

한국산 평의 고훈수출소관의 구조

백영기 · 양홍현 · 김인식 · 박영석

전북대학교 수의과대학
(1996년 7월 18일 접수)

The structure of the ductuli efferentes in the Korean native pheasant(*Phasianus colchicus korpowi*)

Young-ki Paik, Hong-hyun Yang, In-shik Kim, Young-seok Park

College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University

(Received Jul 18, 1996)

Abstract : The morphology of the ductuli efferentes of the Korean native pheasants were observed in order to obtain a basic data for further studying reproductive physiology and other male genital organs.

The mature (14-16 months after hatching) male pheasants were used in this study. The specimens from pheasants were collected on a monthly basis.

The general morphological changes of the ductuli efferentes were observed with hematoxylin-eosin stain, and semithin section by light microscope. The ultrastructural changes of the ductuli efferentes were investigated with ultrathin section by transmission electron microscope.

The results obtained are summarized as follows :

1. During the breeding season, the average height of ductuli efferentes epithelium was $23.45 \pm 2.34 \mu\text{m}$ and was largely decreased by $17.85 \pm 2.01 \mu\text{m}$ during the non-breeding season. The thickness of interstitial tissue was comparatively increased during the non-breeding season.
2. During the breeding season, the epithelial cells of ductuli efferentes were well developed. During the non-breeding season, epithelial layer and lumen of ductuli efferentes, were markedly reduced compared with those of breeding season.
3. Morphological changes of the ductuli efferentes underwent periodic changes paralleling to the spermatogenic cycle.
4. At least two different cell types were identified in the epithelium of ductuli efferentes, namely non-ciliated and ciliated cells.
5. The ciliated cells possess many vesicles, slightly smaller than those of the non-ciliated cells.
6. The ciliated cells contained numerous mitochondria, smooth and rough endoplasmic reticulum, Golgi complex, lysosome, and oval nuclei. The non-ciliated cells had a irregular

이 논문은 한국과학재단에서 지원한 목적기초연구 지원에 의하여 연구되었음.(KOSEF 921-1500-027-2)

Address reprint requests to Dr. Young-ki Paik, College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Republic of Korea.

nuclei and a cytoplasm containing few organelles.

7. During the breeding season, a number of vesicles, rough and smooth endoplasmic reticulum, Golgi complex, and mitochondria were distinctively showed in the epithelial cells but in the non-breeding season only a few observed.

Key words : pheasant, ductuli efferentes, morphology.

서 론

각종 동물의 고환수출소관 상피의 형태와 기능에 관한 연구가 많은 연구자들에 의해서 다양한 방법으로 시도되었다.^{7,10,11,16,18,26,28,30,34,36-38}

포유동물류에 있어서 부고환관은 고환수출소관과 연결되고 부고환 머리에서 시작하여 굴곡된 단일관을 형성하며 다시 몸통, 꼬리로 연장되어 정관으로 연속되는 긴 관이다^{11,25}. 조류는 부고환부위의 상피가 단층편평상피 또는 단층입방상피로 구성된 고환그물(rete testis)에서 시작하여 섬모를 갖고 있는 거릿중층원주상피로 이루어진 고환수출소관(ductuli efferentes)으로 이행되고, 이 고환수출소관은 다시 고환수출소관과 조직학적 구조가 유사한 결합소관(connecting ductule)을 통하여 섬모는 없고 거릿중층원주상피로 구성된 짧은 부고환관(ducts epididymis)에 연속된다^{1,4,12,14,30}.

따라서 조류는 포유동물류처럼 부고환을 머리(head), 몸통(body), 꼬리(tail) 3부분으로 구분하기가 어렵기 때문에 Lake¹⁹가 부고환부위(epididymal region)라는 용어를 처음으로 사용하였다. Tingari³⁰는 조류의 부고환부위는 형태적 기능적인 특징에 따라 포유동물류 부고환의 머리에 해당되고 정관은 부고환의 몸통과 꼬리에 해당된다고 하였다. Munro²⁴는 닭 부고환부위를 통과하는 동안 정자의 기능적인 변화에 대하여 보고한 바 있으며, Budras와 Sauer⁴는 닭 고환수출소관의 발생, 형태 및 분포에 관하여 보고하였다.

생쥐(mouse)나 흰쥐(rat)에서는 고환수출소관의 상피가 단층원주상피로 덮여 있는데 섬모세포와 무섬모세포로 구분되어 관찰되며 흡수기능을 가지고 있다¹⁶. Budras와 Sauer⁴는 닭의 고환수출소관이 근위세관(proximal tubule), 헨레고리(Henle's loop) 및 원위세관(distal tubule)에서 발달한다는 보고를 하였으며 그 밖에 조류에서 고

환수출소관의 형태에 관한 연구가 닭^{12,19,30}, 칠면조¹⁴, 배추라기⁵, 오리³⁸ 및 거위²² 등을 대상으로 보고되어 있다.

Nicander와 Glover²⁶에 의하면 부고환은 곱슬정세관상피(semiferous epithelium)에서 생성된 정자의 수송과, 성숙, 저장, 대사산물의 분비와 흡수 그리고 변성된 정자의 제거에 있어서 기능적으로 중요한 부위임을 보고하였으나 Lake¹⁹ 및 Tingari³²에 의하면 조류의 부고환부위는 정자를 저장하는 기능이 없는 것으로 보고되었다. 그러나 정자와 고환수출소관 상피세포와의 상호관계에 관하여는 뚜렷한 연구보고가 없다.

이와같이 고환수출소관상피에 관한 연구는 주로 일반 실험동물을 대상으로 하였고 형태적으로 다른 섬모세포(ciliated cell), 무섬모세포(non-ciliated cell) 등 2종이상의 세포로 구성된 상피조직을 조직학적 방법과^{1,2,12,14,19,23,30,38} 조직화학적 방법^{29,35,37}으로 규명하였으며 근래에는 전자현미경적인 연구³¹⁻³⁴가 시도되고 있다. 이러한 연구에서 고환수출소관상피세포의 형태적, 기능적 특징이 밝혀져 가고 있으나 아직도 연구자에 따라 상당한 견해차이를 나타내고 있다. 또한 햄스터⁸, 황소¹⁰ 및 기니피그¹⁷ 등의 포유동물류의 고환수출소관에 관한 연구보고는 있으나 야생 조류에서의 연구보고는 극히 희소하며 특히 꿩에서 생식기관의 형태와 기능에 관한 연구는 찾아보기가 어렵다.

따라서 야생조류로써 실험동물 model로 개발이 가능한 한국산 꿩을 실험동물로 하여 고환수출소관 상피의 형태적 변화를 관찰함으로써 생식주기에 따른 그 기능을 더욱 정확하게 파악하는데 도움이 되리라 생각되어 본 연구를 시도하였다.

재료 및 방법

실험동물 : 한국산 성숙 수꿩(Korean native pheasant, *Phasianus colchicus korpowi*) 70수(14~16개월령, 체중 1,

200~1,400g)를 전주근교에 있는 아시아나 평 농장에서 구입하였다. 구입한 평은 1개월동안 전북대학교 수의과 대학 사육장 환경에 적응시킨 후 사육시키면서 매월 중순에 4수씩 택하여 실험에 사용하였다.

부위별 관상피의 높이 계측 : 조직표본에서 고환그물, 고환수출소관, 결합소관 및 부고환관 등의 관상피를 각각 15~20개 택하여 상피세포의 높이를 미측계(micrometer)를 이용하여 광학현미경하에서 계측하고 SAS(Statistical Analysis System) 방법에 의하여 Duncan,s Multiple Range Test로 통계처리하였다.

조직의 채취 : 목동맥을 방혈시키는 방법으로 희생시킨 후 복강을 절개하고 배대동맥 양측에 위치한 부고환 부위를 즉시 적출하였다. 왼쪽 부고환부위는 광학현미경적 관찰을 위하여 Bouin액에 고정시켰고 오른쪽 부고환 부위는 투과전자현미경적 관찰을 위하여 phosphate buffer(pH 7.3)에 희석한 2.5% glutaraldehyde에 고정시켰다.

광학현미경적 관찰 : Bouin액에 고정된 부고환 부위를 일반적인 조직표본제작방법에 의하여 파라핀에 포매한 조직을 조직절편기(Shandon, Hypercut)로 6 μ m 두께의 연속절편을 제작하였다. 고환수출소관 상피의 일반적인 형태변화상을 관찰하기 위하여 hematoxylin-eosin 염색을 실시하고 광학현미경하에서 관찰하였다.

투과전자현미경적 관찰 : 2.5% glutaraldehyde에 고정된 부고환 부위를 1mm³로 세절하여 phosphate buffer(pH 7.3)에 세척한 후 1% osmium tetroxide에 후고정하였으며 acetone을 이용하여 탈수하고 propylene oxide로 치환한 뒤 Epon 812에 포매하였다.

초박절편기(ultramicrotome, Reichert-Jung)를 사용하여 후박절편(semithin section)을 제작한 후 1% toluidine blue로 염색하여 광학현미경으로 관찰하였으며, 형태적 변화가 뚜렷한 부위를 택하여 초박절편(ultrathin section)을 만들고 uranyl acetate와 lead citrate로 이중 염색하여 투과전자현미경(JEOL 1200)으로 관찰하였다.

결 과

부위별 관상피의 높이 계측 : 번식기(4~6월), 비번식기(8~3월)로 구분하여 부고환 부위의 각종 관상피의 높이를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 평 부고환 부위중 번식기에 관계없이 상피의 높이가 가장 높은 부위는 부

고환관이었고, 가장 낮은 부위는 고환그물이었다. 번식 주기별 상피세포의 높이를 측정된 결과 고환그물은 통계적으로 유의성이 없었으나 고환수출소관, 결합소관 및 부고환관에서는 1% 수준의 고도의 유의성(p<0.01) 있는 차이를 나타냈다.

Table 1. Changes in the height of the epididymal region in adult male pheasant during the annual reproductive cycle. (Unit : μ m)

Epididymal region	Breeding season	Non-breeding season
Rete testis	5.46 \pm 1.33 ^a	4.14 \pm 1.08 ^a
Ductuli efferentes	23.25 \pm 2.34 ^b	17.85 \pm 2.01 ^d
Connecting ductule	14.41 \pm 2.04 ^c	11.02 \pm 1.14 ^f
Ductus epididymis	28.16 \pm 4.19 ^a	20.34 \pm 2.65 ^c

*): Means with the same letter are not significantly(p>0.01) different.
Each value represents means \pm SD.

일반조직표본의 광학현미경적 관찰 : 4월의 평 고환수출소관의 상피는 거릿중원주상피로 구성되어 있었고 비번식기에 비하여 상피층이 두터워져 있으며 핵은 상피기저막 부분에서 약간 위쪽에 위치하고 있었다. 상피세포의 벽과 기저층, 관강면이 주름져 있고 관강내에서는 다수의 정자가 흩어져 관찰되었다(Fig 1).

5월의 평 고환수출소관 상피층의 두께는 4월에 비하여 약간 두터워져 있고 핵의 크기도 약간 커져 있었다. 상피를 이루고 있는 세포중 핵은 원형이며 호염기성(basophilia)으로 나타나는 섬모세포와 핵은 난원형이며 호산성(eosinophilia)으로 나타나는 무섬모세포가 관찰되었다. 관강내에는 고환수출소관 상피세포에서 분비된 것으로 보이는 분비물질을 관찰할 수 있었고 관강의 가운데 부위에서는 정자를 거의 관찰할 수 없었으나 일부 상피세포 굴곡부위에서 다수의 정자가 흩어져 관찰되었다(Fig 2).

9월의 평 고환수출소관 상피층은 번식기인 4월과 5월에 비하여 훨씬 얇아져 있고, 상피세포 핵의 크기는 5월에 비하여 작고 기저부에 밀집되어 나타났으며 관강내에는 일부 상피세포 탈락물을 관찰할 수 있었다. 또한 그물망과 같은 구조로 되어 있고 상피는 단층입방상피로 이루어져 있는 고환그물을 잘 관찰할 수 있었으며 고환그물이 고환수출소관으로 이행되는 부위에서 거릿중원주상피로 변화되는 것을 명확하게 관찰할 수 있었다(Fig 3).

11월의 평 고환수출소관의 외형은 원형으로 관찰되었

고 상피를 이루고 있는 세포는 주로 1층으로 이루어져 있으며 상피층의 두께는 번식기에 비하여 훨씬 얇아져 있었다. 관강은 별모양으로 굴곡되어 있으며 관강내에는 내용물이 전혀 관찰되지 않았고 관강면에서는 조밀하게 배열되어 있는 섬모를 잘 관찰할 수 있었다. 또한 기저막 바로 밑의 간질조직은 두꺼워져 있었다(Fig 4).

박질편의 광학현미경적 관찰 : 4월의 평 고환수출소관 상피층을 이루고 있는 세포중 섬모세포는 핵소체가 명료하였고 핵은 주로 섬모세포의 중앙에 위치하고 있었으며 외형은 주로 원형으로 관찰되었다. 무섬모세포 핵의 외형은 주로 난원형으로 관찰되었고 세포질 전반에 걸쳐서 많은 소포가 산재되어 나타났으며 일부 무섬모세포에서는 수포양돌기(bleb-like projection)를 잘 관찰할 수 있었다. 관강내에서는 분비성 물질이 관찰되었다(Fig 5).

6월의 평 고환수출소관 상피는 2-3층의 거짓중층원주상피로 구성되어 있고 상피를 이루고 있는 세포의 핵은 외형이 다양한 형태를 나타내었다. 일부세포는 2개의 명료한 핵소체를 갖고 있었고 관강내에는 분비성 물질이 염색된 것을 관찰할 수 있었으며 간질조직에는 다양한 종류의 세포가 잘 발달되어 있었다(Fig 6).

10월의 평 고환수출소관은 수축하는 양상을 나타내었고 직경은 6월에 채취한 표본에 비하여 현저하게 작아져 있었다. 핵의 외형은 원형이었고 주로 세포질 바닥부분에 위치하고 있었으며 일부 세포의 핵소체는 명확하게 관찰되었다. 상피세포를 이루고 있는 세포는 주로 1층으로 이루어져 있고 극히 제한된 부위에서만 2층으로 되어 있었다(Fig 7).

12월에 채취한 평 고환수출소관의 직경은 10월에 채취한 표본과 유사하였다. 상피층을 이루고 있는 세포는 대체적으로 1-2층으로 구분해볼 수 있으며 핵의 외형은 원형, 난원형 또는 불규칙한 원형을 나타내고 있고 핵인을 뚜렷하게 구분해볼 수 있었다. 바닥부분 및 중간에 있는 세포층에서는 크기가 다양한 다수의 소포를 관찰할 수 있었다(Fig 8).

전자현미경적 관찰 : 4월의 평 고환수출소관 상피는 여러층으로 구성되어 있었다. 상피세포중 섬모세포의 핵은 세포질 가운데에 위치하고 있으며 핵은 난원형 또는 불규칙한 원형으로 관찰되었다. 이 세포의 세포질에는 크기가 다양한 막으로 둘러싸인 소포가 다수 관찰되었다. 세포질의 일부가 관강면을 향하여 불룩하게 돌출

되어 있었고 관강면에서는 다양한 각도에서 섬모가 잘 관찰되었다. 무섬모세포의 핵의 외형은 불규칙하게 나타났고 막으로 둘러싸인 소포의 크기가 섬모세포에 비하여 크게 관찰되었다. 무섬모세포의 핵 주위에서는 이질염색질(heterochromatin)이 관찰되었다(Fig 9).

5월의 평 고환수출소관 상피세포의 핵은 난원형 또는 원형으로 관찰되었고 핵내에는 주로 진정염색질(euchromatin)이 나타났으며 핵소체가 뚜렷하였다. 난원형의 핵을 갖고 있는 세포사이에 끼어 있는 세포의 핵은 내막과 외막이 명확하게 구분되어 관찰되었고 이 막이 일부에서는 평활하지 않았다. 핵 가까이에서부터 바닥부분에 걸쳐 일정한 부위에 집중되어 사립체가 관찰되었다. 사립체의 외형은 원형, 불규칙한 타원형 또는 뚜렷한 층판상 농선을 갖고 있고 양끝은 뾰족하고 가운데 부분은 잘록한 형으로 다양한 형태를 나타내었다. 핵막 주위와 세포질 전반에 걸쳐 고르게 흩어져 나타나는 α , β 형의 당원과립(glycogen granules)을 관찰할 수 있었다. 핵 가까이에서는 관모양(tubular form)의 수조(cistern)를 갖고 있는 무과립형질내세망이 잘 발달되어 있고 사립체 사이에서는 과립형질내세망이 관찰되었다(Fig 10).

6월의 평 고환수출소관 상피세포의 핵은 난원형으로 관찰되었고 핵의 내막과 외막이 명확하게 관찰되었다. 핵의 주변 세포질에는 내막과 외막이 명확하게 구분되는 사립체가 관찰되고 이 소기관의 외형은 원형, 타원형 또는 불규칙한 타원형으로 나타났다. 세포질 전반에 걸쳐 소포형 무과립형질내세망이 고르게 분포되어 있었고 무과립형질내세망 사이에 골지복합체와 용해소체가 관찰되었다(Fig 11).

8월의 고환수출소관 상피세포는 1층으로 구성되어 있었다. 세포의 핵의 외형은 난원형, 불규칙한 타원형 또는 불규칙한 삼각형으로 관찰되었으며 대부분의 핵이 바닥부분에서 약간 떨어져서 위치하고 있었다. 핵내의 염색질은 대부분 진정염색질로 관찰되었고 극히 제한된 부위에서만 이질염색질을 나타내었다. 핵의 주변 세포질에는 자유리보소체가 세포질 전반에 걸쳐 고르게 분산되어 나타났다. 이웃하는 세포와 치밀하게 결합된 연결부위를 확인할 수 있었다. 사립체의 농선이 소실되어 있고 중심소체가 명확하게 나타나는 세포를 관찰할 수 있었다. 또한 소수의 용해소체를 확인할 수 있었고 막으로 둘러싸인 소포가 다수 관찰되었다(Fig 12).

10월의 평 고환수출소관 상피세포는 1-2층으로 구성

되어 있었다. 관강면에 가까이 위치하고 있는 세포의 핵의 외형은 불규칙한 타원형으로 관찰되었고 핵주위 세포질에는 막으로 둘러싸인 소포가 다수 관찰되었다. 바닥부분에 위치하고 있는 세포의 핵의 외형은 난원형 또는 불규칙한 형으로 관찰되었고 세포질내 구성물은 상층부위에 위치하고 있는 세포와 유사하였다. 세포질 전반에 걸쳐 자유리보솜체가 산재되어 나타났으며 관강면에는 섬모가 잘 발달되어 관찰되었다(Fig 13).

11월의 채취한 평 고환수출소관 상피세포는 내막과 외막이 명확하게 구분되는 세포와 핵막이 불분명한 세포를 관찰할 수 있었다. 핵 가까이에 위치하고 있는 사립체의 능선은 명확하였으나 일부에서는 사립체의 막이 소실되어 있었다. 소포형 무과립형질내세말이 세포질에 고르게 분포되어 있었고 용해소체가 다수 관찰되었다. 세포질 근대근데에서 자가포식공포를 관찰할 수 있었다. 또한 세포질내 소기관 사이에 당원과립이 분산되어 나타났다(Fig 14).

고찰

조류의 부고환 부위는 고환의 등쪽 중앙에 위치하며 포유동물류와는 달리 곧은정세관, 고환중격이 없고 부고환이 고환그물에서 시작하여 고환수출소관, 결합소관, 부고환관으로 이어지는 짧은 관이다^{1,4,11,12}. 닭의 부고환은 번식기에는 백색을 띠고 부드러우며 비번식기에는 갈색 또는 회색을 띠고 약간 단단하게 관찰된다³¹. Yanagimachi *et al*³⁶은 햄스터에서 부고환의 각종 부위의 상피세포의 세포학적 특징과 정자표면에 소포의 침윤형태 및 정자세포가 운동능력과 수정능력을 획득하는 부위를 관찰하여 부고환에서의 정자의 성숙에 관한 연구를 하였다. Clurow와 Russell⁵은 메추라기 부고환 부위의 수술기능을 관찰하여 정자가 고환수출소관을 통과하는 데에는 8분이 소요되며 결합소관, 부고환관 그리고 정관을 통과하는 데에는 24시간이 소요된다 하였고 고환그물을 통과하는 데에는 25초가 소요된다고 하였다. 본 연구에서도 고환그물내에서 번식기에 정자가 거의 관찰되지 않는 것으로 보아 통과하는데 소요되는 정확한 시간을 측정할 수는 없지만 주기적으로 빠르게 고환그물을 통과하는 것으로 추정되었다. 또한 Martin과 Risley²¹는 흰쥐(rat) 부고환의 주세포(principle cell)와 온분비세포(holocrine cell)에 분비기능이 있음을 보고하였다.

Fornes *et al*⁹은 흰쥐의 정자와 부고환상피세포 사이의 상호작용은 막이 결합된 소포(membrane-bounded vesicles)를 통하여 분비물질을 방출하는 기전과 부동모(stereocilia)와 정자사이의 직접적인 접촉의 기전에 의해서 이루어짐을 보고하였다.

부고환의 상피를 부위별로 관찰한 Goyal *et al*¹¹은 염소 부고환관의 상피의 높이가 I부위에서 가장 높으며 V부위에서 가장 낮았으나 관강의 직경, 평활근의 두께 및 관강내 정자의 농축은 V부위에서 가장 높았으며, I과 IV부위의 상피의 외형은 불규칙적인 모양을 나타내었고 다른 부위는 난원형임을 보고하였다. 본 실험에서는 상피의 높이가 가장 높은 부위는 부고환관이었고 고환그물이 가장 낮았으며 결합소관에서 정자의 수가 가장 많이 관찰되었다. 또한 관강의 직경이 가장 높은 부위는 고환수출소관이었으며 관강의 내강에는 많은 주름이 관찰되었다.

Bergman³은 계절번식하는 햄스터를 대상으로 빛의 양을 인위적으로 조절한 실험에서 계절번식에 영향을 미치는 가장 중요한 환경요인은 광주기(photoperiod)임을 주장하였고 Wislocki³⁵는 사슴에서 부고환의 계절적 변화가 있음을 보고하였다. Suzuki²⁹은 두더지(moles)에서, 류 등³⁷은 다람쥐에서 부고환의 조직학적 및 조직화학적 소견을 발표하였으며 Hellgren *et al*¹³은 목에 줄이 있는 멧돼지(*Tayassu tajacu*)에서 testosterone과 정소(testis)의 형태 그리고 정액(semen)의 성상을 계절에 따라 보고하였다.

계절번식하는 조류에 있어서는 거위에서 계절에 따른 부고환의 번식주기를 번식기(reproductive phase), 퇴화기(regressive phase), 휴지기(resting phase) 및 진행기(progressive phase)로 분류하였다²². Gray¹²와 Lake¹⁹는 닭에서, Mehrotra²³는 거위에서 각각 부고환의 조직학적 구조를 관찰한 보고에서 고환그물, 고환수출소관, 부고환관의 구조를 밝혔으나 결합소관에 관하여는 언급하지 않았다. 그후 여러 연구자들에 의해서 조류의 부고환 부위는 고환그물, 결합소관, 부고환 부위로 구성되어 있음이 보고되었다^{1,14,30,38}. Tingga³³는 닭 부고환 부위의 전자현미경적 연구에 있어서 다섯가지 종류의 세포가 관찰됨을 보고하였고 Hess¹⁴는 칠면조 부고환 부위에서 세포의 미세구조를 연구하여 여섯가지 종류의 세포를 관찰하였다.

고환수출소관은 생쥐(mouse)나 흰쥐(rat)의 상피가 단층원주상피로 섬모세포와 무섬모세포로 관찰되며 흡수

기능이 있다고 주장하였다¹⁶. Budras와 Sauer⁴는 고환수출소관은 근위세관(proximal tubule), 헨레고리(Henle's loop) 및 원위세관(distal tubule)에서 발달된다고 하였으며 닭^{12,19,30}, 칠면조¹⁴, 메추라기⁵, 오리³⁸ 및 거위²² 등의 고환수출소관은 거릿중층원주상피로 구성되어 있다는 것이 알려졌다. Tingari³⁰의 보고에 의하면 닭 고환수출소관은 상피벽, 바닥층 및 관강면이 주름져 있으며 한 종류의 등근 핵이 기저부에 위치하고 있으나, 칠면조의 고환수출소관 세포는 호염기성(basophil)의 염색상으로 나타나고 장축으로 신장된 핵을 갖고 있는 섬모세포와 호산성(eosinophil)의 염색상과 구형의 핵을 갖고 있는 무섬모세포 등이 관찰되며 닭과 칠면조의 고환수출소관 관강내에서 관찰되는 수포양돌출(bleb-like projection)은 표본제작 과정중의 이물질(artifact)일 가능성과 부분분비(apocrine secretion) 기능이 있음을 보고하는 등 논란이 되고 있지만 본 연구에서도 관찰되는 수포양돌기가 번식기에 현저히 증가하는 것으로 보아 부분분비 기능이 있는 것으로 생각되며 꿩 고환수출소관은 상피벽, 기저층 및 관강면이 심한 주름을 나타내고 섬모세포와 무섬모세포가 관찰되었으며 닭 보다는 칠면조의 경우와 비슷하였다.

Bailey²는 번식기의 고환수출소관은 직경이 증가하고 핵은 원형으로 바닥부분에서 관찰되며 관강이 보다 명확해지고 분비과립이 축적되는 반면에 비번식기에는 핵이 농축되어 있고 호산성 세포가 많이 관찰되며 관강내에는 많은 세포탈락물이 관찰됨을 보고하였다. 본 연구에서 꿩 고환수출소관은 번식기에는 상피의 높이가 $23.45 \pm 2.34 \mu\text{m}$ 이었고 관강내에서 많은 정자가 관찰되었고 일부에서는 상피세포내로 밀착되어 있는 정자가 관찰되었으며 이러한 소견은 고환수출소관의 상피가 왕성한 흡수능이 있는 것으로 추정된다. 또한 상피의 높이와 관강의 직경이 증가하였고 분비성 물질이 관찰되었으며 소포가 많이 관찰되며 핵은 세포의 중앙에서 관찰되었고 바닥부분 상피세포의 세포질내에는 많은 무과립형질내세망과 유리리보솜체가 관찰되었고 크기가 다양한 막으로 둘러싸인 소포가 다수 관찰되었으며 이 소포 사이에 용해소체도 군데군데 나타났다. 이 상피세포의 핵은 주름진 형태와 외형이 불규칙한 형태를 보이고 있다. 관강에 연접한 상피세포의 핵은 난원형이고 세포와 세포 사이의 세포연접도 부분적으로 주름져 있는 곳이 관찰되었으며 관강면에는 다양한 각도에서 섬모가 잘 관찰

되었다. 비번식기에는 $17.85 \pm 2.01 \mu\text{m}$ 로 고환수출소관 상피의 높이가 크게 감소되고 상대적으로 간질조직의 두께가 증가되어 나타났으며 세포의 핵은 기저부에 위치하여 타원형이고 세포간의 간격이 좁아서 세장하게 보이며 1층의 세포 또는 2층의 세포가 존재하고 섬모가 관강면에 밀생되어 나타났다. 또한 핵에는 핵소체가 뚜렷하게 보이고 주로 진정염색질(euchromatin)이 많은 것을 관찰할 수 있었으며 관강은 더욱더 주름져 있고 관강내에는 여러가지 세포탈락물이 관찰되었다. 이러한 탈락물은 곱슬정세관의 상피와 수출관 상피의 붕괴 때문에 생성된 것으로 생각된다.

이상과 같은 연구결과로 미루어 보아 비번식기에서 번식기로 이행하는 시기에는 부고환 부위의 각종 관상피의 세포는 빠르게 분화하여 상피는 비대되고 세포질 내에는 분비성 물질이 축적되며 관강에 보다 명확하게 형성되는 것으로 추정된다. 꿩 고환수출소관의 일반적인 구조는 닭 보다는 칠면조와 유사하였으며 가금화된 조류와 야생조류사이에는 많은 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 꿩 수출관의 기능을 더욱 정확하게 파악하기 위하여 본 연구에서는 크게 번식기와 비번식기로 대별하여 연구를 수행하였지만 계절에 따른 주기 즉, 번식기, 비번식기, 휴지기 및 발전기 등으로 보다 세분하여 호르몬 분비량과 부고환 부위의 구조와의 상호 관련, 조직화학적 특징 및 미세구조적 변화 등을 연관시켜 보아야 기능을 좀더 확실하게 이해할 수 있으리라 생각된다.

결 론

성숙 수꿩을 실험동물로 하여 부고환 부위(epididymal region)를 구성하고 있는 고환수출소관의 조직학적인 구조와 번식주기에 따른 형태적인 변화를 관찰하여 번식 생리 및 수컷생식기관의 연구에 기초자료를 제공하고자 본 실험을 시도하였다.

고환수출소관 상피의 조직학적인 구조와 번식주기에 따른 형태적인 변화를 관찰하기 위하여 계절에 따라 번식기(4-6월), 비번식기(8-3월)로 구분하여 일반조직학적인 염색과 전자현미경적으로 관찰한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 번식기의 꿩 고환수출소관 상피의 평균 높이는 $23.45 \pm 2.34 \mu\text{m}$ 이고 비번식기에는 $17.85 \pm 2.01 \mu\text{m}$ 로 크게 감

소되었고 상대적으로 간질조직의 두께가 증가되어 나타났다.

2. 번식기(4-6월)의 꿩 고환수출소관의 상피세포는 2-4층의 거짓중층원주상피가 잘 발달되어 있었으나 비번식기에는 꿩 고환수출소관의 상피세포는 1-2층의 거짓중층원주상피로 번식기에 비하여 상피세포층과 관강이 현저하게 감소되었다.

3. 고환수출소관상피의 조직학적 구조의 주기적인 변화는 정자형성 주기와 일치하는 경향을 나타내었다.

4. 고환수출소관 상피를 이루고 있는 세포는 주로 섬모세포와 무섬모세포로 이루어져 있었다.

5. 섬모세포는 많은 소포를 포함하고 있으나 무섬모세포에서 관찰되는 것보다는 작았다.

6. 섬모세포는 난원형의 핵과 층판상 능선을 갖고 있는 사립체, 골지복합체, 용해소체 및 무과립형질내세망과 과립형질내세망을 포함하고 있었고 무섬모세포의 핵은 불규칙하였으며 세포질내에는 미세소관의 발달이 미약하였다.

7. 번식기의 고환수출소관 상피세포는 많은 소포, 과립형질내세망과 무과립형질내세망, 골지복합체 및 사립체가 명확하게 관찰되었으나 비번식기에는 이 구조가 훨씬 감소되었다.

Legends for figures

Fig 1. Light micrograph of ductuli efferentes in April. The epithelium of the ductuli efferentes consists of pseudostratified columnar cells. The ductuli efferentes are wider and intertubular tissue is scanty. The epithelial walls are folded, the folds involving the basal lamina and luminal surface. H-E stain $\times 400$

Fig 2. Light micrograph of ductuli efferentes in May. Luminal content is similar to that of April. In part, spermatozoa are penetrated into the epithelium. H-E stain $\times 400$

Fig 3. Light micrograph of ductuli efferentes in September. The ductuli efferentes are more folded, have narrower lumina and comparatively more intertubular tissue. Luminal contents are reduced. The Squamous cells of the rete testis epithelium abruptly change into pseudostratified columnar cells at the origin of the ductuli efferentes. H-E stain $\times 400$

Fig 4. Light micrograph of ductuli efferentes in November. The star-shaped lumen is occupied by the long cilia of the epithelial cells. There are no spermatozoa in the lumen. The intertubular tissue is thickend as compared with May. H-E stain $\times 400$

Fig 5. Light micrograph of ductuli efferentes in April. The epithelium of the ductuli efferentes is composed of two or three layered cells. The secretory materials are observed in the lumen. Toluidine blue $\times 1,000$

Fig 6. Light micrograph of ductuli efferentes in June. Ciliated cells containing spherical nuclei are observed in the ductular lumen. Also cilia are crowdly arranged into the luminal surface. Toluidine blue $\times 1,000$

Fig 7. Light micrograph of ductuli efferentes in October. The diameter of the lumen is largely decreased as compared with that of June. Cilia are crowdly arranged into the luminal surface, and the the thickness of intertubular tissue is comparatively increased. Toluidine blue $\times 1,000$

Fig 8. Light micrograph of ductuli efferentes in December. The appearance of nucleous with distinctive nucleoli is rounded, elongated or irregular round form. Numerous vesicles are observed in the cytoplasm. Toluidine blue $\times 1,000$

Fig 9. Electron micrograph of ductuli efferentes in April. The pseudostratified epithelium consists of non-ciliated cells with irregular nucleus and ciliated(N) cells with cilia(C) extending into the ductual lumen. BM, basement membrane ; V, vesicle ; Arrow head, cytoplasmic projection. $\times 3,500$

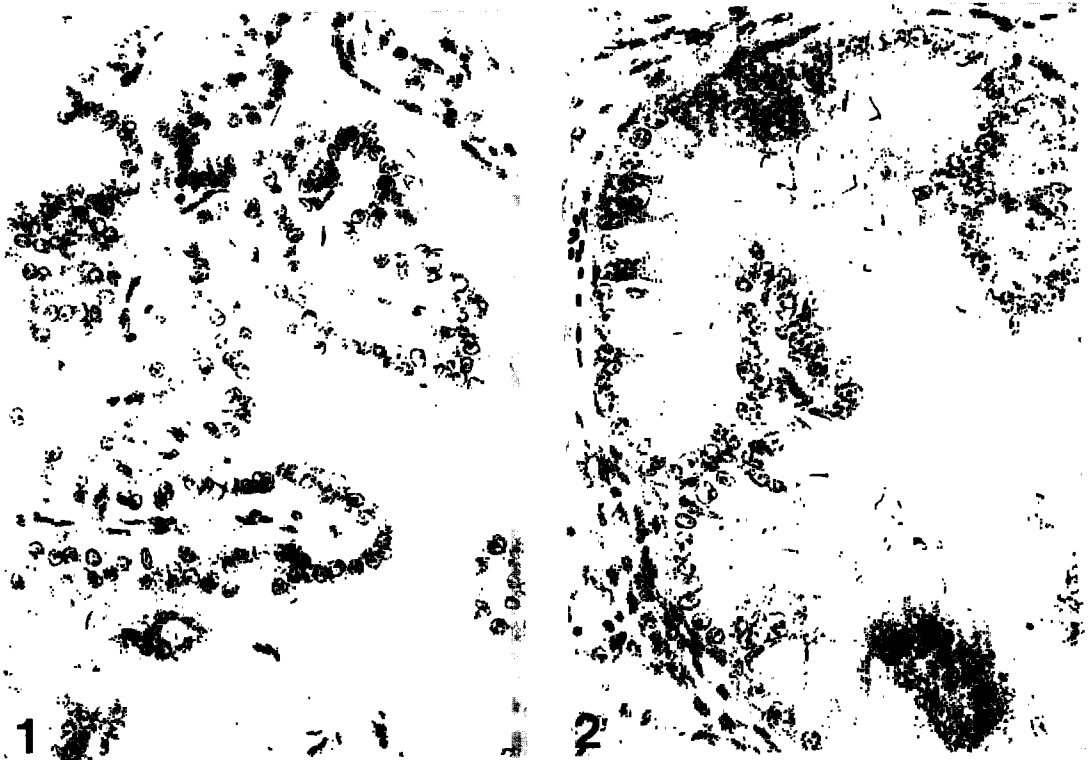
Fig 10. Electron micrograph of ductuli efferentes in May. The ciliated cell(N) of the ductuli efferentes contains smooth endoplasmic reticulum(short arrow), rough endopasmic reticulum(long arrow) and numerous mitochondria(M) in the basal cytoplasm. $\times 8,000$

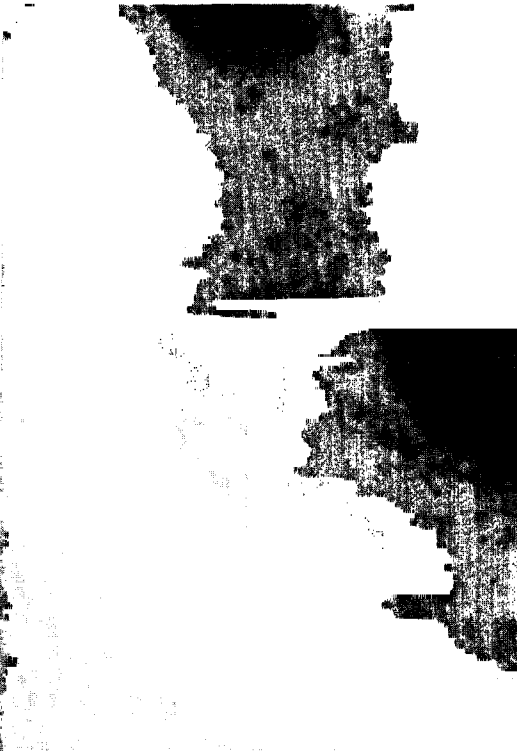
Fig 11. Electron micrograph of ductuli efferentes in June. The ciliated cell(N) of the ductuli efferentes contains smooth endoplasmic reticulum(SER), Golgi complex(G), mitochondria(M), lysosome(L). $\times 10,000$

Fig 12. Electron micrograph of ductuli efferentes in August. The cells of the ductuli efferentes epithelium have poorly developed cytoplasm. N, nucleus ; Arrow head, centriole ; Short arrow, cell junction. $\times 4,000$

Fig 13. Electron micrograph of ductuli efferentes in October. The pseudostratified epithelium consists of non-ciliated cells and ciliated (N) cells with cilia(C) extending into the ductal lumen. BM, basement membrane; V, vesicle. $\times 3,500$

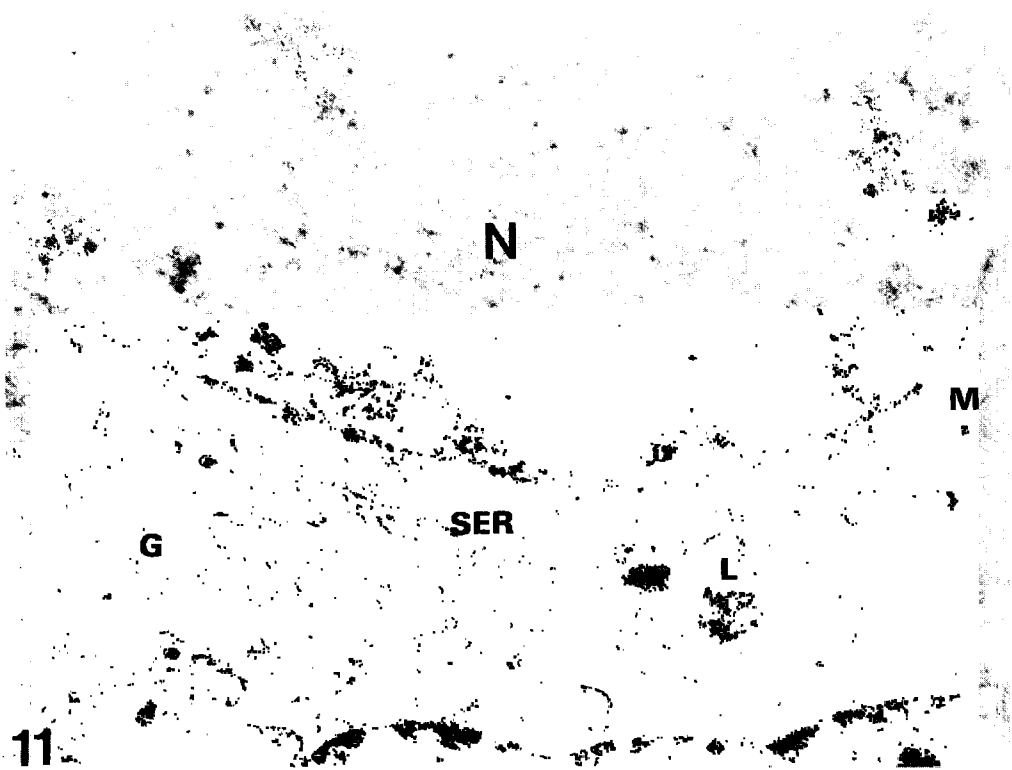
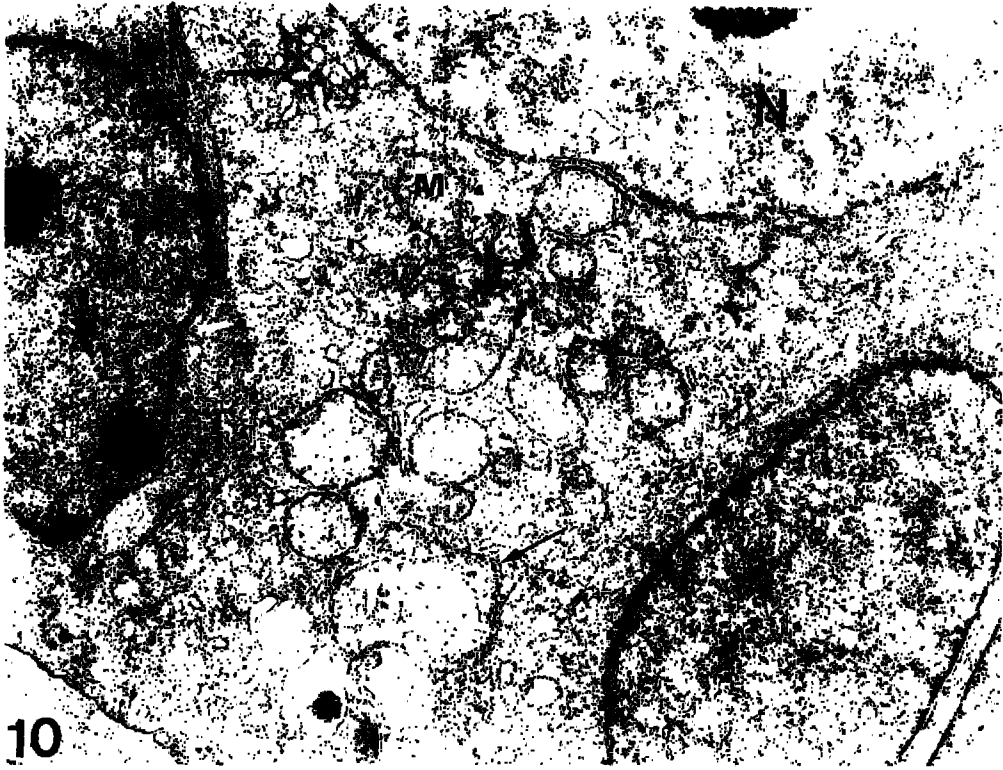
Fig 14. Electron micrograph of ductuli efferentes in November. The cell of the ductuli efferentes epithelium contain lysosome(L), autophagic vacuole(arrow head), and mitochondria with disrupted cristae(M). $\times 10,000$

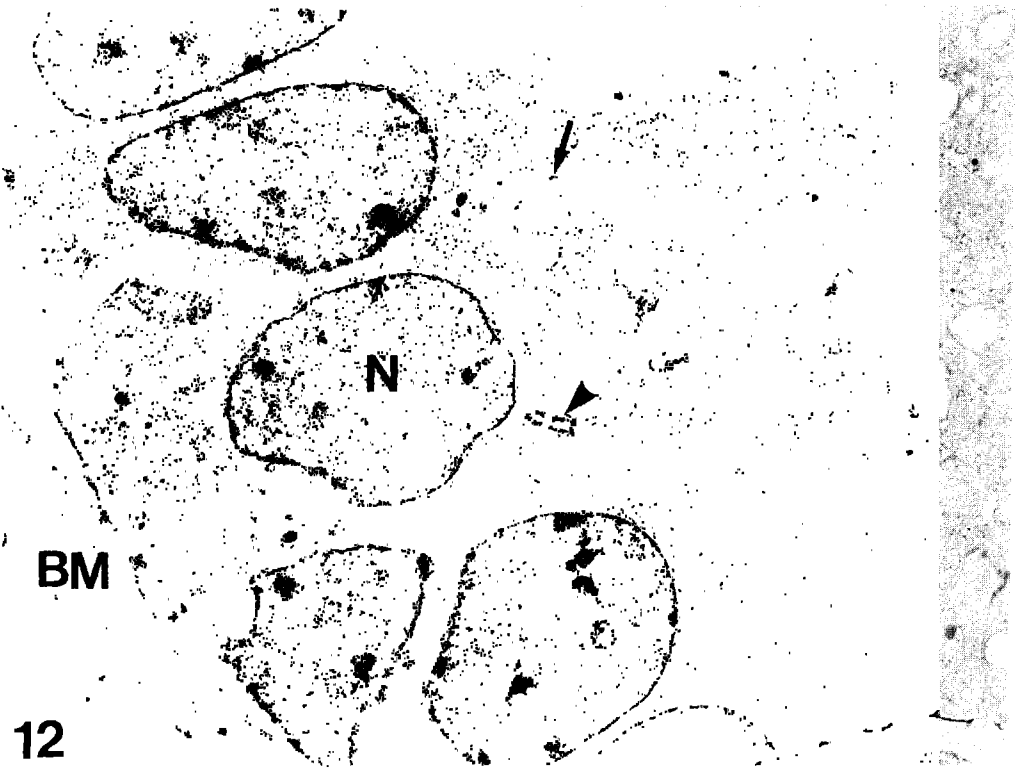


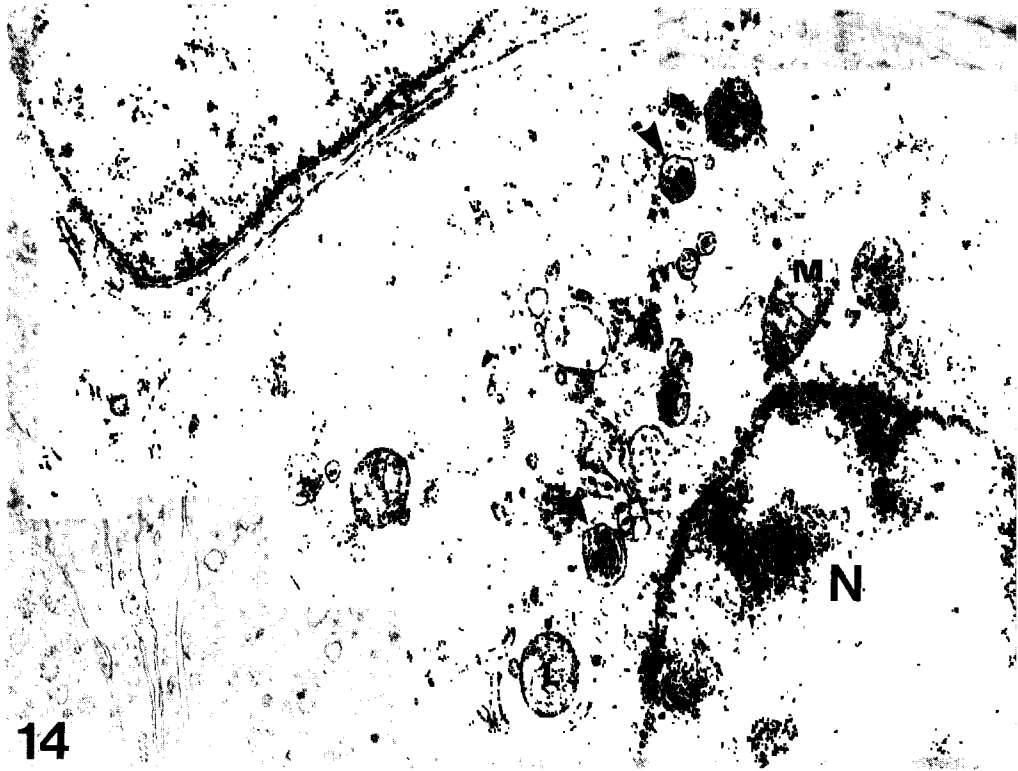




9







참 고 문 헌

1. Aire TA. The epididymal region of the Japanese Quail. *Acta Anat*, 103:305-312, 1979.
2. Bailey RE. Accessory reproductive organs of male fringillid birds:seasonal variations and response various sexhormones. *Anat Rec*, 115:1-20, 1953.
3. Bergman M. Photoperiod and testicular function in *Phodopus sungorus*. In : *Advances in anatomy, embryology, and cell biology*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg New York, London/Paris/Tokyo. 105:1-72, 1987.
4. Budras KD, Sauer T. Morphology of the epididymis of the cock(*Gallus domesticus*) and its effect upon the steroid sex hormone synthesis. *Anat Embryol*, 148: 175-196, 1979.
5. Clulow J, Russel JC. Studies of fluid and spermatozoal transport in the extratesticular genital ducts of the Japanese quail. *J Anat*, 157:1-11, 1988.
6. Dym M. The mammalian rete testis - A morphological examination. *Anat Rec*, 186:493-524, 1976
7. Flickinger, C J. Alterations in the fine structure of the rat epididymis after vasectomy. *Anat Rec*, 173:277, 1972.
8. Flickinger CJ, Howards SS, English HF. Ultrastructural differences in efferent ducts and several regions of the epididymis of the hamster. *Am J Anat*, 152:557-586, 1978.
9. Fornes MW, De rosas JC. Interactions between rat epididymal epithelium and spermatozoa. *Anat Rec*, 231: 193-200, 1991.
10. Goyal HO. Appendix epididymis and aberrant ductules

- of the bull : Lightmicroscopic and ultrastructural study. *Acta anat*, 117:321-330, 1983.
11. Goyal HO, Williams CS. Regional differences in the morphology of the goat epididymis : A light microscopic and ultrastructural study. *Am J Anat*, 190: 349-369, 1991.
 12. Gray JC. The anatomy of the male genital ducts in the fowl. *J Morph*, 60:393-405, 1937.
 13. Hellgren EC, Lochiller RL, Amoss MS, *et al*. Seasonal variation in serum testosterone, testicular measurements and semen characteristics in the collared peccary (Tayassu tajacu). *J Reprod Fert*, 85:677-686, 1989.
 14. Hess RA, Thurston RJ , Biellier HV. Morphology of the epididymal region and ducts deferens of the turkey. *J Anat*, 122:241-252, 1976.
 15. Hess RA, Thurston RJ. Ultrastructure of the epithelial cells in the epididymal region of the turkey. *J Anat*, 124:765-778, 1977.
 16. Hoffer AP. The fine structure of the ductuli efferentes in mouse and rat. *Anat Rec*, 172:331-332, 1972.
 17. Hoffer AP, Greenberg J : The structure of the epididymis, efferent ductus deferens of the guinea pig. *Anat Rec*, 190:659-678, 1978.
 18. Kem AC. Environmental factors affecting the onset of breeding in some Southern African hornbills, *Tockus* spp. *J Reprod Fert*, 19 :319-331, 1973.
 19. Lake PA. The male reproductive tract of the fowl. *J Anat*, 91:116-129, 1957.
 20. Lofts B, Murton RK. Photoperiodic and physiological adaptations regulating avian breeding cycles and their ecological significance. *J Zool*, 155:327-394, 1968.
 21. Martan J, Risley PL. Holocrine secretory cells of the rat epididymis. *Anat Rec*, 146:173-189, 1962.
 22. Mehrotra PN. Cyclical changes in the epididymis of the goose, *Anser melanotus*. *Quart J Micr Sci*, 103: 377-383, 1962.
 23. Mehrotra PN. On the microscopic anatomy of the epididymis of *Anser Melanotus L*. *Am Micro Soc*, 83: 456-460, 1964.
 24. Munro SS. Functional changes in fowl sperm during their passage through the excurrent ducts of the male. *J Exp Zool*, 79:71-92, 1962.
 25. Nagano T . Observations on the fine structure of the developing spermatid in the domestic chicken. *J Biophys Biochem Cytol*, 14:193-205, 1962.
 26. Nicander L, Glover TD. Regional histology and fine structure of the epididymal duct in the golden hamster (*M. auratus*). *J Anat*, 114:347-364, 1973.
 27. Scott DM, Middleton ALA. The annual testicular cycle of the Brown-headed Cowbird. *Can Zool*, 46:77-87, 1968.
 28. Silverin B. Reproductive organs and breeding behaviour of the male Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* (Pallas). *Ornis Scand*, 6:15-26, 1975.
 29. Suzuki F, Racey PA. Fine structural changes in the epididymal epithelium of moles throughout the year. *J Reprod Fert*, 47:47-54, 1976.
 30. Tingari MD. On the structure of the epididymal region and ducts deferens of the domestic fowl. *J Anat*, 109: 423-435, 1971.
 31. Tingari MD. The fine structure of the epithelial lining of the excurrent duct system of the testis of the domestic fowl. *Q J Exp Physiol*, 57:271-295, 1971.
 32. Tingari MD, Lake PE. Ultrastructural evidence for resorption of spermatozoa and testicular fluid in the excurrent ducts of the testis of the domestic fowl. *J Reprod Fert*, 31:373-381, 1972.
 33. Tingari MD . Observations on the fine structure of the spermatozoa in the testis and excurrent ducts of the male fowl, *Gallus domesticus*. *J Reprod Fert*, 34:255-265, 1973.
 34. Tingari MD. The fine structure of the epithelial lining of the epididymis of the camel(*Camelus dromedarius*) with special reference to regional differences. *J Anat*, 165:201-214, 1989.
 35. Wislocki GB. Seasonal changes in the testes, epididymis and seminal vesicles of deer investigated by histochemical methods. *Endocrinology*, 44:167-189, 1949.
 36. Yanagimachi R, Kamiguchi Y, Mikamo K. Maturation of spermatozoa in the epididymis of the chinese hamster. *Am J Anat*, 172:317-330, 1985.

37. 류시훈, 조성환, 김무강. 다람쥐 부고환의 조직학적 및 조직화학적 연구. 대한수의학회지, 29:215-222, 1989.

38. 이재홍. 오리 부고환관 및 정관의 연령별 조직학적 및 조직화학적 연구. 대한수의학회지, 23:137-147, 1983.
