

## Evaluation of Antioxidant Fractions and Hair Loss Prevention Effects of *Platycodon grandiflorum*

Min-Hwa Jung\*

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

Received April 1, 2019 / Revised June 5, 2019 / Accepted July 5, 2019

Free radicals are known to inhibit hair vitality by damaging the cell membranes of the hair follicles. The purpose of this study was to determine the antioxidant activities and the capacity for hair loss prevention of extracts from *Platycodon grandiflorum*. We prepared butanol (BF) and water (WF) fractions from *P. grandiflorum*. DPPH and ABTS radical scavenging activities were measured to investigate the antioxidant activities of the fractions. Both fractions exhibited dose-dependent antioxidant activities for DPPH radical production, and BF and WF almost completely suppressed ABTS radical production when supplied at 10 and 100 mg/ml, respectively. We confirmed a skin regeneration effect by treating human HaCaT skin cells with a range of BF and WF concentrations for 24 and 48 hr. The extract treatments accelerated cell proliferation. We also assayed the capacity of BF and WF to suppress inflammation using RAW264.7 cells. BF dose-dependently suppressed nitrous oxide (NO) production. Treatment of human hair follicle dermal papilla cells (HFDPC) with BF and WF promoted cell proliferation after 24, 48, and 72 hr of treatment when supplied at 10, 50, 100, and 200  $\mu$ g/ml. Taken together, these results confirm the possibility of using BF and WF extracts from *P. grandiflorum* in formulating hair loss prevention products.

**Key words** : Antioxidant, DPPH, hair loss, HFDPC cell, *Platycodon grandiflorum*

### 서 론

모발은 표피세포가 변화하여 생긴 피부의 부속기관으로 피부각질층의 주성분과 같은 케라틴으로 구성되어 있다. 모발의 구조를 살펴보면, 표피는 진피 쪽으로 움푹 패인 관강을 형성하는데 이것을 모포라고 한다. 모포의 위쪽에는 피지선이 붙어 있다. 이곳에서 피지를 분비하고 두피나 모발을 촉촉하게 한다. 모포의 중간에는 일종의 근육이 접해 있고 표피 근처까지 위쪽으로 비스듬하게 뻗어 있다. 모발은 피부 표면으로 나와있는 부분인 모간(hair shaft)과 피부 내부로 들어간 모근(hair root)으로 나뉜다. 모근 아래쪽 부분을 모구(hair bulb)라 하고, 모구의 중앙에 들어간 부분을 모유두(dermal papilla)라 한다[1, 4, 10, 15]. 모유두에는 모세혈관과 신경이 들어 있고 혈관으로부터 영양이나 산소를 공급받아 모발의 성장과 발생을 돕는다. 모유두에 접한 부분에 모기질이 있어 모발이 여기서 만들어지게 된다. 모발은 약 10~12만 여개가 사람의 머리에 정상적으로 존재하며, 그 수가 감소하면서 탈모가 발생하게

된다. 현대인의 고민거리 중 하나인 탈모를 일으키는 원인으로 유전, 스트레스, 나이, 호르몬, 불결한 두피 등이 있으며, 기타 원인으로 현대인들이 사용하는 샴푸, 무스, 스프레이, 염색약이나 대기 중에 있는 황산, 매연 또는 흡연 등이 있다[8, 13]. '탈모'를 예방 및 치료하기 위한 많은 약물이나 샴푸 등이 개발되고 있으나 아직까지 획기적인 물질 개발은 이루어지지 않고 있다. 최근까지 인증받은 제품인 finasteride와 minoxidil은 부작용이 밝혀지면서 이를 대체할 신제품의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

한국, 중국, 일본 등에서 자생하며 약용, 식용으로 널리 사용되는 도라지(*Platycodon grandifloru*)는 다양한 생리활성 물질이 함유되어 있어 이에 관한 연구가 상당히 진행되었다. 도라지의 주요 성분으로는 식이섬유, 사포닌, 중성지방 등이 함유되어 있으며[11], 그중에서 사포닌은 염증, 콜레스테롤대사 개선, 항산화, 항암효과가 등이 있다[21]. Jang 등(2011)은 도라지 부탄올 추출물이 항산화 및 NO 생성 저해효과가 있다고 하였으며[3], Park 등(2012)은 도라지추출물이 DNCP 유도 알레르기성 아토피 피부염에 효과적임을 증명하였다[12]. 그 외에도 도라지는 해열, 진통작용, 항염증 작용 등이 있다고[7] 보고되는 등 많은 연구가 진행되었으나, 탈모예방에 대한 연구는 미비한 상태이다.

이에 본 연구에서는 장생도라지를 극성별로 분리한 후 부탄올층과 물층을 이용하여 항산화, 항염증, 탈모예방효능을 증명하고자 하였다. 항산화활성을 증명하기 위해 DPPH 라디칼

#### \*Corresponding author

Tel : +82-51-510-4936, Fax : +82-51-510-4939

E-mail : bossnimph@daum.net

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

소거능과 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였으며, 탈모예방효과를 증명하기 위해 인간표피세포인 HaCaT cell를 이용하여 피부재생 효능을, RAW264.7 cell을 이용하여 항염증 효능을, 모유두 세포인 HAFPC cell을 이용하여 모유두세포 증식 효능을 각각 살펴보았다. 마지막으로, 탈모의 직접적인 원인인 DHT생성에 대한 도라지 에탄올추출물의 효능을 관찰하였다.

## 재료 및 방법

### 원료 및 추출과정

실험에 사용한 도라지는 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, 부탄올 순으로 첨가하면서 극성차이에 따라 층이 분리되는 성질을 이용하여 분액깔대기로 각 용매별 분획물을 얻었다. 본 실험에 사용된 부탄올 분획물(BF)과 물분획물(WF)의 수율은 각각 1.5%, 13.3%였으며, 감압농축하여 용매를 제거한 후 DMSO에 녹여 사용하였다.

### 항산화활성

#### DPPH radical 소거능

DPPH assay는 Yoshida 등[20]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.

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

#### ABTS radical 소거능

ABTS assay는 Re 등[14]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(%)=

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

### 세포독성 평가

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.

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  $\mu$ g/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.

### NO 생성 억제능 측정

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

RAW264.7 cell을 96well 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 96well plate에 채취하고 여기에 50  $\mu$ l Griess시약(1% sulfanilamide + 0.1% naphthylethylene-diamine dihydrochloride / 2.5% phosphate)을 첨가하여 15분 동안 실온에서 반응시킨 후 540nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 모유두 세포에 대한 세포독성 평가

모유두세포인 HDFPC cell (CEFO-Jongro, Seoul, Korea)을 10% FBS가 함유된 folicel dermal papilla cell growth medium (CEFO-Jongro, Seoul, Korea)로 배양하였다.  $1 \times 10^4$  cells/well 농도로 96 well plate에 분주하고 24시간 배양 후, 1, 10, 50, 100, 200  $\mu$ g/ml 농도로 24시간 처리하였다. 세포 생존율을 MTS assay (Promega, Madison, WI, USA)로 측정하였다.

### 통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 student's *t*-test법을 사용하였

다. 모든 결과치는 mean±SD로 표기하였으며,  $p < 0.05$ 로 유의성을 검증하였다.

### 결과 및 고찰

#### 도라지 분획물의 항산화능

산화적 스트레스는 모유두세포의 노화와 세포사멸을 유도하는 중요한 원인 중 하나일 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[1, 10].

이번 연구에서는 두가지 도라지 분획물들의 항산화 활성을 확인하기 위해 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능을 측정하였다. 그 결과 두 분획물의 라디칼 소거능은 농도의존적으로 활성이 증가하였다. 도라지 부탄올 분획물과 물 분획물의 DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값이 각각 16.2 mg/ml와 121.8 mg/ml로 나타났으며, ABTS 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값은 각각 4.9 mg/ml와 39.8 mg/ml로 부탄올 분획물의 항산화활성이 매우 높은 것으로 나타났다(Fig. 1).

폴리페놀 함량이 높은 도라지는 이미 많은 연구들에서 그

항산화 활성을 확인하였다. 도라지 메탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능이 각각 10 mg/ml과 5 mg/ml 농도 이상에서 높은 활성을 나타낸다는 연구가 있다 [2]. 도라지의 뿌리뿐만 아니라 종자, 발아 싹을 이용하여 추출한 에탄올 추출물에서 DPPH 라디칼과 ABTS 라디칼 소거능에 모두 농도의존적인 활성을 보였다[19]. 본 연구에서도 두가지 도라지 분획물의 항산화능을 확인하였으며 이를 근거로 탈모 방지 가능성을 확인하였다.

#### 도라지 분획물의 피부세포 증식에 미치는 영향

본 연구에서 사용한 인간피부세포인 HaCaT cell은 앞선 연구들에서 모발 성장 연구시 많이 사용되어온 세포이다. 즉, Alka 등(2017)은 HaCaT cell에 naringenin과 hesperetin 처리시 모발 성장을 촉진시킨다고 보고하였으며[1], Junlatat 등(2014)은 까무라 나무(carhamus tinctorius floret)의 모발 성장에 미치는 영향을 증명하는데 HaCaT cell을 이용하였다[4]. 따라서, 본 연구에서는 도라지 분획물들의 피부세포 재생 효능을 관찰하기 위해 HaCaT cell에 독성을 나타내지 않는 농도 범위(0.05, 0.01, 0.1, 1 µg/ml)를 스크리닝한 후, BF와 WF를 24시간과 48시간 처리 하고 세포 증식율을 관찰하였다(Fig. 2). 24시간 BF와 WF 처리 시 각각 최대 31%(1 µg/ml)와 18%(1

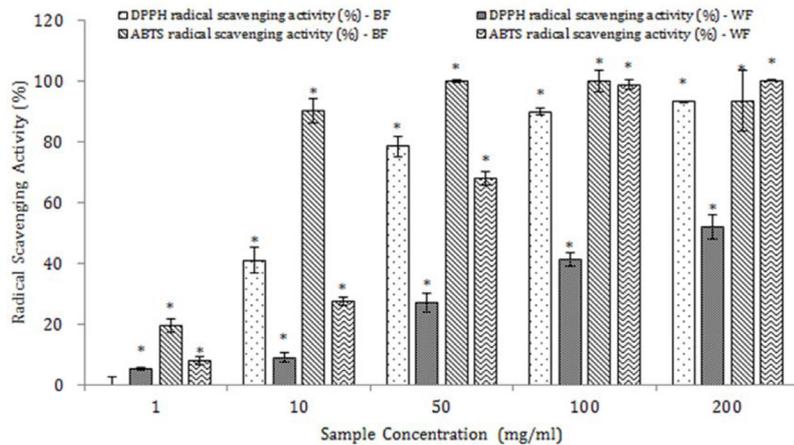


Fig. 1. The antioxidant activity of *P. grandiflorum* fractions. BF is buthanol fraction and WF is water fraction. \* is  $p < 0.05$  compared to control.

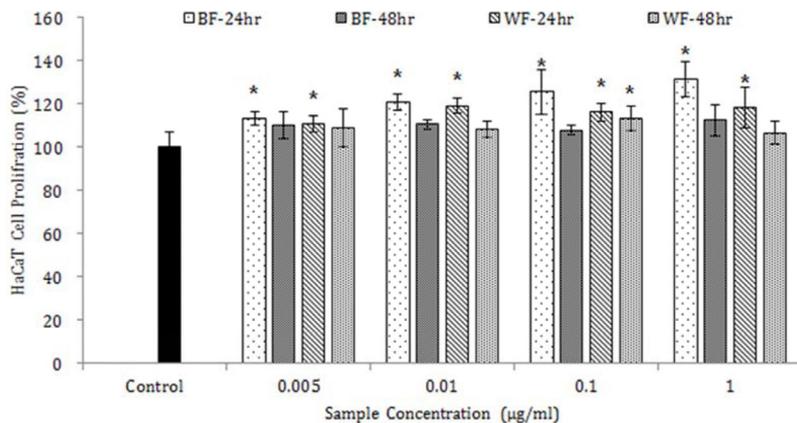


Fig. 2. Cell proliferation of HaCaT cell line by treatment of BF or WF for 24 hr and 48 hr. BF is buthanol fraction and WF is water fraction. \* is  $p < 0.05$  compared to control.

µg/ml)로 세포증식을 촉진시켰다.

**도라지 분획물의 NO생성에 미치는 영향**

대부분의 탈모 초기에는 두피의 온도가 증가하고 염증 돌기가 생기며 모발이 가늘어지고 탄력을 잃으면서 탈모가 진행된다. 염증반응은 면역반응의 하나로, PGE<sub>2</sub>, COX-2 (cyclooxygenase-2), NO 등과 같은 염증관련 인자들의 농도가 증가하며 [9,17], 혈관확장, 혈관 세포막의 투과성 증가, 지루성 피부염 등 두피의 염증반응 유발되어 탈모가 일어난다. 따라서, 본 연구에서는 도라지로부터 추출한 분획물의 탈모방지 효과를 확인하기 위해, 도라지 분획물이 염증관련 인자인 NO의 생성에 미치는 영향을 살펴 보았다. RAW264.7 cell에 대한 독성실험결과(Fig. 3), 독성을 나타내지 않은 농도범위(BF : 0.01, 0.1, 1 µg/ml / WF : 1, 10, 50 µg/ml)에서 NO 생성정도를 측정하였다. Fig. 4와 같이, BF와 WF 각각 최대 88.5%(0.1 µg/ml)와 88.0%(50 µg/ml)까지 NO의 생성을 억제시킴을 확인하였다. 앞선 연구들에서 도라지 부탄올 추출물이 NO 생성 저해 효과가 우수하다고 보고하였으며[3], 도라지 뿌리로부터 추출한 platycodin D와 platycodin D3가 NO 생성을 저해한다고 보고하였다[18]. 또한 Kim (2014)은 도라지 에탄올 추출물을 10, 20 µg/ml 농도에서 각각 29.2, 26.1%의 NO 생성 저해율이

나타났다고 보고하였다[6]. 이는 본 연구의 결과와 같은 양상을 나타내며, 도라지 분획물이 염증 억제에 효과적임을 확인하였다.

**도라지 분획물의 모유두세포 증식에 미치는 영향**

모유두세포(HFDPC cell)는 모낭을 구성하며, 모발의 성장과 성장주기를 조절하는데 중요한 역할을 한다[5, 16]. 즉, 모발 주기 중 성장기에는 모유두세포의 증식과 분화가 활발히 진행되고, 탈모가 일어나는 퇴행기, 휴지기, 탈모기에는 세포사멸이 일어난다. 따라서 본 연구에서는 HFDPC cell을 이용하여 도라지로부터 추출한 분획물들의 탈모방지효과를 확인하였다.

실험에 사용한 두가지 분획물의 HFDPC cell에 대한 독성실험에서는 WF는 실험한 농도 범위내에서 독성을 나타내지 않은 반면, BF는 독성을 나타내었으므로(data not shown), 독성을 나타내지 않은 WF이 HFDPC cell 증식에 미치는 영향을 살펴보았다. 10, 50, 100, 200 µg/ml 농도에서 HFDPC cell 증식 촉진 효과를 관찰한 결과, 24, 48, 72시간 처리 시 모두 HFDPC cell 증식을 농도의존적으로 증가시키는 것으로 나타났다(Fig. 5).

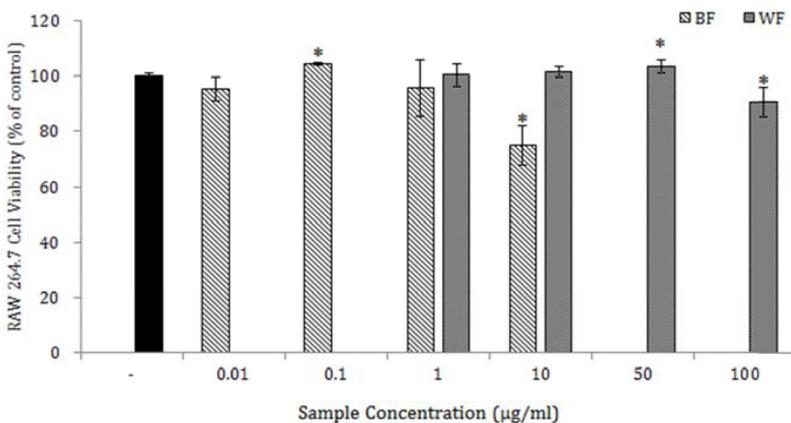


Fig. 3. The cytotoxic activity of *P. grandiflorum* fractions on RAW264.7 cells. BF is buthanol fraction and WF is water fraction. \* is p<0.05 compared to control.

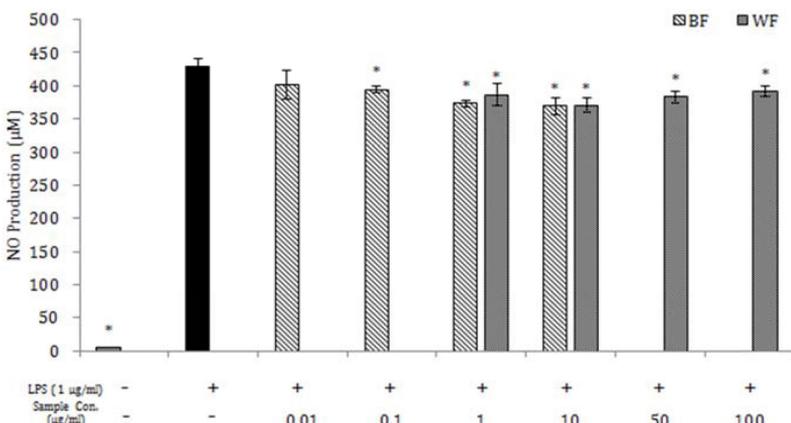


Fig. 4. The effect of *P. grandiflorum* fractions on NO production. BF is buthanol fraction and WF is water fraction. \* is p<0.05 compared to control.

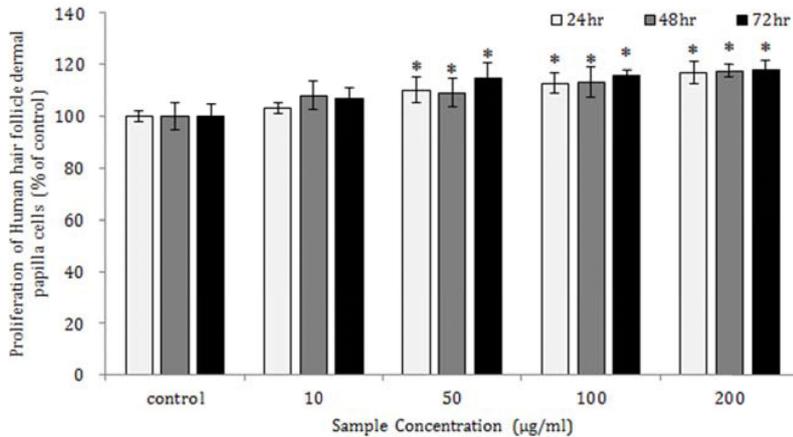


Fig. 5. The effect of *P. grandiflorum* water fractions on HFDPC cell proliferation. BF is buthanol fraction and WF is water fraction. \*is  $p < 0.05$  compared to control.

## 감사의 글

본 연구는 대동대학교 산학협력단의 연구비 지원으로 연구가 수행되었다.

## References

- Alka, M., Joshi, V., Amitesh, K., Ritu, V., Anu, T. S., Manu, J. and Young, K. W. 2017. *In vitro* hair growth promoting effects of naringenin and hesperetin on human dermal papilla cells and keratinocytes. *Am. J. Dermatol. Venercol.* **6**, 51-57.
- Boo, H. O., Park, J. H., Kim, H. H., Kwon, S. J. and Woo, S. H. 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.
- Jang, J. R., Hwang, S. Y. and Lim, S. Y. 2011. Inhibitory effect of extracts of *Platycodon grandiflorum* (the Ballon Flower) on oxidation and nitric oxide production. *Kor. J. Food Preserv.* **18**, 65-71.
- Junlata, J. and Sripanidkulchai, B. 2014. Hair growth-promoting effect of *Carthamus tinctorius* floret extract. *Phytother. Res.* **28**, 1030-1036.
- Kawano, M., Han, J., Kchouk, M. E. and Isoda, H. 2009. Hair growth regulation by the extract of aromatic plant *Erica multiflora*. *J. Nat. Med.* **63**, 335-339.
- Kim, J. 2014. Antibacterial and anti-inflammatory effects of *Platycodon grandiflorum* extracts. *J. Digital Convergence* **12**, 359-366.
- Lee, E. B. 1974. Pharmacological studies on *Platycodon grandiflorum* (in Korea). *Kor. J. Phamacogn.* **5**, 49-60.
- Lee, J. L. and Im, E. J. 2009. Analysis and forecast of the domestic market for hair loss. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.* **7**, 155-163.
- Lee, T. H., Kwak, H. B., Kim, H. H., Lee, Z. H., Chung, D. K., Baek, N. I. and Kim, J. 2007. Methanol extract of *Stewartia koreana* inhibit cyclooxygenase-2 (COX-2) and inducible nitric oxide synthase (iNOS) gene expression by blocking NF-kappa B transactivation in LPS-activated RAW264.7 cells. *Mol. Cells* **23**, 398-404.
- Naito, A., Midorikawa, T., Yoshino, T. and Ohdera, M. 2008. Lipid peroxides induce early onset of catagen phase in murine hair cycles. *Int. J. Mol. Med.* **22**, 725-729.
- Park, M. H., Song, G. M. and Bae, M. J. 1995. Effect of *Platycodi radix* and *Platycodi radix* saponin on liver lipid in rats on a fed high fat diet. *Kor. J. Food Nutr.* **8**, 222-229.
- Park, S. J., Kim, Y. S. and Kim, T. J. 2012. Inhibitory effect of PG-Platycodin D on the development of atopic dermatitis-like skin lesions in ICR mice. *J. Life Sci.* **22**, 1339-1343.
- Purba, T. S., Brunken, L., Peake, M., Shahmalak, A., Chaves, A., Poblet, E., Ceballos, L., Gandarillas, A. and Paus, R. 2017. Characterisation of cell cycle arrest and terminal differentiation in a maxially proliferative human epithelial tissue; Lessons from the human hair follicle matrix. *Eur. J. Cell Biol.* **96**, 632-641.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Evans, C. R. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **26**, 1231-1237.
- Shin, Y. H., Yoo, B. Y., Yoon, H. H., Kim, Y. J., Song, K. Y. and Park, J. K. 2008. Regenerative cell therapy research for alopecia. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine* **5**, 180-187.
- Stenn, K. S. and Paus, R. 2001. Control of hair follicle cycling. *Physiol. Rev.* **81**, 449-494.
- Vane, J. 1971. Inhibition of prostaglandin synthesis as a mechanism of action for aspirin-like drugs. *Nat. New Biol.* **23**, 232-235.
- Wang, C., Levis, G. B. S., Lee, E. B., Levis, W. R., Lee, D. W., Kim, B. S., Park, S. Y. and Park, E. 2004. Platycodin D and D3 isolated from the root of *Platycodon grandiflorum* Modulate the production of nitric oxide and secretion of TNF- $\alpha$  in activated RAW 264.7 cells. *Int. Immunopharmacol.* **4**, 1039-1049.
- Woo, H. R., Kim, Y. J., Lee, Y., Kim, I. H. and Kim, S. J. 2018. Melatonin content and antioxidant activity of *Platycodon grandiflorum* seed extract. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **47**, 876-884.

20. Yoshida, T., Mori, K., Hatano, T., Okumura, T., Uehara, I., Komagoe, K., Fujita, Y. and 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.
21. Zhang, L., Liu, Z. H. and Tian, J. K. 2007. Cytotoxic triterpenoid saponins from the roots of *Platycodon grandiflorum*. *Molecules* **12**, 832-841.

---

### 초록 : 도라지 분획물의 항산화 및 탈모예방 효과

정민화\*

(대동대학교 두피모발연구소)

도라지의 탈모예방 효과를 검증하기 위해 몇가지 용매를 이용하여 도라지 분획물을 준비하였다. 산화적 스트레스는 두피혈관을 좁게 하여 모근으로의 영양공급을 방해함으로써 탈모를 유발한다. 본 연구에 사용된 분획물인 BF와 WF는 DPPH 라디칼 소거능의 IC<sub>50</sub>값이 각각 16.2 mg/ml와 121.8 mg/ml로, 모두 농도의존적으로 소거능이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 ABTS 라디칼 소거능 실험결과에서도 BF와 WF 처리시 IC<sub>50</sub>값이 각각 4.9 mg/ml와 39.8 mg/ml로 높은 항산화활성을 나타내었다. 또한 인간피부세포인 HaCaT cell 증식 실험결과, 24시간 BF와 WF 처리 시 각각 최대 31%(1 µg/ml)와 18%(1 µg/ml)로 HaCaT cell 증식을 촉진시키는 것으로 나타나 추출물이 피부재생효과가 있음을 증명하였다. 탈모의 원인중의 하나인 두피의 염증에 대한 분획물의 효능을 확인하고자, RAW264.7 cell을 이용하여 염증반응 생성물인 NO와 PGE<sub>2</sub> 생성정도를 관찰하였다. 그 결과, BF와 WF 각각 최대 88.5%(0.1 µg/ml)와 88.0%(50 µg/ml)까지 NO와 PGE<sub>2</sub> 생성을 저해하는 것으로 나타났다. 모낭을 구성하는 모유두세포인 HFDPC cell 증식 실험 결과, 4, 48, 72시간 처리 시 모두 HFDPC cell 증식을 농도의존적으로 증가시키는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 토대로 본 연구에 사용된 도라지로부터 추출한 부탄올 분획물과 물 분획물이 탈모예방에 효과적이며, 그중에서도 특히 부탄올 분획물이 탈모예방제품의 유용한 천연재료로서의 가치가 있음을 증명하였다.