다(Table 6). Jung SY (2016)은 도라지추출물이 구강미생물에 대한 항균효과를 나타낸다고 하였으며, Lee 등(2007)은 도라지 추출액이 기관지 질환 세균에 대해 항균효과를 가진다고 하였다.

#### 5. 도라지 추출성분의 DHT 생성 저해 효과

탈모를 일으키는 대표적인 호르몬인 DHT는 모낭세포에 작용하여 모낭의 안드로젠 수용체와 결합하여 단백질 합성을 저해하고, 모발 주기 중 생장기를 단축시키고, 더 빨리 휴지기로 접어들게 됨으로써 모발이 가늘어지고 탈모가 유발되는 것으로 알려졌다(Stenn & Paus 2001). 도라지로부터 추출한 클로로포름 분획(CF)과 에틸아세테이트 분획물(EA)의 DHT 생성 저해 효과를 관찰하기 위해 rat의 간에 추출물을 첨가하여 반응시킨 후 DHT 생성 정도를 측정하였다. 도라지 분획물 처리로 인해 DHT 생성이 농도 의존적이지는 않았으나, 실험에 사용된 모든 농도범위에서 유의적 생성저해효과를 나타내었다(Table 7).

### 요약 및 결론

도라지의 탈모예방 효과를 검증하기 위해 도라지로부터 클로로포름 분획(CF)과 에틸아세테이트 분획(EA)을 추출하였다. 본 연구에 사용된 두 가지 추출물 모두에서 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었으며, ABTS 라디칼 소거능 시험에서는 CF와 EA의  $\text{IC}_{50}$ 값이 각각 3.7 mg/mL, 4.2 mg/mL로, 저농도에서도 항산화활성을 나타내었다. RAW264.7 cell을 이용한 염증반응에서는 두 분획물 모두 농도 의존적으로

**Table 7. The effect of *P. grandiflorum* fractions on DHT production**

Concentration ( $\mu\text{g/mL}$ )	DHT (%)	
Control	109.1 $\pm$ 1.2	
CF	1	67.4 $\pm$ 2.4*
	10	63.3 $\pm$ 7.3*
	50	64.7 $\pm$ 3.7*
	100	51.6 $\pm$ 2.0*
EA	1	127.6 $\pm$ 3.0*
	10	101.6 $\pm$ 1.2*
	50	83.9 $\pm$ 3.7*
	100	80.8 $\pm$ 5.7*

\*  $p < 0.05$ .

NO와 PGE<sub>2</sub> 생성을 억제하였다. 또한 인간피부세포인 HaCaT cell 증식 실험결과, 두 분획물 모두 24시간 처리 시 세포증식을 촉진하였으며, 48시간 처리 시에는 유의적인 효과가 없었다. 여드름균(*P. acnes*)과 비듬균(*M. furfur*)에 대한 항균활성 시험에서는 두 분획물 모두에서 비듬균에 대한 항균활성을 확인할 수 있었다. 마지막으로 탈모의 직접적인 원인인 DHT 생성 억제 실험에서는, CF 처리군에서 농도 의존적 생성억제 효과를 보인 반면, EA 처리군에서는 50 µg/mL 농도 이상에서 80% 이상의 억제효과를 나타내었다. 이상의 결과를 토대로 도라지로부터 추출한 두 분획물들이 탈모예방제품을 제조하는데 유용한 천연재료로서의 가치가 있음을 증명하였다.

## 감사의 글

본 연구는 대동대학교 산학협력단의 연구비 지원으로 연구가 수행되었다.

## References

- An GS, Hwang IC. 2009. Hair loss prevention and hair growth promotion by herb extracts which contain the cultured Korean wild ginseng. *J Korean Soc Beauty Art* 10:221-226
- Boo HO, Park JH, Kim HH, Kwon SJ, Woo SH. 2018. Evaluation of physiological functionalities and anti-inflammatory activity on *in vitro* cultured adventitious root of *Platycodon grandiflorum*. *J Corp Sci Biotech* 21:183-191
- Jeong CH, Choi GN, Kim JH, Kwak JH, Kim DO, Kim YJ, Heo HJ. 2009. Antioxidant activities from the aerial parts of *Platycodon grandiflorum*. *Food Chem* 118:278-282
- Jung SY. 2016. Anti-microbial activity of *Platycodon grandiflorum* extracts against oral microbes. Master's Thesis, Yeungnam Univ. Gyeongsan, Korea
- Kawano M, Han J, Kchouk ME, Isoda H. 2009. Hair growth regulation by the extract of aromatic plant *Erica multiflora*. *J Nat Med* 63:335-339
- Kim GR. 2011. A study on the effect of *Eclipta prostrata* extract and MTS on the improvement of scalp health and prevention of hair loss for workers in their 20s and 30s. Master's Thesis, Konkuk Univ. Seoul, Korea
- Kim J. 2014. Antibacterial and anti-inflammatory effects of *Platycodon grandiflorum* extracts. *J Digital Conver* 12:359-366
- Lee JL, Im EJ. 2009. Analysis and forecast of the domestic market for hair loss. *Korean J Aesthet Cosmetol* 7:155-163
- Lee TH, Kwak HB, Kim HH, Lee ZH, Chung DK, Baek NI, Kim J. 2007. Methanol extracts of *stewartia koreana* inhibit cyclooxygenase-2 (COX-2) and inducible nitric oxide synthase (iNOS) gene expression by blocking NF-kappaB transactivation in LPS-activated RAW 264.7 cells. *Mol Cells* 23:398-404
- Leng J, Wang Z, Fu CL, Zhang J, Ren S, Hu JN, Jiang, S, Wang YP, Chen C, Li W. 2018. NF-κB and AMPK/PI3K/Akt signaling pathways are involved in the protective effects of *Platycodon grandiflorum* saponins against acetaminophen-induced acute hepatotoxicity in mice. *Phytother Res* 32:2235-2246
- Liu F, Miao Y, Li X, Qu Q, Liu Y, Li K, Feng C, Hu Z. 2018. The relationship between self-esteem and hair transplantation satisfaction in male androgenetic alopecia patients. *J Cosmet Dermatol* 18:1-7
- Madaan A, Joshi V, Kishore A, Verma R, Singh AT, Jaggi M, Sung YK. 2017. *In vitro* hair growth promoting effects of naringenin and hesperetin on human dermal papilla cells and keratinocytes. *Am J Dermatol Venereol* 6:51-57
- Moreno-Arrones OM, Becerra A, Vano-Galvan S. 2017. Therapeutic experience with oral finasteride for androgenetic alopecia in female-to-male transgender patients. *Clin Exp Dermatol* 42:743-748
- Park SJ, Kim JW, Park SJ, Kim TJ. 2012. Effects of *Platycodon grandiflorum* including platycodin D in IgE/Ag-induced type I hypersensitivity. *J Life Sci* 22:595-599
- Patal S, Sharma V, Chauhan NS, Thakur M, Dixit VK. 2015. Hair growth: Focus on herbal therapeutic agent. *Curr Drug Discov Technol* 12:21-42
- Pekmezci E, Turkoglu M, Gokalp H, Kutlubay Z. 2018. Minoxidil downregulates interleukin-1 alpha gene expression in HaCaT cells. *Int J Trichology* 10:108-112
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans R. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Stenn KS, Paus R. 2001. Controls of hair follicle cycling. *Physiol Rev* 81:449-494
- Vane JR. 1971. Inhibition of prostaglandin synthesis as a mechanism of action for aspirin-like drugs. *Nat New Biol* 231:232-235
- Woo H, Kim Y, Lee Y, Kim IH, Kim SJ. 2018. Melatonin content and antioxidant activity of *Platycodon grandiflorum*

- seed extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:876-884
- Yi EY, Kim YJ. 2017. Extract of balloon-flower inhibited *in vitro* angiogenesis in human umbilical vein endothelial cells. *J Life Sci* 27:1059-1063
- Yoshida T, Mori K, Hatano T, Okumura T, Uehara Y, Komagoe K, Fujita Y, Okuda T. 1989. Studies on inhibition mechanism of autoxidation by tannins and flavonoids. V Radical-scavenging effects of tannins and related polyphenols on 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chem Pharm Bull* 37: 1919-1921
- 
- Received 26 April, 2019  
Revised 13 October, 2019  
Accepted 18 October, 2019