

노화와 탈모

문 성 준
((주)태평양 중앙연구소)

Aging and Hair Loss

Seong-Joon Moon
(Pacific R & D Center)

1. 개 요

고령화와 더불어 여러 해로운 환경 요인에 노출되기 쉬운 현대인에게 있어서, 국내외적으로 탈모,박모로 고민하는 탈모증자의 증가 추이가 급격하다.

그 대부분은 남성형 탈모증(Androgenic alopecia)인데, 사춘기 이후 나이가 들어감에 따라 비정상적인 탈모현상을 일으키는 것으로 경모의 연모화, 군모의 단모화, 모포의 위축등 일련의 탈모 패턴을 형성하는 현상이다. 일반적으로 노화란 생물의 개체발생,성장,분화,형태형성 이후에 진행되는 쇠퇴과정을 의미하므로, 남성형 탈모증도 광의적인 의미에서 노화현상의 일종이라 하겠다.^{1,2,9)}

따라서, 여기에서는 탈모에 대한 기본적 이해를 위하여 지금까지 연구되어온 모발의 일반적 생리, 탈모 및 탈모원인설, 탈모의 원인 억제 및 유효성분 등에 대한 기초이론과 그 유효 성분들에 대한 평가 방법 등에 대하여 알아보고, 이를 토대로 효능 및 안전성 면에서 보다 우수한 신육모제 개발에 대해 생각해보고자 한다.

2. 모발의 일반적 생리

미와 보호의 기능을 지닌 모발은 두피에 10만-15만개가 있고 일상적으로 50-100개가 탈모되는 등 인체에서 특징적으로 나타난다(표 1).⁵⁾

Hair의 종류는 그 모양에 따라서 직모(Straight), 반곱슬모(Wavy),곱슬모(Curly)로, 그 색소세포의 활성 및 색깔에 따라서 흑모(Black), 갈색모(Brown), 황색모(Yellow), 적색모(Red)로 구분되며, 그 크기 및 성분에 따라서 경모(Terminal Hair, 1- 100 Cm, Highly pigmented, medullated)와 연모(Vellus Hair, - 2 Cm)로 구분된다.⁶⁾

2.1 모발의 구조

피부의 한 부속기관인 모발을 조직학적으로 관찰하면, 크게 개구부를 포함하는 상충부인 Infundibulum, 중충부인 Isthmus, 피지선(Sebaceous gland), 모유두(Dermal papilla)를 포함하는 하충부인 Inferior (Barbar) segment의 4부분으로 구분된다.

모발의 중심에 모근(Hair Shaft)가 있는데 안쪽으로부터 수질(Medulla), 피질(Cortex), 소피(Cuticle)층으로 세분되고, 그 주변을 내모근초(Inner root sheath), 외모근초(Outer root sheath)가 둘러싸고 있다. 내모근초는 안쪽으로부터 Cuticle, Huxley's layer, Henle's layer로 세분된다.

Hair Matrix는 각질세포(Keratinocyte)이고, 색소세포(Melanocyte)가 Epithelial 부분에 혼재되어 모발의 색깔을 결정한다. 하충부인 모유두는 섬유아세포(Fibroblast)로 이뤄져 있으며 모세혈관이 분포되어 영양 공급을 담당한다.

그 밖에 모발을 지탱하는 입모근(Arrector pili muscle)과 피지의 생성 및 분비를 담당하는 피지선, Aero-Perkins Body등의 부속기관이 있다(그림 1).^{7,8)}

2.2 모발의 생화학

모발 단백질은 상대적으로 많은 양인 4-8%의 Sulphur를 함유하여 강한 기계적 힘을 부여하며, 정상인의 경우 아미노산 조성은 (표 2)와 같다.

모발 단백질은 Fibrous Protein과 Matrix Protein으로 구분되는데, Fibrous Protein은 나선형 구조가 50%이고, 100개의 아미노산마다 6개의 Cystein이 존재하며, 전기영동 시, 4개 이상의 Band가 나타난다. 반면, Matrix Protein는 비 나선형 구조이며, 100개의 아미노산마다 25-30개의

방향으로 물질들이 검색되어 왔다. 즉, 남성 호르몬 관여설에 대하여 항남성호르몬 작용이 예상되는 여성호르몬이나 그 유도체들과 5α-DHT antagonists나 5α-reductase inhibitors들에 대한 육모효과를 연구하여 왔다. 또한, 혈액순환 장애설에 대하여 혈관 확장제등에 대한 연구도 활발히 이루어져 왔다.

이들의 효과는 아직 미미하고, 안전성 문제로 인하여 그 용량 등이 제한되어 있는 실정이며, 그 밖의 여러 개념하에 여러 물질들이 개발되어 왔다(표 4).²⁰⁾

특히, Upjohn에서 개발한 Minoxidil은 미국 식품의약국(FDA)의 허가를 받은 유일한 발모원료로서, 계속 팔라야한다는 단점이 있기는 하지만, 환자에 따라 약 30% 내외의 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 아직 그 메카니즘이 명확히 밝혀지지는 않았지만 말초혈관 확장 및 모낭 상피세포의 성장을 돕고, 원형탈모증에 대한 국소적인면역작용을 증가시켜 발모를 촉진하는 것으로 보고되어 있다.²¹⁾

현재, 시판되는 양모, 육모제들은 각 탈모원인을 제거할 수 있다고 예상되는 물질들을 각 기능별로 분류하여 사용하고 있다(표 5). 즉, 항남성 호르몬제로서 oxendrone등 5α-DHT antagonists, 5α-reductase inhibitors나 여성호르몬인 ethinyl estradiol, 등을 사용하고, 혈행 촉진 및 국소자극제로서 Carpronium chloride, minoxidil, 등을 사용한다. 그 밖에 영양보급을 위해 Vitamin류나 Amino acid, 2-3개의 Amino acid의 Peptide를, 지루방지, 비듬제거를 위해 각질용해제인 Salicylic나 항지루제등을 사용하고, 살균제로서 Benzalconium chloride나 항염증제로서 Hydrocortisone, 등을 첨가한다. 또한, 모발에 필요한 신진대사 촉진제나, 보습제 등을 첨가하기도 한다. 최근 시판되는 양모,육모제들은 이 기능들을 복합적으로 조화시켜 이용하는 추세이며, 심지어, 두피 긴장 완화용 특수 기구들을 사용하기도 한다(표 6).²²⁾

한편, 중국이나 일본 등 동양을 중심으로 천연 추출물 함유된 육모제들이 개발되고 있는데, 이들 대부분이 민간처방을 기초로 한 것이며, 혈액 개선 관련 생약이거나 보양, 자양 및 국소자극 작용이 기대되는생약들이 주류를 이룬다.^{23,24)}

5. 육모 효과 시험법

3. 탈모및 탈모 원인설

3.1 탈모와 남성형 탈모증

탈모증이란 일련의 요인에 의해서 경모의 연모화, 군모의 단모화되거나, 모포의 위축등 비정상적인 탈모 패턴을 형성하는 현상으로, 정상인과 탈모증자의 두피를 조직학적으로 비교하면 탈모증자의 경우, 상대적으로 모포가 상당히 위축되어있음을 알 수 있다(그림 4).¹³⁾

탈모증의 종류는 크게 유전적 요인에 의한 선천성 탈모와 환경 요인에 의한 것으로 구분되고, 이들 각각은 각 요인에 따라 더욱 세분되는데, 그중에 우리의 관심대상은 남성형 탈모증이다(표 3).

남성형 탈모증은 HAMILTON 분류법에 의해 시간, 형태에 따른 탈모정도를 구분되고, 앞으로의 탈모 진전 상황을 예측할 수 있다(그림 5).¹⁴⁾

3.2 탈모원인설

남성형 탈모증의 정확한 메카니즘은 아직 명확히 밝혀지지 않았으나, 남성호르몬이 관여하고 있다는 설이 가장 유력하며, 이와 관련하여 Androgen에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

그 밖에, 말초 혈관 장애와 주 원인은 아니나, 간접적 원인으로서는 전두부의 모발 성장에 영향을 주는 여러 요인을 고려하여 다음과 같은 설들이 있다.

3.2.1 남성 호르몬의 관여

피부 내에서도 각종 효소들의 관여로 androgen 대사가 일어난다(그림 6).

모발에서는 전립선에서 생산된 남성호르몬인 Testosterone과 피부내의 Androgen 대사에 의해 형성된 Androstendion 등 관련 대사 산물이 혈액중에 유입, 모구 세포에 도달하여 세포막을 투과, 세포 내로 들어간다. 세포질 내에 유입되거나 대사에 의해 생성된 Testosterone은 세포질 내에 존재하는 5a-Reductase에 의하여 남성호르몬 작용이 더욱 강한 5a-Dehydrotestosterone(DHT)으로 변한다. 이 5a-DHT는 특이성을 지닌

Receptor와 결합하여 핵에 들어가 융합되어 단백질의 합성에 영향을 미쳐, 궁극적으로 모발의 성장을 억제한다(그림 7).¹⁵⁾

또한, 5a-DHT는 세포내 대사를 활성화하는 Adenyl cyclase의 활성을 억제하고 세포 내의 Cyclic ANP의 농도를 낮춰 모세포의 당대사를 저하시켜 에너지 공급을 저해한다.^{16,17,18)}

3.2.2 모유두 및 모포주변의 혈액 순환 장애

모발은 모모세포의 분열, 증식, 분화에 따라 성장하며 이에 필요한 수분 및 영양분 등을 모유두 세포 주변에 퍼져있는 모세혈관을 통하여 공급 받는다. 따라서 모유두 및 모포 주변에 분포하는 모세혈관의 발달은 모발의 성장에 매우 중요한 요인이 된다.²¹⁾

3.2.3 기타 원인

- ① 영양불량
- ② 모의 성장에 관여하는 각종 효소 활성의 이상 및 저하
- ③ 피지선의 피지 분비 장애
- ④ 비듬의 과잉 발생(피지분비 이상 및 두피세균류의 증식 요인)
정상세포에 비하여 염증이 일어난 표피의 세포는 조기에 각화세포로 변성되어 박리한다. 각질세포의 박리로 병적인 비듬증을 일으키기도 하는데 이로서 피지막의 변성, 부패산물들이 모공과 통하는 모근에 작용하여 모구의 세포에 변화를 주고,성장기 모를 휴지기 모로 변화시켜 탈모된다.따라서 두피의 염증을 속히 제거하는 것이 필요하다.
- ⑤ 두피의 과잉 건조
- ⑥ 두피 긴장
- ⑦ 유전적 요인

4. 탈모원인 억제 및 유효성분

앞서 제시한 탈모 원인설을 바탕으로 각각의 탈모원인을 제거할 수 있는

Cystein이 2존재하고, 전기영동 시, 하나의 Band로 나타나는 특징을 지닌다. 특히, Fibrous Protein 의 기본 구조는 2개의 Helical Peptides로 Dimer를 형성하고, Basic, Acidic Subunit을 지닌다는 사실이 3차원 전기영동에 의해 확인되었으며, Fibrous Protein은 Matrix Protein에 Cross Linked되는데, 여기에 Cu^{++} 나 Cu^{++} 을 포함하는 효소가 관여한다고 추측하고 있다.¹¹⁾

모발에서의 Keratin 합성은 먼저 모유두에 분포한 모세혈관으로부터 아미노산을 받아들여, 일련의 Keratinization 작용을 거친 후, Mature Fiber로 되어가는 과정을 거쳐 형성되는데, 이때에 End bond로서 Peptide bond가, Cross bond로서 Disulphide bond, 수소결합, γ -Peptide bond가 관여한다. 모발의 Keratin 합성 시, 모구의 각질세포가 제 수명을 다하는데 5일이 걸리며, 총 단백질 합성에 36-38시간이, Disulphide bond에 6-12 시간이 소모된다.¹¹⁾

2.3 모주기(Hair cycle)

모발은 시간이 지남에 따라 성장기(Anagen: growing stage), 쇠퇴기(Catagen: degenerating stage), 휴지기(Telogen: Resting stage)등의 독특한 주기를 지니는데, 이를 모주기라한다.

모주기에 있어, 성장기는 2-8년 동안 계속되며, 그 크기와 모양에 따라 1-5 단계로 세분될 수 있고 각 부위에 따라 기간이 다르다. 그 후, 2-4주의 쇠퇴기를 거쳐, 2-4달 정도의 휴지기에 들어가는데, 이러한 성장기 --> 쇠퇴기 --> 휴지기를 계속 반복하며 오래된 모발을 이탈시키고 새로운 모발을 성장시킨다(그림 2).

이 모주기는 뚜렷한 크기 및 형태 변화가 일어나는데 그 원인은 아직 잘 알려져 있지않다(그림 3). 최근에 모주기의 근원이 무엇인가에 따라 모유두설, Bulgi설 등으로 설명하고자하는 보고들이 있다.^{11,12)}

아울러 모주기에 따른 효소등 성분 변화도 동반되나 부분적으로 보고되어지고 있을 뿐, 아직 잘 알려져있지 않다.

일반적으로, 정상인에게 있어서는 성장기 모:쇠퇴기와 휴지기 모의 비가 90:10으로 비동시성으로 지나나, Rat, Mouse등 동물에 있어서는 동시성을 지니고 모주기가 변화한다.

그동안 탈모 및 육모 메카니즘 연구의 한계는 탈모증을 지닌 환자이외에 이와 유사한 적절한 실험모델이 없다는 데 있었으므로, 최근, 모발 생리나 탈모증에 대한 기초적인 연구외에 여러가지 실험모델 개발과 아울러 각종 육모효과 시험방법들이 개발되어 왔다.²⁵⁾

5.1 in vitro method

5.1.1 Enzyme assay:5 α -reductase inhibition test

Rat에서 적립선의 효소와 간으로 부터 분리한 Testosterone 5 α -reductase을 이용한 분석방법으로 유효물질들의 남성호르몬 억제능을 측정하거나 Testosterone 대사를 연구하는데 이용한다.²⁶⁾

5.1.2 모낭의 모유두 세포배양, 외근초 세포배양 및 조직배양

두피에서 얻은 모발에 대하여 동물 세포 배양 기법을 이용하는 방법으로, 인체에 대한 생체 실험을 대체할 수 있고, 단시간 내에 효과를 측정할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 기대를 오래할수록 분화한다는 점과 in vivo와 다른 환경이라는 점에서 효과측정에 있어 한계성을 지니며, 방법 개선에 대한 계속적인 연구가 필요하다.

모유두 세포배양, 외근초 세포배양 및 모낭조직배양 등이 있으며, 이 방법을 이용하여 효능 물질을 검색하거나, 육모에 필요한 각종 Growth Factor의 작용이나, DNA 합성량 변화, Keratin 단백질 합성, 각종 효소들의 활성 등에 대한 간접적인 연구들을 하고 있다.²⁷⁾

5.1.3 방사성 동위원소나 항원,항체반응을 이용한 세포 활성 측정

in vivo 에서도 사용할 수 있는 방법으로, 분열, 증식 중인 모낭세포의 Cell kinetics를 측정하거나 특정 성분의 분포를 측정하는 방법이다. 즉, 방사성 동위원소나 항원 항체 반응을 하는 특이성 물질을 DNA로 끼어 들어가게 한 후, 동위원소를 추적하거나(그림 8),²⁸⁾ 항원항체 반응에 발색단을 붙이는 방법으로 발색시켜(그림 9)²⁹⁾, 모낭 세포의 분열, 증식등을 조사하는 방법이다. 특히, 다양한 특이성을 지닌 물질을 이용, DNA의 Keratin 합

성 등, 모발에 관련된 다른 성분들의 추적에도 이용되며, 일반적인 조직학적 분석에 비해 감도가 좋은 장점이 있어 최근 연구들에 많이 이용하는 기법이다.

5.2 in vivo method (animal model)

5.2.1 Rat, Mouse 이용 시험

한편, 육모 효과를 지닌 물질들에 대한 효과 검증 뿐만아니라 그에 대한 기본적 메카니즘을 밝히는데 사람보다는 다루기 쉽고 사람의 모발 상태와 유사한 많은 동물 모델들이 제시되고 있다.

그 중, Sprague-Dawley Rat, C57BL/6 등 설치류의 모발은 인체의 두피와는 달리 모든 모발이 동시성을 지닌다는 단점이 있기는 하지만, 시간에 따라 사람과 마찬가지로 일정한 모주기를 가지고 변화 한다. 보통의 이들 모낭을 조직학적으로 관찰하면 시간에 따라서 특징적인 곡선 형태를 지니는데, 여기에 육모 효과가 있는 물질 처리하면 외관상의 모발의 복원도 차이와 함께, 주기 변화와 모낭의 길이가 증가하는 변화를 가져온다(그림 10). 즉, 이 변화는 처리 물질에 의한 쇠퇴기, 휴지기에서 성장기로의 빠른 전환 및 빠른 성장을 의미하며, 이 방법을 이용하여 미비하기는 하나, 육모 물질에 대한 효과 검정이 가능하다.³⁰⁾

한편, 사람의 탈모와 유사하게 동물모델을 개발하려는 연구도 계속되고 있는데, 이들은 대부분 모발 관련 유전자의 유전적 결함에 의해 탈모현상을 동반하는 동물모델로서, Hairless mouse, Nude mouse 등이 보편적으로 이용되고 있다(표 7).³¹⁾

그 밖에 Hamster의 Frank Organ을 이용 호르몬 작용을 측정하거나, 토끼, Guinea pig등을 사용하기도 한다.

5.2.2 원숭이 이용 시험 : Folliculogram analysis

현재까지 남성형 탈모증과 가장 유사한 경우는 원숭이 모델 밖에 없다.

원숭이 모델 중 Stumptailed macaque가 탈모가 되는 종으로 알려져 있으며, 이 원숭이의 특징은 생후 4년 정도 경과하면 머리 앞부분에서부터 남성형 탈모증 처럼 탈모가 일어나 5-7년 정도 되면 최고조에 달하며 비동시성 모주기를 지녀, 인체의 두피와 유사하다. 따라서, 4-7년 사이의 연령의

모델을 선택, 육모 효능 평가 등에 이용되고 있다. 평가는 일정 시간 경과 시점에서의 모발 성장 정도 및 모낭 조직학적 변화를 사진 및 Folliculogram에 대한 결과를 상호 비교하는 방법을 이용한다(그림 11).^{30,32)}

5.3 Human Clinical Test

in vitro 및 동물 실험의 결과에 의해 선정된 물질에 대하여 육모 효과를 판정하기 위해서는, 궁극적으로 임상 실험에 의한 확인이 필요하다.

임상 실험에 의한 육모 효과 측정 방법은 단위 면적당 모의 종류나 수를 측정하는 것으로서, 정량적이고도 정확한 측정을 필요로 한다.

1930년대 이래로 육모 관련 임상에 대한 연구들은, 그 효과에 대해 더욱 정량적이고 객관적인 결과를 얻을 수 있는 측정 방법들을 개선하는 방향으로 이루어져왔다.

지금까지 자주 사용되어온 방법으로는 Capillary method, Fluorescent-dye-label method, Radio-isotope method 등과 같은 모의 길이 측정법과, Plucking hair method, Tissue trichogram method, Phototrichogram method 등과 같은 Trichogram method가 있는데, 이런 방법들은 시간이 많이 소모되고 작업이 어려우며, Plucking을 감수하여야 하는 등 단점들을 내포하고 있다.

최근에, Hand microscope와 Image analyser를 이용하는 일종의 개선된 Photo-tricho gram 방법이 고안, 이용되고 있는데, 이 방법은 정확성을 기하면서 Plucking 없이 간편하게 모의 성장길이를 측정할 수 있는 장점이 있다. 특히, 이 방법은 Hair growth rate, 생성모의 측정, 성장기 모와 비 성장기 모의 비율 등을 측정할 수 있어 다양한 정보를 얻기에 용이하다.³³⁾

그 밖에 간접적인 방법으로 세발 및 비듬정량, 혈류량 측정 등을 통해 간접적인 정보를 얻기도한다.

6. 향후의 탈모연구 및 새로운 육모제 개발

지금까지 모발 및 탈모에 관련된 기초이론 및 시험방법 등에 대하여 알아보았다.

현대화가 진행될수록 고령화, 복잡화에 의한 탈모증자의 증가는 미의 추구하고 더불어 효능과 안전성 면에서 더욱 우수한 새로운 육모물질의 개발을 더욱 기대하게한다. 더욱이 이러한 육모 효능 물질 및 제품의 개발은 거대한 잠재시장과 더불어 고부가가치의 창출이라는 측면에서 피부를 연구하는 사람들에게 커다란 관심의 대상이 아닐 수 없다.

그러나, 앞서 살펴본 것처럼 모발 자체에 대한 기본적인 생리조차도 제대로 규명되지 않은 상태이다. 또한 양모 및 발모에 대한 유효물질 검정에서 제품화에 이르기까지 단 시일에 개발되는 것이 아니라, 장기간에 걸쳐 막대한 투자가 이루어져야 하므로 사실상 연구가 위축되기 마련이다. 그러므로 과거에는 국내외적으로 의대 피부과를 중심으로 치료를 호소하는 탈모증자를 중심으로한 간단한 연구가 이루어져 왔다.

최근들어, 여러 최신의 실험기법들이 동원되어 모발 및 탈모현상에 대한 조직학적, 생리적, 생화학적 특성 등을 규명하려는 기초분야의 수 많은 연구들이 활발히 이루어지고 있으며, 육모효과 평가 기술도 타 분야의 연구기법 개발과 아울러 확장되고 있다는 사실은 아주 고무적인 현상으로 보여진다. 모발생리를 주제로 한 각종 국제 학회들이 연합되고 빈번하여 지며, 모발 관련 문헌들 상당히 많아지는 최근의 추세가 이를 뒷받침한다. 또한, 각종 인용문헌 및 특허 등에서 알 수 있듯이 미국,일본 등의 상당 회사들이 이 분야에 관심을 가지고 투자가 이뤄지고 있다.

이러한 연구추세로 볼 때, 앞으로의 모발 및 탈모현상에 대한 연구는 더욱 빠른 속도로 진행될 것이며, 이로 인한 현상규명이나 치료 및 육모제 개발에 있어서도 가까운 장래에 상당한 성과가 있으리라 기대된다.

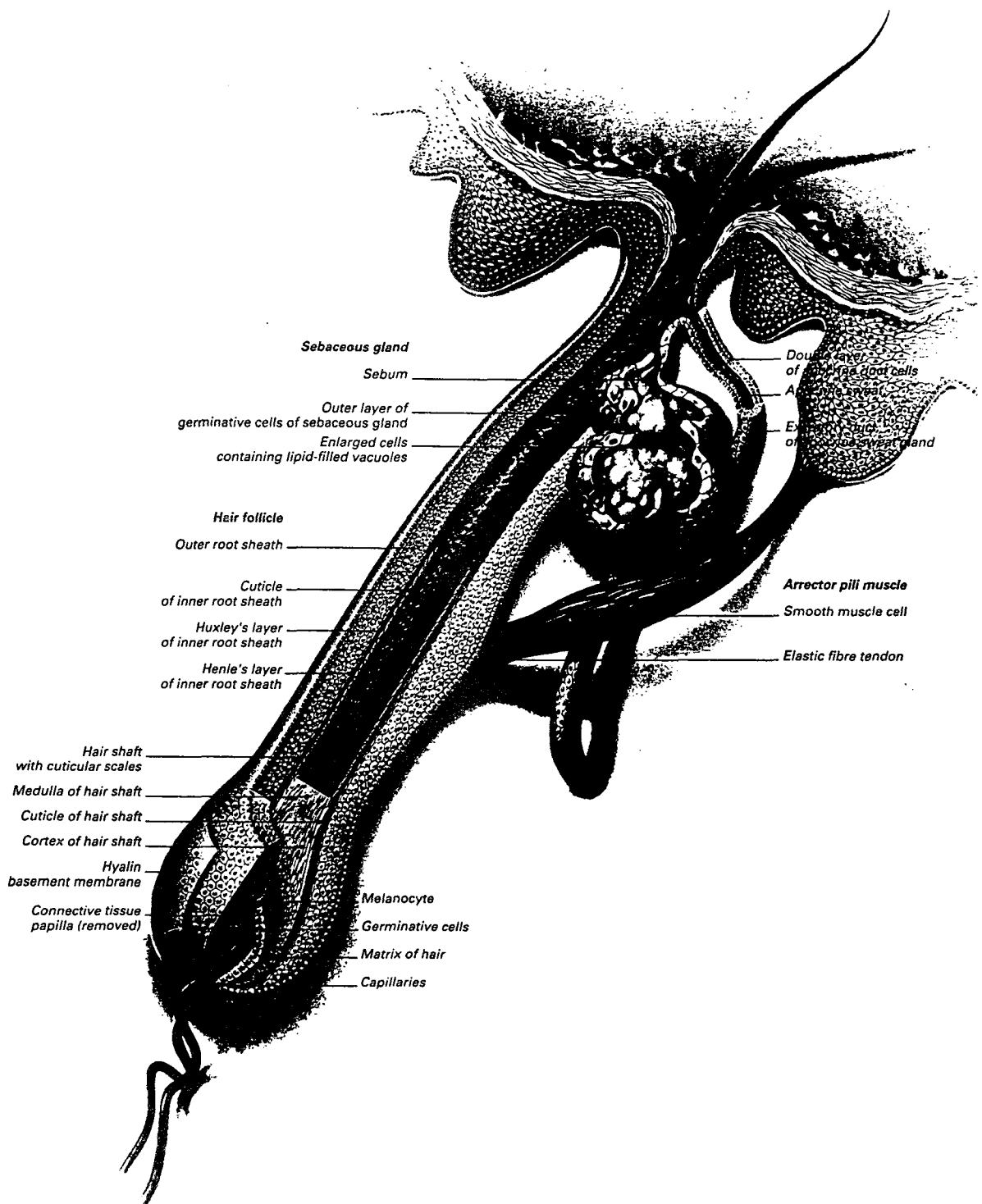


Figure 1. Structure of human hair

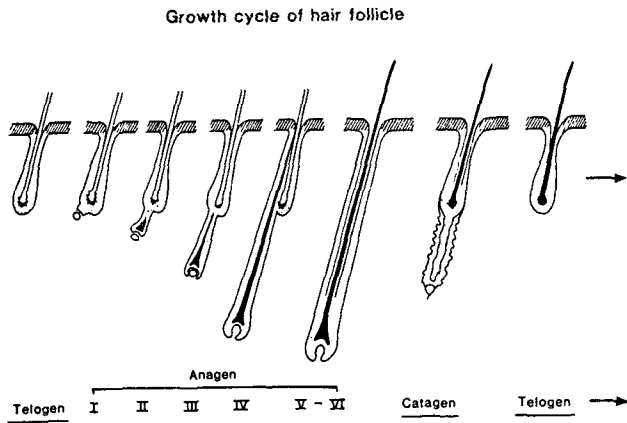


Figure 2. Diagram of cyclic follicles : a club hair(white) in old telogen and early anagen(I-IV) follicles and a new hair(black) in new late anagen (V-VI) follicles

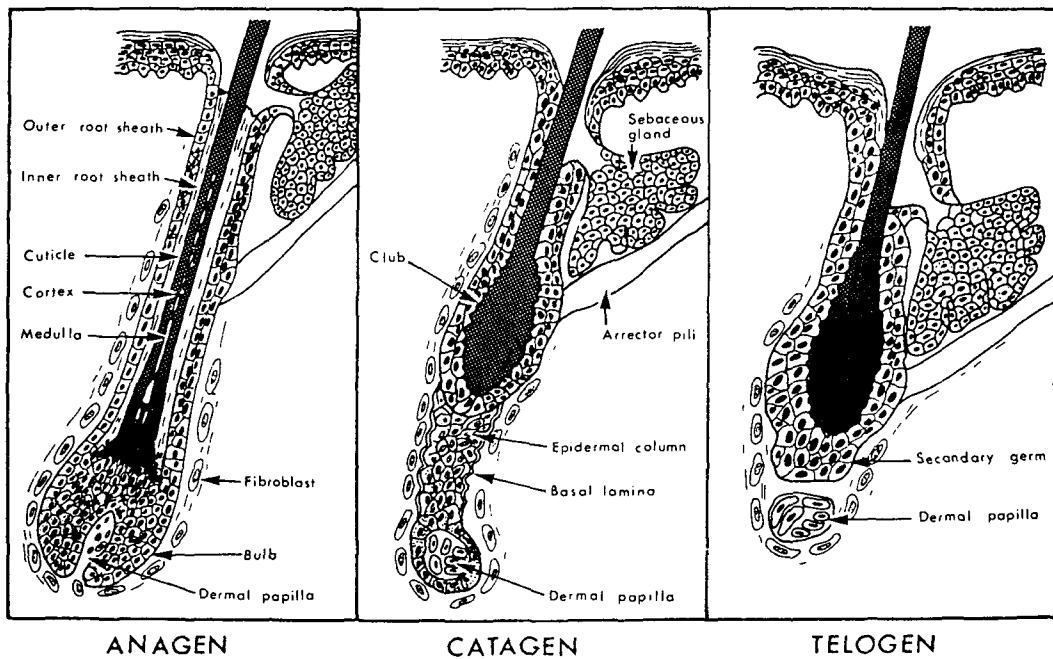


Figure 3. Characteristic shape of each stage in hair cycle

Figure 4. Normal scalp terminal(a)
and bald scalp vellus
follicles(b)

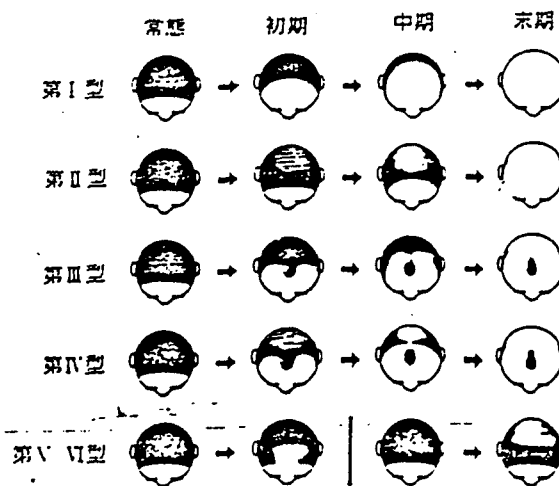
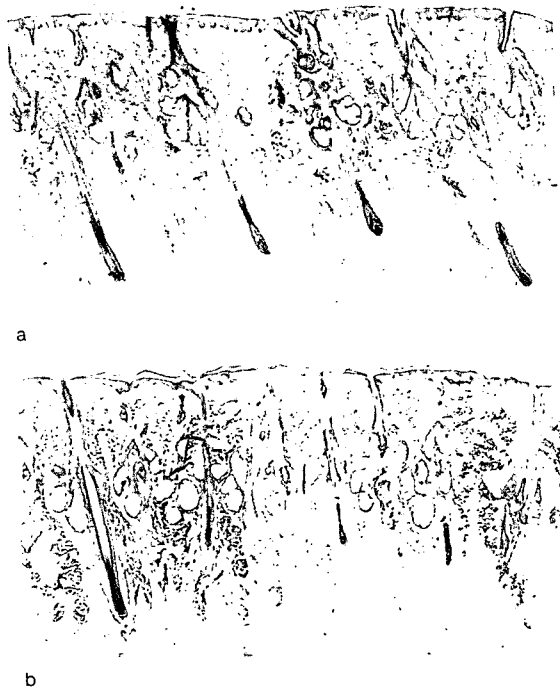


Figure 5. Hamilton's classification
of male-pattern baldness

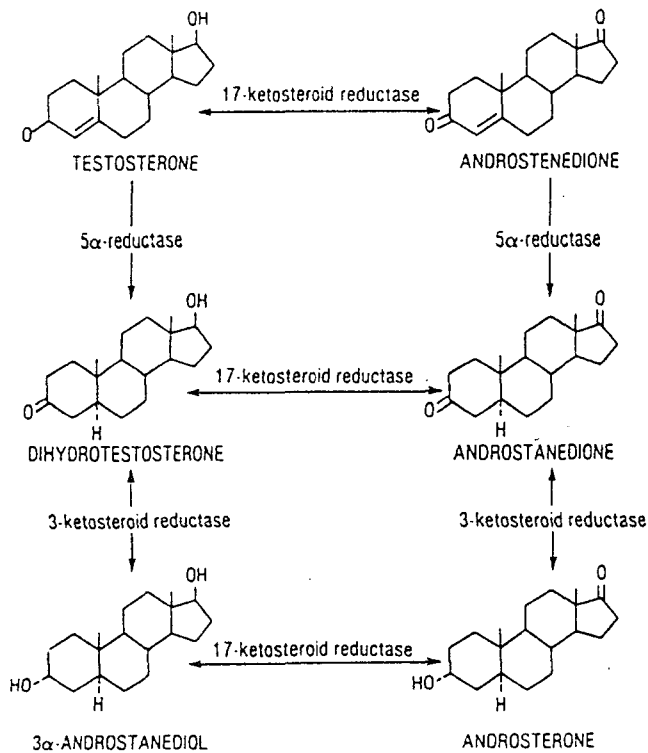


Figure 6. Androgen metabolism in the skin

Figure 7. Metabolism and mechanism of action of androgens within hair follicles

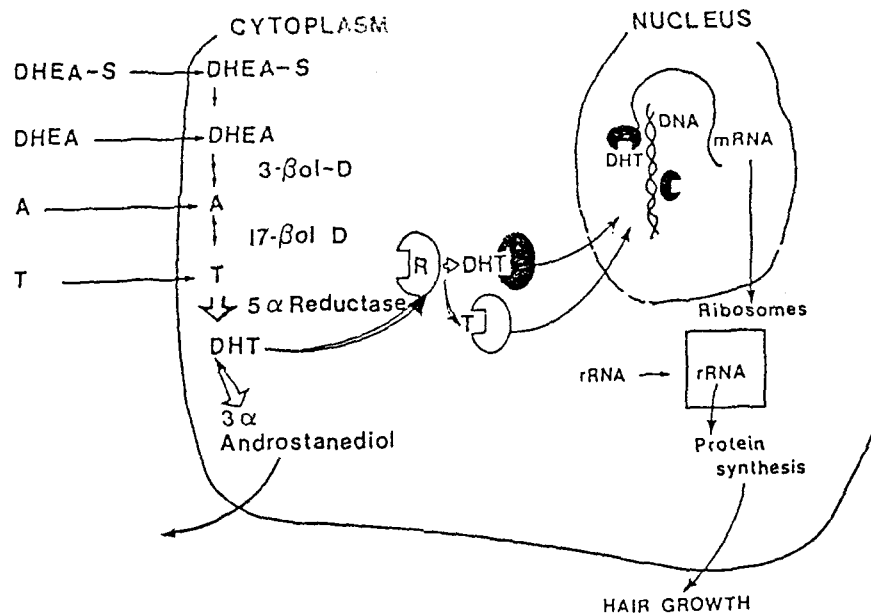


Figure 8. Autoradiographic study on hair follicle

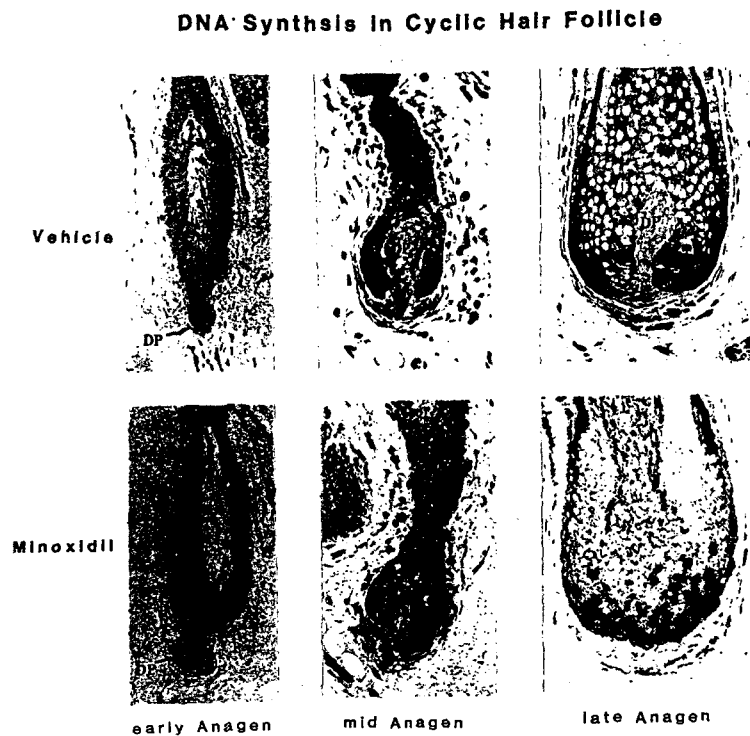


Figure 9. Immunocytochemical study on hair follicle

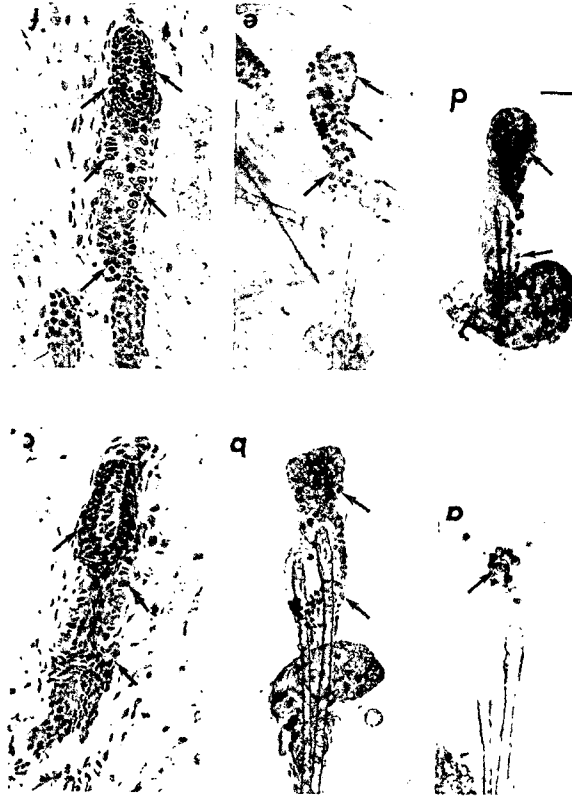


Figure 10. Rodent models as model for androgenic alopecia

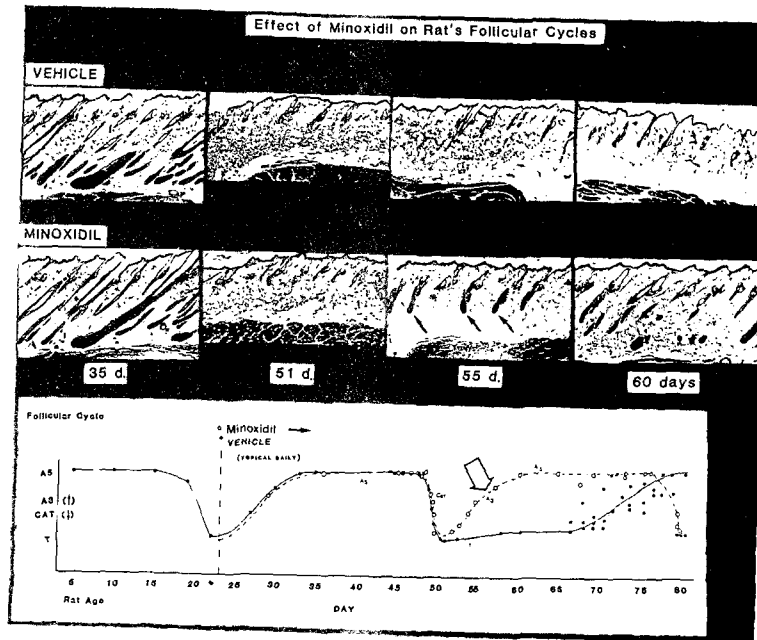


Figure 11. Stumtailed macaque as model for androgenic alopecia

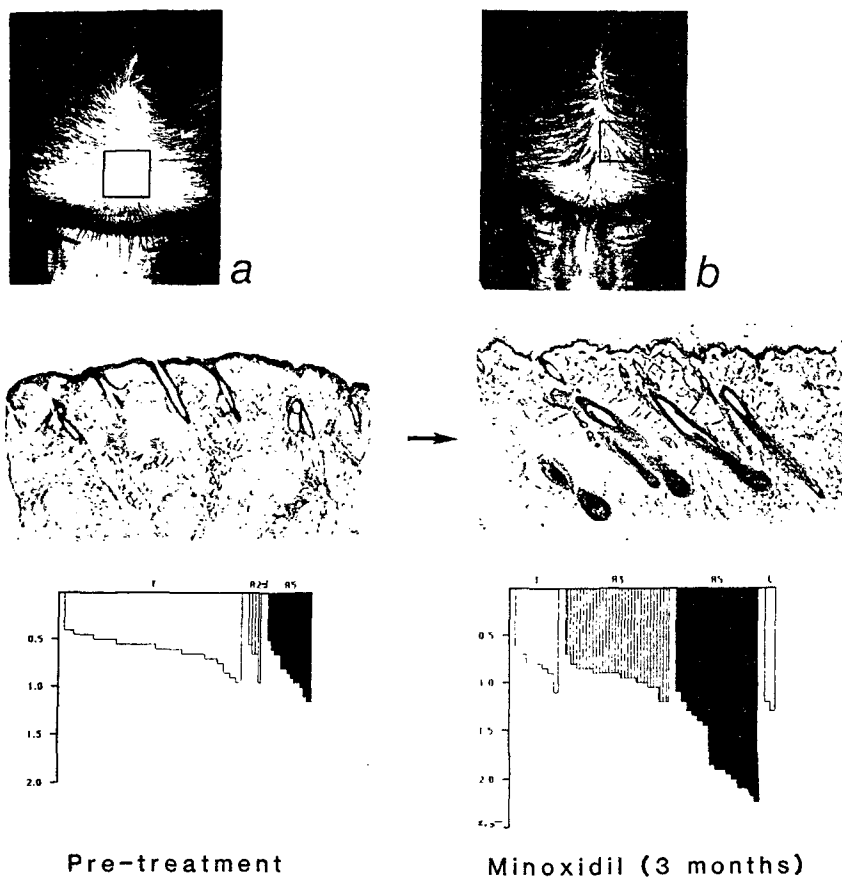


Table 1. Follicular data of human hair

| | |
|---|------------------------|
| Total body hair follicles | 5 million (estimated) |
| Total scalp hair follicles | 100,000-150,000 |
| Anagen follicles (adult) | 90% |
| Telogen follicles (adult) | 10% |
| Anagen follicles (child) | 95% |
| Telogen follicles (child) | 5% |
| Growth rate hair | |
| Scalp | 0.37-0.44 mm/day |
| (1cm/month) | |
| Body and beard | 0.27 mm/day |
| Follicular density | |
| At birth | 1135/cm ² |
| 1 year | 795/cm ² |
| 15 years | 615/cm ² |
| 30 years + | 485/cm ² |
| 80 years | 435/cm ² |
| Mean terminal hair shaft diameter of adult male scalp | 70 μm (range 60-84 μm) |

Table 2. Amino acid composition of normal hair

| Amino acid | Amount | Amino acid | Amount |
|---------------|--------|---------------|--------|
| Lysine | 2.8 | Alanine | 4.8 |
| Histidine | 0.8 | Cystine | 17.5 |
| Arginine | 5.6 | Valine | 5.9 |
| Aspartic acid | 5.0 | Methionine | 0.5 |
| Threonine | 6.9 | Isoleucine | 2.7 |
| Serine | 11.7 | Leucine | 6.1 |
| Glutamic acid | 11.1 | Tyrosine | 1.9 |
| Proline | 3.6 | Phenylalanine | 1.4 |
| Glycine | 6.5 | | |

Table 3. Classification of alopecia

- I. 後天性脱毛症
 1. 瘢痕や皮膚病変を伴わない脱毛
 - 1) 薬物による脱毛症
 - 2) 外傷性脱毛症……(1)牽引性脱毛症 (2)圧迫性脱毛症 (術後脱毛症) (3)マッサージ脱毛 (4)乳児仮性脱毛 (5)トリコチロマニア
 - 3) 栄養障害・代謝障害に伴う脱毛
 - 4) 内分泌異常に伴う脱毛
 - 5) 休止期脱毛(高熱後・分娩後脱毛)
 - 6) 男性型脱毛症
 - 7) 円形脱毛症
 2. 皮膚病変ないし病的皮膚にみられる脱毛
 - 1) 感染による脱毛……(1)頭部白癬 (2)梅毒 (3)疥
 - 2) 腫瘍による脱毛……乳・胃癌の転移(腫瘍性脱毛症), 嚙状息肉症など
 - 3) 炎症による脱毛……SLE・皮膚筋炎・毛包性ムチン沈着症・軽い放射線皮膚炎など
 3. 瘢痕性脱毛
 - 1) 特殊な細胞浸潤による脱毛……(1)円板状エリテマトーデス (2)扁平苔癬 (3)morphea
 - 2) 皮膚感染症による脱毛……(1)深在性毛包炎・癬 (2)ケルズス禿瘡 (3)指状疱瘡
- II. 先天性脱毛症
 1. びまん性
 - 1) 先天性無毛症
 - 2) 先天性欠乏症
 - 3) 遺伝性の症候群における脱毛
 2. 限局性
 - 1) 母斑性……脂腺母斑・表皮母斑
 - 2) Aplasia cutis
 - 3) 先天性三角形脱毛
 - 4) 瘢痕性……鋸子分娩・吸引分娩による脱毛

Table 7. Hereditary forms of alopecia in mouse(a) and rat(b)

| Gene Symbol | Chromosome | Mutation | Phenotypic Expression | References |
|-------------|------------|--------------------|--|------------|
| AL | 11 | Alopecia | Generalized, postnatal permanent hair loss in homozygotes; cyclic loss in heterozygotes | 2 |
| ap | Unknown | Alopecia periodica | Short vibrissae; sparse neonatal coat with repeated epilation | 3 |
| cr | 13 | Crinkled | Selective loss of guard and zigzag coat hairs | 4 |
| fr | 7 | Frizzy | Curled vibrissae; short, sparse coat | 5 |
| fs | 13 | Furless | Vibrissae absent; postnatal epilation with partial regrowth | 6 |
| fz | 1 | Fuzzy | Vibrissae wavy; coat thin, uneven; structural hair defect | 7 |
| hr rh | 14 | Hairless rhino | Defects in hair club and outer root sheath; postnatal epilation; partial regrowth of guard hairs | 8-11 |
| N | 15 | Naked | Hair defective; postnatal epilation with partial regrowth | 8, 12 |
| nu | 11 | Nude | Hair defective; vibrissae short; alopecia nearly total with irregular regrowth | 13 |
| Ra | 2 | Ragged | Lethal in homozygotes; loss of specific hair types, only guards and awls persist | 14 |

| Gene Symbol | Linkage Group | Mutation | Phenotypic Expression | References |
|-------------|---------------|----------|---|------------|
| fz | I | Fuzzy | Curled vibrissae; pelage short, sparse; progressive thinning | 16-18 |
| ba | Unknown | Bald | Postnatal epilation; defective club formation resembles "hr" in the mouse | 19 |
| nu | Unknown | Nude | Hair defective; resembles "nu" in the mouse | 20 |

7. 참고 문헌

1. 大場健吉,玉井秀夫, 노화예방 화장품-욕모 양모 화장품. *Fragrance Journal*, 1989(1);62-69.
- 2 飯塚淳子, 育毛.養毛の科學.*Cosmetics & Toiletries*, 1988(5);100-104.
3. Giacometti L., The anatomy of the human scalp, In "Advances in biology of skin aging". Vol 6, Pergamon Press, Oxford. 1967;97-120.
4. 石原 勝 등, 加齡 と 皮膚;男性形脫毛, 清至書院, 동경, 1986;275-287
5. Ebling F.J.G. The biology of hair. *Dermatol Clin.* 1987(5);407-481
6. Powitt A.H., Hair structure and chemistry simplifide. Milady Publishing Corp., N.Y.,1972;93-106.
7. Elise A.O., Disorders of hair growth. McGraw-Hill,Inc. N.Y.,1994;1-19.
8. Hashimoto K., The structure of human hair. *Clin. in dermatol.*, 1988(6-4) ;7-21.
9. Badden H.P., Biochemistry of hair protein, *Clin. in dermatol.*,1988(6-4) ; 22-25.
10. Rogers G.E., Synthesis and linking of hair keratins. *Clin. in dermatol.*, 1988(6-4);26-33.
11. Ebling F.J., The physiology of hair growth. In:Breuer MM,ed. *Cosmetic Science*, London:Academic Press, 1980(6);181-232.
12. Ebling F.J., The hair cycle and its regulation. *Clin. in dermatol.* , 1988 (6-4);67-73.
13. Uno H., Current concepts;The Histopathology of hair loss. Upjohn Co., Kalamazoo, Michigan, 1988
14. Hamilton J. B., Patterned loss of hair in man:Types and incidence. *Ann NY Acad Sci* 1951(53);708-728.
15. Neste D.V., Lachapelle J.M. and Antoine, Trends in human hair growth and alopecia research;The human hair follicle;a target for androgens. Kluwer Academic Pubulishers, London, 1989:89-98.
16. Adachi K. and Kano M., Adenyl cyclase in human hair follicles. *Metabolism and contrl mechaism.* J. Steroid Biochem. 1972(3);485-491.
17. Fezecas A.G. and Sandor T., The metabolism of

dehydrotestosterone by human scalp hair follicles. *J.Clin. Endocrinol.*, 1973(36);582-586

18. Schweikert H.U. and Wilson J.D., Regulation of human hair growth by steroid hormones II. Androstenedion metabolism in isolated hair. *J. clin. Endocrinol.*, 1984(39);1012-1219

19. 諸橋正昭,高橋省三, 液循環不良と脱毛症, *Fragrance J.* 1989(5);38-42.

20. Elise A.O., Disorders of hair growth;Androgenic alopecia. McGraw-Hill,Inc. N.Y.,1994;257-283.

21. 宇野 秀夫, 男性形脱毛とミノキシジル, 皮膚科 Mook/毛包脂腺系疾患, 1992; 37-48.

22. 安田利顯, ヘアケア製品, 皮膚科 Mook/毛包脂腺系疾患, 1992;59-62.

23. Lin T.J., Notes from the Orient. *Cosmetics & Toiletries*, 1988(103);25-26.

24. Oba K., Cosmetic products influencing hair growth. *Cosmetics & Toiletries*, 1988(103);69-79.

25. 安達健二, 男性形脱毛の評価方法, 皮膚科 Mook/毛包脂腺系疾患, 1992;49-57.

26. Hewish D.R., Marshall R.C., In vitro growth and differentiation of epithelial cells derived from post-embryonic hair follicles. *Aust. J. biol. Sci.* 1982(35);103-109.

27. Weterings P.J., Vermoken A.J., and Bloemendahl H., A method for culturing human hair follicle cells. *Br. J. Dermatol.*, 1981(104);1-5

28. Uno H., Cappas A.,and Brigham P., Action of topical minoxidil in the bald stumtailed macaque. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 1987(16);657-668.

29. Uno H., Kurata S., Chemical agents and peptides affect hair growth. *J. Invest. Dermatol.*, 1993(101S);143-147.

30. Uno H., et al., Macaque and rodent models for the screening of drugs for stimulating hair growth. *J. Cutaneous Ageing & Cosmetic Dermatology.* 1990(1);1990.

31. Holland J.M., Animal models of alopecia, *Clin. in dermatol.* , 1988 (6-4); 159-163.

32. Brigham P.A., Cappas A., and Uno H., Stumtailed macaque as model for androgenic alopecia:Effects of topical minoxidil analyzed by

use of the folliculogram. Clin. in dermatol. , 1988 (6-4); 177-187.

33. Neste, D.V., Dumortier M, and Coster W.D., Phototrichogram analysis : technical aspects and problem in relation to automated quantitative evaluation of hair growth by computer-assisted image analysis.