

한국인 태아피부의 모발육에 관한 형태학적 연구

중앙대학교 의과대학 병리학교실

김길서·서중석·송계용

서울대학교 의과대학 병리학교실

지 제 근

서 론

모(hair)는 미분화 표피의 피부부속기중 처음으로 분화되는 구조로서 최초의 원시모배(primitive hair germ)는 태령 9주경 기저발아층의 세포가 핵이 진행되고 주위의 세포보다 크기가 작은 형태로 밀집되면서 그 직하부에 원시중배엽 세포가 모여드는 형태로 미부, 상순 그리고 눈썹의 표피에서 관찰된다. 이 시기를 원시모배기(pregerm stage)라고 한다¹⁻³⁾. 태령 10주에서는 좀더 성숙된 모배(hair germ)의 형태가 두부에서 나타나고 이후 모배는 세포분열을 통해 부피가 증가하면서 진피내로 돌출하고 그 주위를 중배엽세포가 에워싸게 되는데 이 구조는 좀더 분화되어 모유두배(anlage of hair papilla)가 된다⁴⁾. 이 시기를 모배기(germ stage)라고 한다. 이러한 형태의 모배는 진피내로 어는 정도 경사를 이루면서 하방성장(downward growth)을 하여 원통모양의 세포주 형태를 취하는데 이시기를 hair peg stage라고 한다^{2,3,5)}.

태령 15~18주경에는 모낭세포주의 중간부위에서 두 개의 반구형 돌출부가 나타나고 이때부터 bulbous hair peg stage라고 한다. 이중 상부 돌출부는 피지선배(sebaceous gland anlage)로 하부 돌출부는 입모근이 부착하는 곳으로 각각 분화되며 피지선 직상부에서는 apocrine 선배가 거의 동시에 분화된다^{4,6,7)}.

한편 이시기의 표피는 모낭세포와 일치되는 곳에서 표피내 모관배(anlage of hair canal)를 형성하며 태령

17주부터 모낭 세포주와 표피내 모관부에서 각질화가 이루어지며 태령 18주에서부터 태령 24주사이에 두미(cephalocaudal) 방향으로 성숙된 모가 형성되어 표피내로 돌출하게 되고 모성장주기(hair growth cycle)를 따라 성장하게 된다⁸⁻¹⁰⁾.

이와같은 태아모의 광학현미경적 수준의 형태학적 성숙과정은 Pinkus¹¹⁾에 의해 체계적으로 기술된 이후 배아 및 태아 획득에 대한 제한과 무관심으로 인해 비교적 단편적인 재확인이 있었으며 Breathnach와 Smith¹⁾에 의한 초기 모배에 대한 전자현미경적 연구, Holbrook와 Odland⁴⁾에 의한 태아의 모관 및 초기 모발에 대한 전자현미경 및 주사현미경적 연구, 그리고 Holbrook와 Odland²⁾에 의한 태아 조직 생검을 통한 태아성숙도 연구에서의 모낭의 형태학적 고찰등이 연구되었으나 우리나라에서는 이일수와 이유신³⁾에 의한 태아에서의 피부에 대한 개괄적인 성장형태 연구중 모에 대한 단편적인 연구업적이 있을뿐 체계적인 형태학적 연구는 아직 미미한 단계에 있다.

그러나 태아의 모 발육에 대한 형태학적 지식은 모에 대한 유전질환 및 모질환의 분화과정에 이해하는데 도움을 줄 수 있으리라 생각되어¹²⁾ 본 연구에서는 정상 한국인 태아의 피부를 두피부, 전두부, 안면부, 흉부, 배부, 복부, 수장부, 족척부, 수지 및 족지부 등 부위별로 채취하여 부위별 태아 모의 발육과정을 개괄적으로 관찰하고 단위 면적당 모의 갯수 및 모의 직경 변화에 대한 성장 양상에 대하여 형태계측학적인 검색을 통해 모의 성장과정을 체계적으로 기술하는데 목적이 있다.

*본 논문은 제41차 추계학회에서 구연으로 발표하였음.

재료 및 방법

1. 관찰재료

서울대학교 의과대학 병리학교실의 정상 한국인 태아 레에 등록된 배아 및 태아에서 얻을 수 있었던 태령 4주에서 태령 40주까지의 103례에 대하여 태아의 정둔장(C-R length) 및 체중을 기준하여 태령군을 재분류한 후 모발의 성숙과정을 형태학적 및 형태계측학적으로 관찰하였다. 태령 12주 이하의 태아에서는 태아의 크기가 작아서 국소별로 정확히 나눌수가 없으므로 두부, 체간 및 사지 부분으로 나누어 피부를 관찰하였다. 태령 13주 이상의 태아에서의 태아의 부검을 통하여 비교적 신선한 상태에서 두피부, 전두부, 안면부, 흉부, 복부, 배부, 수장부, 족척부, 수지부 및 족지부에서 각각 피부를 채취하여 10% 중성 포르말린에 고정하고 파라핀 포매후 7 μ m 두께로 파라핀 절편을 만들어 hematoxylin과 eosin 중복염색을 실시한 후 광학현미경하에서 관찰하였다.

2. 관찰방법

부위별로 채취한 배아 및 태아 피부를 모두 광학현미경의 40배 저배율에서 관찰하고 표본으로서의 적격여부를 판정하였다. 즉 고정시 심하게 위축된 조직이나 절편이 사위(oblique)로 제작된 표본은 모의 직경 및 단위 면적당 갯수에 대한 형태계측학적 연구대상에서는 제외하

였다. 주관찰내용은 ① 부위별 모의 성숙과정, ② 단위 면적당 모의 갯수, ③ 모의 직경에 대한 변화이었다. 모의 직경은 우선 염색된 표본 전체를 관찰하고 Fig. A와 같이 정중선을 통과했다고 생각되는 모의 몸체부위의 직경 최장경을 대안 마이크로미터로 측정하였는데 400배의 배율하에 관찰하여 상대오차를 최소화하였다. 모의 갯수는 Olympus 회사에서 제작한 BH-2 광학현미경에 장착된 WHKIO \times 20L대안렌즈 시야하에서 100배의 배율로 표본을 관찰한 후 가장 갯수가 많은 부위를 선택하여 측정값을 결정하였다. 이때 측정치가 해당되는 태령주의 평균값과 2배이상 심하게 차이가 있는 3례는 재료에서 제외 시켰다.

부위별로 채취한 표본중 수장부 및 족척부는 모가 전혀 관찰되지 않았고 또한 수지부와 족지부는 각각 전면(anterior surface)를 채취하였기 때문에 모가 관찰되지 않았다. 또한 태령 9주까지의 전표본에서도 모의 형태는 관찰되지 않았다.

관찰 성적

1. 모의 성숙과정

태령 9주까지 표피구조는 periderm 증식으로 인하여 2~3층으로 관찰되었고 잘 발달된 기저세포가 규칙적으로 배열되어 있었으나 원시모배를 비롯하여 어떠한 피부부속기도 관찰되지 않았다.

태령 10주에서는 3례중 1례의 두부에서 처음으로 원시

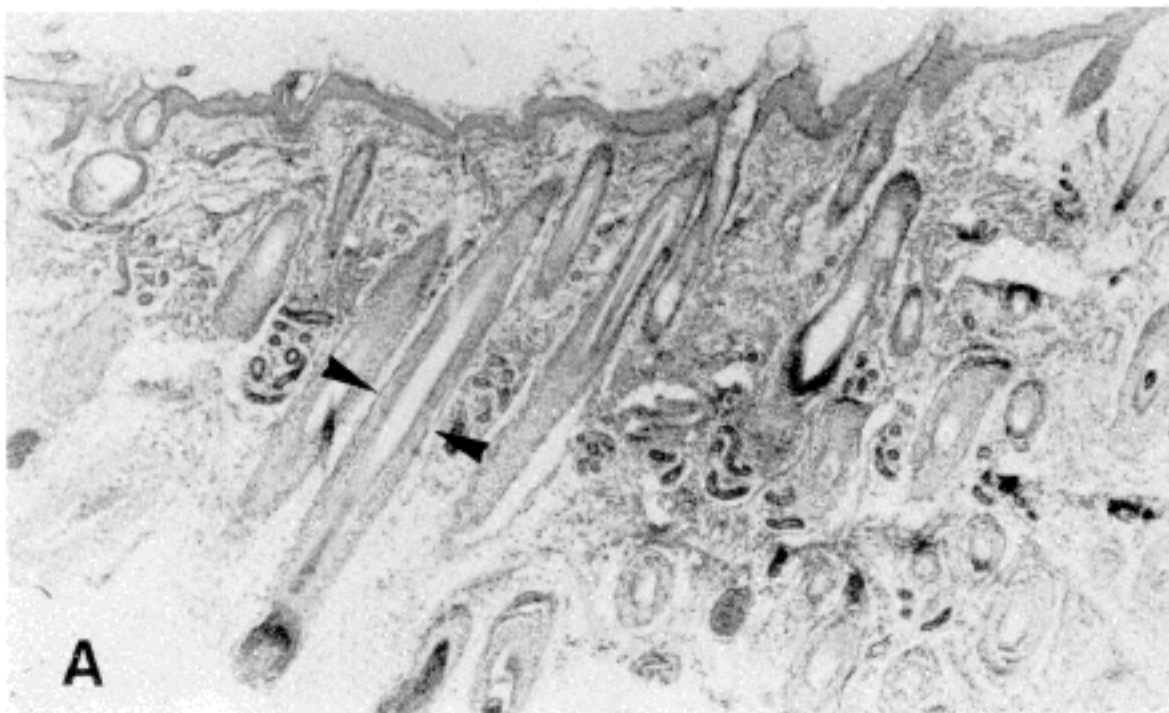


Fig. A. Cross diameter(inbetween arrows) of the largest hain shaft was measured at the high power view(\times 400).

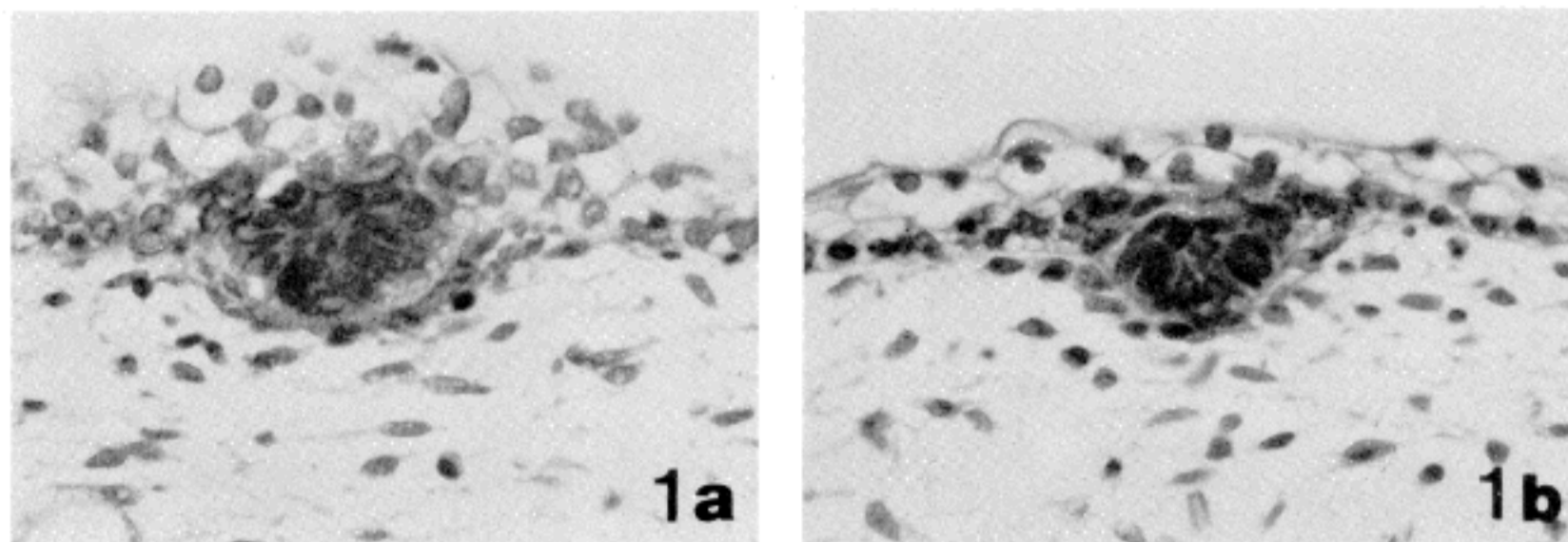


Fig. 1. The primitive hair germ first developed on the facial(a) and cephalic(b) portion as crowded basal cells of the epidermis, at the 10th week of gestation. (H & E, ×400).

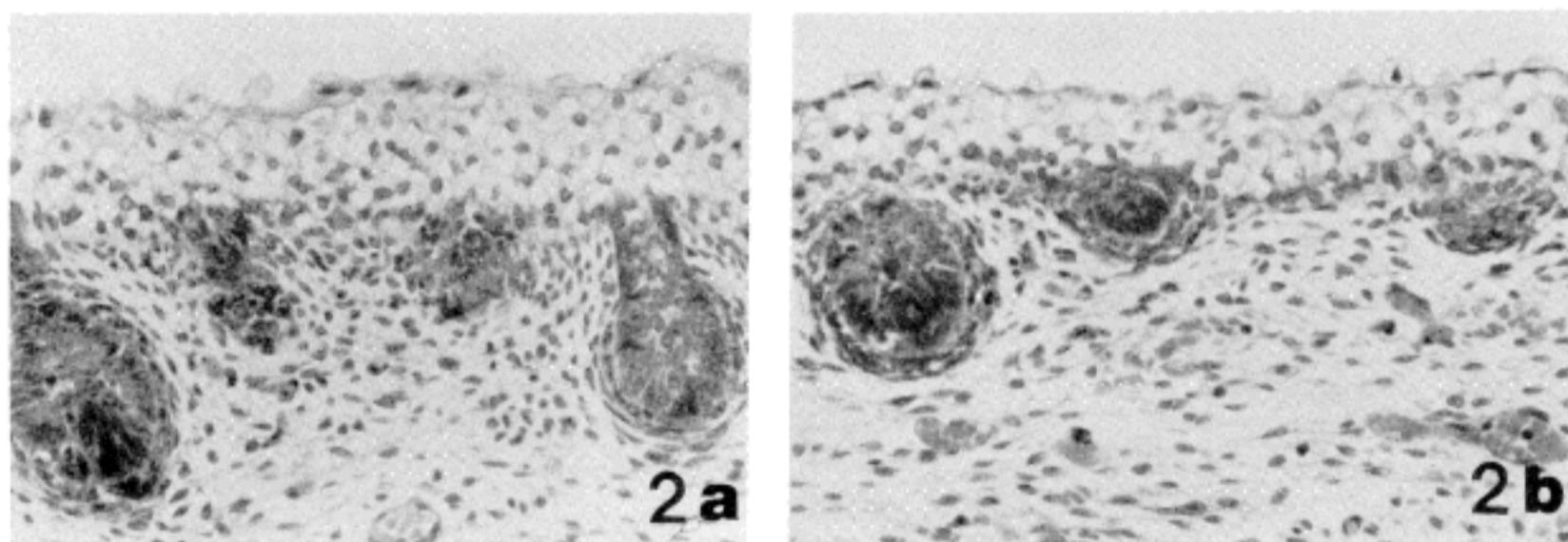


Fig. 2. The developing hair germs and hair pegs were observed on the cephalic portion at the 11th week of gestation. (a; face, b; occipital area)(H & E, ×400).

모배가 출현하였지만 체간부위에서는 관찰되지 않았다 (Fig 1a,b).

태령 11주의 3례에서는 모두 원시모배와 모배가 관찰되었고 그중 1례는 안구로 분화되려는 부위의 표피에서 hair peg stage의 모가 관찰되었으며, 후두부위에서는 아직 원시모배 구조가 주종을 이루고 있었다(Fig 2a,b).

태령 12주에서는 태령 11주와 유사하였고 체간부와 사지부에서도 모배는 아직 분화되지 않았다.

태령 15주에 이르러 두부의 3곳은 모두 peg stage를 보여주었고 체간부는 다수의 모배와 소수의 peg stage의 모형태가 함께 관찰되었고 세포주를 구성하는 세포들은 다수의 유사분열상을 보였다(Fig 3a,b).

태령 16주에서는 두피부와 전두부 일부에서 bulbous peg stage의 모가 관찰되었고, 일부의 모에서는 모관 형

성(canalization)이 이루어지고 있었으며, 안면부는 아직도 peg stage에 머물러 있었다. 또한 체간 부위는 15주에 비해 더욱 분화된 peg stage로 관찰되었다(Fig 4a, b).

태령 17주에서는 두부의 모간(hair shaft)에서 멜라닌 색소침착이 관찰되었으며 말단에 유두구조가 완전하게 형성되었고 표피내에서는 모관형성이 미분화된 형태(표피내 모관배)를 취하며 내부에 부정형의 각질을 갖고 있었다. 한편 체간부의 모 형태는 아직 peg stage에 머물러 있었고 일부에서 유두구조가 미성숙한 상태로 관찰되었다(Fig 5a,b).

태령 18주에서는 전두부 및 안면부 표피에서 완전히 성숙한 모양의 모관이 관찰되었고 그내부에서 모발이 관찰되었다. 한편 체간부의 흉부와 복부에서도 bulbous

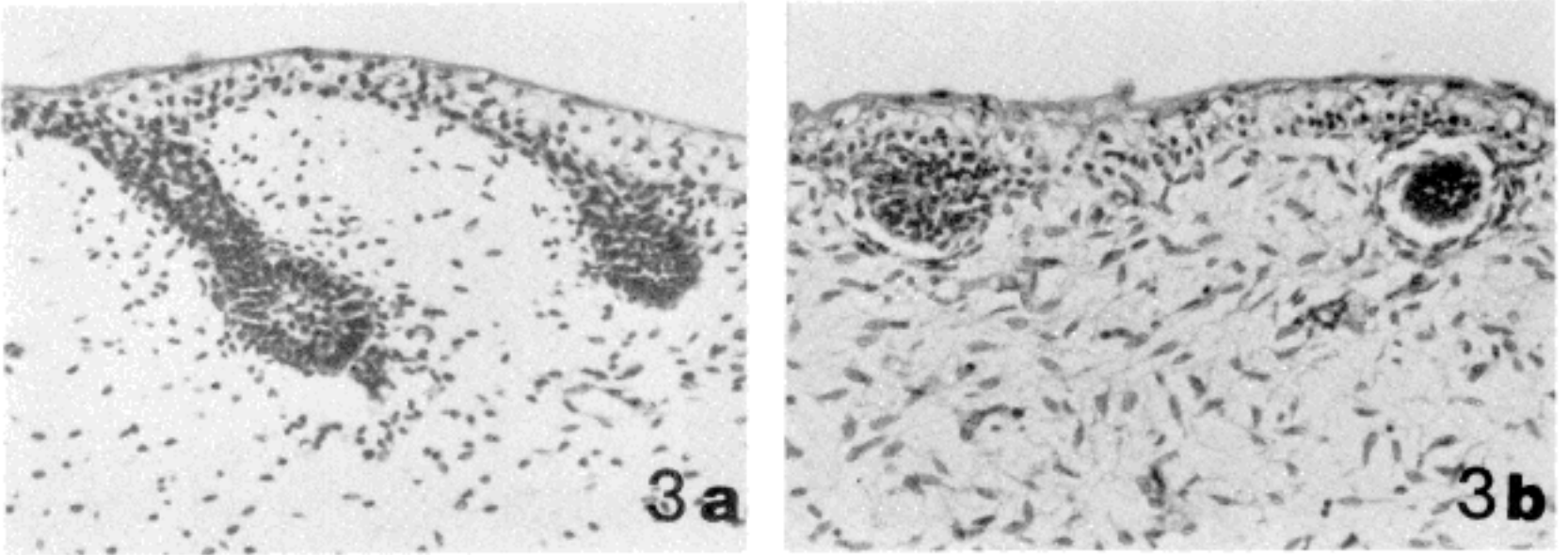


Fig. 3. More mature hair pegs on the scalp(a) and first differentiated primitive hair germs on the trunk(b) at the 15th week of gestation. (H & E, $\times 200$).

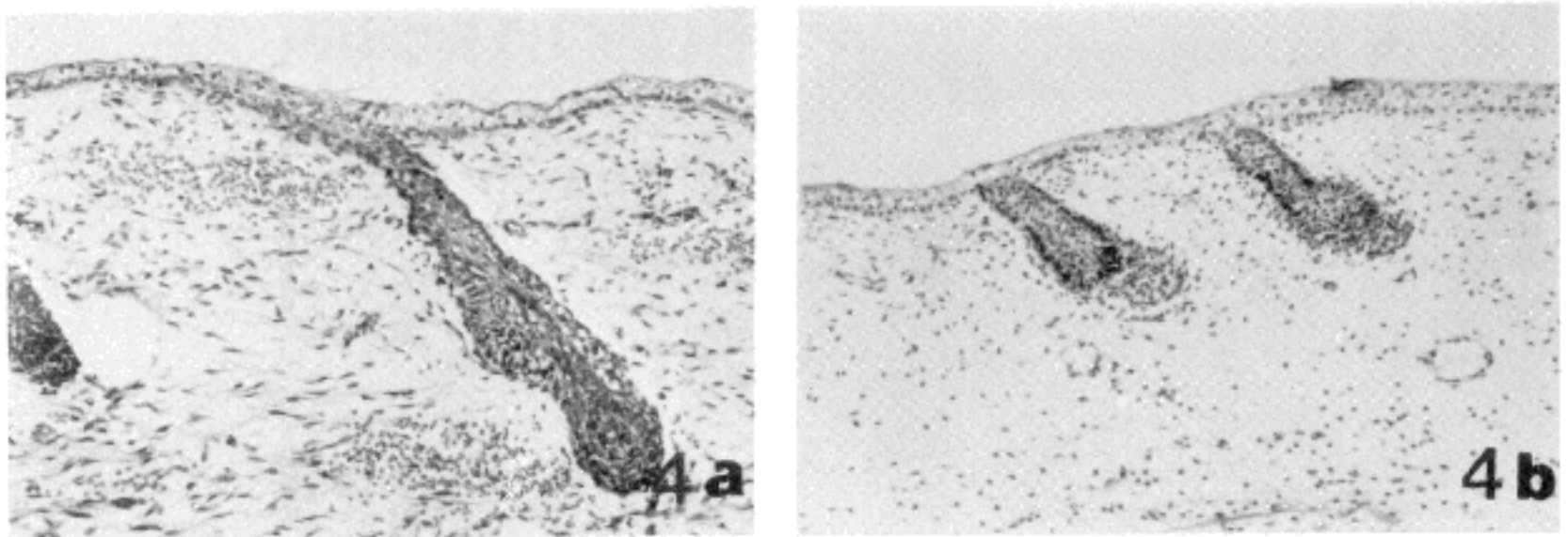


Fig. 4. The keratinization began within cells of hair cone in or on the scalp(a), in which two epithelial buds expanded outward into the mesenchyme (bulbous hair peg stage) at the 16th week of gestation. However, hair pegs were still noted in the trunk(b).(H & E, $\times 100$).

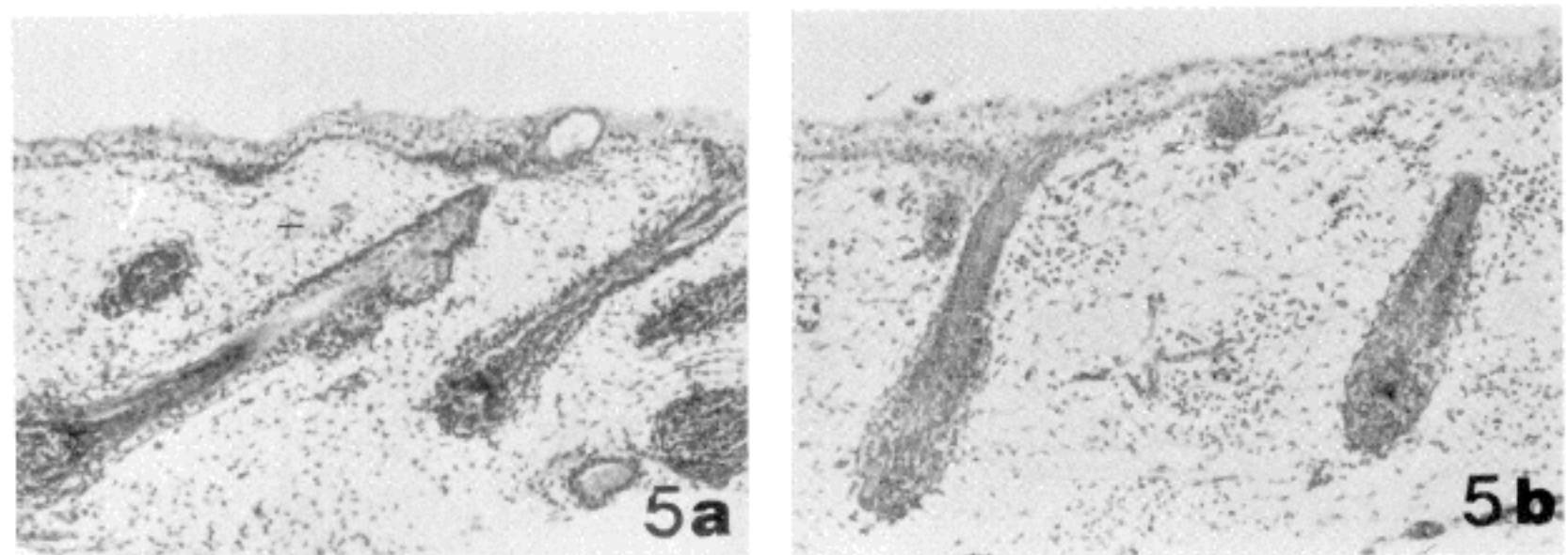


Fig. 5. Intraepidermal portion of hair canal was identified on the scalp at the 17th week of gestation(a). However, more mature and elongated peg hairs without hair canal differentiation were noted in the trunk(H & E, $\times 100$).

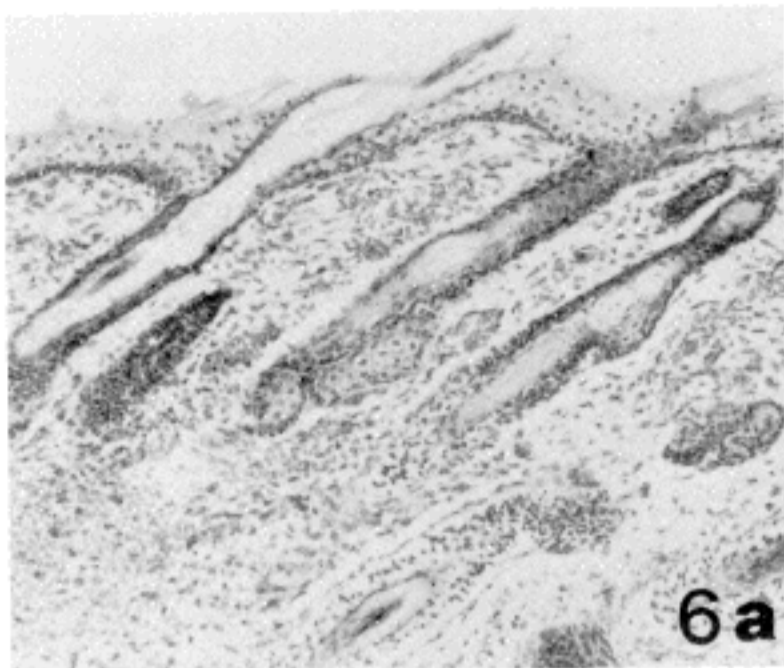


Fig. 6. Hairs were well exposed at the surface and festooned with squames on the scalp at the 18th week of gestation (a). The skin from trunk revealed mature bulbous hair peg stage with dermal papilla(b).(H & E, ×100).

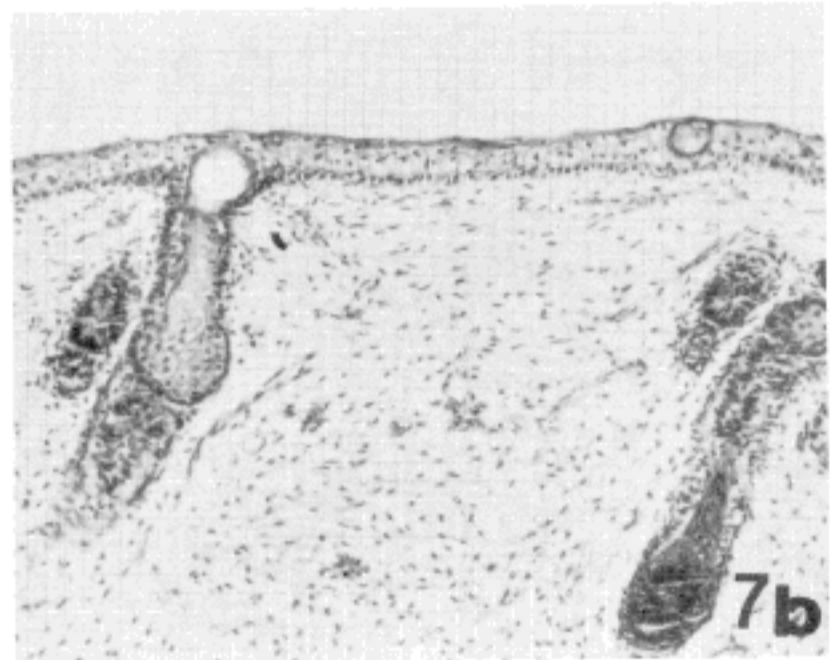
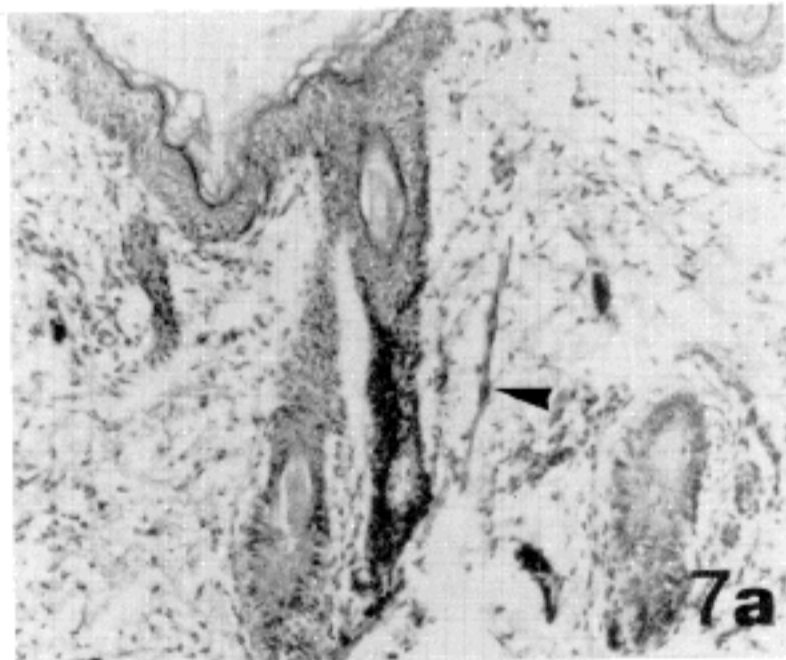


Fig. 7. Primitive erector pili muscle(arrow) was noted at the 23rd week of gestation. (a;scalp, b;chest)(H & E, ×100).

peg stage의 모형태가 관찰되었다(Fig 6a,b).

태령 19주에 이르러서는 두피 역시 표피에 모관을 형성하여 두부의 모든 모형태는 포피내모관 내부에 부정형 각질이 관찰되었으며 체간부의 배부에서도 bulbous peg stage의 모가 관찰되었고 흉부 및 복부는 모관이 형성되기 시작하였다.

태령 20주의 배부에서도 모관이 관찰되었으며 21~22주에서는 더욱 성숙해져 체간부에서도 어느정도 모발의 형태를 갖추었다. 한편 입모근은 태령 23주의 두부에서 그리고 태령 24주의 체간부에서 미분화된 중배엽 세포가 분화하여 모간에 부착되는 형태로 관찰되었다(Fig 7a, b)

태령 24~40주까지는 모주기(hair cycle)의 전체를 관찰할 수 있었으며(Fig 8ab, 9ab) 분화 및 발달의 진행 방향은 두피부, 안면부 그리고 복부 및 체간부 순으로 관찰되어 두미(cephalocaudal) 방향으로 분화가 진행됨을 알 수 있었다.

2. 단위면적당 모의 갯수

조사대상으로 한 표본중으로 원시모배구조가 관찰되는 시기는 태령 10주부터였고 이시기부터 조사 표본을 태령에 따라 월별로 통계처리 하였다(Table 1). 일반적으로 모가 관찰되는 신체 모든 부위는 유사한 경향이 있었는데(Fig. 2-Fig. 7), 특 태령 5개월까지는 일반적인

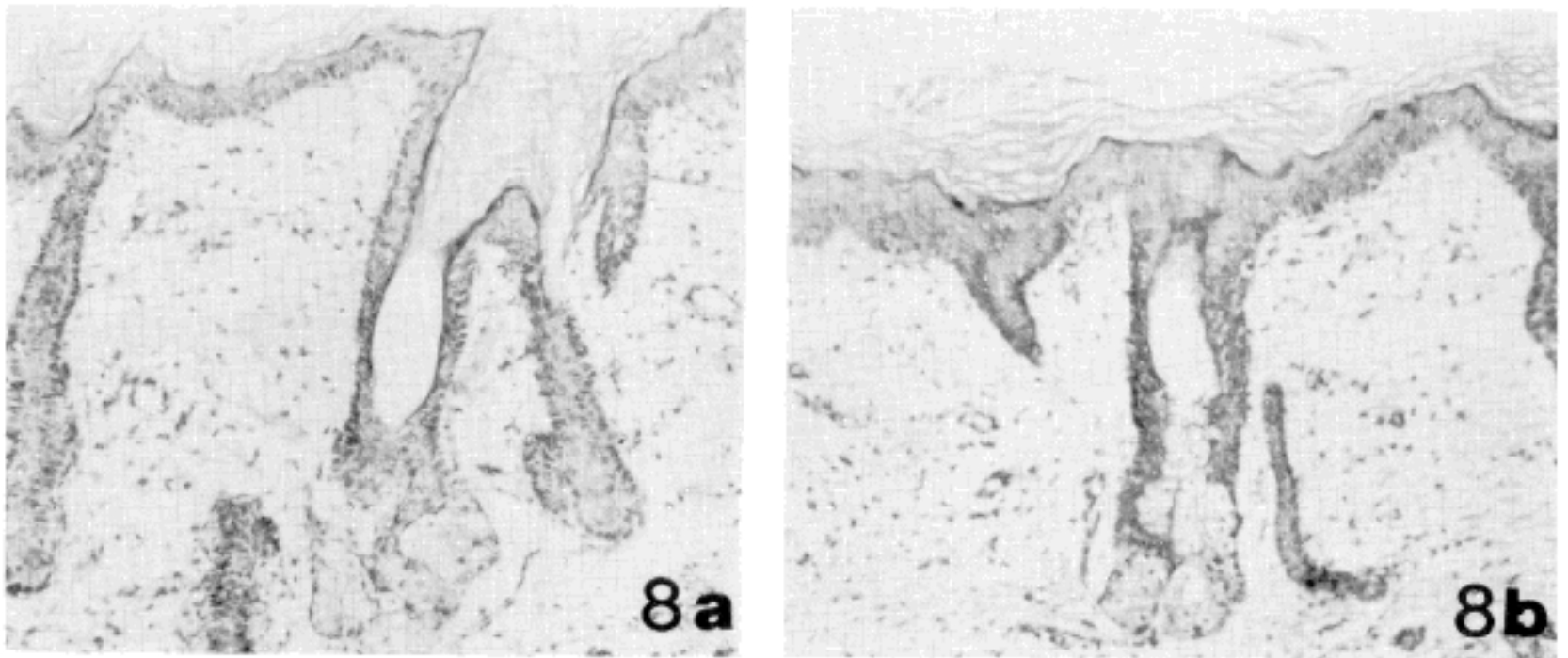


Fig. 8. More mature hair structure at the 31st week of gestation. (a;scalp, b;chest)(H & E, ×100).

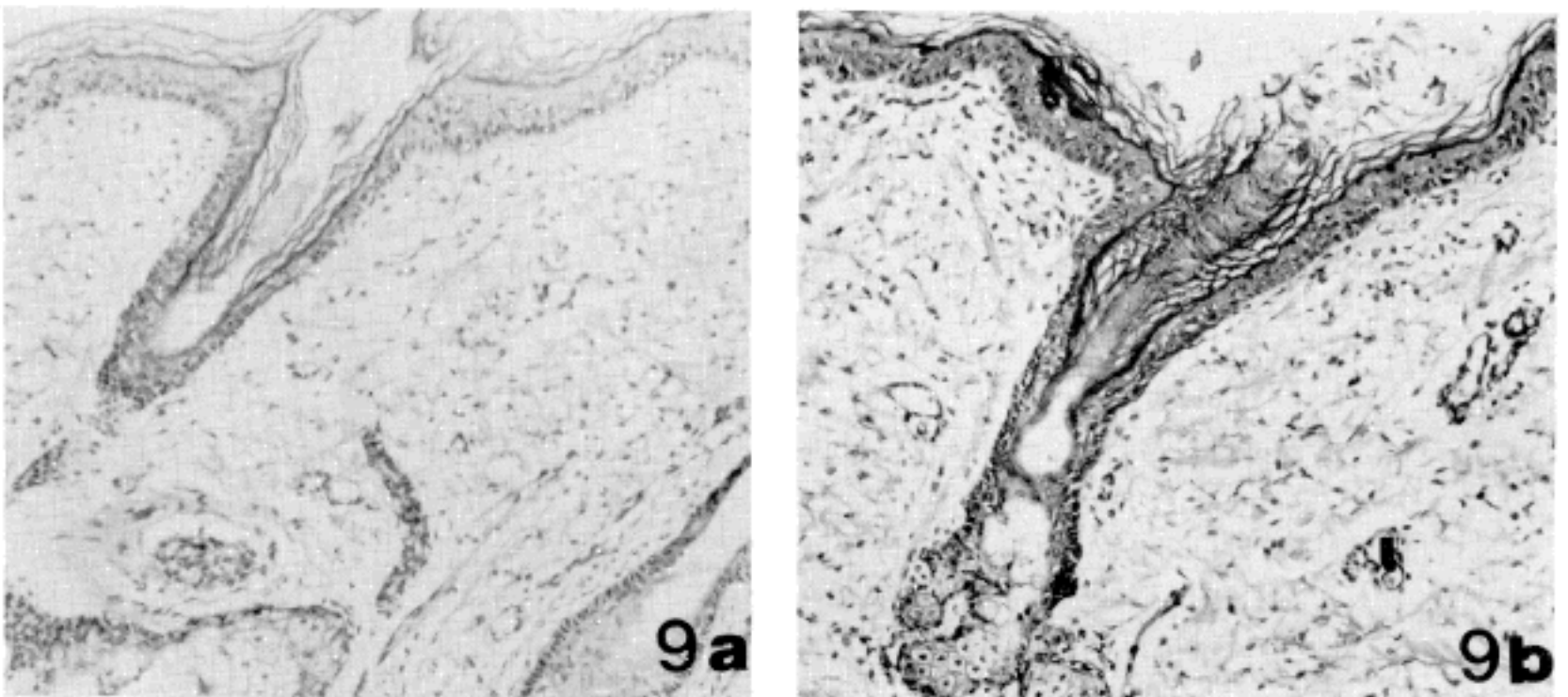


Fig. 9. Fully mature hair structure at the 38th week of gestation. (a;scalp, b;chest)(H & E, ×100).

로 증가하다가 이후 점차 측정치가 감소였다. 다만 예외적으로 안면부는 태령 6개월까지 증가하다가 감소하였다. 또한 태령별 부위간 측정치는 모발이 풍부한 두부가 체간부 보다는 일반적으로 높게 관찰되었다. 태령 4개월의 전두부가 9.5 ± 5.2 (n=4)개로 가장 많았고 배부는 2.8 ± 1.5 (n=4)개로 가장 적었다. 태령 5개월의 두피가 20.8 ± 11.8 (n=2)개로 조사대상의 전 표본중 가장 높은 수치를 나타내었고 흉부는 5.3 ± 3.2 (n=2)개로 가장 적었다. 태령 6개월의 두피가 18.6 ± 7.0 (n=7)개로 가장 적었다. 태령 8개월에서는 좀더 감소하여 두피가 $8.8 \pm$

2.0 (n=13)개로 가장 많았고 배부가 2.8 ± 1.7 (n=12)개로 가장 적었다. 태령 9개월의 두피가 11.7 ± 3.1 (n=3)개로 약간 증가한 측정치를 나타내었고 배부가 2.8 ± 0.7 (n=5)개로 가장 적었다. 태령 10개월의 두피가 6.8 ± 3.1 (n=8)개로 가장 많았고 복부가 1.5 ± 0.7 (n=8)개로 측정치중 가장 적었다. 즉 태령별로 대개는 두피가 가장 많았고 배부가 가장 적음을 알 수 있었다.

3. 모의 성숙에 따른 직경의 변화

조사 대상중 모배 및 peg stage의 모가 관찰되는 태령

Table 1. Average number of hairs in fetal period

Site Class (week)	Scalp	Forehead	Face	Chest	Abdomen	Back
10 - 12	4.0 ± 1.0 (n=2)	3.0 ± 0 (n=1)	—	2.0 ± 0 (n=2)	—	—
13 - 16	6.8 ± 1.0 (n=5)	9.5 ± 5.2 (n=4)	7.0 ± 3.6 (n=3)	4.0 ± 1.1 (n=5)	3.3 ± 0.8 (n=4)	2.8 ± 1.5 (n=4)
17 - 20	20.8 ± 11.8 (n=12)	18.4 ± 9.9 (n=14)	15.2 ± 7.7 (n=13)	5.3 ± 3.2 (n=12)	5.5 ± 2.6 (n=12)	5.4 ± 3.5 (n=12)
21 - 24	18.6 ± 7.0 (n=14)	13.0 ± 5.5 (n=12)	16.9 ± 8.0 (n=14)	5.3 ± 2.2 (n=15)	4.2 ± 1.7 (n=13)	4.5 ± 2.4 (n=14)
25 - 28	17.0 ± 6.6 (n=5)	10.5 ± 6.3 (n=8)	11.0 ± 3.7 (n=6)	5.4 ± 2.1 (n=8)	3.9 ± 1.3 (n=9)	2.9 ± 0.3 (n=7)
29 - 32	8.8 ± 2.0 (n=13)	8.6 ± 3.0 (n=11)	8.0 ± 3.5 (n=9)	4.1 ± 1.5 (n=9)	3.1 ± 1.8 (n=13)	2.8 ± 1.7 (n=12)
33 - 36	11.7 ± 3.1 (n=3)	6.6 ± 1.6 (n=5)	6.8 ± 3.0 (n=4)	3.4 ± 0.5 (n=5)	3.5 ± 0.5 (n=4)	2.8 ± 0.7 (n=5)
37 - 40	6.8 ± 3.1 (n=8)	5.7 ± 3.8 (n=6)	6.0 ± 4.3 (n=4)	2.1 ± 0.4 (n=6)	1.5 ± 0.7 (n=8)	1.8 ± 1.6 (n=8)

* n = given numbers * Mean ± S.D.

Table 2. Average diameter of hairs in fetal period

Site Class (week)	Scalp	Forehead	Face	Chest	Abdomen	Back
10 - 12	73.3 ± 4.7 (n=3)	60 (n=1)	—	—	—	—
13 - 16	83.0 ± 16.0 (n=5)	67.5 ± 20.2 (n=4)	66.7 ± 12.5 (n=3)	56.3 ± 9.6 (n=4)	52.5 ± 8.3 (n=4)	50.0 ± 14.1 (n=5)
17 - 20	76.5 ± 8.6 (n=13)	79.2 ± 10.7 (n=13)	69.2 ± 9.5 (n=12)	66.4 ± 9.8 (n=11)	69.8 ± 14.2 (n=12)	68.0 ± 17.2 (n=10)
21 - 24	106.2 ± 12.7 (n=13)	95.4 ± 20.6 (n=13)	84.0 ± 12.5 (n=15)	72.8 ± 12.5 (n=16)	76.7 ± 13.1 (n=12)	81.8 ± 14.1 (n=14)
25 - 28	118.3 ± 15.7 (n=6)	107.5 ± 17.9 (n=8)	93.3 ± 12.5 (n=6)	82.5 ± 10.9 (n=8)	74.3 ± 14.0 (n=7)	84.3 ± 20.6 (n=7)
29 - 32	117.7 ± 20.8 (n=13)	105.5 ± 19.2 (n=11)	92.5 ± 12.0 (n=8)	82.2 ± 9.2 (n=9)	80.8 ± 17.7 (n=13)	84.5 ± 9.9 (n=11)
33 - 36	146.7 ± 9.4 (n=3)	124.0 ± 4.9 (n=5)	105.0 ± 11.2 (n=4)	92.0 ± 9.8 (n=5)	85.0 ± 5.0 (n=4)	94.0 ± 15.0 (n=5)
37 - 40	117.5 ± 18.5 (n=8)	100.0 ± 15.0 (n=5)	85.0 ± 15.0 (n=4)	80.0 ± 11.5 (n=6)	75.0 ± 13.8 (n=6)	91.7 ± 15.7 (n=6)
	r=0.70124* (n=63)	r=0.52334* (n=59)	r=0.49900* (n=51)	r=0.51557* (n=58)	r=0.35362** (n=58)	r=0.51930* (n=57)

* n = given numbers * Mean ± S.D. * p < 0.01 ** p < 0.02

10주부터 측정치를 월별로 통계처리하였다(도표 2). 일반적으로 신체 각 부위는 태령이 증가함에 따라 측정치가 점차적으로 증가하는 경향을 보였는데(Fig. 8—Fig. 13) 두부는 상관계수가 0.70124(n=63)로 가장 유의성이 있었으며, 상관계수가 비교적 낮았던 복부에서도 $P < 0.02$ 로 비교적 높은 유의성이 있었다. 부위별 직경의 변화는 태령 4개월의 두피가 83.0 ± 16.0 (n=5), 배부가 50.0 ± 14.1 (n=5)로, 태령 5개월의 전두부가 79.2 ± 10.7 (n=13), 흉부가 66.4 ± 9.8 (n=11), 태령 6개월의 두피가 106.6 ± 12.7 (n=13), 흉부가 72.8 ± 12.5 (n=16)로, 태령 7개월의 두피가 118.3 ± 15.7 (n=6), 복부가 74.3 ± 14.0 (n=7)로, 태령 8개월의 두피가 117.7 ± 20.8 (n=13), 복부가 80.8 ± 17.7 (n=13)로, 태령 9개월의 두피가 146.7 ± 9.4 (n=3), 복부가 85.0 ± 8.0 (n=4)로, 그리고 태령 10개월의 두피가 117.5 ± 18.5 (n=8)복부가 75.0 ± 13.8 (n=6)으로 각각 최대 및 최소값을 나타내었다.

즉 모가 조밀한 두부의 모 직경은 체간부의 모 직경에 비해 두껍게 측정되었으며 태령 말기에 측정치가 전반적으로 감소하는 현상은 신체 모든 부위에서 공통적으로 관찰되었다.

고 찰

태아의 모는 미분화된 표피에서 처음 분화되는 피부부속기로서 Pinkus¹¹⁾가 광학현미경적 수준의 형태학적 성숙과정을 체계있게 기술한 연구업적을 본 연구에서 재확인 할 수 있었으며 모배의 형성이 태령 중기까지 능동적으로 이루어지다가 그 이후 지속적으로 유지되는 경향을 보여주는 결과를 얻게 되었다.

최초의 모는 기저세포가 밀집되고 그 하부에 미분화된 중배엽세포들이 모여 태령 9주경 미간부, 상순 그리고 악부에서 처음 분화되어 관찰된다^{12,13)}. 이때 기저 세포는 크기가 작고, 핵은 진한 염색상을 보여주지만 모낭간 기저세포(interfollicular basal cells)와 미세구조는 거의 유사하다^{16,17)}. 그러나 약간의 성장 과정을 지나게 되면 모배를 형성하는 기저세포는 사립체와 과립형질 내세망, 리보핵단백질체(RNP particle)가 풍부하여지고 Braun¹⁵⁾이 언급한 바와 같이 기저세포는 유사분열을 활발히 진행하고 있기때문에 세포내당원은 현저하게 감소되며 소량의 당원만이 주로 사립체와 과립형질내세망내

에 존재하게 된다고 한다¹⁰⁾. 또한 Brody와 Larsson¹⁸⁾은 물질교환에 쓰이는 세포막의 용기(protrusion) 및 만입(invagination)의 미세구조를 쥐의 표피세포중 모의 형성에 관여하는 원시기저세포에서 증명하였지만 태아에서는 이러한 형태학적 변화를 관찰할 수 없고 다만 진피내유두배 방향으로 모배세포의 일부가 얇은 돌기(slender process)를 내고 있음이 확인되었다¹⁹⁾.

한편 기저세포 직하부에 밀집되는 중배엽세포는 태령이 증가됨에 따라 모양이 난원형에서 원형으로 변화되면서 주위 세포들과 지상돌기(interdigitating process)로 연결되고 세포질내 단백질 형성에 관계되는 소기관을 풍부하게 갖는 미세구조의 변화를 취한 후 이 세포들은 모유두배를 형성하며 모성장을 주도하게 된다^{1,2)}.

Serri등¹⁷⁾은 Gomori cobalt technique와 azocoupling dye technique를 이용하여 태아 및 소아 피부에서 알칼리성 인산분해효소(alkaline phosphatase)의 분포에 대한 연구를 통해 피부의 형태 발생에 관여하는 것으로 생각하는 이 효소가 모낭, 조반(nail plate) 그리고 표피의 각질층에 비교적 풍부하게 존재함을 증명하였고, 특히 원시모배와 모유두배가 모성장을 주도함을 간접적으로 증명하였다. 그러나 모배의 발생을 유도하는 인자와 발생 장소를 결정하는 요소에 대하여 아직 밝혀진 사실이 없으며¹⁸⁾ 다만 Moffat¹⁰⁾는 표피직하부에서 신경돌기와 슈반세포가 흔히 산재하고 이들이 모배와 직접적 관련은 없지만 모유두배세포 사이에 존재하는 양상이 모배발생에 관여하는 것이 아닌가 생각하였다.

본 연구에서는 태령 10주 5예중 1예의 두부에서 원시모배 구조가 관찰되었으며 태령 11주의 3예 모두에서 모배 구조와 일부 peg stage의 모가 간혹 관찰되었다. 그러나 체간 및 사지 부위에서는 모배가 분화되지 않은 원시표피 구조만을 보여주었다.

표피에 형성된 모배는 유사분열을 통하여 진피내로 비스듬하게 성장하여 모관을 갖지 않는 세포주(cell cords) 형태로 분화하여 hair peg stage가 되는데 문헌에 따라 다소간 차이가 있지만 두부에서 태령 10~12주, 체간부에서 태령 15주, 사지는 태령 17주에 세포주를 형성하게 된다^{2,3,5)}.

이러한 세포주는 두개의 반구형 돌출부를 형성하고 상부돌출부는 피지선배로, 하부돌출부는 입모근의 붙는 곳으로 각각 분화하는데 이시기부터 bulbous hair peg stage라고 하며 두피에서는 태령 16주, 체간부에서는 태

령 18주, 사지부에서는 태령 20주에서 각각 분화된다고 한다^{4,6,7)}.

본 연구에서는 태령 11주 표본 3예중 1예에서 안면으로 분화되려는 부위에서만 peg stage의 모가 관찰되었으며 태령 15주 표본 부터 두부 전체에서 peg stage의 모가 관찰 되었으나 같은 시기의 체간부는 모배와 소수 peg stage의 모가 혼재되어 관찰 되었고 bulbous peg stage의 모는 태령 16주 두피에 처음 분화되어 나타났으며 체간부에서는 태령 18주에서부터 관찰되어 두미 방향의 성장 형태를 확실히 보여주었다.

모낭세포주는 두개의 반구형 돌출부를 형성한 후 주로 내측세포들이 표피내로 증식하여 표피내 모관(anlage of hair canal)을 형성하게 되는데 Holbrook와 Odland²⁾은 전자현미경적 연구를 통해 태령 16주의 두피에서 표피내 모관을 증명하였지만 대개는 태령 18주부터 관찰된다고 한다^{3,4,21,22)}. Holbrook와 Odland⁴⁾는 주사전자현미경검색을 통하여 태령 17주까지는 전표피외면을 periderm이 덮고 있음을 확인하였고 태령 17주 일부와 태령 18주 두피에서 표피내 원시표피내 모관에 동심성으로 배열된 과립세포(granular cell)가 소수의편평세포를 에워싸고 있음을 각각 관찰하고 태령 18주까지는 모관의 분화가 이루어지지 않음을 주장하였다. 한편 태령 16주에서부터 20주에 걸쳐 멜라닌 세포가 모낭으로 이주하며 이 세포들은 활발한 기능을 하여 향후 모의 색깔을 결정한다고 한다²³⁾.

본 연구에서는 두피부가 태령 17주에서, 전두부 및 안면부는 태령 18주에서, 그리고 체간부는 태령 20주에서 표피내 모관배가 관찰되었으며 모낭에 멜라닌 색소가 처음부터 관찰되는 시기는 두부에서 태령 17주, 체간부에서 태령 19주부터였다.

모낭세포주내에서 모관의 형성과 진피유두에서의 모발의 형성기전에 대해서 아직 확실한 기전은 밝혀지지 않았다. 그러나 Robbins와 Breathnach⁷⁾는 태령 15~18주사이의 태아 피부 표본에 대한 전자현미경 및 주사전자현미경 연구를 통해 모낭세포주의 내부 세포가 변성(degeneration), 자가용해(autolysis) 그리고 각질화의 과정을 거치면서 모관공을 형성하고 유두부에서 자라난 모가 고형성 조직과편(solid derbris)을 밀어내면서 표피부위의 모관지붕을 부식시킨다고 하였다. 또한 Pinkus¹¹⁾와 Hashimoto등⁸⁾에 의하면 표피의 각질화 과정은 모간(hair shaft)의 형성과 성장으로 인해 모낭

세포주내 고형조직과편이 부식된 모관공을 통해 표피외면으로 유출되고 이로 인해 표피의 각질화가 시작된다고 기술하였고, 모세포주내 각질화는 태령 15주부터 진행된다고 주장하였다. 한편 Holbrook와 Odland⁴⁾는 전자현미경적 연구를 통해 모관의 표피외면을 부식시키는 것은 형성된 모발의 침부가 아니고 중간부위임을 증명하고 모발의 침부는 모관의 형성과정중 소모됨을 주장하였다. 이러한 과정을 거쳐 형성되는 모발은 두피부와 안면부는 태령 18주에서 21주사이에 분화되고 태령 24주에 이르러서 신체 전부 위에서 관찰된다고 한다^{3,11,22)}.

본 연구에서는 태령 18주의 두피부와 전두부에서 최초로 비교적 성숙한 모발의 형태가 관찰되었고 체간부는 태령 21~22주부터 성숙된 모발이 관찰되었다. 모의 성숙에 따른 형태계측학적 연구는 현재까지는 거의 보고된 바가 없어 본 연구의 결과와 비교 할 수가 없었다. 그러나 본 연구에서는 채취된 10부위중 모의 구조를 관찰할 수 있었던 6부위의 발달과정을 성장경향이 유사한 3군으로 크게 분류할 수 있었다. 즉, 두피는 독특한 양상을 보이는 반면에 전두부와 안면부가 비슷한 양상을 보이고 흉부, 배부 및 복부가 각각 같은 양상을 나타내었다. 모의 단위면적당 수는 발생초기에서부터 두부가 가장 많았고 전두부 및 안면부 그리고 체간부등의 순이었으며 태령 20주까지 숫적으로 증가하다가 그 이후에 감소하는 것은 이시기까지 주동적으로 모의 생성이 이루어지다가 이후에는 어느 정도 정제되는 동시에 신체부위의 부피성장에 따른 상대적 감소가 아닌가 생각되었다.

한편 모의 직경도 발생초기부터 두피가 현저히 두꺼웠고 전두부 및 안면부 그리고 그의 체간부 순으로 측정되었는데 일반적으로 태모(lanugo)로 구성되는 안면부, 흉부, 배부, 복부 등이 비슷한 수치를 나타내었다. 다만, 전두부가 좀더 두꺼운 것은 이 부위가 두피부에 가까운 곳이어서 태아 부검시 전두부와 혼재되어 채취되었을 가능성이 높은 것으로 생각되었다. 이러한 모의 직경이 태령의 증가에 따라 두꺼워지는 경향은 태령 36주까지 지속되다가 태령 37주 이후에는 표피의 두께가 전체적으로 얇아지는 경향과 유사하게 모직경 측정치 또한 감소하였다. 이는 태령 37~40주의 연구대상 태아가 비록 부검시 선천성기형이 없는 경우가 대부분이었지만 임신 말기에 정상분만을 하지 못하고 사망하는 미숙아나 발육부진, 그리고 사망후 탈수등에 기인하는 것으로 생각되었다.

한편 여기서 아직 밝혀지지 않은 분야, 특히 모가 처음으로 분화하는 부위를 결정하는 요소, 모낭의 생화학적 성상의 변화, 멜라닌 세포에 의한 색소변화등에 대하여 특수조직화학법 및 전자현미경적 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

결 론

한국인 태아 103예에서 피부의 발육과정중 모에 대한 형태학적 및 형태계측적 관찰을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 모의 성숙과정 : 최초의 원시모배와 성숙된 모배는 태령 10주 두부에서 관찰되었으며 peg stage의 모는 태령 11주 안면부에서 처음으로 관찰하였다. Bulbous peg stage의 모는 태령 15주에서부터 두부에서 관찰할 수 있었고 체간부에서는 peg stage의 모가 출현함을 관찰할 수 있었다. 모관의 형성과 멜라닌 색소는 태령 16주, 표피내 모관형태는 태령 17주의 두부에서 각각 관찰하였고, 체간부에서의 peg stage의 모와 모관형성은 태령 19주에서 각각 관찰되었다. 비교적 성숙된 모의 형성은 두부가 태령 18주에서, 체간부는 태령 21주에서 각각 완성되었다. 입모근 형성도 두부는 태령 23주에서 체간부는 태령 24주에서 각각 관찰되었다.

2) 단위면적당 모의 수 : 신체 전부위에서 태령 20주까지는 증가하는 양상을 보여주었으나 그 이후에는 점차 감소하는 경향을 나타내어 태령 20주까지 주동적으로 모형성이 이루어짐을 알 수 있었다. 부위별로는 두피부, 그리고 전두부 및 안면부, 체간부 순으로 모낭이 많은 것으로 측정되었다.

3) 모 직경의 변화 : 부위에 관계없이 거의 일정하게 증가하다가 태령 9개월이후 부터는 직경이 전체적으로 약간 감소하였으며 부위별로는 두피가 가장 두꺼웠고 체간부는 가장 얇은 것으로 측정되었다.

위와 같은 소견으로 보아 모의 부위에 따른 발육과정은 두피와 전두부 및 안면부 그리고 체간부등 3군에서 유사성이 관찰되었고 일반적인 성장형태가 두미 방향임을 확실히 규명할 수 있었다.

참 고 문 헌

1) Breathnach AS, Smith J: *Fine structure of the early*

hair germ and dermal papilla in the human fetus. J Anat 102:511-526, 1968

2) Holbrook KA, Odland GF: *Regional development of the human epidermis in the first trimester fetus. J Invest Dermatol 74(3):161-168, 1980*

3) 이일수, 이유신 : 한국인 태아피부의 조직학적인 연구. 대한피부학회지 13(3):177-198, 1975

4) Holbrook KA, Odland GF: *Structure of the human fetal hair canal and initial hair eruption. J Invest Dermatol 71:385-390, 1978*

5) Breathnach AS, Wyllie LM: *Fine structure of cells forming the surface layer of the epidermis in human fetuses at fourteen and twelve weeks. J Invest Dermatol 45:179-191, 1965*

6) Breathnach AS: *Embryology of human skin. J Invest Dermatol 57:133-143, 1971*

7) Robbins EJ, Breathnach AS: *Fine structure of the human fetal hair follicle at hair and early bulbous peg stages of development. J Anat 104:563-569, 1969*

8) Hashimoto K: *The structure of the skin of human embryos. Formation of the hair cone and intraepidermal hair canal. Arch Klin Exp Dermatol 238:333-345, 1970*

9) Robbins EF, Breathnach AS: *Fine structure of bulbous end of human hair follicles at stage of differentiation of inner root sheet. J Anat 107:131-146, 1970*

10) Moffat GH: *The growth of hair follicles and its relation to the adjacent dermal structures. J Anat 102:527-540, 1968*

11) Pinkus H: *Embryology of hair. The Biology of Hair Growth. Edited by W. Montana and R.A. Ellis. Academic press, New York, 1958, p 1-32*

12) Eady R, Gunner DB, Tidman MJ, Nicolaides KH, Rodeck CH: *Rapid processing of fetal skin for prenatal diagnosis by light and electron microscopy. J Clin Pathol 37:633-638, 1984*

13) Streeter GI: *Weight, sitting height, head size, foot length and menstrual age of the human embryos. Contrib, to Embryol. 11:143-170, 1920*

14) 이명복 : 한국인 태아 발육에 관한 연구. 대한해부학회지 8:73-109, 1975

15) Braun FO: *The histochemistry of the hair follicle. In the Biology of Hair Growth. Ees. W. Montana and R.A. Ellis. New York: Academic Press. pp. 65-90, 1958. Cited from Breathnach & Smith (1968)*

16) Hashimoto K, Gross BG, Dibella RJ, Lever WF: *The*

- ultrastructure of the skin of human embryo. J Invest Dermatol* 47:317-335, 1966
- 17) Holbrook KD, Odland GF: *The fine structure of developing human epidermis: light, scanning and transmission electron microscopy of the periderm. J Invest Dermatol* 65:16-38, 1975
- 18) Brody I, Larsson KS: *Morphology of the mammalian skin: Embryonic development of the epidermal sub-layers. In Biology of the Skin and Hair Growth* 98: 267-290, 1965 Cited from Breathnach & Smith(1968)
- 19) Moschella, Hurly: *Dermatology. 2nd edition, W.B. Saunders Co., 1985, p1-74*
- 20) Wessells NK: *Differentiation of epidermis and epidermal derivatives. The New England Journal of medicine. 277(1):21-33, 1967*
- 21) Serri F, Montagna W, Huber WM: *Studies of skin of the fetus and the child: the distribution of alkaline phosphatase in the skin of the fetus. Arch Dermatol* 87:234-245, 1963
- 22) Fitzpatrick TB, Eisen AZ, Wolff K, Freedberg IM, Austen KF: *Dermatology in general medicine. 3rd. edition. 1:93-131, 1987*
- 23) Sagebiel RW, Odland GF: *Ultrastructural identification of melanocytes in early human embryosis. J Invest Dermatol* 54:96-107, 1970

— Abstract —

Morphological Observations on the Hair Development of Human Fetal Skin

Kil Seo Kim, M.D., Joong Seok Seo, M.D.
Kye Yong Song, M.D. and Je G. Chi, M.D.*

Department of Pathology, College of Medicine, Chung-Ang University and Seoul National University*

The developing process of the hair of the fetal skin

was studied. The ages of 103 human embryos and fetuses ranged from 4 to 40 gestation weeks. Ten different sites were selected, i.e., scalp, forehead, cheek, chest, abdomen, back, palm, sole, finger and toe. For the embryos 3 sites were studied, i.e., cephalic, trunk, and caudal portions. Following results were made:

1) The primitive hair germ was first noted the 10th week in the face skin as nubbins of mesenchymal cells beneath discrete foci of crowded, elongated germinative epithelial cells. The developing hair germs and hair pegs were observed at the cephalic portion by 11 weeks. At 15 weeks the hair pegs including hair germs were noted in the trunk skin. The bulbous hair peg stage started at the 16th week in the cephalic portion and at the 18th week in the trunk.

2) Relative number of fetal hairs progressively increased up to 20 weeks of gestation but, thereafter decreased although it was different by the site of the body.

3) The diameter of fetal hair follicles increased with fetal age to the term with slight difference by the portion of body.

4) The developmental process of hair was more rapid in the cephalic portion than the trunk in views of morphologic changes of the hair structures, number and diameter of hair follicles.

Key Words: Fetal hair, Hair germ, Hair peg stage, Bulbous peg stage, Relative numbers of hair, Diameter of hair