

The Biochemical and Histological Studies of the Oriental Medicine Extract on Hair Growth Effect

Yoon-Gyeong Lee[†] and Jeong-Ki Kim¹

Department of Oriental Medicine Resources, Asia University, Kyungsan 712-220, Korea

¹Department of Occupational therapy, Daegu Health College, Daegu 702-722, Korea

The hair growth effect of the oriental medicine extract which is composed of *Polygoni multiflori Radix*, *Angelica gigantis Radix* and *Lycii Fructus* was studied biochemically and histologically. The study was conducted dividelly into three groups, control, propecia and oriental medicine extract and three groups were compared each other in skin androgen, testosterone (T) and dihydrotestosterone (DHT), content biochemically and the number of hair follicular unit and hair follicle histologically. The oriental medicine extract and propecia decreased skin DHT conetent and increased skin total (T+DHT) content compared with control. In transverse sections of skin specimens the oriental medicine extract and propecia increased total counts of follicular units and follicles compared with control. On the basis of the result, the oriental medicine extract has same hair growth effect as propecia and it is suggested that the oriental medicne extract is capable of a therapeutic agent of alopecia.

Key Words: Testosterone, Dihydrotestosterone, *Polygoni multiflori Radix*, *Angelica gigantis Radix*, *Lycii Fructus*, Androgenetic alopecia,

서 론

하수오 (*Polygoni multiflori Radix*)는 간과 신장을 보호하고 혈액을 생성하는 효능이 있으며 약리작용으로는 신경계 흥분 작용, 혈당 및 혈중지질함량 감소작용 등이 보고 되었다¹⁻³. 당귀 (*Angelica gigantis Radix*)는 혈액생성 및 혈액순환을 원활하게 하고 장의 활동을 활발하게 하며^{4,5} 항빈혈, 항균, 항염, 항혈전, 조혈, 혈관신생, 혈관이완, 면역기능증강, 혈중지질농도의 감소 등의 작용이 있다고 알려져 있다^{6,7}. 구기자 (*Lycii Fructus*)는 몸을 보호하고 혈액순환을 원활하게 하며 당뇨에 효과가 있는 것으로 동의보감에 기술되어 있다⁸.

인간에 있어서 모발은 중요한 장식이자 머리와 두피를 보호하는 기능을 가지고 있으며, 사람의 인상을 결정짓는 중요한 요소이다. 탈모로 인하여 실제 나이보다 더 늙고 매력이 없게 보이는 등 신체상에 부정적으로 작용하여 탈모증이 있는 사람들은 우울, 수치심, 사회활동의 참여도 결여 및 부적절한 대인관계 등의 정신·사회적인 변화를 겪고 있다⁹.

탈모증은 모발이 정상적으로 존재하는 부위에서 소실되는 질환으로 모낭의 손상여부에 따라 비반흔성과 반흔성으로 분류되며, 비반흔성 탈모증의 경우는 모발이 다시 성장할 수 있고 반흔성 탈모증은 영구적인 탈모를 일으킨다¹⁰. 비반흔성 탈모증 중 흔한 것으로 원형 탈모증, 안드로겐성 탈모증, 휴지기 탈모증 등이 있는데 남녀 모두에서 사춘기 이후에 발생하는 가장 흔한 유형의 탈모증이 안드로겐성 탈모증이다^{11,12}.

안드로겐성 탈모증은 모발의 점진적인 소형화로 특징지워지고 유전적 소인이 있는 모낭이 안드로겐의 영향을 받아 발생하는 모발의 미만성 소실로 남성들에게서는 남성형 탈모 (male pattern hair loss, MPHL)로 불리고, 여성들에게서는 여성형 탈모 (female pattern hair loss, FPHL)라고 불린다^{13,14}. 안드로겐은 성모 (sexual hair)나 체모 (body hair)의 성장을 촉진하는 동화작용의 스테로이드 호르몬으로 알려져 있으나 모발에 있어서만은 점진적인 크기의 감소를 초래하여 탈모를 일으킬 수 있다¹⁵.

모발의 성장과 관련하여 가장 잘 연구된 스테로이드 호르몬은 디하이드로테스토스테론 (dihydrotestosterone; 이하 DHT)으로 이는 안드로겐인 테스토스테론 (testosterone)이 5 α -환원 효소 (5 α -reductase; 이하 5 α -RD)에 의해 대사된 산물이다. DHT는 모유두진피세포 (dermal papilla cell)에 있는 안드로겐 수용체와 결합하면 후두부에 있는 모발에는 영향이 없으나

*논문 접수: 2004년 1월 20일

수정재접수: 2004년 2월 25일

[†]별책 요청 저자: 이윤경, (우) 712-220 경상북도 경산시 여천동 240-3번지, 아시아대학교 한약자원학과
Tel: 053-819-8170, Fax: 053-819-8156
e-mail: drlyg@dreamwiz.com

안드로겐성 탈모증의 소인이 있는 전두부의 두피에서 모발의 성장을 억제하는 인자를 생성하여 모낭의 퇴행 및 탈모를 유발한다^{16,17}.

모낭 (hair follicle)은 두피 기저부에 있는 특별한 기질세포 (matrix cell)의 계속적인 증식으로 인해 피부가 함입된 구조로 모발을 생성하고 형성된 모발은 생장기 (anagen phase), 퇴행기 (catagen phase) 그리고 휴지기 (telogen phase)로 구성된 모발주기를 거친다^{18,19}. 정상 두피에서는 모발의 활발한 성장이 일어나는 생장기가 2~7년간 지속된 후 뒤이어 모낭의 성장활동이 정지되고 위축이 있는 2~3주간의 퇴행기를 거쳐 모발의 탈모를 기다리는 종말기인 휴지기가 3~4개월간 지속된다. 그러나 안드로겐성 탈모증에서는 DHT가 두피의 모유두진피세포에서 모발성장 억제인자를 생성하므로 생장기가 몇 달 또는 몇 주로 감소되고 휴지기는 그대로 유지되거나 길어진다. 그러므로 생장기 대 휴지기의 비율이 정상적인 6~8:1에서 비정상적인 0.1~3:1의 비율로 현저하게 감소되어^{20,21} 어떤 시점에 이르르면 두피에 존재하는 모발의 수가 감소하게 되어 탈모증이 유발된다^{16,22}.

지금까지 알려진 탈모증의 치료제는 많으나 확실한 치료 효과를 나타내는 것은 없다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 치료제로는 국소도포제인 미녹시딜과 경구복용제인 프로페시아가 있으나, 그 효과가 제한적이고 장기적인 사용으로 인한 부작용이 보고되고 있다^{23~25}. 따라서 본 연구에서는 천연물을 이용한 새로운 탈모증 치료제의 개발을 위해 등쪽 피부에 있는 털의 성장주기가 안드로겐 의존성인 흰쥐를 이용하여 하수오, 구기자 및 당귀로 구성된 한약추출물의 발모효과를 생화학 및 조직학적으로 알아보았다.

재료 및 방법

1. 실험동물 및 실험군

실험동물은 12주 (350~400 g)된 SD (Sprague-Dawley)계의 숫컷 흰쥐를 구입하여 1주일간 적응시킨 후 실험에 사용하였으며, 일정한 조건하에서 자동 시간 조절에 의한 점등과 시판중인 실험동물용 사료 (삼양사)로 사육하였다. 실험군은 3군 즉, 대조군, 프로페시아 (MSD, Australia) 투여군 및 한약추출물 투여군으로 나누었으며 각 군 당 10마리씩을 분리·수용하여 실험하였다.

2. 한약추출물 및 프로페시아

하수오, 당귀, 구기자 각 10 g에 물 1 l를 첨가하여 끓여 여과한 후 700 ml로 농축한 것을 12 mg/kg B.W./day의 분량으로 5주 동안 투여하였고, 프로페시아 투여군은 0.13 mg/kg B.W./day의 농도로 음용수에 섞어 투여하였다.

Table 1. The effect of the oriental medicine extract on skin total (T+DHT) and DHT content

Groups	Total (T+DHT) (pg/mg)	DHT (pg/mg)
Control	0.15±0.05 ^a	0.045±0.014 ^a
Propecia	0.20±0.03 ^b	0.017±0.011 ^b
Oriental medicine extract	0.22±0.02 ^b	0.014±0.005 ^b

* Values with common superscript letter with the same column are not significantly different ($P<0.05$)

3. 실험 방법

1) 피부 total (T+DHT)과 DHT함량 측정

본 실험에서 실험군은 12주간 약물투여 후 ether로 마취한 후 등쪽 피부를 적출한 다음 액체 질소로 동결처리 후 homogenizer로 빙냉하에서 균등 마쇄하였다. 마쇄 균질액은 4°C, 18,000 ×g에서 30분간 원심분리하여 상층액을 얻어 실험방법에 따라 후 처리하였다. 피부의 호르몬 함량 측정에 testosterone/dihydrotestosterone-³H assay system kit (TRK 600, Amersham)를 이용하였다.

2) 광학현미경적 관찰

각 실험군은 ether로 마취 후 회복하여 간과 등쪽 피부를 적출한 뒤 적당한 크기로 자른 다음 10% 중성 포르말린에 고정하고, 고정이 끝난 조직을 흐르는 물에 수세한 후, 알코올에 탈수하여 파라핀에 포매과정을 거쳐 블록을 제작하였다. 만들어진 블록은 4 μm 두께로 절편을 만들어 조직학적 변화를 관찰하기 위해 hematoxylin-eosin (H&E) 염색을 실시하고 광학현미경 (BH-2, Olympus)으로 관찰하였다.

4. 통계처리

실험성적은 평균 ± 표준편차로 표시하였고 각 군 간의 평균치의 통계적 유의성은 SPSS program을 이용하여 95% 신뢰구간에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결 과

1. 피부 total (T+DHT)과 DHT함량

한약추출물의 발모 효과를 알아보기 위하여 피부의 total (T+DHT)과 DHT함량을 측정하였다. 프로페시아 투여군과 한약추출물 투여군이 대조군에 비해 total (T+DHT)함량은 유의적으로 증가하였으며, DHT의 함량은 유의적으로 감소하였다 (Table 1). 그러나 프로페시아와 한약추출물 투여군간에는 유의적인 차이가 없었다 (Table 1).

프로페시아 투여군과 한약추출물 투여군에서 total (T+DHT)함량의 현저한 증가는 T의 DHT로의 전환이 감소함을 나타내는 것으로 프로페시아가 5α-RD의 저해제라는 것을 고

려할 때 한약추출물도 5 α -RD의 활성을 저해하는 것으로 사
료된다.

2. 광학현미경적 관찰

1) 간조직의 조직학적 소견

대조군, 프로페시아 및 한약추출물 투여군의 간조직 검사

결과는 Fig. 1과 같다. 정상 대조군의 간은 간소엽의 중앙에
중심정맥을 중심으로 간문맥이 잘 배열되어 있으며, 또한 간
세포로 이루어진 간소엽 및 동양혈관이 잘 관찰되었다. 프로
페시아 및 한약추출물 투여군에서도 대조군에서 관찰할 수
있는 간조직의 형태를 유지하고 있으므로 정상 소견을 보였
다 (Fig. 1).



Fig. 1. Light micrographic appearance of the liver. Liver parenchymal cells are arranged as cords of cells with vascular sinusoidal spaces between central vein (C) and portal canals (P). (A) Control. (B) Propecia. (C) Oriental medicine extract. H&E, $\times 100$.

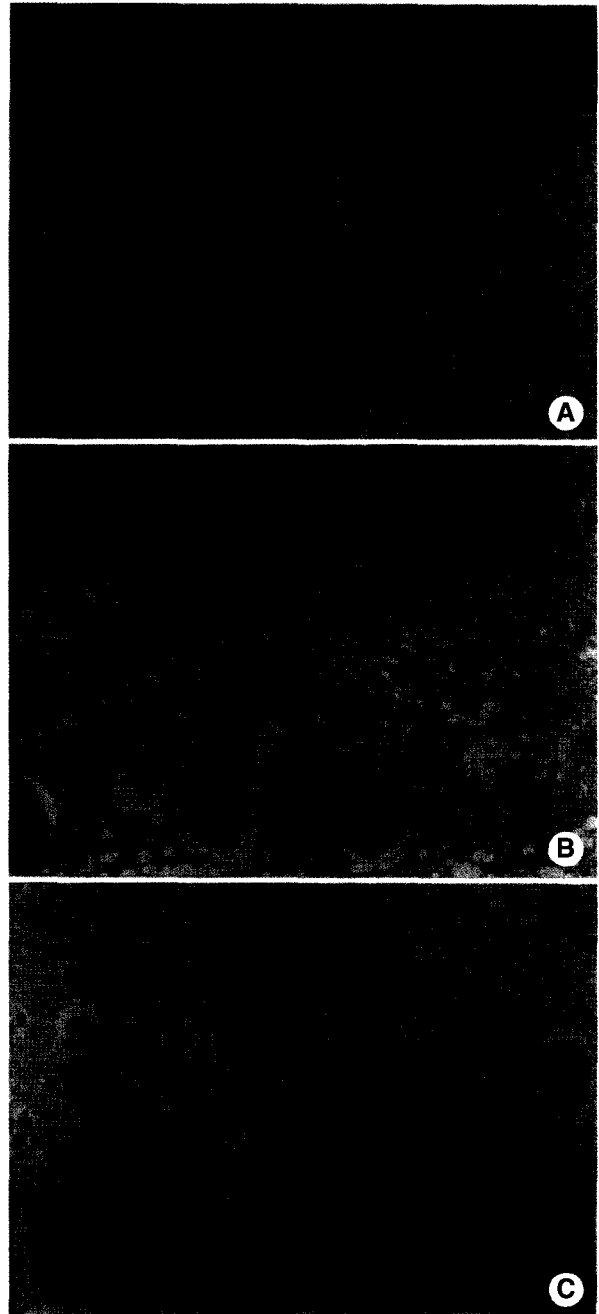


Fig. 2. Rat dorsal skin, transverse section. (A) Control. Follicular units (FU) containing terminal and vellous hairs are visible. (B) Propecia. (C) Oriental medicine extract. Increased numbers of follicular units and follicles (arrow) in (B) and (C) are visible. H&E, $\times 100$.

2) 피부 횡단면의 조직학적 소견

피부의 횡단절편은 종단절편에서 보다 훨씬 많은 모낭의 구조를 관찰할 수 있고 모낭 단위 (follicular unit)의 형태가 잘 유지되어 있으므로 모낭의 밀도나 수를 정확하게 평가할 수 있다. 대조군의 경우 진피와 지방층에서 형성된 모낭 단위에서 성모 주변부에 새롭게 형성된 연모, 피지선 및 한선이 관찰되었다 (Fig. 2A). 프로페시아군과 한약추출물군도 대조군과 같이 성모 주변부에 새로운 연모의 형성이 보이고 피지선과 한선도 관찰되었다 (Fig. 2 B, C) 프로페시아군과 한약추출물군에서는 대조군에 비해 모낭 단위 및 모낭수의 현저한 증가가 있었으나, 두 군간에는 큰 차이를 보이지 않았다 (Fig. 2).

고 찰

하수오, 당귀 및 구기자는 몸을 튼튼하게 해주고 혈액을 생성하는 한방약재로서 하수오는 항균·항염증작용, 항산화작용, 항암작용, 강심작용, 콜레스테롤 감소작용^{1~3,26~28)}을 가지고 있고 당귀는 혈관이완 및 혈중 지질농도를 감소시키는 등의 작용^{7,8)}이 있으며 구기자는 몸을 튼튼하게 하며 면역기능을 향상시키는 작용^{9,29)}을 가진다.

안드로겐성 탈모증은 남자와 여자 모두에서 사춘기 이후 발생하는 가장 흔한 유형의 탈모증으로³⁰⁾ 유전적 소인, 연령 및 남성호르몬이 관여하며 유전적 소인이 있음에도 불구하고 거세한 남성에서는 안드로겐성 탈모증이 발생하지 않으나 남성호르몬을 투여하면 탈모증이 다시 발생하므로 호르몬의 관련성이 매우 중요하다고 생각되어 안드로겐성 탈모증이라고 하였다³¹⁾. 안드로겐성 탈모증은 남녀간에 발생부위에 차이가 있어, 남성의 경우는 안면 두피모발의 경계선, 특히 전두-측두 경계부 모발선이 뒤로 후퇴하면서 두정부의 탈모가 동반되고 여성의 경우에는 두피 모발의 경계선은 유지되나 두정부를 미만성으로 서서히 침범한다¹²⁾.

안드로겐성 탈모증 환자의 탈모 부위의 피부와 모발이 비탈모 부위보다 높은 5 α -RD활성도를 보이며³²⁾ 탈모 부위의 모유두 세포에서 비탈모 부위의 모유두 세포보다 많은 양의 안드로겐 수용체들이 발견된다는 사실로³³⁾ 볼 때 안드로겐이 남성형 탈모증의 발생에 중요한 역할을 할 것으로 생각되나 아직 그 작용기전은 명확히 알려져 있지 않다.

안드로겐은 세포막을 통과한 후 효소의 작용에 의해 활성형으로 변환된 후 수용체와 결합하고 안드로겐-수용체 복합체는 DNA에 결합하여 전사 및 단백질 형성에 관여한다³⁴⁾. 순환하는 안드로겐의 대부분은 테스토스테론으로 존재하는데 이들이 세포내에서 5 α -RD에 의해 생물학적 활성이 강력한 형태인 DHT로 환원되어 안드로겐 수용체와 결합하여 작용하게 되는데^{35,36)} 특이한 유전자의 표현을 조절함으로써 모

발을 성장시키고, 피지선 아포크린선을 활성화시켜 피지생성을 증가시키나 두피에서는 오히려 탈모를 유발한다³⁷⁾.

모발은 생명과는 직접적인 관계는 없으나 인간의 외모를 결정짓는 중요한 인자이다. 따라서 탈모증 환자들은 탈모로 인한 이미지의 변화로 사회적, 정신·심리적으로 고통을 받고 있다⁹⁾. 오늘날 국민경제의 향상과 함께 미용에 대한 관심이 증가함에 따라 탈모로부터 회복하고자 하는 욕구가 증가하고 있으나³⁸⁾ 아직까지 만족할 만한 치료제가 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 탈모를 예방하고 더 나아가 발모를 유도할 수 있는 새로운 치료제를 개발하고자 하수오, 당귀 및 구기자의 혼합추출물을 이용하여 발모효과를 생화학 및 조직학적으로 알아보았다. 그 결과 한약추출물이 대조군에 비해 total (T+DHT)함량은 유의적으로 증가시켰으며, DHT의 함량은 유의적으로 감소시켰다. 프로페시아 또한 대조군에 비해 total (T+DHT)함량의 증가와 DHT함량의 감소를 보였으며 한약추출물과 프로페시아 간에는 결과에 있어 유의적인 차이가 없었다. 프로페시아 투여군과 한약추출물 투여군에서의 total (T+DHT)함량의 현저한 증가는 T의 DHT로의 전환이 감소함을 나타내는 것으로 프로페시아가 5 α -RD의 저해제라는 것을 고려할 때 한약추출물도 5 α -RD의 활성을 저해하는 것으로 사료된다^{39,40)}. 이상의 결과는 한약추출물이 탈모방지 작용을 갖는 새로운 물질일 가능성을 시사한다.

프로페시아군 및 한약추출물군의 조직학적 소견은 첫째, 정상군과 비교했을 때 간조직에 있어 정상 소견을 보이므로 한약추출물과 프로페시아의 투여가 어떤 간손상도 유발하지 않음을 알 수 있다. 둘째, 털, 모낭 및 피지선과 한선을 갖는 정상적인 피부소견을 보이는 대조군과 마찬가지로 한약추출물 투여군과 프로페시아 투여군의 피부조직도 정상소견을 보인다. 피부 횡단절편 조직소견은 3군 모두에서 성장기 모낭 주변부에 새롭게 형성되는 모낭들이 관찰되었다. 한약추출물군과 프로페시아군에서는 성장기 모낭의 수와 새롭게 형성되는 모낭의 수가 대조군에 비해 훨씬 많은 것으로 나타나 발모효과가 있는 것으로 사료된다. 특히 이 실험에 조직의 횡단절편에 대한 분석은 발모효과에 대한 생화학적 결과에 객관성을 부여할 뿐만 아니라 기존의 종단 절편에 비해 훨씬 많은 수의 모낭구조를 관찰할 수 있으며 조직학적 평가가 가능하여 성모와 연모의 구분, 모낭주기에 따른 구분을 통해 진단에 매우 유용한 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다⁴¹⁾. 사람의 경우는 모낭구조에 대해서 연구가 잘 되어 있으므로 정상인과 탈모증 환자의 두피를 조직학적으로 비교 분석할 때 조직의 횡단절편을 이용해 모낭단위의 수, 모낭수, 성모와 연모의 구분, 성모와 연모의 비율, 모낭주기에 따른 구분, 성모의 수 및 1 mm²당 모낭구조의 수 등의 항목을 조사하므로써 질환에 대한 소견을 얻을 수 있다⁴²⁾. 표피 생검조직의 횡단절편은 탈모증의 연구에 유용한 방법으로 구

체적 모낭수에 의한 자료는 객관적 평가를 가능하게 하고 질환의 특징적인 조직소견의 관찰은 정상조직과 질환조직의 정확한 평가를 가능하게 하므로 횡단절편을 이용한 조직학적 검사에 있어서 모낭의 수적 증가 뿐만 아니라 전체적인 조직학적 소견 또한 중요하다⁴²⁾. 그러나 본 실험에서는 발모 효과를 알아보기 위해 흰쥐를 이용하여 인위적인 탈모를 유발하였기 때문에 모든 실험군의 모낭이 정상 조직소견을 보였으므로 단지 모낭단위 및 모낭수에 대한 결과로서 약물의 효과를 알아보았다. 그 결과 프로페시아군과 유사하게 한약 추출물군에서 대조군과 비교했을 때 현저한 모낭단위 및 모낭수의 증가를 나타내었다.

이상의 생화학적 및 조직학적 결과로 볼 때 한약추출물이 유일한 경구 복용 발모제인 프로페시아와 유사한 발모효과를 보이므로 새로운 경구 발모제로 개발될 가능성을 가진다고 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Wang W, Wang JH and Shi TR (1988): Effect of polygonum multiflorum on the life-span and lipid metabolism in senile Japanese quails. *Chung Hsi I Chieh Ho Tsa Chih*, **8(4)**: 223-224.
- 2) Liu C, Zhang Q and Lin J (1992): Effect of the root of polygonum multiflorum Thunb. and its processed products on fat accumulation in the liver of mice. *Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih*, **17(10)**: 595-596.
- 3) Yin JH, Zhou XY and Zhou XQ (1992): Pharmacological and clinical studies on the processed products of radix Polygoni multiflori. *Chung Kuo Chung Yao Tsa Chih*, **17(12)**: 722-724.
- 4) 이상인, 안덕균, 신민수. 편역 (1982): 한약임상응용, pp. 399-401, 정보사, 서울.
- 5) 진조환 (1982): 신농본초경. pp. 140, 문광도서유한공사, 태북.
- 6) 왕본상 (1997): 현대중약약리학. pp. 1290-1304, 천진과학기술출판사, 천진.
- 7) 유문태 (1982): 본초품회정요. pp. 299, 인민위생출판사, 북경.
- 8) 허준 (1986): 동의보감. pp. 142, 삼성문화사, 서울.
- 9) 김희준, 심우영, 송지영 (2001): 남성형 탈모증 환자의 질병 행동 특성과 삶의 질에 관한 연구. *대한피부과학회지*, **39(10)**: 1094-1099.
- 10) 이민걸 (1986): 탈모증 환자에서 minoxidil국소 도포제의 치료효과. *대한피부과학회지*, **24(4)**: 181-185.
- 11) 이준상, 임철환 (2000): 탈모증환자 1505명의 임상적 연구. *대한피부과학회지*, **38(10)**: 1348-1357.
- 12) 이현주, 류효섭, 이석중, 김도원, 정상립 (2001): 유전성 안드로젠탈모증 여성환자의 임상양상과 혈중 dehydroepiandrosterone sulfate 및 total testosterone치. *대한피부과학회지*, **39(1)**: 58-67.
- 13) Ludwing E (1964): Die androgenetische alopezie bei der Frau. *Arch Klin Exp Dermatol*, **219**: 558-564.
- 14) Kaufman KD (2002): Androgens and alopecia. *Mol Cell Endocrinol*, **198**: 89-95.
- 15) Takashima I (1990): Androgenetic alopecia: Pathophysiological aspects in man, animals. pp. 467-484, In: Orfanos CE., Happle Red. "Hair and hair disease", Springer-Verlag, Berlin.
- 16) Itami S, Kurata S and Sonoda T (1991): Mechanism of action of androgen in dermal papilla cells. *Ann NY Acad Sci*, **642**: 385-395.
- 17) Kaufman KD (1996): Androgen metabolism as it affects hair growth in androgenetic alopecia. *Derma Clin*, **14(4)**: 697-711.
- 18) Ebling FJG (1987): The biology of hair. *Dermatol Clin*, **5**: 467-481.
- 19) Stenn KS and Paus R (2001): Controls of hairs follicle cycling. *Physiol Rev*, **81(1)**: 449-494.
- 20) Jackson EA (2000): Hair disorders. *Primary Care*, **27**: 319-332.
- 21) Whiting DA (1993): Diagnostic and predictive value of horizontal sections of scalp biopsy specimens in male pattern androgenetic alopecia. *J Am Acad Dermatol*, **28**: 755-763.
- 22) Curtis M, Loussouarn G, Hoursear C and Grollier JF (1994): Hair cycle and alopecia. *Skin Pharmacol*, **7**: 84-89.
- 23) 심우영 (2000): 남성형 탈모증. *가정의학회지*, **21(11)**: S959-S965.
- 24) 김범준, 김유진, 노병인 (2003): Finasteride (Propecia[®]) 복용 환자에서 발생한 양측성 여성형 유방 2예. *대한피부과학회지*, **41(2)**: 232-234.
- 25) 이원수, 안형진, 김영희 (2003): 마우스 모발성장에 대한 capsaicin과 미녹시딜의 병용투여 효과. *대한피부과학회지*, **41(4)**: 451-460.
- 26) Hatano T, Uebayashi H, Ito H, Shiota S, Tsuchiya T and Yoshida T (1999): Phenolic constituents of Cassia seeds and antibacterial effect of some naphthalenes and anthraquinones on methicillin-resistant Staphylococcus aureus. *Chem Pharm Bull*, **47(8)**: 1121-1127.
- 27) Yen GC, Chen HW and Duh PD (1998): Extraction and Identification of an antioxidative component from Jue Ming Zi. *J Agric Food Chem*, **46**: 820-824.
- 28) Chang CH, Lin CC, Yang JJ, Namba T and Hattori M (1996): Anti-inflammatory effects of emodin from Ventilago leiocarpa.

- Am J Chin Med*, **24**: 139-142.
- 29) 김남재, 윤형금, 홍남두 (1994): 구기자나무의 약물활성. *생약학회지*, **25(3)**: 264-271.
- 30) 유재학, 은희철, 김계정, 문상은 (1995): 한국인에 있어 유전성안드로겐 탈모증의 유병율과 임상유형. *대한피부과학회지*, **33(1)**: 67-75.
- 31) Hemilton JB (1942): Male hormone stimulation is prerequisite and incitement in common baldness. *Ann J Anat*, **71**: 451-460.
- 32) Schweikert HU and Wilson JD (1974): Regulation of human hair growth by steroid hormone; Testosterone metabolism in isolated hairs. *J Clin Endocrinol Metab*, **186**: 1213-1215.
- 33) Hibberts NA, Howell AE and Randall VA (1998): Balding hair follicle dermal papilla cells contain higher levels of androgen receptors than those from non-balding scalp. *J Endocrinol*, **156**: 59-65.
- 34) Randall VA (1994): Androgens and human hair growth. *Clin Endocrinol*, **40**: 439-457.
- 35) King RJB (1987): Structure and function of steroid receptors. *J Endocrinol*, **114**: 431-349.
- 36) Randall VA, Thorton MJ, Hamada K and Messenger AG (1992): Mechanism of androgen action in cultured dermal papilla cells derived from human hair follicles with varying responses to androgens *in vivo*. *J Invest Dermatol*, **98**: 86-91.
- 37) 이원수, 정준, 이승현, 안성구 (1994): 안드로겐성 탈모증의 병변부와 비병변부에서 안드로겐 수용체의 면역조직화학적 표현 비교. *대한피부과학회지*, **32(5)**: 848-852.
- 38) 윤석권, 김홍용, 임철완 (1995): 유전성 안드로겐 탈모증 여성환자의 혈중 DHEA-S 및 Total Testosterone 농도에 관한 연구. *대한피부과학회지*, **33(6)**: 1060-1065.
- 39) Hoffman R (2002): Male androgenetic alopecia. *Clin Exp Dermatol*, **27**: 373-382.
- 40) Lynn D, Maria H, Virginia F, James S, Walter PU, Paul CC, Diane MT, Nicholas L, Coleman J, David W, Sam S, Stephen JK, Edmond IG, Darryl W, Patrick C, Christopher G, Gary WC, David MP, Edwin SE, Wesley T, Aimée D, Kristel V, Lori G and Joanne W (1999): The effects of finasteride on scalp skin and serum androgen levels in men with androgenetic alopecia. *J Am Acad Dermatol*, **41(4)**: 550-554.
- 41) Whiting DA (1993): Diagnostic and predictive value of horizontal sections of scalp biopsy specimens in male pattern androgenetic alopecia. *J Am Acad Dermatol*, **28**: 755-763.
- 42) 이현정, 하석준, 이주한, 김정철, 김형욱, 김진우 (2001): 한국인의 원형탈모 증가 남성형 탈모증의 횡단절편 조직 소견. *대한피부과학회지*, **39(5)**: 556-561.