

## 한국산 집고양이(*Felis domestica*)에서의 정자변태

손성원 · 이정훈 · 최용만\* · 정영모

경남대학교 자연과학대학 생물학과, 동진중학교\*

성숙한 한국산 집고양이(*Felis domestica*)의 정자변태 과정을 알아보기 위하여 정소 및 부정소의 조직을 채취하여 광학현미경과 전자현미경으로 관찰한 결과는 다음과 같았다.

1. 세포 구조의 차이에 따라 한국산 집고양이의 정자변태과정을 골지, 두모, 첨체, 성숙 그리고 이탈단계로 구분하였는데, 즉 골지, 첨체 및 이탈단계를 각각 전·후기로, 두모단계는 전·중·후기로 성숙단계는 1단계로 하여 전체를 10기로 나눌 수 있었다.
2. 정자의 꼬리는 두모중기부터 형성하기 시작한다.
3. 염색질 과립은 골지단계에서 응축되기 시작하여 첨체후기에서 구형의 형태로 진행되고 성숙단계에서 소멸된다.

**KEY WORDS:** *Felis domestica*, Spermogenesis.

정자형성(spermatogenesis)은 정소의 세정관(semiferous tubule)내에서 이루어지며, 정모세포발생(spermatocytogenesis)과 정자변태(spermiogenesis)의 두 단계를 거쳐 완성된다. 정모세포(spermatocyte) 발생단계가 끝난 후 생긴 정자세포(Spermatid)가 성숙된 정자로 되기까지의 과정을 정자변태(spermiogenesis)라고 한다.

정자형성에 관한 연구는 19세기 말경부터 시작되었으며(Brown, 1885; von Ebner, 1888). 그 후 정자변태 과정은 Leblond와 Clermont(1952a, b)가 쥐의 세정관 상피의 정자 분화과정을 "Periodic acid-Schiff"법으로 염색하여 광학적으로 각 단계를 Golgi, cap, acrosome, maturation phase로 구분하였다. 그 후, Challice(1953)는 미세구조에 의한 구분을 시도하였으며, 특히 포유류의 정자형성에 관한 전자현미경적 연구로는 사람(de Krester, 1969; Holstein, 1976; Holstein and Schäfer, 1978; Holstein and Schirren, 1979), 고양이(Burgos and Fawcett, 1955), guinea pig(Fawcett and Hollenberg, 1963; Fawcett et al., 1971), 청여우

(Andersen, 1978), 개코원숭이(Afzelius et al., 1982) 등을 비롯하여 국내에서도 산양(裴와 金, 1981), 한우(裴와 金, 1984), 돼지(金, 1986), 캥거루우(金 등, 1987), 진도견(정, 1988; 김, 1991), 관박쥐(Lee et al., 1993a, b) 등의 연구보고가 있다. 이러한 연구는 정자변태의 미세구조에 차이가 있음을 밝혔으며, 아울러 생물들은 저마다 각각 다른 생식세포의 형태변화를 가진다는 것을 시사하였다. 따라서 웅성 생식세포의 분화 양상에 따른 특징들은 종을 규명하는데 중요한 의의를 가진다.

한편, 고양이의 정자형성과 관련된 다수의 연구보고 중에서 특히 정자세포의 분화에 관한 연구(Burgos and Fawcett, 1955)를 제외하고는 정자변태과정의 단계를 구체적으로 제시된 바 없다.

따라서, 본 연구는 정자형성과정중에서 정자변태과정을 미세구조적 관찰을 통해서 정자의 형태변화에 따른 특징을 알아 보기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 성숙한 수컷 집고양이(*Felis domestica*)를 사용하여, ethyl-ether로 마취하고 개복하여 즉시 정소와 부정소를 적출하였다. 적출한 각각의 조직들은 곧바로 3% glutaraldehyde(4°C, pH 7.4, Milloning's buffer)에 넣고 2시간 동안 전고정한 뒤, Milloning's buffer로 세척하고 다시 1.33% OsO<sub>4</sub>(4°C, pH 7.4, Milloning's buffer)로 2시간 동안 후고정하였다. 고정된 조직을 acetone 농도 상승 순서로 탈수한 후, Epon 812 혼합액으로 포매하여 굳혔다. 포매된 조직들은 Sorvall ultramicrotome(MT-6000, Dupont)을 이용하여 1 μm 두께로 자른 후 0.5% toluidine blue로 염색하여 광학현미경으로 관찰하였다. 이어서 60nm~90nm의 두께로 연속적인 절편을 얻어 uranyl acetate 용액과 lead citrate 용액으로 이중 염색한 후 투과전자현미경(TEM, H-600, Hitachi)으로 관찰하였다. 또, 부정소 미부내에 들어있는 정자를 관찰하기 위하여 채취한 재료를 즉시 slide glass 상면에 도말하여 광학현미경으로 관찰하였다.

## 결과

세정관내의 정자변태 과정을 알아보기 위하여 광학현미경으로 관찰하여 I~IV단계로 구분하였으며(Fig. 1a-d), 이들 각각의 단계에서 나타나는 특징들을 토대로 하여 편이상 Lee(1992) 등의 방법에 따라 전자현미경으로 관찰하여 정자변태과정을 10기(상, phase)로 나눌 수 있다.

### 1. 광학현미경적 소견

#### (I 단계)

세정관 내에는 정자변태 과정 중의 초기 단계의 정자세포가 다수 관찰되었고, 또한 기저막 가까이에는 제2정도세포도 관찰되었다(Fig. 1a).

#### (II 단계)

세정관 내에는 제 1정도세포를 비롯하여 감수

분열 제 2단계의 정모세포들이 보이며, 다수의 신장된 정자세포들이 서톨리 세포(Sertoli cell)의 세포질내에 박혀져 있었(Fig. 1b).

#### (III 단계)

세정관 내에는 소수의 정원세포와 제 1정도세포를 비롯하여 더욱 더 신장된 다수의 정자세포가 관찰되었다(Fig. 1c).

#### (IV 단계)

세정관 내에는 다수의 초기 정자세포를 비롯하여 다수의 이탈단계의 정자세포들과 내강 내에는 다수의 정자들이 관찰되었다(Fig. 1d).

### 2. 전자현미경적 소견

정자변태 과정에 있어서 세포내 골지체와 첨체소포(acrosomal vesicle)의 상대적 위치와 이동, 핵, 첨체소포, 첨체(acrosome), 첨체과립(acrosomal granule)들의 형태, 정자의 핵내의 염색질(chromatin)의 응축, 정자의 꼬리형성, 만세트(manchette)의 출현과 위치, 핵륜(nuclear ring)의 형성과 이동, 미토콘드리아 배치에 따라 한국산 집고양이의 정자변태 과정을 골지, 두모, 첨체, 성숙 및 이탈단계로 구분하였다.

#### (골지단계)

##### ① 골지전기

정자세포의 핵은 대개 구형 또는 타원형이고, 핵질은 고운 섬유상을 나타내고 있으며 세포질내의 소기관은 고르게 분산되어 있다. 또한 잘 발달된 골지체 아래쪽에 첨체과립을 함유한 작은 첨체소포가 여러 개 보이며, 아직 이들 첨체소포들은 핵과 융합되지 않았다(Fig. 2).

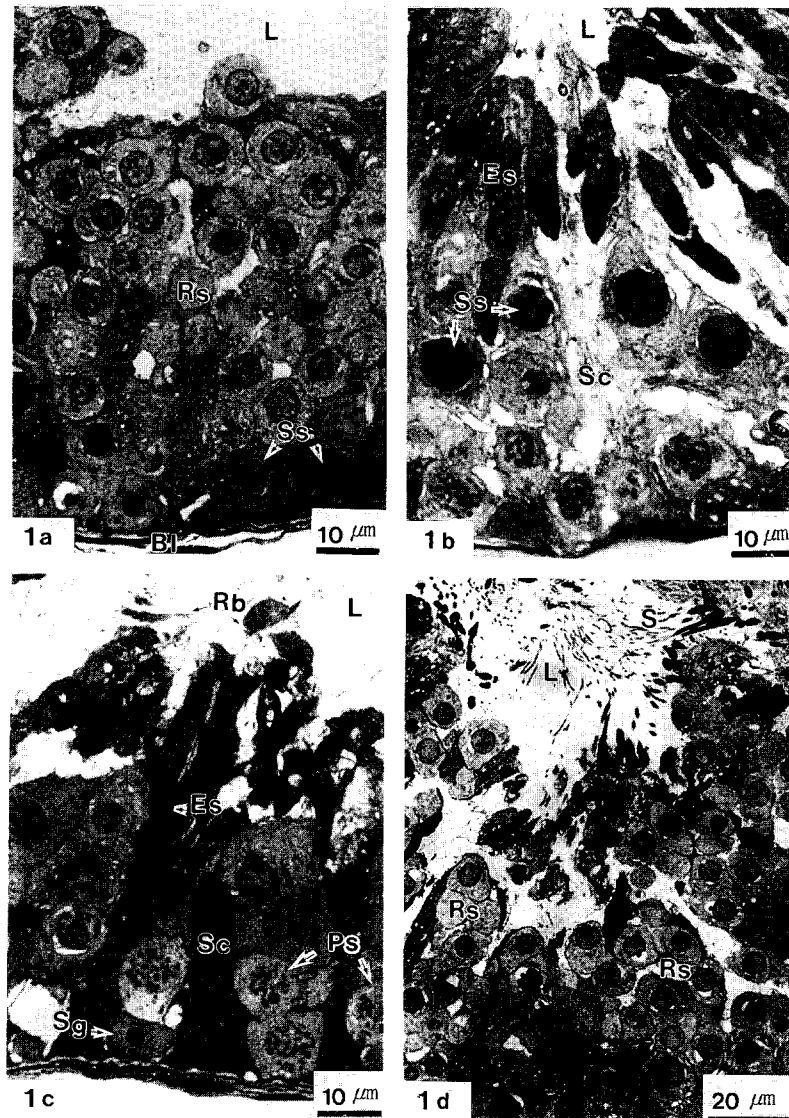
##### ② 골지후기

첨체소포가 핵의 표면과 융합되어 약간 함입되었다. 골지체는 첨체소포 옆으로 이동하여 굽어진 모양을 하고 있으며, 이 시기에는 핵 중앙에 염색질 과립(chromatin granule)이 응축되어 나타났다(Fig. 3).

#### (두모단계)

##### ③ 두모전기

핵 쪽으로 치우친 첨체과립을 함유하는 커다란 첨체소포는 더욱 핵을 함입시키고 첨체소포는 아



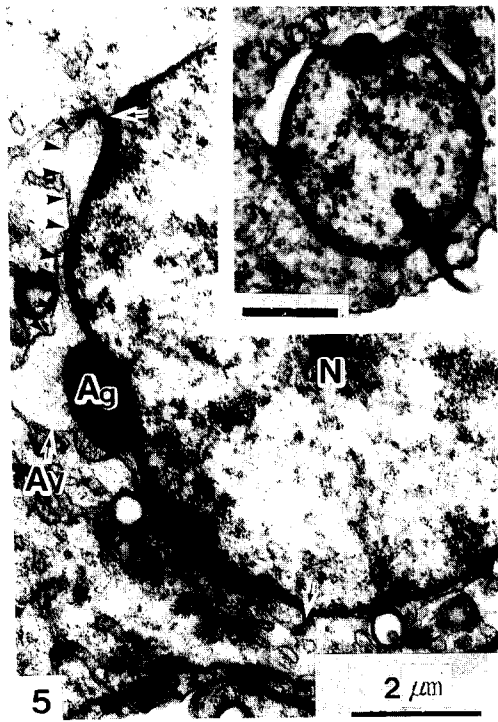
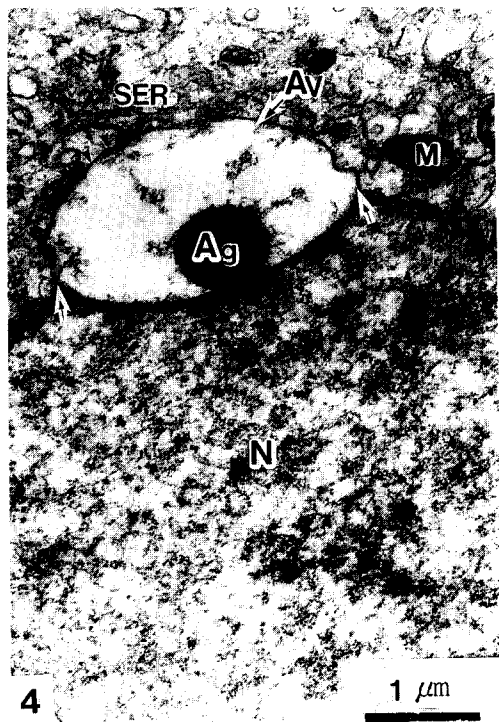
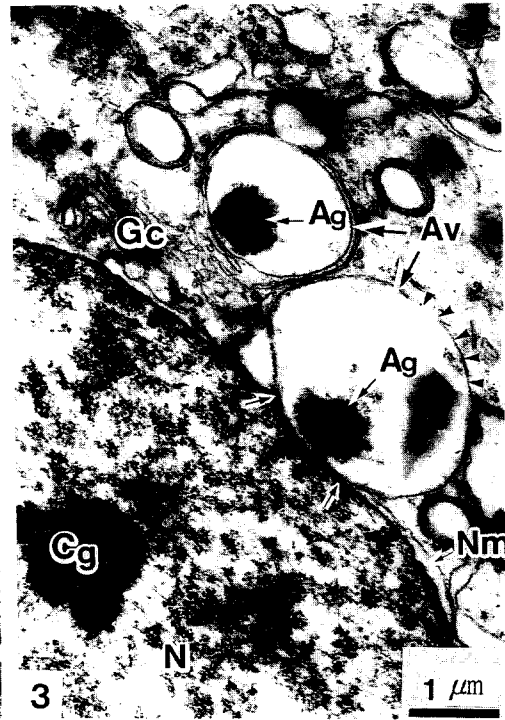
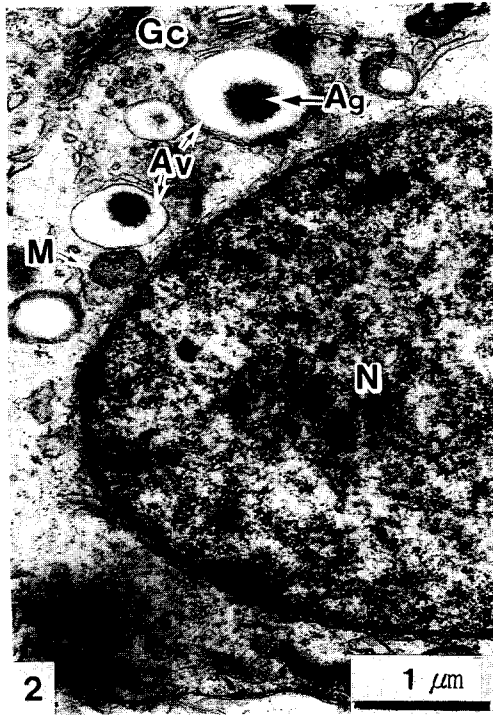
**Fig. 1(a-d).** Morphological changes of seminiferous tubules during the period of spermiogenesis in the Korean cat (*Felis domestica*). a, Light micrograph of seminiferous tubule showing secondary spermatocytes and early round spermatids (Rs) near the basal lamina (step I). b, Light micrograph showing secondary spermatocytes and elongating spermatids in the seminiferous tubule (step II). c, Light micrograph showing the well-development elongating spermatids in the Sertoli cell cytoplasm (step III). d, Light micrograph showing round spermatids of spermiation phases and the mature sperm in the lumen(step IV). Bl, basal lamina; Es, elongating spermatid; L, lumen; Ps, primary spermatocyte; Rb, residual body; Rs, round spermatid; S, sperm; Sc, Sertoli cell; Sg, spermatogonium; Ss, secondary spermatocyte.

직 퍼지지 않았다(Fig. 4).

#### ④ 두모중기

첨체소포는 핵의 전방으로부터 바깥쪽으로 펼쳐지고 첨체과립은 아직 퍼지지 않았으며 미토콘

드리아는 핵의 후반부로 다소 이동되었다(Fig. 5). 이 시기에 첨체과립은 모자형태를 나타내고, 꼬리부에서는 근위중심립(proximal centriole)과 원위중심립(distal centriole)이 나타났다



(Fig. 5. Inset).

⑤ 두모후기

침체소포(acrosomal vacuole)는 핵의 표면에 볼록(凸)렌즈 모양으로 되고 가장자리는 넓게 펼쳐져서 침체모(acrosome cap)모양으로 변하였다. 이 시기에 침체외막(outer acrosomal membrane)과 두부의 원형질막(plasma membrane)은 밀착되어 있었다(Fig. 6).

(침체단계)

⑥ 침체전기

침체는 핵의 전방부로 다소 돌출되어져 나타났다. 특히 침체의 아래쪽 근처에서부터 미세소관(microtubule)으로 되어 있는 만세트의 구조물이 관찰되었다. 이때부터 핵내의 염색질들이 더욱 더 응축되어졌다(Fig. 7).

⑦ 침체후기

이 시기에는 핵의 중앙부위에 불규칙하고 전자 밀도가 높은 염색질 과립이 더욱 더 원형으로 응축되어졌고 또한, 만세트가 핵의 후방으로 길게 평행으로 늘어남에 따라 핵은 신장하게 되고 염색질은 더욱 응축이 진행된다(Fig. 8a). 만세트의 시작부위에서 핵륜이 보인다(Fig. 8b).

(성숙단계)

⑧ 성숙기

핵내의 염색질의 응축이 거의 끝나고, 핵륜과 만세트가 핵의 후반부로 이동한 상태이다. 이 단계에서 침체는 핵의 2/3정도를 덮고 있으며(Fig. 9a), 만세트의 미세소관은 직경이 약 20nm로서 핵을 뺨뺨히 둘러싸고 있었다(Figs.

9b. Inset).

(이탈단계)

⑨ 이탈전기

미토콘드리아가 축사(axoneme)를 중심으로 주위에 중륜(annulus) 부분까지 나선상으로 감겨져 중편부(middle piece)를 형성하고 있으며, 이 시기에는 완전한 정자의 형태를 갖추고 있지 않았다. 즉, 서톨리 세포(Sertoli cell)로부터 아직 완전히 이탈되지 않고 여분의 세포질소적(cytoplasmic droplet)을 함유한 채로 Sertoli cell의 세포질내에 박혀져 있었다(Fig. 10a). 그리고 중편부의 세포질내에는 꽃모양 구조(flower-like structure)가 관찰되었다(Fig. 10b).

⑩ 이탈후기

이 시기부터 성숙한 정자들은 서톨리 세포로부터 거의 이탈하여(Fig. 11) 내강쪽으로 배출된 후 정소상체를 이행하여 부정소 미부에서 세포질소적을 갖지 않은 성숙한 많은 수의 정자들이 저장되어지며(Fig. 12a, b), 성숙한 저장정자의 전체 길이는 약 55  $\mu\text{m}$ 에 달한다. 그리고 두부의 길이는 5  $\mu\text{m}$ , 중편부는 10  $\mu\text{m}$ , 미부는 40  $\mu\text{m}$ 이었다.

## 고찰

정자변태과정은 골지, 두모, 침체 그리고 성숙기의 4단계로 구분(Leblond and Clermont,

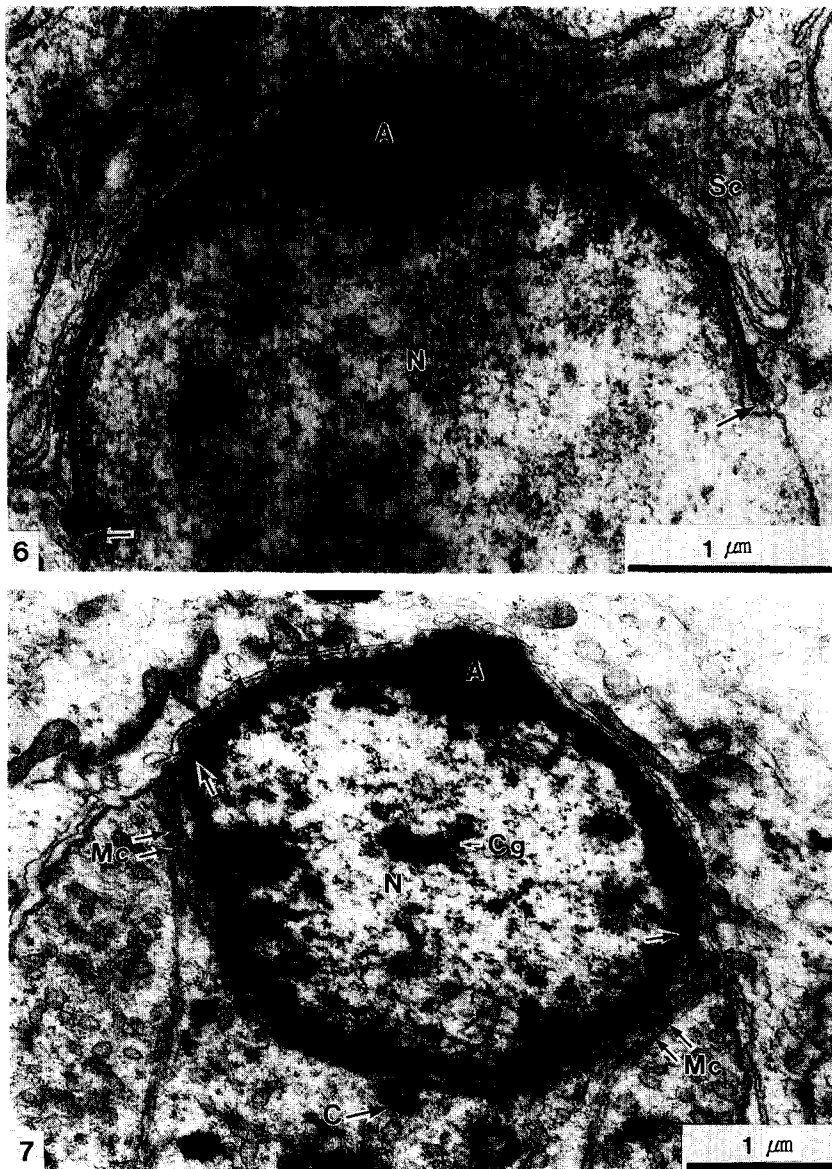
**Figs. 2-11.** Electron micrographs showing Golgi, cap, acrosome, maturation and the subsequent spermiation phases. Note arrows in Figs. 3~7, of mark boundaries of cover of nuclear membrane by the acrosome.

**Fig. 2.** Electron micrograph showing the early Golgi phase of spermiogenesis in the Korean cat. Note well-developed Golgi complex and mitochondria were appeared in cytoplasm of spermatid, and the small acrosomal vesicles were appeared in upper on nucleus. Ag, acrosomal granule; Av, acrosomal vesicle; Gc, Golgi complex; M, mitochondria; N, nucleus; Nm, Nuclear membrane.

**Fig. 3.** Electron micrograph of the late Golgi phase showing a large acrosomal vesicle(arrowheads) fixed to a recess of nucleus, and Golgi complex is seen in the neighborhood of the acrosomal vesicles. Note formation of chromatin granules in spermatid nucleus. Ag, acrosomal granule; Av, acrosomal vesicle; Cg, chromatin granule; Gc, Golgi complex; N, nucleus; Nm, nuclear membrane.

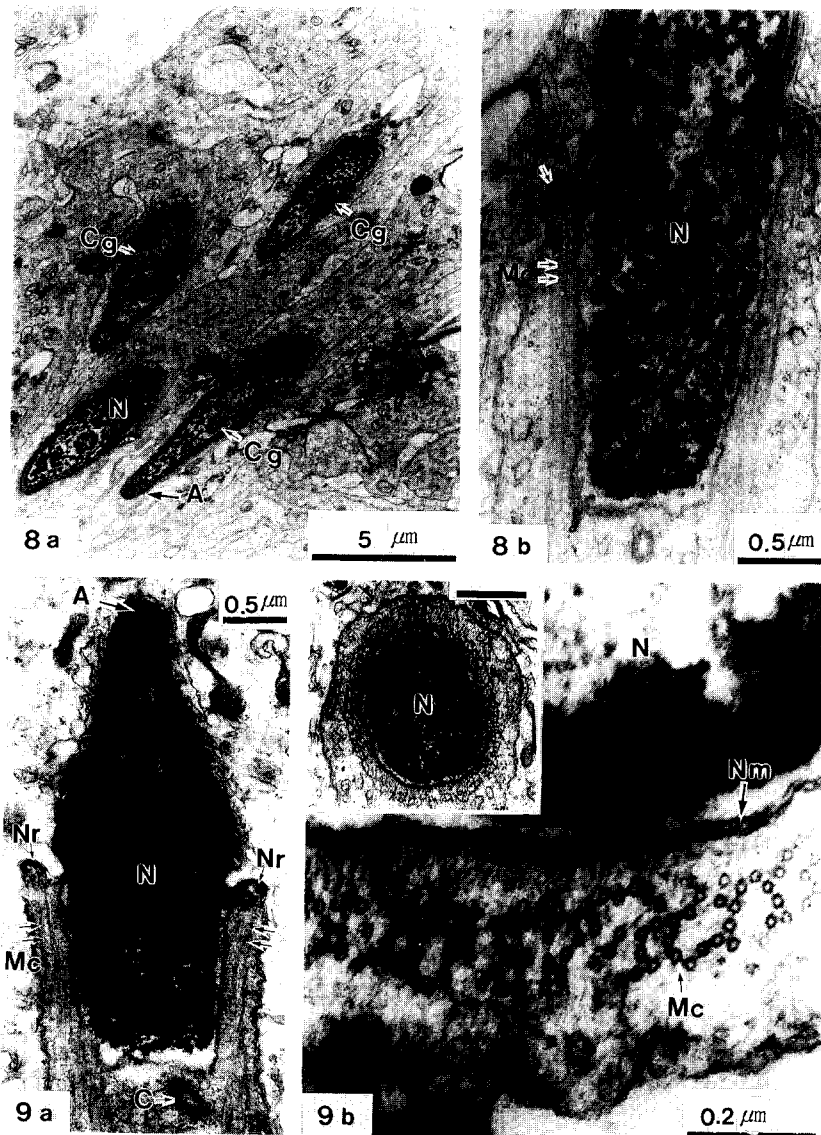
**Fig. 4.** Electron micrograph of the early cap phase. And, the acrosomal vesicle containing a large acrosomal granule in contacted with the nucleus. Ag, acrosomal granule; Av, acrosomal vesicle; N, nucleus; SER, smooth endoplasmic reticulum.

**Fig. 5.** Electron micrograph of a spermatid at mid-cap phase showing acrosomal vesicle spread outward from the anterior pole of the nucleus but acrosome granule was not flattened. Note the appearance of flagellum in spermatid cytoplasm(Inset). (Scale bar = 2  $\mu\text{m}$ ). Ag, acrosomal granule; Av, acrosomal vesicle; N, nucleus.



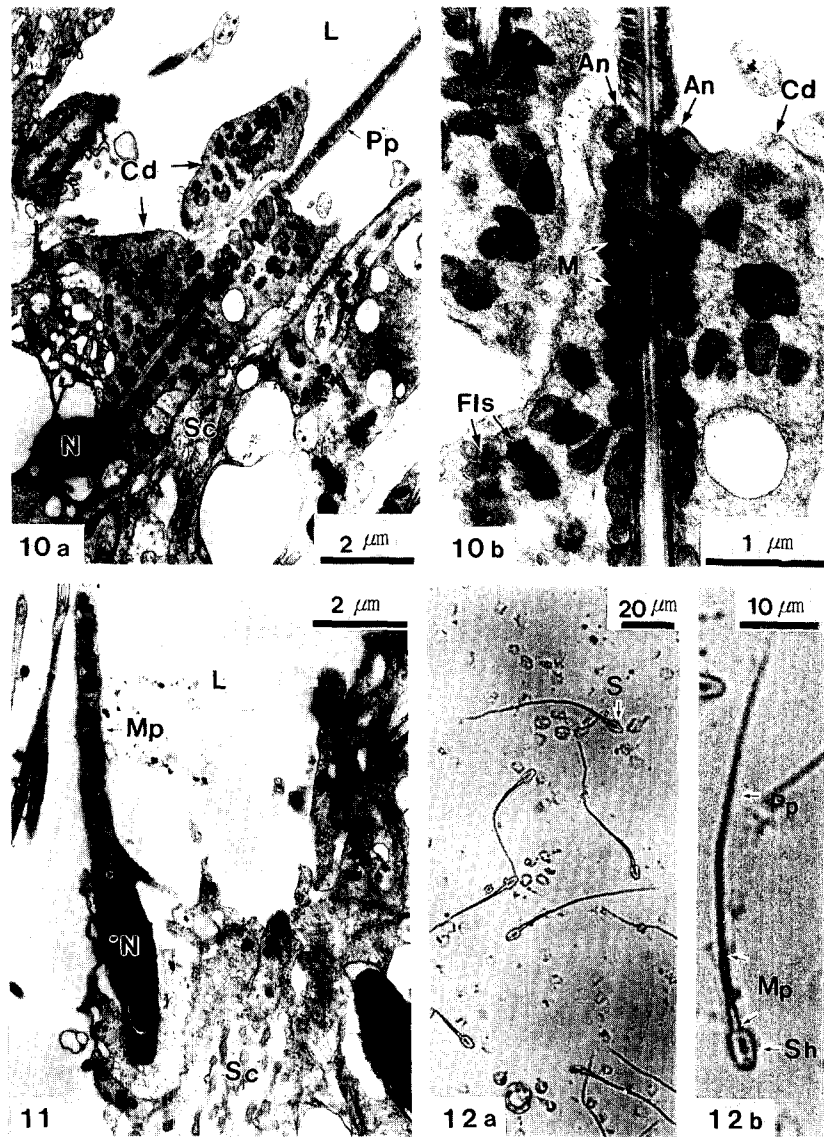
**Fig. 6.** Electron micrograph of a spermatid at the late cap phase. Showing the acrosome spreading over the anterior one-third of the nucleus. Note acrosomal vesicle spread outward from the posterior pole of the nucleus and acrosomal granule was completely distributed into the fold of the acrosomal cap. A, acrosome; N, nucleus; Sc, Sertoli cell.

**Fig. 7.** Electron micrograph of a spermatid at the early acrosome phase. The acrosomal vesicle spread to one-half of the nuclear surface. Note the appearance of manchette in early acrosome phase. A, acrosome; C, centriole; Cg, chromatin granule; Mc, manchette; N, nucleus.



**Fig. 8(a-b).** Electron micrograph of spermatid at the late acrosome phase. Note condensation of a cylindrical chromatin granules in the nucleus (Fig. 8a), and the appearance of nuclear ring (Fig. 8b). A, acrosome; Cg, chromatin granule; Mc, manchette; N, nucleus; Nr, nuclear ring.

**Fig. 9(a-b).** Electron micrograph of a spermatid at the maturation. a, This phase had better condensation of chromatin granule in nucleus more than late acrosome phase. b, Transverse section of the manchette of the maturation phase Showing nuclear membrane and the associated microtubules of the mannchette. The inset is transverse section of the post-nuclear region. (Scale bar = 2 μm). A, acrosome; C, centriole; Mc, manchette; N, nucleus; Nm, nuclear membrane; Nr, nuclear ring.



**Fig. 10.** Electron micrograph showing spermiation phase in the period of spermiogenesis. a, Electron micrograph of early spermiation phase showing immature sperm to contain cytoplasmic droplet. b, Higher magnification of immature sperm. Note flower-like structure appeared at the middle piece region. An, annulus; Cd, cytoplasmic droplet; Fls, flower-like structure; L, lumen; M, mitochondria; N, nucleus; Pp, principal piece; Sc, Sertoli cell.

**Fig. 11.** Electron micrograph of the late spermiation phase. L, lumen; Mp, middle piece; N, nucleus; Sc, Sertoli cell.

**Fig. 12(a-b).** Light micrographs showing mature sperm(a) in the cauda epididymis. And, magification of mature sperm(b) in figure 12a. Mp, middle piece; Pp, principal piece; S, sperm; Sh, sperm head.



1952a)되어지며 세정관 내의 정자형성 과정은 포유동물의 종에 따라 다소 차이가 나며, 또한 동일한 횡단면 내에서도 각 단계가 동시에 연속적으로 진행된다. 특히, 세정관의 정상피의 분화는 정소망쪽으로 갈수록 더욱더 성숙한 단계를 보여 주는데 이를 정자형성파(spermatogenic wave)라고 불리운다. 그럼에도 불구하고 포유동물의 생식형에 있어서 계절적 생식유형에서 볼 수 없는 동면성 박쥐인 한국산 관박쥐의 경우는 동일한 횡단면 내에서 월별 변화에 따라 각각의 정상피의 분화양상이 단계적으로 구분되어 나타나는데, 이와같은 현상은 교미시기를 적절히 조절함으로써 번식조절을 위한 것이라고 시사하였다((Lee *et al.*, 1993a).

한편, 정자변태 과정에서 세정관 정상피세포의 분화단계를 보면, 사람의 경우에 있어서 de Kretser(1969)는 6기로 보고 하였고, Holstein(1976) 및 Holstein과 Schirren(1979)은 8기로 보고하였다. 또, 포유동물의 경우에 한우(裊와 金, 1984)와 돼지(金, 1986) 그리고 캥거루(金 등, 1987)는 9기, 청여우(Andersen, 1978)와 개코원숭이(Afzelius *et al.*, 1982) 그리고 한국산 관박쥐(Lee *et al.*, 1992)는 10기로 보고하였다. 따라서, 단계별 구분을 보면 고양이의 정자변태 과정은 청여우, 개코원숭이, 한국산 관박쥐의 경우와 대체로 유사하지만 정자의 외형적 특징은 다소 차이가 있다. 그리고 이러한 정자변태 과정의 구분은 종에 따라 다소 형태의 차이가 있으며, 사람의 경우에는 de Kretser(1969)는 6기로 보고하였고 Holstein(1976) 및 Holstein과 Schirren(1979)은 8기로 보고하였는데 이는 어느 정도 주관적인 관점에서 구분하였다고 사료된다.

본 연구의 결과, 골지전기에서는 작은 침체소포들이 여러 개로 나타났으나 골지후기에서는 침체소포가 커지고, 커다란 침체소포 한 개가 나타났다(Figs. 2, 3, 4). 이것은 청여우(Andersen, 1978)와 개코원숭이(Afzelius *et al.*, 1982)의 경우와 같다. 그러나 고양이 정자세포의 분화에 관한 Burgos와 Fawcett(1955)

의 연구에서는 전침체 과립(proacrosomal granule)이 나타나서 공포(vacuole)에 합쳐진다고 하였는데, 본 연구에서는 전침체 과립과 공포가 합쳐지는 과정은 관찰되지 않았으나 침체소포내에는 이미 전자밀도가 높은 침체과립이 들어 있었다. 이러한 차이는 Burgos와 Fawcett(1955)의 경우에서 골지단계를 더 세분한 결과라고 생각된다.

한편, 골지단계의 침체소포 주위에는 골지체와 공포가 나타났으며, 골지체 위치변화는 조금씩 핵의 연접부로 이동하여 나타났다(Figs. 2, 3). 이러한 현상은 침체형성 과정과 관련하여 볼 때, 일반 포유류에서 나타나는 일련의 과정이기는 하지만 침체소낭 주변의 골지체가 점점 침체소낭과 연접되어 있는 것으로 보아서 이는 세포질내에서 이미 합성된 침체 전구물질이 골지낭으로 이송되고 골지낭으로 이송된 전구물질이 침체소낭내로 유입되는 것(Lee *et al.*, 1992)임을 시사해 준다.

핵의 변화와 관련하여 볼 때, 염색질의 응축은 골지후기에서 염색질 과립이 나타났으며, 침체후기에서는 핵륜과 만세트가 핵의 후반부로 신장됨에 따라 염색질은 더욱더 응축되어져 나타났다(Fig. 8a). 이러한 특징은 한국산 관박쥐(Lee *et al.*, 1992)의 경우와 같으며, 돼지(金, 1986)나 한우(裊와 金, 1984), 청여우(Andersen, 1978)와 개코원숭이(Afzelius *et al.*, 1982) 등과는 차이가 나타났다.

정자세포는 두모후기까지 거의 원형이며(Fig. 6), 침체후기에 이르러 만세트의 구조물이 나타났다(Fig. 7). 또한 이 시기에서는 핵이 신장되고 핵질의 응축은 더욱 진행되지만 핵륜은 핵의 종단까지 하향하지 못하였는데(Fig. 8a, b), 이는 한우(배와 김, 1984)와 돼지(김, 1986)의 경우와 같았다.

꼬리의 생성은 한우의 경우에 골지전기에서 축사가 막에 싸이지 않은 상태로 관찰되었고(裊와 金, 1984), 돼지(金, 1986)의 경우에는 침체에서 꼬리원기가 침체의 반대 방향에서 관찰되지는 반면에(金, 1986), 본 연구에서는 두모중기에서 핵 아래쪽에 기부중심립과 원위중심립이 부착된

상태로 관찰되었다(Fig. 5). 중심립의 생성단계에서 볼때, 기부중심립은 핵의 아래쪽에 함입된 부분에 부착되어 있었으며 원위중심립은 첨체과립의 반대방향으로 나타나게 되는 것으로 보아, 두모전기에서 이미 중심립이 형성되었으리라고 여겨진다.

특히, 만세트는 첨체전기에서 출현하여(Fig. 7) 점차적으로 원형의 핵을 더욱 더 신장화시킨 후 성숙단계까지 나타났다(Fig. 9a, b). 만세트의 신장은 핵의 형태변화에서 핵의 신장화와 관련되므로 정자 두부형성에 매우 중요하며, 본 실험에서는 핵을 원형으로 뾰뾰하게 둘러싸고 있다(Fig. 9b, Inset). 이와 관련하여 볼 때, 설치류의 정자변태 동안에 만세트의 기원과 형태발생에 관한 연구에서 만세트의 미세소관의 수는 종에 따라 항구성을 갖는다고 보고하였는데(Rattner and Brinkley, 1972). 미세소관의 형태가 각각의 종들마다 수와 형태가 차이가 남을 알 수 있다. 즉 돼지에 있어서 미세관이 ㄷ字狀이나 ㄱ字狀으로 이중환구조를 하고 있고(金, 1986). 본 실험에서는 미세관들이 핵을 원통형으로 둘러싸여져 있음을 관찰하였다(Fig 9b, Inset).

또한 정자 머리의 형태에 영향을 미치는 형태발생의 요인으로는 포유동물을 비롯하여 몇몇의 조류와 무척추동물의 정자는 종에 따라 머리 크기, 모양 및 미세구조에 차이를 보이며, 같은 종이라 할지라도 품종에 따라 약간의 차이가 있음을 보고 하였다(Fawcett *et al.*, 1971). 이러한 미세관의 형태가 핵의 형태변화에 미치는 결과로서는 설치류의 경우 대개 정자 두부가 낫골모양을 취하고 있는 반면에 사람을 비롯하여 고양이, 개, 캥거루우, 박쥐류 등의 일반 포유동물의 정자 두부는 둥글거나 포환형을 가짐을 볼 때, 만세트의 미세관 구조의 역할이 정자핵의 형태변화에 중요한 역할을 담당하리라 여겨진다.

정자변태 중에서 사람(Holstein and Schäfer, 1978)의 경우에 정자세포의 5단계에서 꽃모양구조가 나타나는데 고양이에서도 역시 이탈전기에서 나타났다. 그러나 여전히 꽃모양구조에 대한 세부적인 기능은 알려져 있지 않은 실

정이다.

이탈전기에서는 정자의 꼬리에 미토콘드리아가 나선형으로 감겨서 중편부(middle piece)를 완성하고, 이탈후기에서 이르러 정자는 세정관의 내강(lumen)으로 빠져나간다(Fig. 11). 정소상체 미부내에 저장된 정자의 크기는 55  $\mu\text{m}$ 로서, 두부(head)가 5  $\mu\text{m}$ 이고, 중편부(middle piece)는 10  $\mu\text{m}$ , 그리고 주부(principal piece)는 40  $\mu\text{m}$ 이었다(Fig. 12b).

본 실험에서 사용된 2월, 8월, 10월의 실험재료 중 2월의 실험군에서 가장 많은 정자를 관찰할 수 있었고, 8월의 실험군에서는 보다 적은 수의 정자를 관찰되었고, 10월의 실험군에서는 정자를 거의 볼 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 정자형성과정이 가장 활발한 2월의 실험군을 토대로 하였다. 특히 이러한 결과는 계절에 따른 번식기와 관련이 있을 것으로 생각된다.

## 인용문헌

- Afzelius, B.A., R.E. Johnsonbaugh, J. W. Kim, L. Plöen, and E. M. Ritzén, 1982. Spermogenesis and testicular spermatozoa of the Olive baboon (*Papio anubis*). *J. Submicrosc. Cytol.* **14(14)**: 627-639.
- Andersen, K., 1978. Fine structure of developing spermatids used as a basis for staging of the spermateliosis in the blue fox (*Alopex lagopus*). *Zbl. Vet. Med. C.Anat. Histol. Embryol.* **7**: 164-184.
- 裴大植, 金鍾旭, 1981. 韓國在來山羊 精子的 微細構造. *韓畜誌.* **23(3)**: 235-242.
- 裴大植, 金鍾旭, 1984. 韓牛의 精子完成에 관한 電子顯微鏡的研究. *韓畜誌.* **26(6)**: 509-526.
- Brown, H.H., 1885. On spermatogenesis in the rat. *Quart. J. Microscop. Sci.* **25**: 343-370. Cited by Leblond and Clermont, 1952.
- Burgos, M.H., and D.W. Fawcett, 1955. Studies on the fine structure of the mammalian testis. I. Differentiation of the spermatids in the cat (*Felis domestica*). *J. Biophysic. Biochem. Cytol.* **1**: 287-300.
- Challice, C.E., 1953. Electron microscope studies of spermogenesis in some rodent. *J. Roy. Microsc. Soc.* **73**: 115-127.
- de Kretser, D.M., 1969. Ultrastructural features of human spermogenesis. *Z. Zellforsch.* **98**: 477-505.
- Fawcett, D.W., and R.D. Hollenberg., 1963. Changes in

- the acrosome of guinea pig spermatozoa during passage through the epididymis. *Z. Zellforsch. mikrosk. Anat.* **60**: 276-292.
- Fawcett, D.W., W.A. Anderson, and D.M. Phillips. 1971. Morphogenetic factors influencing the shape of the sperm head. *Devel. Biol.* **26**: 220-251.
- Holstein, A.F., 1976. Ultrastructural observations on the differentiation of spermatids in man. *Andrologia.* **8**: 157-165.
- Holstein, A.F., and E. Schäfer, 1978. A further type of transient cytoplasmic organelle in human spermatids. *Cell Tissue Res.* **192**: 359-361.
- Holstein, A.F., and C. Schirren., 1979. Classification of abnormalities in human spermatids based on recent advances in ultrastructural research on spermatid differentiation, In: *The Spermatozoon* (Fawcett D. W. and J. M. Bedford, eds.). Urban and Schwarzenberg. Inc., Baltimore. PP. 341-353.
- 정진황, 1988. 진도犬의 정자완성과 정자에 관한 전자현미경적 연구. 충북대 대학원 석사논문.
- 金鍾旭, 1986. 돼지의 精子完成에 관한 電子顯微鏡的研究. *한전현학지.* **16(1)**: 1-13.
- 金鍾旭, H.R. Harding and C.D. Shorey. 1987. 캥거루 (*Allied Rock Wallaby, Petrogale assimilus*)의 정자완성과 정자에 관한 전자현미경적 연구. *한전현학지.* **17(1)**: 1-15
- 김용환, 1991. 진도犬 精細管上皮의 정자발생과 미세구조. 전남대 대학원 석사논문.
- Leblond, C.P., and Y. Clermont., 1952a. Sermiogenesis of rat, mouse, hamster and guinea pig as revealed by the "periodic acid-fuchsin sulfurous acid" technique. *Amer. J. Anat.* **90**: 167-215.
- Leblond, C.P., and Y. Clermont., 1952b. Definition of the stages of the seminiferous epithelium in the rat. *Ann. New York Acad. Sci.* **55**: 548-573.
- Rattner, J.B., and B.R. Brinkley, 1972. Ultrastructure of mammalian spermiogenesis. III. The Organization and morphogenesis of the manchette during rodent spermiogenesis. *J. Ultrast. Res.* **41**: 209-218.
- von Ebner, V., 1888. Zur Spermatogenese bei den Säugethieren. *Arch. mikrosk. Anat. Entwicklungsmech.* **31**: 236-292. Cited by Leblond and Clermont, 1952.
- Lee, J.H., B.J. Choi and S.W. Son. 1992. Spermiogenesis in the Korean greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum korai*. *Korean. J. Electron Microscopy.* **22(2)**: 97-117(in Korean with English abstract).
- Lee, J.H., S.W. Son, T. Mōri and S. Shiraishi. 1993a. Studies on the reproductive pattern in the male of Korean greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum korai*. I. The cycle of seminiferous epithelium and histological changes of testis. *Korean. J. Zool.* **36(1)**: 36-50(in Korean with English abstract).
- Lee, J.H., S.W. Son, T. Mōri and S. Shiraishi. 1993b. Studies on the reproductive pattern in the male of Korean greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum korai*. II. Histological changes of cauda epididymis by sperm entrance, storage and disappearance. *Korean. J. Zool.* **36(1)**: 51-66 (in Korean with English abstract).

(Accepted June 22, 1994)

---

**Spermogenesis in the Korean Cat (*Felis domestica*)**

Sung-Won Son, Jung-Hun Lee, Yong-Man Choi\*, Young-Mo Jeoung (Department of Biology, College of Natural Sciences, Kyungnam University, Masan, Kyungnam 630-701 and Dongjin middle school, Jaeun-dong, Jinhae, Kyungnam 645-300, Korea\*)

In order to study process of spermogenesis of the Korean cat (*Felis domestica*), the testis and epididymis obtained from sexually matured male reproductive organs, were examined by light and electron microscope, and the results obtained are as follows.

1. Spermogenesis of the Korean cat was divided according to differentiation of the cell structure into Golgi, cap, acrosome, maturation and spermiation, and these phases; Golgi, acrosome and spermiation phases were further divided into steps of early and late phase respectively, and cap phase into three steps of early, mid and late phases, and maturation phase has only one step. Hence, the spermogenesis of the Korean cat have been further subdivided into a total of ten phases.

2. The tail of sperm began to develop in the mid-cap phase.

3. The chromatin granules began to be condensed in early-acrosome phase and the condensation proceeded to global form in the center of nucleus at the phase of late-acrosome and disappearance of chromatin granules occurred in the maturation phase.