

## 식품소재 물 추출물이 쥐 혈청과 피부의 Testosterone 및 Dihydrotestosteron 함량에 미치는 영향

이윤경\* · 김정기\*\* · 조종원\*\*\* · 김순동

\*,\*\*대구가톨릭대학교 식품산업과학연구소, \*\*\*바오로식품  
대구가톨릭대학교 식품산업학부

## Effects of Food Material Water Extracts on Content of Testosterone and Dihydrotestosteron in Serum and Skin of Rat

Youn-Kyung Lee\*, Jung-Ki Kim\*\* Jong-Won Cho\*\*\* and Soon-Dong Kim

\*,\*\*Institute of Food Science, Catholic University of Daegu, \*\*\*Baoro Foods Co.  
Faculty of Food Science and Industrial Technology, Catholic University of Daegu

### Abstract

Effect of mixture of food material water extracts(modouri) composed of Job's tears, maize, buckwheat, Japanese mushroom, lovage, licorice and jujube(13 : 50 : 15 : 2 : 5 : 5 : 5, v/v)] on the content of testosterone(T) and dihydrotestosterone(DHT), biochemical and histological changes of rat were investigated. Animal experiments(30 rats) were divided into 3 experimental groups(control, modouri and propecia). The summarized results were as follows: Activities of GOT, GPT, ALP,  $\gamma$ -GTP and content of total cholesterol and total lipid are normal in modouri group. Therefore modouri does not give rise to any damage in the liver. Also in the histological view, modouri does not have any hepatotoxic effect and increase the number of hair follicle. Total(T+DHT) and DHT content in rat serum and skin are significantly decrease in modouri group compare to the control but there is not any significant difference with propecia.

Key words : food material water extracts, testosterone, dihydrotestosterone, cholesterol

### 서론

인간에서의 모발은 비록 생명에 관계되는 중요한 기능은 없으나, 사람의 인상 및 외모에 결정적인 영향을 미치기 때문에 관심의 대상이 되고 있다. 또한 충격으로부터 머리를 보호하는 완충역할을 하며 자외선으로부터 두피를 보호하는 기능을 갖는다(1). 국내의 탈모인구는 약 400~700만으로 추산되고 이중 중증은 약 80만으로 추산되고 있다. 탈모현상으로는 원형탈모, 유전성 안드로겐성 탈모, 휴지기 탈모 등이 있으나 이중 발생빈도가 가장 높은 것은 유전성 안드로겐성 탈모이다(2). 이 안드로겐성 탈모는 사춘기 이후의 남자와 여자에서 발생하는 가장 흔한 유형으로 모낭의 testosterone이 5- $\alpha$ -reductase에 의하여 dihydrotestosteron 전환됨으로서 모낭세포의 단백질합성이 지연되어 휴지기 모낭의 비율이 증가되어 일어난

다(3,4). 사람에게에는 type I과 II의 5- $\alpha$ -reductase가 존재하며 type II 5- $\alpha$ -reductase가 결여된 경우도 type I이 존재하면 안드로겐성 탈모는 유발되지 않는다. Type II 5- $\alpha$ -reductase의 저해제인 finasteride가 탈모를 감소시키며 발모효과가 있다는 결과들은 안드로겐성 탈모가 dihydrotestosteron의 함량과 type II 5- $\alpha$ -reductase의 활성화에 의존됨을 보여준다(4,5). 안드로겐성 탈모는 남성형 탈모이며 모발이 연모로 변하여 점진적으로 가늘어지고 길이가 짧아지면서 소실되는 것이 특징인데 이런 유형의 탈모는 연령과 유전적 소인이 작용하며 남성 호르몬인 안드로겐의 작용이 필수적이다. 최근 탈의 연령층이 청년층으로까지 낮아지고 있으며 여성에서도 많이 나타나고 있다. 이것은 환경오염과 스트레스 등이 탈모에 영향을 미치기 때문으로 사료된다. 경제적인 풍요로 인해 건강에 대한 관심이 고조되어 있는 현실에서 탈모인구가 크게 증가하고 있으나 아직까지 만족할 만한 예방법이 없는 실정이다. 본 연구는 식품소재 물추출물이 안드로겐성 탈모 현상에 미치는 영향을 조사하고자 쥐의 혈액 및 피부의 testosterone과 dihydrotestosteron의 함량과 생화학적 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Faculty of Food Science and Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea  
e-mail : kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

## 재료 및 방법

### 재료 및 추출물의 조제

실험용 재료는 국내산 울무, 옥수수, 메밀, 표고버섯, 당귀, 감초 및 대추를 사용하였으며, 각 재료에 10 배량의 물을 가하여 autoclave를 사용하여 130°C에서 8시간 동안 추출하였다. 다음에 Miracloth(Biochem. Co. USA)로 여과하여 여액을 얻었으며, 바로로 식품이 제공한 레시피(modouri)에 따라 울무, 옥수수, 메밀, 표고버섯, 당귀, 감초 및 대추 물추출물을 13 : 50 : 15 : 2 : 5 : 5 : 5의 비(v/v)로 혼합하여 4°C에서 저장하면서 공시하였다.

### 실험동물 및 실험군

실험동물은 대한실험동물센터에서 specific pathogen free 상태로 사육되어 12 주(350~400 g)된 SD(Sprague-Dawley)계의 숫컷 흰쥐 40마리를 구입하여 1주일간 적응시킨 후 30마리를 선발하여 실험에 사용하였으며, 온도는 20±2°C, 습도는 60±10%, 조명은 하루 12시간간격으로 광과 암을 자동 시간조절하였다. 실험군은 대조군, propecia(MSD, Australia) 투여군 및 modouri 투여군으로 나누었으며 각 군 당 10마리씩을 분리 수용하여 실험하였다.

### 식이 및 식품소재추출물의 투여

일반식이 조성은 Table 1과 같으며 propecia 투여군은 털을 제거한 날부터 3주 동안 0.13 mg/kg- BW/day의 농도로 음용수에 섞어 투여하였고 modouri 투여군은 실험시작일부터 실험 마지막 날까지 총 5주 동안 9 mL/kg-BW/day의 농도로 음용수에 섞어 투여하였다.

Table 1. Compositions of general diet

Constituents	Concentration (g/100g)
Casein	20
Sucrose	50
Corn starch	15
Cellulose <sup>1)</sup>	5
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	1
Mineral mixture <sup>3)</sup>	3.5
DL-Methionine	0.3
Choline bitartrate	0.2

<sup>1)</sup>PC-200 (Pfizer Co. Ltd.)

<sup>2)</sup>AIN-76<sup>TM</sup> vitamin mixture : thiamine-HCl 50, riboflavin 0.06, pyridoxine-HCl 0.07, niacin 0.3, calcium pantothenate 0.16, folic acid 0.02, biotin 0.002, vitamin B<sub>12</sub>(0.1% in mannitol) 0.1, vitamin A palmitate 0.08, vitamin E acetate 1, vitamin D<sub>3</sub> 0.025, menadione sodium bisulfite 0.015, sucrose 98

<sup>3)</sup>AIN-76<sup>TM</sup> mineral mixture : calcium phosphate(dibasic) 50, sodium chloride 7.4, potassium citrate(monohydrate) 22, potassium sulfate 5.2, magnesium oxide 2.4, maganous carbonate 0.35, ferric citrate 0.6, zinc carbonate 0.16, cupric carbonate 0.03, potassium iodate 0.001, sodium selenite 0.001, chromium potassium sulfate 0.055, sucrose 12.

### 육안관찰

육안관찰을 위하여 각 군은 실험을 시작한 2주 후에 Babor honee(Babor Cosmetics, Germany)를 사용하여 털을 제거하고 털이 자라는 정도를 털 제거 후 1주 및 3주에 사진 촬영하였다. 대조군에서는 털이 제거된 부위에 매일 70% 에탄올을 발라 주었다.

### 분석시료의 전처리

실험군은 3~5 주간 식이한 후 에테르로 가볍게 마취하였으며 개복하여 복부 대동맥에서 채혈한 뒤 상온에서 30분간 방치하였다. 다음에 2,500×g에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었으며, 피부는 채혈 후 즉시 2g를 적출한 다음 액체질소로 동결처리하고 증류수 5 mL를 가하여 homogenizer(Nihonseiki, Kaisha Ltd, Japan)로 12,000 rpm, 빙냉 하에서 10분간 균질화하였다. 다음에 균질액은 4°C, 18,000×g으로 30분간 원심 분리하여 얻은 상층액을 측정용 시료로 하였다.

### GPT 및 GOT 활성도 측정

Reitman과 Frankel(6)의 방법에 의해 조제된 kit 시약(Eiken Co.)을 사용하였으며, glutamic-pyruvic transaminase(GPT)와 glutamic-oxaloacetic transaminase(GOT)의 활성은 기질액 1.0 mL에 혈청 0.2 mL를 첨가하고 37°C에서 GPT는 30분, GOT는 60분간 반응시킨 후 정색시약 1.0 mL를 넣어 반응을 종료시키고, 0.4 N-NaOH 용액 10 mL를 가해 잘 섞은 다음 10분간 방치, 505 nm에서 흡광도를 측정하였다. 활성도는 검량선에 의하여 구하였으며 활성단위는 혈청 mL당 Karmen unit로 표시하였다.

### Alkaline phosphatase(ALP)의 활성도 측정

Bessey-Lowry의 방법(7)에 의하여 조제된 kit 시약(Eiken Co.)을 사용하였으며, alkaline phosphatase 기질 완충액 0.5 mL에 혈청 0.05 mL를 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 0.02N-NaOH 5.0 mL를 첨가하여 잘 혼합한 다음, 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 활성도는 검량선에 의해 구하였으며 혈청 1 mL가 37°C에서 1 시간동안 10 mM p-nitrophenol을 생성시키는 Bessey-Lowry unit로 나타내었다.

### γ-Glutamyl transpeptidase(γ-GTP)의 활성도 측정

Orlowski의 방법(8)에 의하여 조제된 kit 시약(Eiken Co.)을 사용하였으며, 기질 완충액 0.5 mL에 혈청 0.01 mL를 첨가하여, 37°C에서 5분간 반응시킨 다음, 정색시액 1.5 mL를 첨가해 잘 혼합시킨 후 1시간 이내 565 nm에서 흡광도의 변화를 측정, 검량선에 의해 활성도를 산출하였다.

### Total Cholesterol 함량 측정

Total cholesterol 함량은 Richmond의 방법(9)에 의한 kit 시약(Eiken Co.)을 사용하여 혈청 0.2 mL에 조제한 효소시액 4.0 mL를 가하여 잘 혼합하고 방치한 후, 550 nm에서 흡광도를 측정, 검량선에 의해 함량을 산출하였다.

### Total lipid 함량 측정

Total lipid는 Sulphophospho vanillin법(10)에 의하여 조제된 kit 시약(Eiken Co.)을 사용하여 비색정량하였다.

### 광학현미경적 관찰

적출한 간의 좌·우엽과 피부의 일정 부위를 적당한 크기로 자른 다음 10%의 중성 포르말린에 고정하고, 고정이 끝난 조직을 흐르는 물에 수세한 후, 알코올로 탈수하여 파라핀에 포매과정을 거쳐 블록을 제작하였다. 만들어진 블록은 4  $\mu$ m 두께로 절편을 만들어 조직학적 변화를 관찰하기 위해 hematoxylin-eosin 염색을 실시하고 광학현미경(BH-2, Olympus, Korea)으로 관찰하였다.

### 혈청 및 피부에서 testosterone 및 dihydrotestosterone의 함량 측정

혈청과 피부의 testosterone(TS) 및 dihydrotestosterone(DHT)의 함량 측정은 testosterone/dihydrotestosterone-[3H] assay system kit(TRK 600, Amersham)를 이용하였다. 즉, 혈청 0.2 mL과 균질화한 피부 원심분리 상층액 1 mL를 취해 에테르 추출과 산화과정을 거쳐 얻은 시료 0.2 mL를 glass t-tube에 넣고 5 $\alpha$ -dihydro[1,2,4,5,6,7-3H] testosteronetritiated DHT와 antiserum(specific for both TS and DHT)을 각각 0.2 mL를 첨가한 후 상온에서 1시간 방치하고 ice-bath에서 15분간 tube를 냉각하였다. 이 반응액에 0.2 mL의 charcoal을 첨가하고 12,000 $\times$ g에서 1분간 원심 분리한 후 얻은 상층액을 0.5 mL를 취하여 liquid scintillation counter(LSC, Beckman, J메무)로 측정하였다.

### 통계처리

실험성적은 평균 $\pm$ 표준편차로 표시하였고 각 군간의 평균치의 통계적 유의성은 SPSS program을 이용하여 95% 신뢰구간에서 Duncan's multiple range test로 유의수준을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 육안적 관찰

실험에 사용된 흰쥐는 구입 후 1 주간 적응시키고 2주 후

에 등 부위의 털을 일정크기(7.5 $\times$ 12.5 cm)로 털을 제거한 후 3주 동안 털의 성장상태를 관찰하였다. Fig. 1의 A는 1주째, B는 3주째의 상태로서 1주째는 각 실험군 모두 털이 자라지 않았다. 그러나 3주째는 대조군은 물론 propecia 및 modouri를 섭취한 모든 실험군에서 털이 자라기 시작하였는데 대조군에 비하여 propecia와 modouri를 섭취한 경우가 양호하였으나 propecia와 modouri간의 차이는 뚜렷하지 않았다.

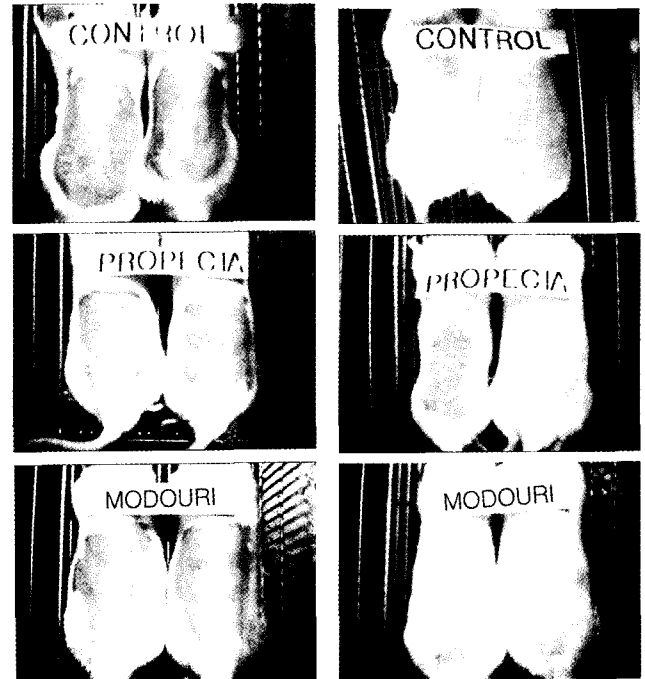


Fig. 1. Visual skin symptom of rat during intake of modouri(left; after 1 week, right; after 3 weeks).

Propecia(MSD, Australia) and modouri[mixture of food material water extracts composed of Job's tears, maize, buckwheat, Japanese mushroom, lovage, licorice and jujube(13 : 50 : 15 : 2 : 5 : 5 : 5, v/v)] were fed to 0.13 mg/kg/day and 9 mL/kg/day for 5 weeks, respectively.

### 효소활성도 및 지질 함량

식품소재 물추출 혼합물(modouri)의 섭취가 간독성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 혈청의 GOT, GPT, ALP 및 v-GTP의 활성도와 total cholesterol 및 total lipid의 함량을 측정된 결과는 Table 2, 3과 같다. GOT 활성은 대조군, propecia 및 modouri 투여군이 각각 43.76, 44.19 및 46.18 K units로 나타났으며, GPT의 활성은 각각 21.98, 22.70 및 24.05 K units로 처리군 간의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 또, 대조군, propecia 및 modouri 투여군의 APL 및 v-GTP 활성은 각각 205.60~231.00 BL unit/L 및 7.06~8.01 mU/mL 범위로 처리군 간의 유의성이 나타나지 않았다. 대조군, propecia 및 modouri 투여군의 total cholesterol 함량은 각각 49.23 및 52.51 및 54.24 mg/dL 이었으며, total lipid 함량은

각각 256.60, 265.20 및 269.90 mg/dL로 모두 대조군에 비하여 propecia 및 modouri 투여군에서 다소 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 따라서 modouri 투여군의 간 손상을 미치는 영향은 없는 것으로 사료된다.

**Table 2. Effect of food material extracts on activities of GOT, GPT, ALP and  $\gamma$ -GTP in serum**

Groups	GOT (K unit/mL)	GPT (K unit/mL)	ALP (BL unit/L)	$\gamma$ -GTP (mU/mL)
Control	43.76±3.67 <sup>1)</sup>	21.98±3.44 <sup>a</sup>	205.60±26.53 <sup>a</sup>	8.01±1.17 <sup>a</sup>
Propecia <sup>1)</sup>	44.19±3.83 <sup>a</sup>	22.79±3.51 <sup>a</sup>	231.44±31.40 <sup>b</sup>	7.89±1.17 <sup>a</sup>
Modouri <sup>2)</sup>	46.18±3.68 <sup>a</sup>	24.05±2.68 <sup>a</sup>	231.00±25.14 <sup>a</sup>	7.06±0.94 <sup>a</sup>

<sup>1,2)</sup>See Fig. 1.

<sup>3)</sup>Values are mean±standard deviations(SDs) of triplicate determinations and common superscript letter in the same column are not significantly different(p<0.05).

**Table 3. Effect of food material extracts on total cholesterol and total lipid content in serum**

Groups	Total cholesterol (mg/dL)	Total lipid (mg/dL)
Control	49.23±7.39 <sup>a,3)</sup>	256.60±12.61 <sup>a</sup>
Propecia <sup>1)</sup>	52.51±8.02 <sup>a</sup>	265.20±20.48 <sup>a</sup>
Modouri <sup>2)</sup>	54.24±6.97 <sup>a</sup>	269.90±15.34 <sup>a</sup>

<sup>1,2)</sup>See Fig. 1.

<sup>3)</sup>Values are mean±SDs of triplicate determinations and common superscript letter with the same column are not significantly different(p<0.05).

### Testosterone 및 dihydrotestosterone의 함량

대조군, propecia 및 modouri를 투여한 쥐의 혈청과 피부의 testosterone(TS) 및 dihydrotestosterone(DHT)의 함량을 측정된 결과는 Table 4, 5와 같다. 혈청(Table 4)에서의 TS+DHT의 함량은 propecia 및 modouri 투여군이 각각 3.46 및 4.50 ng/mL로 대조군의 2.04 ng/mL에 비하여 유의적인 증가를 보였으며, modouri 투여군은 propecia 투여군에 비하여 높은 수치를 나타내었다. 그러나 대조군, propecia 및 modouri 투여군의 DHT의 함량은 각각 132.44, 28.01 및 37.54 pg/mL로 propecia 및 modouri 투여군에서 현저하게 낮은 값을 나타내었으며 propecia 투여군과 modouri 투여군 사이의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

피부에서의 TS+DHT의 함량은 대조군(0.15 pg/mg)에 비하여 propecia 투여군(0.19 pg/mg)과 modouri 투여군(0.21 pg/mg)에서 유의적인 함량 증가를 나타내었으나 DHT의 함량은 propecia 투여군(0.012 pg/mg)과 modouri 투여군(0.017 pg/mg)이 대조군(0.047 pg/mg)보다 현저하게 낮은 값을 나타내었다. Propecia 투여군과 modouri 투여군 간의 차이를 보이지 않았다(Table 5). Propecia 투여군과 modouri 투여군에서 TS+DHT 함량의 현저한 증가는 TS가 DHT로 전환되는 양이 감소함

을 의미하는 것으로 TS가 DHT로의 전환에 관여하는 5- $\alpha$ -reductase의 활성이 저하됨을 나타낸다. 또, propecia가 5- $\alpha$ -reductase의 저해제임을 고려할 때 modouri의 경우도 5- $\alpha$ -reductase의 활성을 저해하는 것으로 사료된다.

**Table 4. Effect of food materials extracts on content of testosterone and dihydrotestosterone in serum**

Groups	TS+DHT (ng/mL)	DHT (pg/mL)
Control	2.04±1.98 <sup>a,3)</sup>	132.44±73.50 <sup>a</sup>
Propecia <sup>1)</sup>	3.46±1.07 <sup>b</sup>	28.01±15.60 <sup>b</sup>
Modouri <sup>2)</sup>	4.50±1.49 <sup>c</sup>	37.54±21.06 <sup>b</sup>

<sup>1,2)</sup>See Fig. 1.

<sup>3)</sup>Values are mean±SDs of triplicate determinations and common superscript letter with the same column are not significantly different(p<0.05).

**Table 5. Effect of food materials extracts on content of testosterone and dihydrotestosterone in skin**

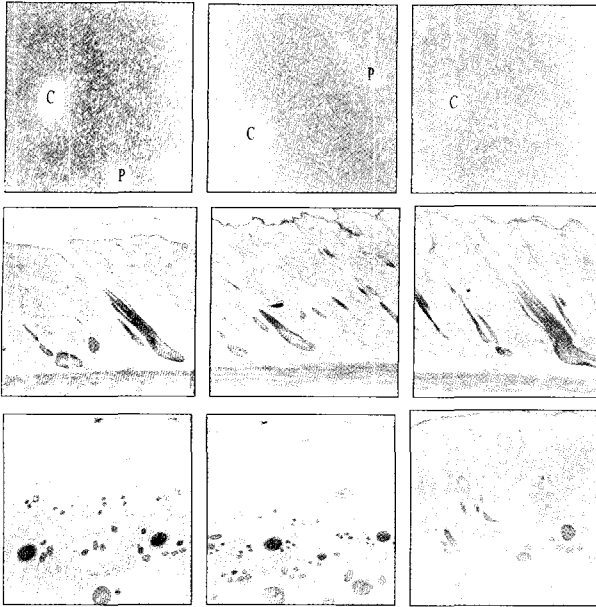
Groups	TS+DHT (pg/mg)	DHT (pg/mg)
Control	0.15±0.052 <sup>a,3)</sup>	0.047±0.018 <sup>a</sup>
Propecia <sup>1)</sup>	0.19±0.028 <sup>b</sup>	0.012±0.017 <sup>b</sup>
Modouri <sup>2)</sup>	0.21±0.043 <sup>b</sup>	0.017±0.015 <sup>b</sup>

<sup>1,2)</sup>See Fig. 1.

<sup>3)</sup>Values are mean±SDs of triplicate determinations and common superscript letter with the same column are not significantly different(p<0.05).

### 간조직의 현미경 관찰

대조군, propecia 및 modouri 투여군의 간조직을 현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군의 경우는 중심정맥과 문맥부위를 중심으로 한 전형적인 간소엽 구조가 잘 관찰되었으며, propecia 및 modouri 투여군에서도 대조군과 유사한 형태의 정상적인 상태를 나타내었다. 대조군의 피부 종단면을 보면 털, 모낭 및 부속기관인 피지선과 한선을 볼 수 있으며 특히, 진피에서 확장된 모유두가 잘 발달되어 있는 것이 관찰되었다. 또한 성장이 진행되는 모낭 주변에서 새로운 모낭이 형성되는 것이 관찰되었다. Propecia 및 modouri 투여군에서는 대조군과 유사한 양상이 관찰되었으나 새롭게 형성되는 모낭의 수가 증가됨이 관찰되었다. 대조군의 경우 피부의 횡단면에서는 성장기 모낭의 주변에 새롭게 형성되는 모낭들을 관찰할 수 있으며 피지선과 한선도 정상적인 형태를 보였다. Propecia 및 modouri 투여군에서도 대조군에서 관찰된 양상을 나타내고 있으나 성장기 모낭 주변에서 형성되는 모낭의 수는 대조군 보다 많은 현상을 관찰할 수 있다.



**Fig. 2. Optical microscopic photographs(x 50) of liver tissue(top), length(middle) and cross section(bottom) of skin.**  
 Left; control, middle; propecia, right; food material extracts. Tissues were stained with hematoxylin-eosin. Abbreviations: C; central vein, P; portal.

**요 약**

율무, 옥수수, 메밀, 표고버섯, 당귀, 감초 및 대추의 물추출 혼합물(13 : 50 : 15 : 2 : 5 : 5 : 5, v/v) 이 쥐 혈청과 피부의 testosterone(T) 및 dihydrotestosterone(DHT) 함량과 간 독성 및 생화학적 및 조직학적 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1일 9 mL/kg-BW 씩 음용수에 섞어 SD (Sprague-Dawley)계의 흰쥐에 5주 동안 투여하였으며, 5- $\alpha$ -reductase의 저해제로 알려진 propecia와 비교하였다. GOT, GPT, ALP 및  $\gamma$ -GTP의 활성도와 total cholesterol 및 total lipid 함량은 무처리, propecia 및 식품소재추출물 투여군 간의 뚜렷한 차이를 보이지 않아 간 손상이 유발되지 않았다. 간의 조직학적 소견에서도 식품소재 추출물의 독 작용은 없는 것으로 판단되었다. 또, 식품소재추출물의 투여로 모낭수가 대조군에 비해 많았다. 혈청 및 피부의 T+DHT 함량은 식품소재추출물 투여군이 대조군에 비하여 유의적으로 감소하여 5- $\alpha$ -reductase의 활성이 저해되는 것으로 나타났다. 그러나 식품소재추출물과 propecia와의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

**참고문헌**

1. Yoo, J.H., Eun, H.C., Kim, K.J. and Moon, S.E. (1995) The prevalence and types of androgenetic alopecia in Korean. Korean J. Dermatol. Asso., 33, 67-75
2. Lee, J.S. and Ihm, C.W. (2000) A clinical study of 1505 cases of alopecia patients. Korean J. Dermatol. Asso., 38, 1348-1357
3. Adachi, K. and Kano, M. (1970) Adenylcyclase in human hair follicles: its inhibition by dihydrotestosterone. Biochem. Biophys. Res. Commun., 41, 884-890
4. Imperato-McGinley, J., Guerrero, L., Gautier, T. and Peterson, R.E. (1974) Steroid 5 $\alpha$ -reductase deficiency in man: an inherited form of male Pseudohermaphroditism. Science, 186, 1213-1215
5. Kaufman, K.D. (1996) Clinical studies on effects of oral finasteride, a type II, 5  $\alpha$ -reductase inhibitor, on scalp hair in men with male pattern baldness. In; Van Neste, D., Randall, V.A., editors. Hair research for the next millennium. Proceedings of The First Tricontinental Meeting of Hair Research Societies, Oct., 8-10, 1995, Brussels, Belgium, Amsterdam (Netherlands): Elsevier Science, BV, 363-365
6. Reitman, S. and Frankel, S. (1957) A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. Am. J. Clin. Pathol., 28, 58-63
7. Bessey, O.A., Lowry, O.H. and Brock, M.J. (1946) A method for the rapid determination of alkaline phosphatase with five cubic millimeters of serum. J. Biol. Chem., 164, 321-329
8. Orłowski, M. and Szczeklik, A.B. (1967) Heterogeneity of serum gamma-glutamyl transpeptidase in hepatobiliary diseases. Clin. Chim. Acta., 15, 387-391
9. Richmond, W. (1973) Preparation and properties of a cholesterol oxidase from *Nocardia* sp. and its application to the enzymatic assay of total cholesterol in serum. Clin. Chem., 19, 1350-1356
10. Frings, C.S. and Dunn, R.T. (1970) A colorimetric method for determination of total serum lipid based on the sulfophosphovanillin reaction. Am. J. Clin. Path., 53, 89-91

(접수 2003년 1월 19일, 채택 2003년 2월 8일)